



Pyry Kosonen

Kaukolämpöjohtojen jatkoseristeiden testaus ja vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

16.9.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Pyry Kosonen
Otsikko: Kaukolämpöjohtojen jatkoseristeiden testaus ja vertailu
Sivumäärä: 39 sivua + 2 liitettä
Aika: 16.9.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka
Ammatillinen pääaine: Koneensuunnittelu
Ohjaajat: Yliopettaja Jyrki Kullaa
Kaukolämpöinsinööri Tero Kortesmäki

Insinöörityössä tutkitaan ja vertaillaan kaukolämpöputkien jatkoseristeitä Vantaan Energia Oy:n kaukolämpöverkoille.

Insinöörityössä käsitellään laajasti kaukolämpöä ja kaukolämpöliitosten eristykseen liittyviä tekijöitä. Työn alussa kerrotaan yleisesti kaukolämmöstä ja sen historiasta. Teoriaosuudessa käydään kaikki eristysmenetelmät läpi ja kuinka ne tehdään. Menetelmien läpikäynnin jälkeen perehdytään kaikkien menetelmien kestävyys- ja laatuun. Menetelmiä vertaillaan keskenään ja kerrotaan tuloksia, joita testeissä ja vertailussa on tullut ilmi. Raportissa kerrotaan myös työvaiheista, joita joudutaan tekemään eristystöiden ohessa ja kuinka eristejatkoksia voidaan tarkastaa. Raportissa on kuvien avulla pyritty havainnoimaan tilanteita ja menetelmiä.

Eristeiden testauksesta pidettiin koko projektin aikana kirjaa. Testauksista tehtiin Excel-tilasto, johon voivat jatkossa Vantaan Energian jatkoseristeiden testaajat kirjata testauksensa ylös. Taulukko löytyy liitteistä.

Eristejatkoksista tehtiin myös Excel-tilasto, jossa näkyy kaikki käytettävien kaukolämpöputkien koot ja vertailuiden jälkeen saatu sopivin eristysmenetelmä. Taulukon tarkoituksena oli toimia jatkossa Vantaan Energian suunnittelijoille muistilistana. Taulukko löytyy liitteistä.

Insinöörityön tarkoituksena oli saada Vantaan Energian kaukolämpöverkoille selkeys, mitä eristettä kannattaa käyttää missäkin putkikokoluokassa. Vertailun tuloksena saatiin selkeys mitkä menetelmät ovat kestävyydeltään ja laadultaan parhaat.

Avainsanat: Kaukolämpö, Jatkos, Eriste

Abstract

Author: Pyry Kosonen
Title: Testing and comparison of casing joints of district heating lines
Number of Pages: 39 pages + 2 appendices
Date: 16 September 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Machine Design
Instructors: Jyrki Kullaa, Principal Lecturer
Tero Kortesmäki, District Heating Engineer

In the thesis, the extension insulations of district heating pipes for Vantaan Energia Oy's district heating networks are studied and compared.

The thesis examines extensively district heating and the factors related to the insulation of district heating joints. At the beginning of the thesis, district heating and its history are generally discussed. The theoretical part examines all the different isolation methods and how they are carried out. After reviewing the methods, the durability and quality of all methods are examined. The methods are compared and the results shown in the tests and comparisons are reported. The report also describes the work steps that need to be done in addition to the insulation work and how the insulation joints can be inspected. Images have been used in the report to visualize situations and methods.

Insulation testing was recorded throughout the project. An Excel table of the tests was made, so in the future Vantaa Energy's joint insulation testers can record their tests. The table can be found in the appendices.

An Excel spreadsheet was also made from the insulation joints. The Excel spreadsheet shows all the sizes of the district heating pipes used and the most suitable insulation method obtained after the comparisons. The purpose of the table was to serve as a checklist for Vantaa Energy's planners in the future. The table can be found in the appendices.

The objective of the thesis was to investigate for Vantaa Energy's district heating networks what insulation should be used in any pipe size class. As a result, it was clarified which methods are the best in terms of durability and quality.

Keywords: district heating, joint, insulation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	3
3	Kaukolämpö	4
3.1	Hyödyt ja haitat	4
3.2	Kaukolämmön tuotantomuodot	5
3.3	Kaukolämpöjärjestelmä	6
3.4	Siirto ja jakelu	7
4	Kaukolämpöjohtojen eristeet ja muovijatkokset	9
4.1	Liitosten eristäminen	9
4.2	Eristysmenetelmät	10
4.2.1	Peltijatkos	10
4.2.2	Käsintehdyt muovihitsauserytykset	11
4.2.3	Holkkijatkokset sähköhitsauksella (SWJ-holkki)	13
4.2.4	Kutistuva jatkosholkki	15
4.3	Hälytysjärjestelmä	17
5	Jatkoseristeiden testaus	20
6	Eristeiden ja muovijatkosten vertailu	24
6.1	Kestävyys ja laatu	24
6.1.1	Peltijatkoksen kestävyys ja laatu	24
6.1.2	Kutistuvien holkkien kestävyys ja laatu	25
6.1.3	SWJ-holkin kestävyys ja laatu	27
6.1.4	Käsin muovihitsattujen osien kestävyys ja laatu	28
6.2	Tehtaalla ja työmaalla muovihitsattujen osien erot	29
6.3	Eri maalajien vaikutus	31
6.4	Jatkoseristeiden ominaisuuksien vertailu	32
7	Vantaan Energian käyttämät eristeet	35
7.1	Eristeiden luokittelu	35
7.2	Eristeiden testauksien taulukointi	37

8	Yhteenveto	39
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1: Suositeltavat jatkoseristeet Vantaan Energialle	
	Liite 2: Testauspöytäkirja	

Lyhenteet

Jatkos	Lyhenne kaukolämpöputkien liitoksen jatkoseristeestä.
2Mpuk	Yksiputkijärjestelmä. Tässä putken päällä on kiinnivaahdotettu polyuretaanieriste ja muovikuori eristeen päällä.
Mpuk	Kaksiputkijärjestelmä. Tässä putken päällä on kiinnivaahdotettu polyuretaanieriste ja muovikuori eristeen päällä.
Dn	Nimellishalkaisija
PE	Polyeteeni
SWJ	Sähköhitsausliitos
Kutiste	Musta muovilevy, jossa on liimapinta ja se kutistuu lämmittäessä
Mastik	Liimanauha/aine, jota käytetään kutistuvan holkin liitoksessa
Cega	Kutistuvan jatkosholkin tuotemerkki

1 Johdanto

Tutkimuksessa käsitellään kaukolämpöä ja kaukolämpöputkien liitosten eristämistä. Kaukolämpö on lämmitysmuoto, jota käytetään asuinrakennusten ja kiinteistöjen lämmittämiseen. Kaukolämpöä tuotetaan monella erilaisella energianlähteellä kuten jätteellä. Kaukolämpöä jaetaan kaukolämpöputkia pitkin, jotka muodostavat kaukolämpöverkon. Kaukolämpöä tuotetaan eniten tiheimmin asutuilla alueilla.

Kaukolämpöputket täytyy eristää, ettei putkistossa syntyisi suuria lämpöhäviöitä. Kaukolämpöverkkoa rakentaessa täytyy putkia katkoa ja liittää. Putket liitetään hitsaamalla. Liitoskohtiin tulee jatkoseriste, jotta liitokseen ei pääsisi vettä eikä syntyisi suuria lämpöhäviöitä. Eristejatkoksia on monia erilaista. Tutkimuksen tavoitteena on saada Vantaan Energia Oy:lle selkeyttä kaukolämpöputkien jatkoseristeistä. Tutkimuksessa tutkitaan, mitkä jatkoseristeet olisivat parhaat vaihtoehdot millekin putkikokoluokalle. Tutkimuksesta tehdään kaksi Excel-taulukkoa, joissa toisessa on listattuna kutistuvien holkkien painemittaukset ja toisessa jokaiselle putkikokoluokalle vertailultaan paras eristysmenetelmä. Tutkimuksessa myös perehdytään useampaan eristysmenetelmään ja kuinka ne tehdään käytännössä. Tällä tavoin saadaan hyvä näkemys aiheesta ja pystytään vertailemaan Vantaan Energialla käytössä olevia jatkosvaihtoehtoja ja pohtimaan millaisia he olivat käyttäneet. Tutkimuksessa haastatellaan useita henkilöitä, jotka ovat työskennelleet useita vuosia erilaisten jatkoseristeiden parissa. Heiltä saa hyvän näkemyksen millaisiin asioihin kannattaa kiinnittää eniten huomiota. Aiheesta on tehty huonosti kirjallisuusselvitystä, joten haastateltavien henkilöiden tieto on tärkeää.

Tutkimus rajattiin siten, että emme ottaneet kantaa putkien hitsaukseen, vaan pelkästään jatkoseristeisiin. Kuvassa 1 näkee työn lähtökohdan. Tekstin alussa kerrotaan hiukan kaukolämmön historiasta ja millainen kaukolämmön nykytilanne on maailmalla, sekä millä kaukolämpöä tuotetaan tänä päivänä. Projektissa kerrotaan kaikkien jatkoksien asennuksesta, mutta eniten työssä tutkittiin

Vantaan Energiolla käytössä olleiden ja käytössä olevien jatkoksien kestävyyttä, laatua ja hintoja. Kaukolämpölinjojen tarkastuksesta ja hälytysjärjestelmistä on kerrottu myös, sillä on todella tärkeää muistaa jatkoseristeiden tarkastus, vaikka menetelmä olisi kuinka tutkittu ja todettu hyväksi.

Eristeitä tutkitaan ja testataan useamman kuukauden aikana. Maasta nostettavista vanhoista putkista päästään tutkimaan erilaisten eristeiden kuntoa ja kuinka ne ovat käyttäytyneet maassa vuosien saatossa. Asennettuja eristeitä pilkotaan ja katsotaan kuinka ne ovat käyttäytyneet ja kuinka polyuretaanivahto on levittänyt liitokseen. Jatkoseristeitä on suuri määrä markkinoilla ja näistä vertaillaan vain muutamia merkkejä ja malleja.



Kuva 1. Kuvassa jatkoseristeitä vaille olevat kaukolämpöputket.

2 Yritysesittely

Vantaan Energia on suomen suurimpia energiayhtiöitä, joka on perustettu vuonna 1910. Yritys tuottaa sähköä, kaukolämpöä ja myy lämpöpalveluita. Nimensä mukaisesti Vantaan Energia toimii Vantaan alueella, mutta yritys laajeni vuonna 2020 Järvenpään ja Tuusulan alueelle. Yhtiöstä omistaa Vantaan kaupunki 60 % ja Helsingin kaupunki 40 %. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Jukka Toivonen. Vantaan Energia tuottaa pääosin sähkön ja lämmön Martinlaakson ja Järvenpään voimalaitoksessa sekä Ojangon Jätevoimalalla. [1.]

Vantaan Energia tuottaa suurimman osan energiastaan jätevoimalassa, joka sijaitsee Itä-Vantaalla. Voimala polttaa vuodessa 374 000 tonnia sekajätettä. Tällä roskamäärällä yritys tuottaa vuodessa noin puolet Vantaalla tarvittavasta kaukolämmöstä. Voimala tuottaa myös sähköä, joka on noin 30 % Vantaan vuotuisesta sähköntarpeesta. Vantaan Energia laajentaa jätevoimalaa, joka mahdollistaa yrityksen luopumisen kivihiilestä vuonna 2022. Jätevoimalan laajennus alkoi maaliskuussa 2020 ja uuden puolen käyttöönotto olisi tarkoitus tapahtua syksyllä 2022. Kuvassa 2 havainnekuva jätevoimalasta laajennuksen jälkeen. [2.]



Kuva 2. Jätevoimalan havainnekuva laajennuksen jälkeen.

3 Kaukolämpö

Kaukolämpö on lämmitysmuoto, jota käytetään rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen kaupungeissa sekä isommissa taajamissa. Kaukolämpö on Suomessa merkittävin lämmitysmuoto. Suomessa kaukolämmön osuus lämmitysenergian kulutuksesta on noin 50 % ja suuremmissa kaupungeissa 80–90 %. Suomessa suurin osa kaukolämmöstä perustuu lämmön ja sähkön yhteistuotantoon. Kaukolämpöä tuotetaan keskitetysti suuremmissa tehtaissa tai laitoksissa ja jaetaan kaukolämpöverkon kautta asiakkaille. Kaukolämpöä käytetään rakennusten lämmittämiseen ja käyttöveden lämmittämiseen. Kaukolämpöä tuotetaan monella eri polttoaineella kuten jäte, puuhake, kivihiili sekä monella muulla polttoaineella. [3, s. 5–30.]

Kaukolämmön katsotaan alkaneen vuonna 1622, jolloin hollantilainen Cornelius Drebbel ehdotti perustaa verkon, jolla jaettaisiin lämmintä vettä. Kaukolämmön tuotanto on aloitettu Suomessa 1950-luvulla, mutta laajemmalti kuitenkin vasta 1970-luvulla. Ensimmäinen kaukolämpöjärjestelmä, joka toimi kaupallisesti käynnistyi Yhdysvalloissa vuonna 1877. [3, s. 25–33.]

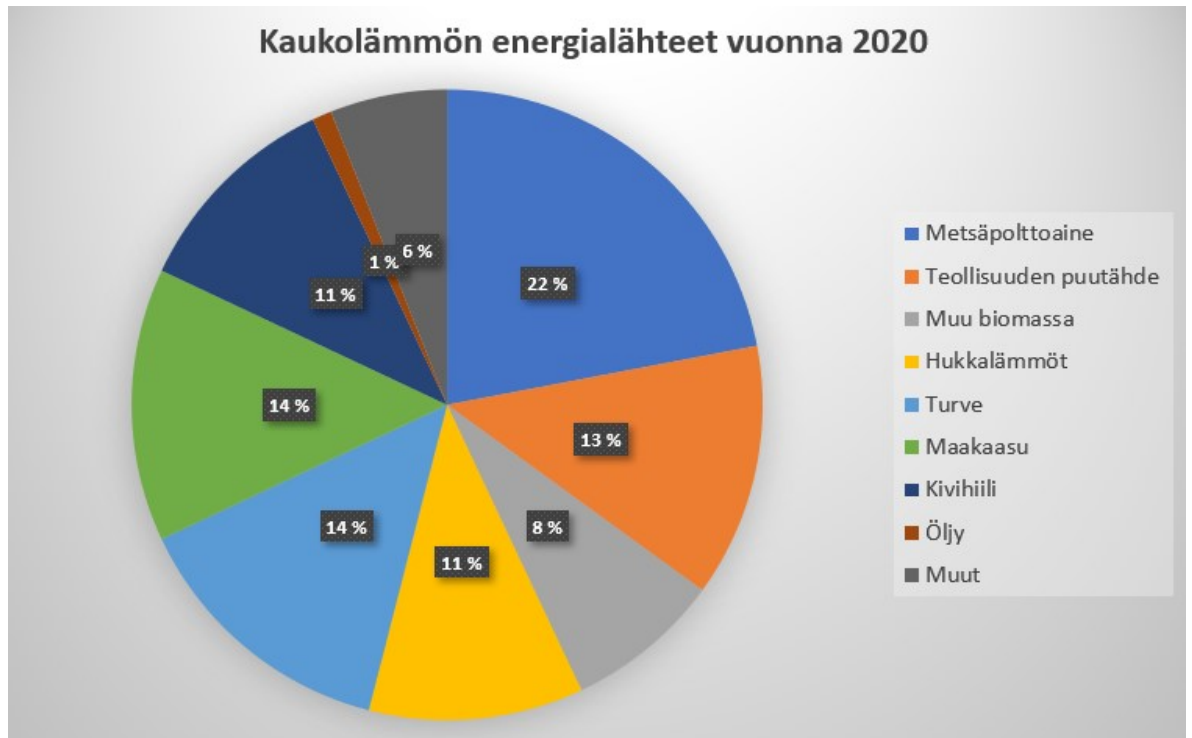
3.1 Hyödyt ja haitat

Kaukolämmön etuina on sen käyttövarmuus ja yksinkertaisuus kuluttajalle. Kaukolämpö on asiakkaalle helppoa, sillä se ei edellytä asiakaskohtaista käyttö- ja huoltotyötä. Muita etuja kaukolämmöllä on sen energiatehokkuus, ympäristöystävällisyys ja käyttövarmuus. Kaukolämmön helppous ja hinta korostuu parhaiten kerros- ja rivitaloasumisessa, sillä kaukolämmön ansiosta sähkönkulutus tippuu huomattavasti alemmaksi, lämmintä vettä riittää eikä lämpimästä vedestä ole pulaa. Parhaan hyödyn kaukolämmöstä saa kaupungeissa. Kaukolämmössä on myös tulevaisuutta silmällä pitäen todella hyviä mahdollisuuksia. Esimerkkinä vähäpäästöiset polttoaineet, yhteistuotanto hyödyttäen sähköntuotantoa, prosessien jätelämpölähteiden käyttö ja kaukojäähdytys. [3, s. 25.]

Kaukolämmön suurimmat ongelmat ovat isot kulutusvaihtelut vuodenaikojen välillä, soveltamattomuus harvaan asutuille alueille, siirtohäviöt ja suuret investoinnit. Uhkatekijänä kaukolämmöllä on rahoituksen puute ja kalleus sekä epäterve kilpailu ja säätely. Lämmitysmuodon myös valitsee usein rakennuttaja, ei loppukäyttäjä. Suurena uhkana kaukolämmölle on maalämmön yleistyminen. Tulevaisuudessa monessa kaupungissa sekä kunnassa kaukolämpö ja maalämpö tulevat kilpailemaan keskenään. [3, s.25.]

3.2 Kaukolämmön tuotantomuodot

Suomessa suurin osa kaukolämmöstä tuotetaan sähkön ja lämmön yhteistuotantona. Kaukolämpöä pystytään tuottamaan monilla eri polttoaineilla. Nykyisin kaukolämpöä pyritään tuottamaan mahdollisimman pienillä päästöillä ja uusiutuvilla energianlähteillä. Kivihiilen ja turpeen käyttäminen energiantuotannossa pyritään lopettamaan Suomessa. Suomessa kivihiilen polttaminen loppuu vuonna 2029. Vuonna 2019 Suomessa tuotettiin kaukolämpöä uusiutuvilla energianlähteillä ensimmäistä kertaa enemmän kuin uusiutumattomilla energianlähteillä. Kuvassa 3 näkyy millä polttoaineilla kaukolämpöä on vuonna 2020 tuotettu. Uusiutuvien polttoaineiden ja hukkalämmön käyttö kasvoi vuonna 2019–2020 49 prosentista 54 prosenttiin. Vuonna 2020 toimitettiin lämpöä 34,3 TWh. [4.]

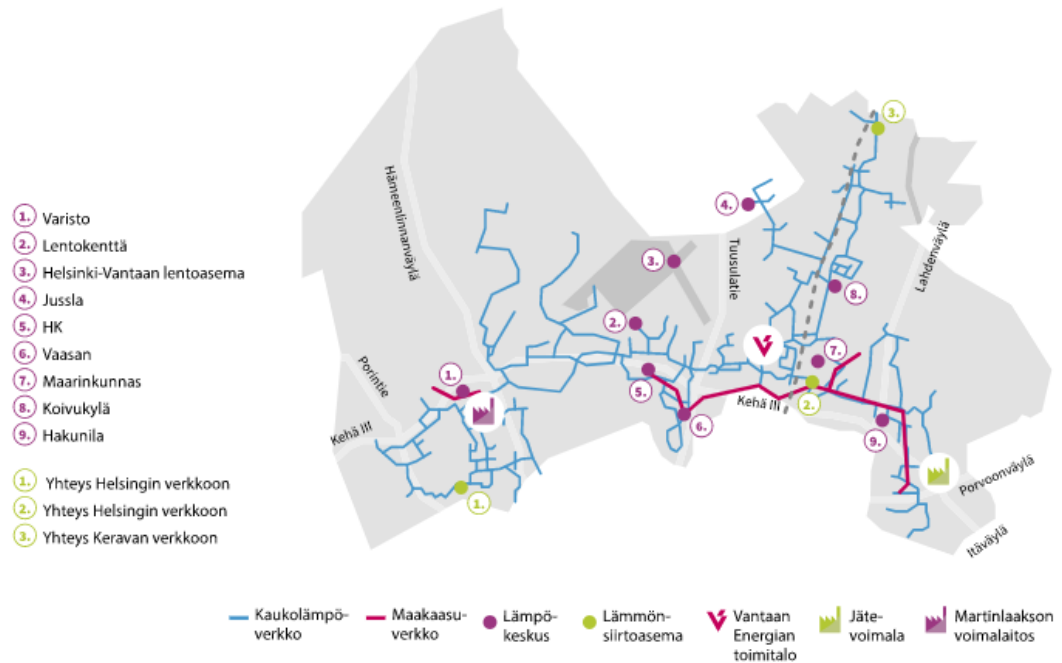


Kuva 3. Kaukolämmön energialähteet vuonna 2020.

3.3 Kaukolämpöjärjestelmä

Kaukolämpö tuotetaan voimalaitoksessa ja lämpö siirtyy putkissa virtaavan veden avulla. Kun vesi on luovuttanut lämmön asiakkaalle, palaa se paluulinjaa pitkin takaisin uudelleen lämmitettäväksi. Asiakas käyttää yleisimmin lämpimän veden huone- ja lattialämmitykseen ja kotitalouden lämpimän veden tuotantoon. Kaukolämpöverkossa on yleisimmin kaksi putkea, jotka ovat meno- ja paluuputket. Putket ovat samankokoisia ja yhdessä ne muodostavat kaukolämpöjohdon. Kaukolämpöjärjestelmä muodostuu kokonaisuudesta, minkä pääosina ovat lämpöä tuottavat voimalaitokset, lämpöä siirtävät putkistot eli kaukolämpöverkko ja lämmön vastaanottoon tarvittavat asiakkaan laitteet. Kaukolämpö saadaan liikkeelle voimalaitoksen pumppujen avulla ja pitkien verkkojen välillä voi olla erillisiä pumppaamoita, jotta veden paine saadaan pidettyä putkessa tarpeeksi korkealla. Kuvassa 4 näkyy Vantaan kaukolämpöverkko, voimalaitokset, lämpökeskukset ja lämmönsiirtoasemat. Jätevoimalan ja Martinlaakson voimalaitoksen etäisyydet toisistaan on noin 19 km. Kuvasta saa hyvän kuvan kuinka laaja

verkko pystyy olemaan ja kuinka suurelle määrälle pystytään tuottamaan ja tarjoamaan lämmintä vettä saman aikaisesti. [3, s. 43–44.]



Kuva 4. Vantaan kaukolämpöverkko ja voimalaitokset. [1].

3.4 Siirto ja jakelu

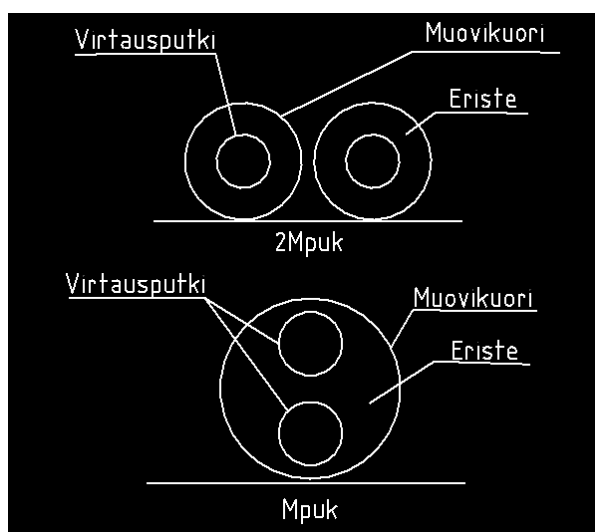
Suomessa kaukolämpöä toimitetaan kaksiputkijärjestelmässä. Putkessa kulkevan menoveden lämpötila on $120\text{ °C} - 80\text{ °C}$ riippuen vuodenaikasta. Paluuv veden lämpötila on $40-55\text{ °C}$. Kun käytetään korkeita lämpötiloja, pystytään lisäämään meno- ja paluuv veden lämpötilojen eroja kasvattaen siirtokapasiteettia ja pienentäen pumppauskustannuksia. Suurten lämpötilojen käyttö kaukolämpöjärjestelmässä mahdollistaa suuret etäisyydet voimalaitoksilta asiakkaille. [3, s. 137.]

Kaukolämpöjohtoja on erilaisilla rakennevaihtoehdoilla, kuten kiinnivaahdotetut putket ja elementtilinja. Nykyisin pääasiassa käytetään ainoastaan kiinnivaahdotettuja putkia. Normaalissa käytössä, perinteisissä kohteissa ja olosuhteissa

kaukolämpöverkon ja sen valmisosien käyttöikä ja lämpötilakestävyys on ol-
tava vähintään 30 vuotta 120 °C käyttölämpötilassa. [3, s. 137.]

Kiinnivaahdotettuja putkia ja linjoja on erilaisia, kuten 2Mpuk ja Mpuk. Nämä
kaksi putkityyppiä ovat yleisimmät. Mpuk on kaksiputkijohto. Siinä meno- ja pa-
luuputket ovat kiinteästi kiinnitetty saman eristeen sisään siten, että ne muodos-
tavat eristettynä vain yhden putken. Mpuk-johdossa menoputki on sijoitettu pa-
luuputken alapuolelle lämpöhäviön vähentämiseksi. Mpuk-johtojen etuja on, että
materiaalia menee vähemmän ja jatkosten tekeminen puolittuu. 2Mpuk on yksi
putkijärjestelmä. Meno- sekä paluuputket ovat omina putkina, joilla on omat
eristeet ja muovikuoret. Vantaan Energia käyttää pääosin vain tätä putkityyppiä.
Kuvassa 5 on havainnollistettu kuinka 2Mpuk ja Mpuk eroavat toisistaan ja miltä
ne näyttävät. [3, s. 137–140.]

Kaukolämpöverkostossa on myös venttiilejä, joista veden virtauksen pystyy kat-
kaisemaan ja venttiilejä, joista pystyy ilmaamaan järjestelmän. Nykyisin eniten
käytetty venttiili on yhdistelmäventtiili, jossa on sulkuriippuri sekä ilmaukset. Ilmaus-
paikkoja kyllä lisätään verkkoon, jos verkko nousee jossain kohtaa korkealle.
Usein venttiilit sijaitsevat kaivon renkaiden alla maan pinnalla, mutta myös löy-
tyy kaivoja, joihin mennään sisään elementtikaivoon, jossa venttiilit ja ilmaukset
sijaitsevat.



Kuva 5. 2Mpuk ja Mpuk

4 Kaukolämpöjohtojen eristeet ja muovijatkokset

Kaukolämpöputkien/johtojen ulkokuori on mustaa polyeteeniä. Suojakuoren tulisi aina olla virheetön, jottei putken toiminnalliset ominaisuudet heikkene. Valmisosien muovihitsausliitokset tulee olla niin hyviä, jotta ne kestävät teräsputken muodonmuutosten aiheuttamat jännitykset. Muovikuoren ja teräsputken välissä käytetään eristeenä polyuretaania. Valmiin kaukolämpöputken lämmönjohtavuus tulisi olla vanhentamattomana $\lambda \leq 0,033 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$. [3, s. 140.]

4.1 Liitosten eristäminen

Kun kaukolämpöputket on hitsattu kiinni ja otettu putkisto lämpöön, voidaan aloittaa putkien liitosten eristäminen. Eristämisellä pyritään saamaan lämpöhäviöt kaukolämpölinjassa mahdollisimman pieniksi. Jatkoseristeen avulla saadaan liitokset eristettyä, jottei suuria lämpöhäviöitä tapahtuisi. Jatkoseristeen toinen tärkeä tarkoitus on pitää vesi pois liitoksesta, jottei vesi pääse syövyttämään teräsputkea. Putket tulisi aina ennen eristämistä ottaa lämpöön, sillä putkissa tapahtuu lämpöliikkeitä, kun niissä virtaa ensimmäistä kertaa kuuma vesi. Jos eristäminen tapahtuu ennen lämpöön ottoa, voi eristeet irrota tai revetä lämpöliikkeiden aiheuttamista voimista. Joissakin erikoistapauksissa putket joudutaan eristämään ennen lämpöön ottoa esimerkiksi, jos työmaa on vilkkaalla tiellä. Tällaisissa tilanteissa putket täytyy saada eristettyä nopeasti, jotta liikenne saadaan palautettua normaaliksi. Eristäminen on todella tärkeää putken ja liitoksen kestävyyskannalta. Huonosti tehty eristys vähentää putken käyttöikä huomattavasti. Tästä syystä eristeet tulisi tarkastaa aina ennen peittämistöiden aloittamista. Vantaan Energialla rakennuttaja tarkastaa omalla työmaalla eristäjän työn jäljen ja antaa luvan aloittaa peittämistyöt. Jos eristeissä on vikaa, tulee eristäjän korjata puutteelliset eristeet. Tällä tavoin saadaan pidettyä mahdollisimman paras laatu eristeissä. [3, s. 140–141.]

4.2 Eristysmenetelmät

Kaikissa eristysmenetelmissä pohjatöiden tekeminen on tärkeää. Liitoksista tulee parempia ja kestävämpiä kun eristettävä kohde on kunnolla esillä ja puhdas. Eristäminen onnistuu parhaiten, kun kaivanto on kaivettu sopivan kokoiseksi, jotta siellä on tilaa työskennellä. Putkien päät tule puhdistaa, kuivata ja poistaa kaikki epätasaisuudet. Eristämistä ei pitäisi tehdä vesisateella, mutta jos kuitenkin joudutaan eristämään sateella, täytyy putket olla suojattu, jottei ne kastu eristystyön aikana. Jos putkenpäässä oleva eristys on päässyt kastumaan, täytyy kastunut eriste poistaa. [3, s.141.]

4.2.1 Peltijatkos

Peltijatkokseen täytyy valmistaa oikeankokoinen pelti ja valita sopivan kokoinen kutiste. Kaukolämpöputkien päät puhdistetaan ja pelti ruuvataan kiinni kuvan 6 mukaisesti. Pellin tarkoituksena on antaa jämäkkä runko liitokselle, jottei se painuisi kasaan maanpaineessa tai muussa kuormituksessa. Kun pelti on hyvin kiinni ja asetettu oikeaan kohtaan, laitetaan polyuretaani sisälle ja annetaan kunnolla reagoida ennen kutisteen asennusta. Kutiste on leveää muovista mattoa, joka kutistuu ja liimaantuu vesitiiviiksi lämmittäessä. Pelti ja putki puhdistetaan liottimella ja pinta karhennetaan, jotta kutiste tarttuu paremmin kiinni. Putki esilämmitetään noin 60°C asteeseen. Kun kutiste on saatu liimattua paikalleen, asennetaan saumalappu paikalleen. Saumalappu on lämmittämällä liimautuva muovinen lappu, joka liimaa kutisteen sauman kiinni työn ajaksi. Saumalappua täytyy lämmittää niin kauan, kunnes vihreä lämpötilaindikaattori muuttuu mustaksi. Kun Saumalappu on saatu liimattua paikalleen, voidaan aloittaa kutisteen lämmittäminen. Kutiste lämmitetään ensin keskeltä reunoille. Kutiste on valmis, kun kutisteen pinta on tasainen ja reunoista pursuaa tiivistemassa. Kuvassa 6 on oikealla puolella valmiiksi tehty peltijatkos. Peltijatkosliitosta käytetään pääasiassa pienissä linjoissa ja talohaarakohteissa. [6, s. 13.11.1-13.11.4.]



Kuva 6. Peltijatkoksen työvaihekuvat. Vasemmalla pelti ja polyuretaani asennettuna ja oikealla kutiste ja saumalappu asennettuna.

4.2.2 Käsintehty muovihiitsauseristykset

Käsintehtyä muovihiitsausta käytetään hyvin yleisesti kulmissa ja kohdissa, jossa putki haarautuu eri suuntaan linjasta, sekä paikatessa putkien eristeen päällä olevaa muovikuorta. Muovihiitsauksella pystytään tekemään normaaleja liitoskohtia. Menetelmä on hyvin saman tapainen kuin peltijatkoksessa, mutta pellin tilalla on PE-muovia. Käsintehty muovihiittaus tapahtuu käsikoneella, joka syöttää muovia rullalta liitokseen ja kone hitsaa muovit yhteen. Muovihiittauksen etu peltijatkokseen verrattuna on, että muovihiittamalla voi tehdä eri asentoon

eristystä, kun peltijatkosta tehdään vain suoraan putkeen. Kuvassa 7 oikealla on kulma, joka on tehty muovihitsaamalla kaivannossa. Kulma on muovihitsattu kiinni ja laitettu polyuretaani sisälle. Tämän jälkeen molempiin saumoihin tulee vielä kutiste suojaksi ja pitämään liitoksen tiiveyden. Vasemmalla puolella kuvassa on rungosta otettu haara, joka on tehty muovihitsatulla haaroituksella. Kuvasta myös näkee asennetun kutisteen, joka on laitettu liitoskohtaan suojaksi. Muovihitsausta käytetään myös tilanteissa, joissa muovikuoren pintaan on tullut kolhu tai halkeama. Muovihitsausta pystytään myös käyttämään kutistuvien holkkien liittämiseen, jos niitä on jouduttu halkaisemaan tai katkaisemaan. Ammattilainen, joka osaa muovihitsauksen, pystyy saamaan jopa yhtä hyvää saumaa muoviin kuin tehdassaumat valmisosissa.

PE-muoviolkilla tehdään myös eristystä. Menetelmä on hyvin samanlainen kuin peltijatkos, mutta pellin tilalla on PE-muoviputki. Holkin voi pujottaa ennen putkien hitsaamista, tai jos holkki unohtuu, voi sen halkaista ja muovi hitsata liitoksen kiinni. Holkki hitsataan usein hiukan kiinni putkeen, jotta se ei pyörisi eristystöiden aikana. Eristettävän kohteen siisteys ja putsaus on tärkeää, jotta liitoksesta tulee mahdollisimman hyvä. Kutisteen pituus kannattaa usein mitata etukäteen, jotta se on täysin sopiva putkikoolle. Jatkosholkki ja putken päät lämmitetään työskentelylämpötilaan, eli noin 60°C. Kutiste tulee asentaa siten, että sauma jää ylöspäin ja sauman päälle laitetaan saumalappu. Kun Kutiste on kuitistettu liekillä tasaisesti, tarkastetaan liiman pehmeneminen. Holkin molemmat saumat tehdään samalla menetelmällä. Kun holkki on asennettu, pystytään sisälle laittamaan polyuretaani liitokseen. Eristäjä mittaa eristämättömän alueen pituuden ja katsoo taulukosta oikean määrän polyuretaanivaahdotusta, jotta liitos tulisi varmasti tasaisesti täyteen polyuretaania. Kun polyuretaani on vaahdotettu, asennetaan vaahdotus reikiin tulpat, jotta uretaani kestää liitoksessa. Tämän jälkeen liitos on valmis. [6, s. 13.10.3-13.10.5.]



Kuva 7. Vasemmalla muovihitsattu haaroituskappale ja oikealla muovihitsattu kulmakappale.

4.2.3 Holkkijatkokset sähköhitsauksella (SWJ-holkki)

Ennen kyseisen liitoksen tekoa täytyy olla kunnolliset koulutukset ja perehdytykset tehtynä, jotta työn voi tehdä turvallisesti. Ensimmäisenä poistetaan tukirenkaat holkinpäistä ja sen jälkeen holkki täytyy keskittää ja tehdä merkit mihin kohtaan holkin päät sattuvat. Kuvassa 8 vasemmalla näkyy holkki ja vastuslangat. Kuvan holkissa on vielä tukirenkaat kiinnitettyinä. Tämän jälkeen päät täytyy hioa karkeaksi ja putsata epäpuhtauksista. Kun puhdistus on suoritettu, asetetaan holkki paikalleen. Sen jälkeen, kun holkki on saatu paikalleen, asenne-

taan hitsausrenkaat siten, että hitsausauma jäisi ylöspäin. Tämän jälkeen asetetaan langat hitsauskoneeseen, johon asetetaan hitsattavan liitoksen koko ja ulkolämpötila. Hitsauskone säätää tehon kohdalleen automaattisesti. Hitsaus kestää noin 3–4 minuuttia, jonka jälkeen sammutetaan hitsauskone ja irrotetaan johdot. SWJ-holkki varmistetaan aina ennen vaahdotusta ylipaineella tai tiiveyspumppua käyttäen. Näiden työvaiheiden jälkeen päästään laittamaan polyuretaanivahto sisään ja sitten liitos on valmis. Kuvassa 8 oikealla puolella näkyy kaksi valmiita SWJ-liitosta. [6, s. 13.13.1.]



Kuva 8. Vasemmalla kuvassa SWJ-holkki ja vastus langat. Oikealla SWJ-holkki valmiina liitoksena.

4.2.4 Kutistuva jatkoisoloholkki

Kutistuva holkki on muovinen holkki, joka kutistetaan putken liitoksen kohdalle suojaamaan liitosta. Holkki täytyy pujottaa ennen putken liittämistä putken päälle, niin kuin kuvan 10 vasemmalta puolelta näkyy. Mutta jos holkin unohtaa pujottaa putken päälle, on se mahdollista halkaista ja muovi hitsata liitos umpeen. Kuvassa 9 näkyy muovihitsattu jatkoisoloholkki. Muovihitsauksen jälkeen holkki kutistetaan ja täytetään normaalisti. Ennen liitoksen tekemistä täytyy kytkeä kosteudenvälvontajohdot, jos putkista sellaiset löytyvät. Kosteudenvälvontajohdot ovat putkiin saatava hälytysjohdinjärjestelmä, jonka avulla pystytään löytämään vuoto tai putkeen päässyt ulkoinen kosteus. Näiden valmisteluiden jälkeen voi aloittaa holkin asennuksen.



Kuva 9. Halkaistu Cega MTM+ -holkki, joka on halkaistu ja muovihitsattu kiinni.

Holkkityypistä riippuen, joissakin täytyy liimata putkeen mastic-nauha ja joissakin mastic-nauha on kiinteästi valmiina holkissa. Holkkimallit, joissa mastic-nauha liimataan putkeen, täytyy olla tarkkana, ettei mastic-nauha pääse menemään rullalle holkin ja putken väliin. Kun holkki on saatu pujotettua liitoskohtaan hyvin, laitetaan putken yläpuolelle holkin ja putken väliin puukapulat, jotta holkki tiukentuu alapuolelta. Tämän jälkeen holkkia aloitetaan lämmittämään tasaisesti. Kun holkki alkaa kutistua otetaan puukapulat pois ja jatketaan tasaisesti lämmittämistä. Kun holkki on kutistunut kunnolla putken päälle, annetaan holkin jäähtyä. Holkin jäähtyttyä holkkiin tehdään reiät, josta päästään vaahdottamaan polyuretaani holkin sisään eristeeksi. Jos haluaa, voi ennen polyuretaanin laittamista holkille suorittaa painemittauksen tiiveyden varmistamiseksi. Kun liitos on täynnä polyuretaania, laitetaan reikiin tulpat, jotta uretaani ei pääsee turpoamaan niistä ulos. Joissakin holkkimalleissa laitetaan varmistukseksi holkin liitoskohtiin kutistenauhat, ettei vesi pääsisi liitokseen. Kuvassa 10 oikealla puolella näkyy valmiiksi kutistettuja ja täytettyjä liitoksia. Kuvissa on käytetty Cega MTM+ kutistuvia holkkeja. Kyseistä liitosmenetelmää käytetään pääasiassa vain suuremmissa putkikoissa eli runkotyömailla.



Kuva 10. Vasemmalla kuvassa kaukolämpöputket on hitsattu yhteen ja valkoisissa suojauspeitteissä olevat holkit pujotettu valmiiksi putken päälle. Oikealla holkit valmiina liitoksena.

4.3 Hälytysjärjestelmä

Nykyiset putket ja liitokset ovat hyviä ja kestävät maaperän aiheuttamat normaalit rasitukset. Mahdollista kuitenkin on, että putki tai liitos vaurioituu maaperän liikkeessä. Putki voi vaurioitua myös asennusvaiheessa ja huonon liitostyön takia. Mpuk- ja 2Mpuk-kaukolämpöputket on mahdollista saada sisään rakenne-

tulla kosteudenvälvontajohtimilla. Tällä tavoin putken kuntoa ja kosteuden pääsemistä eristeen sisään pystytään valvomaan. Elektroninen kosteuden valvontajärjestelmä toimii siten, että putken eristeessä on hälytysjohtimet ja järjestelmä antaa hälytyssignaalia, kun eristeeseen tiivistyy rajan ylittävä määrä kosteutta, tai jos johdin katkeaa. Järjestelmää voidaan käyttää eri menetelmillä, kuten etäluettavilla järjestelmillä tai siten että joku käy mittaamassa hälytysjohtimien vastukset aika ajoin venttiilikaivoista. Venttiilikaivosta vastusten mittaaminen on epätarkkaa, sillä mittaustuloksia ei saada niin usein ja paljon kuin etäluettavalla järjestelmällä. Etäluettavat järjestelmät perustuvat pulssimittausteknologiaan. Liitoskohdissa eristäjä liittää johtimet ennen kuin aloittaa eristystyöt, jotta signaali pääsee kulkemaan myös liitoskohdissa. Tätä valvontajärjestelmää käytetään yleisesti vain isommissa runkolinjoissa. Vantaan Energialla hälytysjärjestelmää käytetään DN200-putkikoosta ylöspäin. Kuvassa 11 näkyy kytketyt hälytysjohtimet. Kuvassa näkyy kuinka johdin on pujotettu uretaanin läpi, jottei lanka painautuisi vaahdotusvaiheessa putkeen kiinni. Uretaania ei aina käytetä, koska johtimille on saatavilla myös muoviset pidikkeet putkien pintaan. Jos johdin osuu putken metallipintaan, menee järjestelmä oikosulkuun ja mittausta ei voida suorittaa kyseisestä kohdasta. Kun hälytysjohtimet ovat kytketty, voidaan liitos tehdä valmiiksi. [3, s.142]



Kuva 11. Kuvassa näkyy kytketyt hälytysjohtimet.

5 Jatkoseristeiden testaus

Vaikka tehdyt peltijatkokset olisivat ammattilaisen tekemiä, ne ovat tärkeää käydä tarkastamassa aina. Vahinkoja ja epähuomiota voi sattua kaikille ja nyt kun sen useampi silmäpari tarkastaa, pystytään sanomaan varmasti, onko jossain korjattavaa. Yleisimpiä virheitä tehdyissä peltijatkoksissa on huonosti kiinnitetty saumalappu ilmakuplamuovikutisteen sisällä, huonosti liimautunut kutiste ja huonosti levittynyt polyuretaanivahto. Peltijatkosta ei pystytä koeponnistamaan, vaan se täytyy tarkastaa täysin käsin, taskulampulla, rautalangalla ja peilin avulla. Taskulamppua on hyvä käyttää päivänvalossakin, sillä virheitä on hankala huomata mustassa värissä. Putki on hyvä kopistella esimerkiksi peilin varrella. Tällä tavoin kuullaan, onko polyuretaani vahto tasaisesti levittynyt. Jos ei ole, on koputtelun ääni erilainen kuin missä liitos on täyttä polyuretaanivaahtoa. Tämän jälkeen kannattaa tunnustella kädellä, että liitos on kiinteä eikä väliin ole jäänyt ilmaa. Peilillä katsotaan putken alle, että siellä kutiste on kiinteästi kiinni eikä ole ilmakuplia. Jos kutisteen reunassa on rakoja, tai näyttää ettei liima ole tullut kunnolla ulos, voi kokeilla työntää rautalankaa sisään ja katsoa meneekö se kuinka pitkälle. Jos rautalanka ei mene pitkälle, tulee siellä mitä luultavammin liima vastaan. Tällä tavoin, kun kaikki peltijatkokset pyritään tarkastamaan, saadaan mahdollisimman pitkä elinaika tehdyille peltijatkokselle.

Kutistuvien holkkien kestävyyttä voidaan tarkastella ilmanpaineella, lämpökameralla ja ulkoisesti silmäilemällä. Kutistuvien holkkien kohdalla ilmanpaineella testausta ei tehdä jokaiselle holkille eikä täysin jokaiselle työmaalle. Silmämääräinen tarkastelu kuitenkin kannattaa tehdä jokaisella työmaalla. Ilmanpaineella testaamista kuitenkin kannattaisi tehdä usein. Tällä tavoin huomaa nopeasti onko holkki asennettu huonosti tai onko holkissa puutteita. Paineistaminen tehdään, kun eristäjä on kutistanut holkin putken päälle ja sen on annettu jäähtyä. Tämän jälkeen porataan reikä holkkiin, jota voidaan käyttää jatkossa polyuretaanin laittamiseen holkin sisään. Asetetaan mittari reikään ja tiukataan tulppa, jottei paine pääsisi tippumaan sitä kautta. Pumpataan noin 1,5 Bar paine holkkiin ja seurataan, putoaako paine vai kestääkö paine kohdallaan. Jos paine tipahtaa, voidaan saippuavedellä tai vuodonilmaisimella tutkia mistä ilma tulee.

Kuvassa 12 on holkki paineistettuna mittauslaitteella. Kutistuvien holkkien kutistamisessa on monenlaisia eri tapoja ja tyylejä. Tästä syystä on todella tärkeää seurata työn laatua ja onko holkki varmasti asennettu oikein. Kutistuvia holkkeja käytetään usein suurissa putkissa, joten liitosten tulee olla hyviä ja kestäviä.



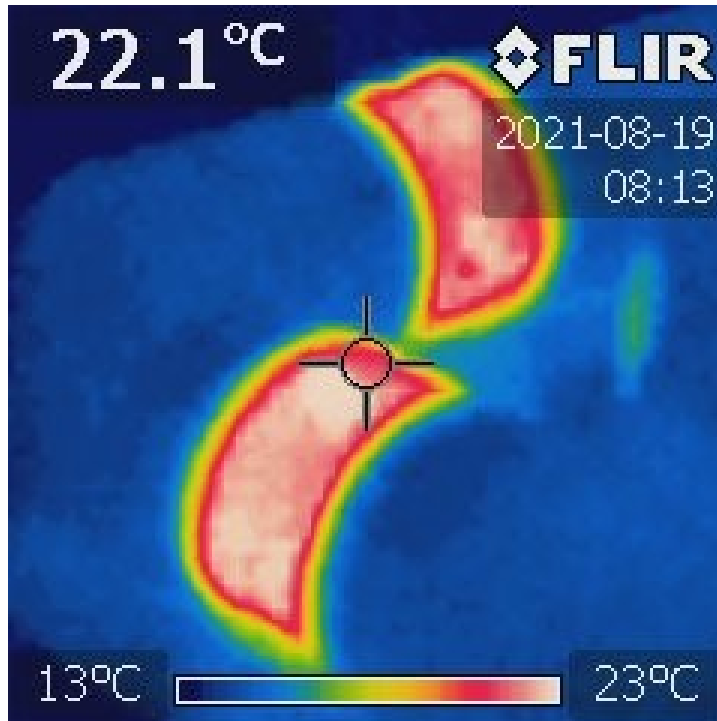
Kuva 12. Kutistuvan holkin testauslaitteet asennettuna.

Muovihitsattuja osia tarkastellaan hyvin samalla tavalla kuin peltijatkoksia. Muovihitsatun osan tai liitoksen suurimmat virheet ovat huonosti hitsautunut sauma, pään kutiste on huonosti tai polyuretaani ei ole tasaisesti sisällä. Muovihitsatut saumat kannattaa katsoa läpi ja jos ei näe, joka paikkaan kannattaa käyttää pei-

liä apuna. Päiden kutisteet on hyvä käydä tarkasti läpi. Hyvin usein löytää sellaisia virheitä, kun muovihitsatun osan sauman ja kutisteen väliin jää rako, jonka välissä ei ole liimaa ja siitä pääsee vesi suoraan liitokseen. Tällaisessa tilanteessa voi rautalankaa työntää rakoon ja katsoa meneekö se pitkälle vai tuleeko siellä liima vastaan. Lopuksi kannattaa liitos kopistella läpi, jotta kuulee, onko polyuretaani tasaisesti sisällä. Muovihitsattavia osia käytetään usein haarojen lähtökohdissa, joten ne ovat todella tärkeää katsoa tarkasti, jottei vesi pääse syövyttämään haaraa ja runkolinjaa puhki.

Lämpökameralla pystytään tarkastelemaan kaikkia eristysmenetelmiä. Lämpökameralla voi nähdä liitoksesta, jos polyuretaani ei ole levittänyt liitokseen tasaisesti. Nämä kohdat näkyvät kamerassa selkeästi lämpimämpinä kohtina. Lämpökameralla voidaan kuvata peltijatkoksia ja muovihitsattuja osia samalla tavalla. Lämpökameran käyttö on rajallista, sillä ulkolämpötila ei saa olla liian korkea, jotta saadaan luotettavaa ja selkeää kuvaa. Kuvassa 13 näkyy lämpökameralla otettu kuva 2Mpuk kaukolämpöputken 90° kulmakappaleen liitoskohdista. Lämpökamerana toimi Flir i3. Kuvassa on kaukolämpöputki, jossa kiertää lämmin vesi ja kutistuvat holkit ovat kutistettu liitokseen, mutta niitä ei ole vielä täytetty polyuretaanilla. Kuvasta saa selkeästi havainnon, kuinka hyvin putki pitää lämmön, kun se on eristetty kunnolla. Kuvassa näkyvät lämpimät kohdat ovat 90° kulmakappaleen liitoskohdat. Putken omasta eristyksestä ei juuri lämpöä havaita kamerakuvassa. Lämpökameralla näkee hyvin kohdat, joissa on

vuotoja tai heikko lämmön eristys. Kuvasta 13 pystyy havainnoimaan konkreettisesti kuinka tärkeä eristys on kaukolämpöputkessa. Kaikkia tapoja varmistaa eristeen kestävyys kannattaa käyttää.



Kuva 13. Flir i3 lämpökamerakuva kaukolämpöputkesta.

Jos mistä tahansa eristeestä löytyy puutteita tai ne vuotavat, tulee ne korjata aina ennen kuin putki peitetään maan alle. Jos eriste on huono, voi siitä tulla energiayhtiölle suuria tappiota, kun se rupeaa vuotamaan. Liitosten eristyskohdat ovat kaukolämpöverkkojen suurimpia heikkoja lenkkejä, joten niiden laatuun kannattaa panostaa, jotta liitokset olisivat mahdollisimman pitkäikäisiä.

6 Eristeiden ja muovijatkosten vertailu

Eri eristysmenetelmät soveltuvat hyvin usein eri paikkoihin ja eri kokoisille putkille. Vertailua tehtiin seuraamalla maahan laitettavia eristeitä ja seuraamalla jo maassa olleita eristeitä, onko kosteus tai maaperän liike tehnyt niihin minkälaista vauriota. Joitain eristeitä testattiin lämpökameralla, painetestauksella ja repimällä auki juuri tehty liitos, jotta nähdään millaiseksi eristysliitos jää.

6.1 Kestävyys ja laatu

Kestävyys vaihtelee todella paljon peltijatkoksen, kutistuvan holkin ja hitsattavien muoviosien välillä. Kestävyyteen vaikuttaa suuresti myös liitoksen tehnyt henkilö, sillä liitoksen eristämässä vaikuttaa monia asia ja kuinka siistin lopputuloksen eristäjä jaksaa siistiä. Kestävyyteen vaikuttaa monet tekijät ja monesti näistä kannattaa olla tietoisia, jotta tiedetään mistä heikot eristeet voivat johtua.

6.1.1 Peltijatkoksen kestävyys ja laatu

Peltijatkosten kestävyys on melko tasaista. Niitä on tehty pitkään, joten niiden tekemisessä on löydetty hyvä ja kestävä tapa tehdä. Peltijatkoksen kestävyyttä voi heikentää tekijä itse tai vääränlainen asennuspaikka. Peltijatkoksen suuri heikkous on kutisteen ohuus. Kutiste rikkoutuu helposti, jos sitä pääsee kolhiin tai hieromaan kivi tai jokin muu kova materiaali. Tästä syystä on todella tärkeää, että täyttömaa on hienoa hiekkaa. Myös peltijatkos rikkoutuu helpoiten, jos kaukolämpöputket osuvat kaivuutyömaalle ja siihen hipaistaan yhtään kovempaa kaivinkoneen kauhalla tai työkoneella. Peltijatkos kannattaa ja täytyy tarkastaa valmistamisen jälkeen. Joskus sieltä löytyy huolimattomuusvirheitä ja kun ne korjataan, kestää liitos pidempään. Virheitä mitä sieltä yleisemmin voi löytyä on, että kutiste ja saumalappu ovat huonosti kiinni, kutistetta ei ole lämmitetty kunnolla eikä liima ole kunnolla levittynyt, polyuretaania ei ole tarpeeksi liitoksessa ja kutisteen alle on jäänyt ilmaa. Kaikki virheet eivät kuitenkaan ole tekijästä kiinni, kuten ilman jääminen kutisteen alle. Sillä joskus polyuretaanin

sekaan jää ilmaa ja kun se turpoaa, pullauttaa se ilman jossain vaiheessa kutisteen alle ja siihen jää ilmakupla. Ilmakuplan kohta on taas huomattavasti helpompi kohta rikkoutumaan kuin kutiste, joka on kunnolla liimautunut pellin ja putken pintaan.

6.1.2 Kutistuvien holkkien kestävyys ja laatu

Kutistuvien holkkien kestävyys on paljon vaihtelevampaa kuin peltijatkosten. Kutistuva holkki on ollut vähemmän aikaa käytössä ja niitä kehitetään jatkuvasti. Jotkut holkkimerkit ovat löytäneet hyviä ratkaisuja ja saaneet holkin kestävyys-toimimaan. Kutistuvan holkin hyviä puolia on, että holkki kestää mekaanista kuormitusta ja kulutusta todella hyvin verrattuna peltijatkokseen. Holkkien laatu kestävyydeltään vaihtelee eri valmistajilta. Suurimmat vertailukohteet holkeissa oli Salling plastin ja Cega MTM+ -holkkien välillä. Mutta jo kahden eri holkkivalmistajan holkkeja vertaillen huomaa eroja. Kutistuvia holkkeja käytetään hinnasta johtuen yleisesti suurissa putkikokoluokissa. Sillä kutistuvan holkin hinta asennettuna kasvaa helposti suuremmaksi kuin peltijatkoksen. Kutistuva holkki on hinnaltaan hieman kalliimpi kuin peltijatkos, mutta se kestää monessa tilanteessa paremmin.

Salling Plastin -holkki on toimiva kutistuva holkki, jos sen asentaminen tehdään oikein. Tässä holkissa mastic-nauha ei ole holkissa kiinni, vaan se asennetaan putken ympärille itse ja pujotetaan holkki päälle. Mastic-nauha on lämmössä sulava liima, joka liimaa ja tiivistää holkin kaukolämpöputken pintaan. Tässä työvaiheessa voi tehdä suurta haittaa holkin kestävyydelle, sillä mastic-nauhan täytyy kestää holkin sisällä suorassa ja tasaisesti, jos nauha menee rullalle, ei liima levity lämmittäessä tasaisesti liitokseen ja silloin liitos vuotaa. Myös Salling Plastin -holkissa on väljätkö toleranssi kaukolämpöputken ympärille ennen asennusta ja tämä aiheuttaa sen, että holkkia täytyy lämmittää hiukan enemmän, jotta se kutistuu oikein putken ympärille. Tässä tilanteessa taas kestävyys-toon vahvasti voi vaikuttaa holkin asentaja. Ainakin Vantaan Energiolla ja Ruotsissa Salling Plastin -holkin päihin asennetaan kutiste varmistamaan liitoksen kestävyttä.

Cegan-holkit ovat myös kutistuvia holkkeja, mutta pieniä eroja löytyy ainakin Salling planstin -holkkiin verrattuna. Cegan-holkissa on mastic-nauha kiinni valmiina holkissa itsessään ja holkin sisäpinnalla on erillinen kiinnitysliima, joka liimaa holkin kiinni alkulämmitysvaiheessa. Kuvassa 14 näkee valkoisen liiman ja leveän tuplamastic nauhan, joka on valkoisen suojamuovin alla. Testausten perusteella se on todettu hyvin kestäväksi. Tehdyistä liitoksista ei ole löytynyt puutteita painetestauksella. MTM+-holkissa on niin reilusti liimaa, jotta sen huomaa kuinka sitä on tullut saumasta ulos ja liimannut holkin saumat kiinni. Cegan holkin toleranssi pitäisi katalogin mukaan olla väljempi kuin Salling plastin -holkissa, vaikka todellisuudessa holkkien toleranssit ovat aivan päinvastoin.



Kuva 14. Kuvassa näkyy Cegan MTM+ -holkin kuumaliima ja mastic-liima suojamuovin alla.

6.1.3 SWJ-holkin kestävyys ja laatu

SWJ-holkki on erittäin kestävä. Holkin asentaminen on hiukan työläämpää kuin kutistuvan holkin, koska SWJ-holkissa on enemmän asetettavia komponentteja, mutta ilmeisesti tekoajassa ei ole suuria eroja. SWJ-holkin liitos on todella pitävä, jos eristäjä on käynyt koulutukset ja osaa tehdä liitoksen oikein. SWJ-holkin asennuksessa on useampia mahdollisuuksia virheille kuin kutistuvan holkin asentamisessa. Kuvassa 15 näkee hyvin halkaistusta liitoksesta, kuinka liitos on pitänyt hyvin ja polyuretaani on levinnyt hienosti liitokseen. Kyseinen holkki oli ollut maahan sijoitettuna noin 2–3 vuotta. Liitos oli täydellisessä kunnossa eikä kosteutta ollut päässyt liitokseen yhtään ajan saatossa. SWJ-holkki kestää hyvin mekaanista kuormitusta ja kulutusta. SWJ-holkin varastointi on tarkkaa, sillä holkissa on tukirenkaat, joita ei saa poistaa ennen asennusta. Jos tukirenkaat poistaa varastoinnissa, voi se vaikuttaa heti liitoksen laatuun jatkossa. SWJ-holkin varastoinnissa täytyy olla siis tarkkana, että holkit varastoidaan pystyyn ja tukirenkaat ovat paikallaan.



Kuva 15. Halkaistu SWJ-holkkiliitos.

6.1.4 Käsien muovihitsattujen osien kestävyys ja laatu

Muovihitsattuja osia käytetään usein suunnan muutoksissa, haaroituskappaleissa ja linjan päättyessä päätyhattuihin. Muovihitsattujen osien laatuun vaikuttaa suuresti tekijä, muovin laatu ja tekopaikka. Muovihitsauksessa hitsattavien muovien täytyisi olla lähestulkoon samaa, sillä liitoksesta ja saumoista tulee kestävämpiä ja siistimpiä. Kun muoveilla on samat ominaisuudet, sulavat ne nättisti yhteen ja se tekee liitoksesta kestävämmän. Jos muovit ovat eri laatuja ja eri ominaisuuksilla, tekee se liitoksesta huonon ja heikon. Jos muovihitsattu osa on osattu tehdä hyvin, voi sen kestävyys olla verrattavissa tehdasvalmisteiseen

osaan. Muovihitsaus tarvitsee tilaa, sillä hitsauskone ei mahdu ahtaaseen paikkaan. Jos eristäjä ryhtyy tekemään muovihitsausosaa ahtaaseen ja likaiseen paikkaan, tulee liitoksesta luultavammin todella heikko ja tällöin parasta lopputulosta ei saada toteutettua.

6.2 Tehtaalla ja työmaalla muovihitsattujen osien erot

Joitakin osia ja paikkoja on pakko eristää käsin muovihitsatuilla osilla, koska joihinkin kohteisiin ei ole keksitty vielä parempaa menetelmää kuin muovihitsaus. Yksi sellainen kohde on haaroituksen eristäminen, mutta joissain tapauksissa pystytään tekemään joko valmis- tai muovihitsatulla osalla. Suurimmat eroavaisuudet menetelmien välillä ovat hinta ja kestävyys. Valinnanvaikeus tulee suunnanmuutoskohdissa, jossa pystytään käyttämään joko valmisosaa tai metallikäyrää ja muovihitsattua kulmaa. Muovihitsatun kulman suurimmat ongelmat ovat, että sille täytyy olla todella hyvä tila montussa valmistaa kulma, jotta siitä tulee hyvä ja pitävä. Jos muovihitsaukselle halutaan kunnan tila, joudutaan kaimamaan enemmän, joka taas nostaa maanrakennuskustannuksia. Muovihitsattua kulmaa ei kannattaisi ikinä tehdä ahtaaseen ja huonoon paikkaan, sillä se vaikuttaa automaattisesti kulman kestävyys. Muovihitsatun kulman hinta on noin Dn65 kokoon asti pienempi kuin valmiskulman hinta. On riski käyttää muovihitsattua kulmaa tilanteessa, jossa pystytään käyttämään tehdasvalmisteista kulmaa, koska valmis osa on kasattu ja hitsattu optimaalisissa tehdasolosuhteissa ja silloin se on varmasti tehty hyvin sekä kestävästi. Kun valmis osa on asennettu kiinni, voidaan sen liitoskohdat eristää turvallisesti joko kutistuvalla holkilla tai peltijatkoksella. Niin kuin aikaisemminkin on mainittu, suuri vastuu laadussa on eristeen tekijällä. Paljon löytyy hyviä ja todella ammattitaitoisia eristäjiä, jotka osaavat tehdä kunnollisia muovihitsattuja osia. Joidenkin eristäjien jäljiltä huomaa, että muovihitsattu osa on laadultaan melkein yhtä hyvä ja siisti kuin valmis osa.

Valmiskulmia saa monella eri asteluvulla kuten 75°, 45°, 90° ja monella muulla. Suurissa putkikokoluokissa tehdään aina valmisosilla, sillä suuret metallikulmat

ovat kalliita. On kannattavampaa tilata valmiit osat kuin ruveta tekemään palasista. Varsinkin suurissa linjoissa, joissa kulkee suuria määriä vettä, on täysin turhaa ottaa riskejä, joita pystytään välttämään valmisosaa käyttämällä. Eli suurimmat erot käytössä tulee pienissä putkikokoluokissa, että haluaako käyttää valmisosia vai muovihitsattuja osia. Monesti vaikka rakennuttaja on suunnitellut linjan valmisosilla, saattaa se muuttua, koska työmailla voi olla esteitä kaivajan tiellä, joita rakennuttaja ei ole nähnyt kartoista. Vaikkakin hyvin usein kaivannot ovat suunnitelman mukaisia. Mikäli tielle sattuu esteitä, joita ei ole nähty kartoista, voidaan esteet ohittaa esimerkiksi metallikulmalla ja silloin joudutaan käyttämään muovihitsattuja kulmia. Aina kannattaa harkita paikkaa, minne kulmat tulevat. Kun kulma sijaitsee kriittisessä paikassa jo valmiiksi, on tyhmää ottaa tietoinen riski ja laittaa käsin muovihitsattu kulma, kun sen pystyy tekemään valmisosalla.

Muovihitsaus on kuitenkin todella tärkeä osa eristystöitä, koska sillä voidaan tehdä eristyksiä, joita on hankala tehdä millään muulla tavalla. Myös niin kuin aiemmin mainittiin, jotkin eristäjät, jotka ovat ammattilaisia muovihitsauksessa, saavat todella siistejä ja pitäviä saumoja aikaan ja silloin osat pitävät. Monesti ammattilainen osaa ottaa huomioon jokaisen pienenkin heikentävän tekijän, joka voi vaikuttaa muovihitsatun osan kestävyYTEEN. Kuvassa 16 näkee hyvin, kuinka kunnolla tehdyssä muovihitsausosassa otetaan kaikki huomioon. Kuvassa on sulatettu kunnolla liimaa sauman kolon eteen, jottei sinne pääse vesi ja epäpuhtaudet. Jotkin eristäjät eivät tee näin ja silloin joutuu jollain rautalangalla tökkimään kutisteen alle menevään koloon, jotta onko siellä jossain liima vastassa. Jos rautalanka menee sinne kunnolla, on silloin syytä kyseinen kohta korjata.



Kuva 16. Muovihitsatun kulman hitsaussauman koloon on sulatettu oikeaoppisesti kunnolla liimaa ja saumaa hiottu tasaiseksi, jottei sinne pääse vesi.

6.3 Eri maalajien vaikutus

Maaperä voi vaikuttaa putken käyttöikänsä. Yleisesti kaivannossa ja maaperässä ei saa olla suuria kiviä ja lohkareita, sillä ne voivat tehdä putkeen naarmuja tai reikiä ajan saatossa. Kaivanto täytyy siis katsoa tarkoin, että siellä ei ole mitään mikä voisi vaurioittaa putkea, koska maa elää ja liikkuu. Kaivannon pohjalle levitetään ennen täyttömaata suodatinkangas, jottei maan liikkua kivet ja lohka-

reet nousisi täyttösoran läpi vasten putkea. Optimaalisin maaperä kaukolämpöputkelle on pehmeät ja kivettömät maaperät, kuten hiekkakankaat. Saviset maaperät ovat usein hyviä, koska ne ovat vähä kivisiä ja pehmeitä. Tällöin putki pystyy olemaan rauhassa eikä pieni maan liike vaikuta putken ikään. Miinuksena savisessa maaperässä on kosteus. Hyvin usein pehmeät savimaat ovat kosteita ja vetisiä. Tämä taas vaikuttaa putken ikään, jos eristeissä tai liitosten eristyksissä on puutteita. Normaali täyttömaan määrä on 500 mm putken yläpinnasta. Suuret runkolinjat kannattaa kaivaa syvempään, jotta niistä saa helpommin otettua haaroja. Eli mitä suurempi putki, sitä syvempi kaivanto joudutaan kaivamaan. Poikkeustapauksia on esimerkiksi, että tiealueelle halutaan yleensä putki syvemmälle maahan, sillä päälle tulee vielä asfalttipinnoite ja liikenteen aiheuttama paino ja tärinä. Jos putki olisi aivan pinnassa ilman mitään suojusta, voisi kyseiset tekijät rikkoa eristeet ja putken pinnan.

Erytyisesti suuret lohkarit voivat tehdä tuhoa liitoskohtien muovijatkoksiin. Jotkin jatkokset kestävät suurempaa mekaanista kuormitusta ja hankaamista kuin toiset. On siis todella tärkeää, että kaivannon pohjaan tulee sopiva tasoitusora, eikä täyttömaana tule käyttää liian karkeaa hiekkaa. [11, s. 21–22.]

6.4 Jatkoseristeiden ominaisuuksien vertailu

Holkkeja vertaillessa täytyi ottaa huomioon kaikki putkikoot, hinta, kestävyys, saatavuus ja sopivuus eri putkille. Vantaan Energialla ei olla käytetty pienemmissä putkikoissa holkkeja, mutta pyysimme tarjouksen kaikille putkikoille, jotta saadaan hinnat vertailtavaksi.

Peltijatkoksen paras puoli on sen hinta ja materiaalien varastointi. Kaikki materiaali mitä peltijatkoksen tekoon tarvitaan, voidaan säilyttää rullatavarana ja se mahtuu todella pienen tilaan. Sen asennus on jouhevaa ja sen osaa tehdä kaikki eristäjät sekä kaukolämpöasentajat, jotka ovat käyneet kaukolämpöasentajan tutkinnon. Peltijatkos on todella hyvä eristystapa moneen paikkaan. Peltijatkoksen suuri etu on, että sitä pystytään käyttämään tasapaksuisessa liitok-

sessä kuin myös liitoskohdassa, jossa putken koko muuttuu. Peltijatkoksen suurin heikkous on kutisteen ohuus. Jos kutiste hajoaa peltijatkoksen päältä, on liitos pilalla.

Kutistuva holkki on kestävä ja jäməkämpä eristysmenetelmä. Holkki kestää hyvin mekaanista kuormitusta ja kulutusta. Holkkien varastointi vie huomattavasti enemmän tilaa kuin peltijatkoksen varastointi. Sillä kutistuvat holkit täytyy varastoida pystyssä, jotta ne kestävät pyöreän muotoisena. Jos holkki varastoidaan kyljellään, menee holkki soikean muotoiseksi ja se voi vaikeuttaa asennusta. Kutistuvien holkkien varastoinnissa tulee olla tarkkana auringon valon ja lämpötilojen kanssa. Kutistuvat holkit voivat kutistua auringon valossa, jos ne jätetään suoraan auringon valoon ja helteeseen. Holkkien kutistumista voi tapahtua kaikille holkkivalmistajan holkeille. Kutistuvien holkkien valmistajissa on myös suuria eroja. Suurin vertailu tehtiin Salling plastin ja Cegan holkkien välillä. Salling plastin holkissa oli plussana sen saatavuus. Miinuksena Salling plastin holkissa oli hankala asentaminen ja heikompi paineenkestokyky ja tästä syystä kyseiseen holkkiin asennettiin päihin kutisteet, jotta se varmistaisi liitoksen kestävyysden. Cegan holkissa plussaa oli asennettavuus, sillä mastic-nauha on valmiina kiinni holkissa ja holkki kesti todella hyvin painemittaukset. Suurin miinus Cegan holkissa oli hieman heikompi saatavuus suurissa holkki kokoluokissa. Pääasiallisesti kuitenkin molemmat holkit toimivat hyvin. Näistä kahdesta kuitenkin Cegan MTM+ -holkki on laadultaan parempi ja hiukan kehitetty pidemmälle. [12, s.1–5.]

SWJ-holkki on hyvin samat ominaisuudet kuin kutistettavassa holkissa. SWJ-holkki kestää hyvin mekaanista kuormitusta ja kulutusta. Holkki todettiin todella kestäväksi. Suurimpia miinuksia kyseisessä holkissa on sähköhitsauslaitteiden kalliit investointikustannukset ja holkin varastointi on tarkkaa, jotta holkki ei mene pilalle. SWJ-holkkia asentaessa on hiukan enemmän komponentteja kuin kutistuvassa holkissa, mutta liitoksesta tulee todella laadukas ja pitävä. Holkissa on hyvää sen kestävyys ja vaikka hitsauskoneet ovat aluksi kallis investointi, maksaa se itsensä takaisin vuosien saatossa. Kutistettavaa holkkia käyttäessä joudutaan kuitenkin käyttämään vuositasolla suuria määriä nestekaasua, eli jos

SWJ-holkkia käytetään useita vuosia, voi asennusmenetelmän kustannukset olla melko samat molemmissa eristysmenetelmissä. SWJ-holkin valmistuksessa ei tarvitse tehdä tulitöitä.

Eristysmenetelmiä on todella paljon ja kaikilla energiayhtiöllä on omat tapansa ja mieltymyksensä. Esimerkiksi peltijatkosta ei ilmeisesti käytetä missään päin maailmaa muualla kuin Suomessa. Jotkut energiayhtiöt siitä huolimatta käyttävät pelkästään peltijatkosta, vaikka se rupeaa olemaan jo hieman vanhan aikainen eristysmenetelmä. Liitoksen eristys täytyisi kuitenkin olla luja, koska sen tulee kestää useita vuosia maan sisällä. Tästä syystä on todella tärkeää vertailla eristysmenetelmiä ja ottaa huomioon niiden kaikki puolet. Vaikka jokin eristysmenetelmä olisi hiukan kalliimpi kuin toinen, mutta oletetaan sen kestävän jopa viisi vuotta pidempään, on siitä kannattavampaa maksaa enemmän.

7 Vantaan Energian käyttämät eristeet

Vantaan Ergialla on ollut käytössä useita erilaisia eristysmenetelmiä. Eristysmenetelmät ovat vaihdelleet erinäisistä syistä aika ajoittain. Peltijatkosta Vantaan Energia on käyttänyt Dn25/125 - Dn150/315-putkikoissa sekä isommissa kokoluokissa, jos muuta eristettä ei ole saatu kiireellä aikataululla tai paikka on ollut sellainen, että peltijatkos on ollut helpoin tehdä kyseiseen kohteeseen. Peltijatkos on ollut hyvä menetelmä Vantaan Energialle myös siltä kannalta, kun heidän omat asentajansakin osaavat tehdä kyseisen eristeen. Tämä jouduttaa joidenkin kohteiden etenemistä huomattavasti. SWJ-holkkia Vantaan Energia käytti niin pitkään, kun heidän putkitoimittajanansa oli Logstor. Kutistuvia holkkeja heillä on ollut kokeilussa montaa eri merkkiä, ja niistä on karsiutunut vakiiniseen käyttöön Cegan MTM+ ja Salling plastin kutistuvat holkit. Näitä kahta holkkia tutkiessa pystyi huomaamaan suuria eroja kestävyudessa ja asennettavuudessa.

7.1 Eristeiden luokittelu

Eristeistä tehtiin taulukko 1, jossa näkyy putken koot sekä mikä eristysmenetelmä on paras kyseiselle putkikokoluokalle. Taulukon menetelmät ovat suosituksia. Eristeet valikoitiin putkelle eristeen hinnan, kestävyuden ja hyötyjen kautta. Hinnassa tietenkin katsottiin mikä on halvin tai hinta-laatusuhteeltaan paras. Kestävyyttä testailtiin useilla mittauksilla ja katsomalla kuinka eri eristeet ovat käyttäytyneet maassa vuosien saatossa. Mittaukset ja vertailut mitä tehtiin, olivat painetestaukset, holkkien kokojen muuttumista auringonvalon vaikutuksesta ja millainen toleranssi holkissa oli ennen asennusta. Maassa käyttäytyneet eristeitä katsottiin meneillä olevilta työmailta, jottei eristejatkoksia tarvinnut projektia varten pelkästään kaivaa maasta. Hyötyihin katsottiin saatavuutta, helppokäyttöisyyttä ja eristeen asentamista. Asentamisessa oli tärkeää huomioida, pystyykö eristeen ainoastaan tekemään eristäjä vai myös Vantaan Energian kaukolämpöverkkojen asentajat. Eristeiden luokittelussa oli hyvä ottaa huomioon myös se, että Cegan holkki tulee Vantaan Energian putkiurakoitsijalta eikä Vantaan Energian tarvitse itse tilata ja varastoida holkkeja. Tämä helpottaa

Vantaan Energian työntekijöitä. Taulukossa siis huomioitiin ainoastaan eristeet, jota Vantaan Energia on käyttänyt ja mitä heidän on mahdollista käyttää. Taulukko voi tulevaisuudessa muuttua ja sitä tulee päivittää, jos tulee esimerkiksi uusia eristysmenetelmiä tai jokin uusi eriste merkki, joka kilpailee hinnalla ja kestävyydellä jo olemassa olevien eristeiden kanssa. Taulukkoon voisi lisätä myös useampia eristystyylejä tai eristemerkkejä, jos sellaisia tulee. Tämä hyödyttäisi Vantaan Energiaa myös siten, että he eivät olisi vain yhden tai kahden valmistajan alla. Sillä joskus voi olla tilanteita, että joltain valmistajalta ei saa-kaan jonkun putkikoon eristettä, niin pystyttäisiin tilaamaan toiselta. Tämä edellyttäisi kuitenkin sitä, että kaikki eristeet mitä käytetään, olisi lähestulkoon yhtä laadukkaita ja kestäviä.

Taulukossa on putket taulukoituna Dn25/125 - Dn900/1200. Taulukon täytyy olla selkeää luettavaa kaikille, jotka sitä käyttävät. Taulukkoon on lisätty sarake "muut huomiot", johon voidaan lisätä tietoa, jos tietyssä putkikoossa on jotain huomioitavaa eristyksen osalta. Muut taulukot, jotka ovat liitteissä on verrattavien jatkoseristeiden taulukointi. Taulukoista on piilotettu summat. Taulukot löytyvät liitteistä.

Virtausputki	Suojakuori		
DN	mm	Eristys menetelmä	Muut huomiot
25	125	Peltimuhvi	-
40	140	Peltimuhvi	-
50	160	Peltimuhvi	-
65	180	Peltimuhvi	-
80	200	Peltimuhvi	-
100	250	Cega MTM+,Peltimuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
125	280	Cega MTM+,Peltimuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
150	315	Cega MTM+,Peltimuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
200	400	Cega MTM+,Peltimuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
250	500	Cega MTM+,Peltimuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
300	560	Cega MTM+,Peltimuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
400	710	Cega MTM+,Peltimuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
500	800	Cega MTM+,Peltimuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
600	900	Cega MTM+,Peltimuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
700	1000	Cega MTM+	-
800	1100	Cega MTM+	-
900	1200	Cega MTM+	-

Huom. Kutiste laitetaan liitoksen päihin, jos sauma on tehty viistäen
Taulukko 1. Jatkoseristesuosituksset Vantaan Energialle.

7.2 Eristeiden testauksien taulukointi

Vantaan Energialla ei tätä ennen ole tehty kutistuvien holkkien painetestauksia kuin satunnaisesti, eikä siitä ole pidetty minkäänköistä kirjaa. Opinnäytetyön aikana tehtiin useita painetestauksia ja ne taulukoitiin omaan Excel-taulukkoon, johon tuli kaikki tarpeellinen tieto. Painetestaus tehtiin lähestulkoon jokaiselta työmaalta, jolla käytettiin kutistuvaa holkkia. Tällä tavoin pystytään seuraamaan todella hyvin eristeiden kestävyyttä ja saadaan hyvin suuntaa pitääkö jotkin eristeet. Taulukko voidaan jatkossa täyttää aina kun painetestauksia tehdään. Tällä

tavoin Vantaan Energialle jää tietoa laadunvalvonnasta eristeiden osalta. Taulukko on myös hyvä dokumentti laaduntarkkailusta, sillä aina silloin tällöin kyselään, onko kaukolämpöverkoilla millaista laaduntarkkailua.

Testauksissa huomattiin Cega MTM+:n olevan kaikista kestävin painetestauslaitaan. Eikä kyseiseen holkkiin tarvinnut laittaa kutisteita päihin. Kutisteen laittamista päihin kannattaa miettiä, jos jatkosholkki joudutaan halkaisemaan. Sallingin plastin jatkosholkissa oli enemmän puutteita, mutta osa puutteista johtui epätarkasta eristämistyöstä. Mittauspöytäkirjaan on laitettu kohta muuta huomiota, johon pystyy kirjoittamaan, jos mittauksen aikana on tullut jotain huomioitavaa. Painetestauksia jatketaan jatkossa ja jatkosholkkien laatua ja kestävyyttä seurataan ja tarkkaillaan. Testauspöytäkirja löytyy liitteistä 2 johon on kirjattu kaikki testaukset projektin aikana.

8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli saada selkeä kuva Vantaan Energian kaukolämpöverkoilla käytettävistä jatkoseristeistä. Työssä vertailtiin ja tutkittiin Vantaan Energialla käytössä olevia ja käytöstä poistuneita jatkoseristeitä. Projektin aikana pääsin haastattelemaan asiaan perehtyneitä henkilöitä ja Vantaan energian ammattilaisia. Aiheesta oli huonosti kirjallisuutta, joten kaikkien haastateltavien tieto oli todella suuressa arvossaan.

Insinööriyössä pääsi tutustumaan laajasti kaukolämpöön ja sen ympärillä työskenteleviin ihmisiin. Työn aikana tutkittiin uusia eristyksiä ja eristysmenetelmiä sekä katsottiin, kuinka eristykset olivat käyttäytyneet maassa. Pääsin näkemään, kun kaikkia menetelmiä teki alan ammattilainen ja sain sitä kautta hyvän kuvan, kuinka eristejatkos tehdään oikein ja laadukkaasti. Tämä auttoi minua erottelemaan hyvin ja huonosti tehdyn eristejatkoksen.

Insinööriyössä perehdyttiin tarkasti eristejatkosten tekemiseen, laatuun ja kestävyteen. Näiden tietojen perusteella tehtiin vertailu ja valittiin sopivimmat eristysmenetelmät jokaiselle putkikoolle. Nämä tiedot taulukoitiin siten, että rakennuttajien on helppo katsoa ja tarkastaa ne taulukosta. Taulukkoa voi tulevaisuudessa päivittää, jos jatkoseristemenetelmät tai merkki muuttuu.

Tein insinööriyön aikana rakennuttajan töitä Vantaan Energialle ja pääsin työn ohessa näkemään paljon kaukolämpöverkoilla uusia ja vanhoja jatkoseristeitä. Pääsin keskustelemaan monien ihmisten kanssa, jotka ovat tehneet töitä kaukolämmönparissa useita vuosia. Tein työn ohessa itse paljon painetestauksia holkkeihin, sekä kävin katsomassa ja tarkastelemassa suuren määrän jatkoseristeitä. Avasimme muutamia eristejatkoksia ja katsoimme miltä ne näyttävät valmistuksen jälkeen. Pääsin myös availemaan eristeitä, jotka olivat olleet useamman vuoden maassa sijoitettuna. Insinööriyön aikana sain hyvän kuvan Vantaan Energiasta yrityksenä. Kiitos Vantaan Energialle ja kaupunkienergian työporukalle kiinnostuksesta ja yhteistyöstä.

Lähteet

1. Vantaan Energia. n.d. [Vantaanenergia.fi]. [Viitattu 1.4.2021]. Saatavilla: <https://www.vantaanenergia.fi/me/vantaan-energia/>
2. Vantaan Energia käynnistää jätevoimalan laajennustyöt ja harppaa kohti kivihiilettömyyttä -Laajennus tuottaa hiilineutraalia lämpöä myös Helsinkiin! 6.3.2020. [Vantaanenergia.fi]. [Viitattu 1.5.2021]. Saatavilla: <https://www.vantaanenergia.fi/vantaan-energia-kaynnistaa-jatevoimalan-laajennustyot-ja-harppaa-kohti-kivihiilettomytta-laajennus-tuottaa-hiili-neutraalia-lampoa-myo-helsinkiin/>
3. Koskelainen Lasse, Saarela Rauli, Sipilä Kari. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Kirjapaino Libris Oy. [Viitattu 5.5.2021]
4. Uusiutuvilla polttoaineilla tuotettiin 2019 ensimmäistä kertaa enemmän kaukolämpöä kuin fossiililla polttoaineilla. 3.11.2020. [Stat.fi]. Tilastokeskus. [Viitattu 10.5.2021]. Saatavilla: https://www.stat.fi/til/salatu/2019/salatu_2019_2020-11-03_tie_001_fi.html
5. Mäkelä Veli-Matti, Tuunanen Jarmo. 2015. Suomalainen kaukolämmitys. [Pdf]. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 11.5.2021]. Saatavilla: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/URNISBN9789515885074.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Lehtinen, Logstor. 2015. Kaukolämpö käsikirja 2015. [Viitattu 29.5.2021]
7. Sivula, Petri. 2021. Kaukolämmön rakennuttaja, Vantaan Energia Oy, Vantaa. Keskustelu 4.6.2021
8. Ruotsalainen, Juhani. 2021. Toimitusjohtaja, Tenderx Oy, Jyväskylä. Keskustelu 22.7.2021
9. Kortesmäki, Tero. 2021. Kaukolämpöinsinööri, Vantaan Energia Oy, Vantaa. Keskustelu 12.8.2021
10. Ojansuu, Heikki. 2021. Verkkopäällikkö, Vantaan Energia Oy, Vantaa. Keskustelu 16.8.2021
11. Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet. 2018. Energiateollisuus kaukolämpö, ET-kaukolämpökansio 2/6. Energiateollisuus. [Viitattu 16.8.2021]. Saatavilla: https://energia.fi/files/2353/SuositusL11_2013_Kljohtojen_suunnittelu- ja_rakentamisohjeet_paivitetty_20180130.pdf

12. Sällberg, Sven-Erik. 2008. Durability of shrink joints. Teoksessa, The 11th International Symposium on District Heating and Cooling. August 31 to September 2, 2008, Reykjavik, ICELAND, s. 1–5. [Viitattu 16.8.2021]. Saatavilla: https://dhc2008.hi.is/session/greinar/p4_Sallberg.pdf

Suosittelvat jatkoseristeed Vantaan energialle

Vir- taus- putki	Suojakuori		
DN	mm	Eristys mene- telmä	Muut huomiot
25	125	Peltimuhvi	-
40	140	Peltimuhvi	-
50	160	Peltimuhvi	-
65	180	Peltimuhvi	-
80	200	Peltimuhvi	-
100	250	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
125	280	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
150	315	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
200	400	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Käyttökelpoisuuden mukaan valitaan jompikumpi
250	500	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
300	560	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
400	710	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
500	800	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
600	900	Cega MTM+, Pel- timuhvi	Peltimuhvi vain tarvittaessa
700	1000	Cega MTM+	-
800	1100	Cega MTM+	-
900	1200	Cega MTM+	-

Peltimuhvi hinnat asennettuna		
DN25/125	*	€
DN40/140	*	€
DN50/160	*	€
DN65/180	*	€
DN80/200	*	€
DN100/250	*	€
DN125/280	*	€
DN150/315	*	€
DN200/400	*	€
DN250/500	*	€
DN300/560	*	€
DN400/710	*	€
DN500/800	*	€
DN600/900	*	€
DN700/1000	*	€
DN800/1100	*	€
DN900/1200	*	€

Cega MTM+ hinnat asennettuna		
DN25/125	*	€
DN40/140	*	€
DN50/160	*	€
DN65/180	*	€
DN80/200	*	€
DN100/250	*	€
DN125/280	*	€
DN150/315	*	€
DN200/400	*	€
DN250/500	*	€
DN300/560	*	€
DN400/710	*	€
DN500/800	*	€
DN600/900	*	€
DN700/1000	*	€
DN800/1100	*	€
DN900/1200	*	€

Huom. Kutiste laitetaan liitoksen päihin, jos sauma on tehty viistäen

Liite 1
2 (2)

SWJ-Muhvi				
	Muhvin hinta	Asennuksen hinta	Yhteensä	
DN25/125	*	*	#VALUE!	€
DN40/140	*	*	#VALUE!	€
DN50/160	*	*	#VALUE!	€
DN65/180	*	*	#VALUE!	€
DN80/200	*	*	#VALUE!	€
DN100/250	*	*	#VALUE!	€
DN125/280	*	*	#VALUE!	€
DN150/315	*	*	#VALUE!	€
DN200/400	*	*	#VALUE!	€
DN250/500	*	*	#VALUE!	€
DN300/560	*	*	#VALUE!	€
DN400/710	*	*	#VALUE!	€
DN500/800	*	*	#VALUE!	€
DN600/900	*	*	#VALUE!	€
DN700/1000	*	*	-	€
DN800/1100	*	*	-	€
DN900/1200	*	*	-	€

Salling plast				
	Muhvin hinta	Asennuksen hinta	Yhteensä	
DN25/125	*	*	-	€
DN40/140	*	*	-	€
DN50/160	*	*	-	€
DN65/180	*	*	-	€
DN80/200	*	*	-	€
DN100/250	*	*	-	€
DN125/280	*	*	-	€
DN150/315	*	*	-	€
DN200/400	*	*	-	€
DN250/500	*	*	#VALUE!	€
DN300/560	*	*	-	€
DN400/710	*	*	-	€
DN500/800	*	*	#VALUE!	€
DN600/900	*	*	#VALUE!	€
DN700/1000	*	*	#VALUE!	€
DN800/1100	*	*	-	€
DN900/1200	*	*	-	€

Kapeat kutisteet päihin		
DN25/125	*	€/Kpl
DN40/140	*	€/Kpl
DN50/160	*	€/Kpl
DN65/180	*	€/Kpl
DN80/200	*	€/Kpl
DN100/250	*	€/Kpl
DN125/280	*	€/Kpl
DN150/315	*	€/Kpl
DN200/400	*	€/Kpl
DN250/500	*	€/Kpl
DN300/560	*	€/Kpl
DN400/710	*	€/Kpl
DN500/800	*	€/Kpl
DN600/900	*	€/Kpl
DN700/1000	*	€/Kpl
DN800/1100	*	€/Kpl
DN900/1200	*	€/Kpl

