

Opinnäytetyö (AMK)

Ympäristö- ja energiatekniikka

2019

Mikael Halme

# KESKISUUREN KAUKOLÄMPÖYRITYKSEN VARAUTUMISSUUNNITELMA

Mikael Halme

# KESKISUUREN KAUKOLÄMPÖYRITYKSEN VARAUTUMISSUUNNITELMA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli varautumissuunnitelman laatiminen VSV-Energia Oy:lle. Varautumissuunnitelman tarkoituksena on koota häiriötilanteiden varalle laaditut ohjeistukset ja suunnitelmat yhdeksi suunnitelmaksi. Lisäksi suunnitelma toimisi pohjana varautumissuunnittelun jatkuvaan kehittämiseen tulevaisuudessa.

Työ suoritettiin tutkimalla kaukolämpöyhtiötä koskevaa lainsäädäntöä ja huoltovarmuuskeskuksen suosituksia ja selvittämällä, kuinka VSV-Energia Oy:ssä otetaan niitä huomioon. VSV-Energia Oy:llä oli monenlaisiin uhkatilanteisiin valmiita toimintaohjeita ja suunnitelmia, jotka sisällytettiin varautumissuunnitelmaan. Näiden lisäksi varautumissuunnitelmaan tarvittiin kuitenkin tietoja, joita jouduttiin pohtimaan toimeksiantajan kanssa ja selvittämään kolmansilta osapuolilta.

Lopputuloksena oli valmis varautumissuunnitelma, jolla VSV-Energia Oy voi osoittaa olevansa varautunut erilaisiin uhkatilanteisiin. Siitä käy ilmi, millaisiin tilanteisiin yrityksessä on varauduttu, mutta myös mahdolliset puutteet. Esimerkiksi sähkökatko on häiriötilanne, johon on varauduttu. Varautumissuunnitelmassa on siihen liittyen ainakin selostus siitä, mitkä järjestelmät on varustettu katekamattomalla sähkönsyötöllä, mutta maininta siitä, että lämpöä ei voida tuottaa sähkökatkon aikana kaikissa lämpökeskuksissa. Se, onko kunkin häiriötilanteen nykyinen varautumismalli riittävä ja riskit hyväksyttävät, jää VSV-Energia Oy:n henkilökunnan arvioitavaksi. VSV-Energia Oy:n henkilökunta vastaa myös varautumissuunnitelman päivittämisestä ja varautumisen kehittämisestä jatkossa.

## ASIASANAT:

kaukolämmitys, varautumissuunnittelu, häiriötilanteet, huoltovarmuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and Environmental Engineering

2019 | 24 pages, 23 pages in appendices

Mikael Halme

## CONTINGENCY PLAN FOR A MEDIUM SIZED DISTRICT HEATING COMPANY

The goal of this thesis was to create a contingency plan for a district heating company called VSV-Energia Oy. The purpose of the contingency plan is to combine all the plans and instructions for fault situations in one document. In addition, the contingency plan will act as a basis for future improvement. The work was done by studying legislation and guidelines set by NESÄ (National Emergency Supply Agency). After that, VSV- Energia Oy's application of guidelines was investigated. VSV-Energia Oy already had some plans in case of threat situations and those plans were made as part of the contingency plan. Other parts of the contingency plan needed more investigation and discussions with VSV-Energia Oy's employees and third parties.

The final result was a complete contingency plan. With it, VSV-Energia Oy can prove it has paid attention to fault and crisis situations. The plan also describes accurately the strong and weak points of the company's precautionary measures in each possible fault situation. An example of such situation would be a power blackout on a district heating plant. In the contingency plan, it is explained that the most critical systems are provided with an uninterruptable power supply, but the fact that it is not possible to produce heat on all the plants needs to be mentioned as well. Whether the risks for each possible fault are acceptable or not, is left for VSV-Energia Oy employees to decide. The employees of VSV-Energia Oy will be updating the plan and developing the contingency planning in the future.

### KEYWORDS:

district heating, contingency planning, disturbances, security of supply

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 VAKKA-SUOMEN VOIMA OY</b>	<b>8</b>
2.1 VSV-Energia Oy	8
<b>3 KAUKOLÄMMITYS</b>	<b>9</b>
3.1 Kaukolämmityksen edut	9
3.2 Kaukolämmön tuotantomuodot Suomessa	9
<b>4 VARAUTUMINEN KAUKOLÄMPÖYRITYKSESSÄ</b>	<b>16</b>
4.1 Varautumisen merkitys	16
4.2 Keskeiset uhkakuvat ja suurhäiriötilanteet	16
<b>5 POIKKEUSOLOT JA VALMIUSSUUNNITTELU</b>	<b>21</b>
5.1 Suuronnettomuus	21
5.2 Taloudellinen kriisi	22
5.3 Sodan uhka	22
5.4 Sota ja sen jälkitila	22
<b>6 VARAUTUMISSUUNNITELMAN LAATIMISPROSESSI</b>	<b>24</b>
6.1 Työn aloitus	24
6.2 Tiedonhaku ja varautumissuunnitelman kirjoittaminen.	24
6.3 Varautumissuunnitelman tekeminen valmiiksi ja lopetus.	24
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>25</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>26</b>

## LIITTEET

Liite 1. Varautumissuunnitelma

## KUVIOT

Kuvio 1. Kaukolämmöntuotannon energialähteet 2017

10

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

KL	Kaukolämmitys, kaukolämpö-
KPA	Kiinteä polttoaine, myös VSV-Energia Oy:n kiinteää polttoainetta käyttävän lämpökeskuksen nimi
CHP	combined heat and power, sähkön ja kaukolämmön yhteistuotanto

# 1 JOHDANTO

Energiajärjestelmien toimintavarmuus on yhä kriittisemmässä asemassa nyt ja lähitulevaisuudessa tapahtuvan energiamurroksen myötä. Vanhoista ja varmoiksi todetuista energiantuotantotavoista ollaan siirtymässä uusiutuviin energialähteisiin, joihin liittyy uudet haasteet. Esimerkiksi biopolttoaineita käyttävä KPA-laitos on rakenteeltaan huomattavasti monimutkaisempi kuin vastaavan tehoinen öljylämpölaitos. Laitoksen eri osien toimintavarmuudella ja varajärjestelmillä on entistä suurempi merkitys. Myös maailmantilanteessa voi tapahtua ennalta arvaamattomia muutoksia. Ne voivat johtua poliittisista tai taloudellisista syistä tai esimerkiksi ilmaston lämpenemisestä. Kaukolämpöyhtiön on siis varauduttava häiriöihin, olivat ne sitten teknisestä viasta johtuvia tai laajempaan kriisiin liittyviä.

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli laatia VSV-Energia Oy:lle varautumissuunnitelma, josta ilmenee, kuinka suurhäiriöihin ja muihin uhkiin on varauduttu. Aihe valittiin, koska toimeksiantajalla ei ollut varautumissuunnitelmaa ennestään. Tässä työssä käsitellään kaukolämmityksen ja varautumissuunnittelun aihepiirejä yleisestä näkökulmasta, kun taas itse varautumissuunnitelmassa käsitellään VSV-Energia Oy:n varautumissuunnittelun yksityiskohtia.

## 2 VAKKA-SUOMEN VOIMA OY

Vakka-Suomen Voima Oy on sähköverkkoyhtiö, joka toimii 9 kunnan alueella ja sillä on 2500 asiakasta. Se sai alkunsa vuonna 1993 Uudenkaupungin energialaitoksen ja Lai-tilan Sähkön yhdistyttyä. Se omistaa kokonaan kaukolämpöyhtiö VSV-Energia Oy:n. Tämän lisäksi Vakka- Suomen Voima Oy omistaa yhdessä Rauman Energian kanssa Lännen Omavoiman, Vertek Oy:n, sekä Satavakka Oy:n. (Vakka-Suomen Voima Oy 2018.)

### 2.1 VSV-Energia Oy

Kaukolämmöntuotanto alkoi Uudessakaupungissa vuonna 1979, jolloin sitä ylläpiti Uudenkaupungin Lämpö Oy. Aluksi lämpöä myytiin Ketunkallion, Santtion ja Janhuan pientaloalueilla. Kaukolämpötoiminta siirtyi Vakka-Suomen voiman omistukseen 1994, jolloin yrityksen nimeksi tuli VS Lämpö Oy. Yrityksen virallinen nimi on nykyään VSV-Energia Oy ja kaukolämmitystoiminnan osalta käytetään nimeä VSV Lämpö. Tässä opinnäytetyössä käytetään sekaannusten välttämiseksi yhtiön virallista nimeä VSV-Energia Oy.

Nykyään VSV-Energia Oy toimittaa kaukolämpöä Uudessakaupungissa noin 400 asiakkaalle. Pääosa lämmöstä tuotetaan vuonna 2015 valmistuneella 20 megawatin KPA-laitoksella. Polttoaineina KPA-laitoksella käytetään erilaisia metsäpolttoaineita ja jyrsin-turvetta. KPA-laitoksen kanssa samalla tontilla sijaitsee Onka-nestekaasulaitos, jonka tuottamasta höyrystä tuotetaan lämpöä, kun KPA on huoltoseisokissa tai kun KPA:n teho ei riitä. Tämän lisäksi ostetaan hukkalämpöä Yaran lannoitetehtailta ja Biolinja Oy:n biokaasulaitokselta. Näiden lisäksi käytössä on vielä 4 kevyttä polttoöljyä käyttävää huippukuorma/varalaitosta eri puolilla kaupunkia. Huippukuormalaitoksilla mahdollistetaan korkeat huipputehot, paine-eron riittävyys ja verkon toimintavarmuus vikatilanteissa.



## 3 KAUKOLÄMMITYS

Kaukolämmitys on lämmitysmuoto, jossa lämpö tuotetaan keskitetysti suurissa lämpökeskuksissa ja siirretään asiakkaalle putkissa virtaavan kuumen veden avulla. Lämpökeskukselta lähtevä vesi on ulkolämpötilasta riippuen 60–120-asteista. Vesi luovuttaa lämpöä asiakkaille lämmönsiirtimessä ja tulee paluuputkea takaisin laitokselle uudelleenlämmitettäväksi. Kaukolämmitys on Suomen yleisin lämmitysmuoto (Energiateollisuus 2018a).

### 3.1 Kaukolämmityksen edut

Lämmön tuotannolla isoissa yksiköissä on monia etuja. Isojen tuotantolaitosten hyötysuhde on yleensä parempi ja niiden päästöjenhallinta helpommin toteutettavissa verrattuna pieniin kattiloihin. Kustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää käyttämällä metsäpolttoaineita, teollisuuden hukkalämpöä ja sähköntuotannon vastapaine-lämpöä. (Energiateollisuus 2019.)

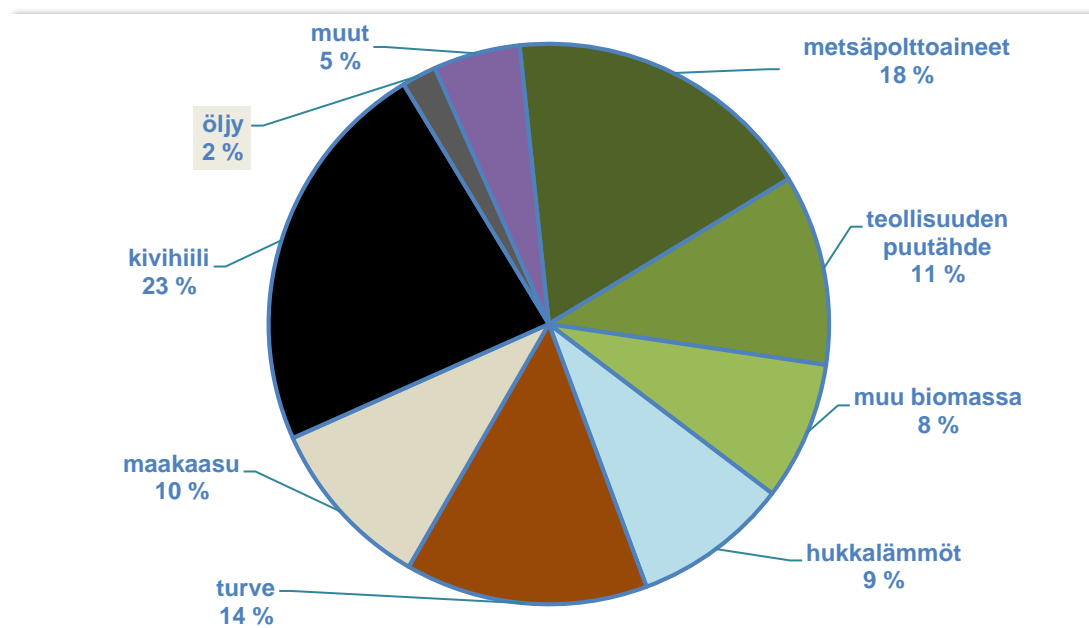
Uusiutuvien energialähteiden käytön käydessä yhä kannattavammaksi ilmastotietoiset kuluttajat voivat myös luottaa siihen, että kaukolämmityksen hiilijalanjälki tulee pienene-mään. Kaukolämpöyhtiöiden kannattaa investoida vähähiilisiin tekniikoihin sitä mukaa, kun niistä tulee kilpailukykyisiä. VSV-Energia Oy:tä voidaan käyttää esimerkkinä, sillä vuonna 2014 sen hiilidioksidipäästöt olivat 30 000 tonnia, ja vuonna 2017 enää 1500 tonnia (Vakka-Suomen Voima Oy 2019).

Asiakkaan kannalta kaukolämmitys on myös helppo ja luotettava lämmitystapa, koska kaukolämpöyhtiö vastaa lämmön toimituksesta ja tuotannosta. Sen käyttöönottoon ei tarvitse suuria investointeja, ja se on useimmiten hinnaltaan kilpailukykyistä, vaikkakin kannattavuus vaihtelee paikkakunnittain. Vuonna 2017 kaukolämmön keskihinta oli Suomessa 76,7€/MWh (Energiateollisuus 2018a).

### 3.2 Kaukolämmön tuotantomuodot Suomessa

Kaukolämmön tuotantotavat jakautuvat Suomessa kuvassa 1 esitetyllä tavalla. Erilais-ten biomassojen poltto kattaa tästä yli kolmasosan, fossiiliset polttoaineet myös noin

kolmasosan. Turve ja muut kattavat loput. VSV-Energia Oy:n käytössä näistä ovat metsäpolttoaineet, turve, teollisuuden hukkalämmöt, nestekaasu ja öljy.



Kuvio 1. Kaukolämmöntuotannon energialähteet 2017

### Metsäpolttoaineet, teollisuuden puutähte ja muu biomassa

Metsäpolttoaineet ovat vahvassa asemassa Suomen energiantuotannossa, ja niiden merkitys on kasvanut päästökaupan myötä. Metsäpolttoaineita ovat muun muassa puun eri osista tehdyt hakkeet, puupelletti ja halot. Puupelletti voi olla tehty myös teollisuuden puutähteestä, kuten sahanpurusta ja kutterilastusta (Alakangas, ym. 2016, 95-96).

Haketta poltetaan kaikenkokoisissa laitoksissa sekä pelkästään että seospolttona turpeen kanssa. VSV-Energia Oy:n KPA-laitoksella poltetaan muiden muassa rankahaketta, metsätähdehaketta ja jyrshinturvetta. Seuraavassa kuvataan tarkemmin erilaisia biopolttoaineita pääpainon ollessa VSV-Energian Oy:n käytössä olevissa polttoaineissa.

Metsätähdehake on metsän harvennuksessa ja avohakkuussa metsään jäävästä oksa- ja latvusmassasta tehtyä haketta (Alakangas, ym. 2016, 13). VSV-Energialle tuleva metsätähdehake on haketettu jo syntypaikalla ja tuodaan suoraan polttoainesiiloon.

Rankahake on karsitusta runkopuusta tehtyä haketta (Alakangas, ym. 2016, 66). Runkopuut voidaan hakettaa paikan päällä metsässä, välivarastoida kokonaisena jossain muualla tai viedä käyttöpaikalle kokonaisena. VSV-Energia Oy varastoi runkopuuta KPA-laitoksen polttoainekentällä koko lämmityskauden ajaksi, ja sitä haketetaan sitä mukaa, kun haketta kuluu.

Puupelletti on haketta hieman pidemmälle jalostettu puupolttoaine. Se valmistetaan hakkeesta, kutterilastusta tai sahanpurusta jauhamalla aines vasaramyllyssä ja puristamalla se pelleteiksi. Pelletti on haketta tiiviimpää, joten sen kuljettaminen on kannattavampaa. Pellettiä käytetään kaiken kokoisissa laitoksissa ja myös yksittäisten pientalojen lämmittämiseen. (Alakangas, ym. 2016, 95-96.) VSV-Energia käyttää puupellettiä Kalannin kaukolämpöverkossa Pätsi- lämpökeskuksen polttoaineena.

Teollisuuden puutähdettä ovat esimerkiksi sahanpuru, puun kuori ja sellutehtailla suljetussa kierrossa oleva mustalipeä. Sahanpurua poltetaan joko sellaisenaan, tai siitä tehdään puupellettiä. Puun kuorta syntyy sahoilla ja sellutehtailla. Sitä poltetaan sahoilla puun kuivaukseen ja kaukolämmön tuotantoon. (Alakangas, ym. 2016, 81-85.)

Mustalipeä syntyy sellutehtailla, kun puusta keitetään pois sidosaineet, kuten ligniini. Mustalipeä poltetaan soodakattiloissa paikan päällä, joilla siinä olevat kemikaalit saadaan talteen ja puun ligniinin sisältämä energia saadaan höyryksi. (Alakangas, ym. 2016, 109-115.) Höyrystä tuotetaan sähköä, prosessihöyryä ja kaukolämpöä. Ligniiniä voidaan myös ottaa talteen mustalipeästä ja polttaa muualla esimerkiksi kaukolämmön tuotantoon (Valmet 2019).

Muu biomassa käsittää esimerkiksi peltobiomassat ja kierrätyspuun. Peltobiomassaa ovat esimerkiksi ruokohelpi ja olki. Peltobiomassojen käyttö on melko harvinaista, ja esimerkiksi oljen käyttöä Suomessa häiritsee kosteat ja epävakaut säät. (LUKE 2019.) Myös biojätteet ja jätevedenpuhdistamojen lietteet ovat biomassaa, ja niistä valmistetaan mädättämällä biokaasua (Gasum Oy 2019).

Biokaasu on koostumukseltaan maakaasuun verrattavaa, ja sitä voidaan valmistaa käytännössä joka puolella Suomea. Biokaasulla saattaa olla suuri merkitys maan huoltovarmuuden parantamisessa tulevaisuudessa, sillä sitä voidaan siirtää olemassa olevissa maakaasuputkissa, sitä olisi mahdollista tuottaa huomattavasti nykyistä enemmän ja se sopii myös liikennepolttoaineeksi. (Gasum Oy 2019.)

## Turve

Turve on vähähappisissa oloissa osittain hajonneista suokasvillisuuden jäänteistä koostuva maalaji. Turvetta ei pidetä Suomessa fossiilisena eikä biopolttoaineena. Sitä käytetään polttoaineena edullisen hintansa takia. Lisäksi turpeen poltolla biomassojen seassa on hiukkaspäästöjä ja kattilan korroosiota vähentävä vaikutus. (Vesala ym. 2010, 6.)

Turpeen käyttö parantaa Suomalaisen energijärjestelmän huoltovarmuutta. Sillä voidaan sekä korvata tuontipolttoaineita että parantaa muiden kotimaisten biopolttoaineiden kannattavuutta. Sen tuotanto on vähäistä sateisina kesinä, mutta tuotannon vuosivaihteluita pystytään tasaamaan varastoimalla sitä aumoissa. (Leinonen 2010, 17-21.)

## Kivihiili

Kivihiiltä käytetään CHP-tuotannossa erityisesti rannikolla suurimmissa kaupungeissa (Alakangas ym. 2016, 171). Syitä kivihiilen käytölle ovat halpa hinta ja korkea energiatiheys. Korkea energiatiheys tekee kuljetuksesta ja varastoinnista halpaa. Hiili voidaan yleensä tuoda laitokselle suoraan laivalla, ja sitä voidaan varastoida kasassa koko vuoden käyttötarpeeseen. Biopolttoaineita jouduttaisiin tuomaan kuorma-autoilla hyvin laajalta alueelta kattamaan suurimpien kaupunkien vaatimat tehot. Päästökauppa ja kasvihuonekaasupäästöihin liittyvät imagokysymykset aiheuttavat kaukolämpöyhtiöille syytä korvata kivihiili muilla energianlähteillä. Lisäksi Suomen hallituksella on tavoite luopua kivihiilestä vuoteen 2030 mennessä (Alakangas ym. 2016, 171).

## Öljy

Kaukolämmityksessä käytettävä öljy on kevyttä polttoöljyä. On olemassa myös raskasta polttoöljyä, mutta sen käytöstä on siirrytty päästövaatimusten seurauksena korvaaviin polttoaineisiin. Polttoöljyä käytetään kalliin hintansa takia enimmäkseen vara- ja huippukuormalaitosten polttoaineena. (Alakangas ym. 2016, 180.)

Lämmön riittävyyden ja kaukolämpöverkon toimintavarmuuden turvaamiseksi kaukolämpöyhtiöllä on oltava varalämpökeskuksia, joille ei odoteta paljon käyttötunteja.

Tässä tapauksessa lämpökeskuksen käyttöönoton nopeudella ja rakentamiskustannuksilla on suurempi merkitys kuin itse polttoaineen hinnalla. Öljylämmitteinen lämpökeskus on verraten yksinkertainen ja nopea käynnistää, joten se soveltuu varalle erittäin hyvin.

VSV-Energia käyttää polttoöljyä Hakametsän, Janhuan, Valmetin ja sairaalan lämpökeskuksilla sekä Kalannin verkon varakattilassa. Kyseiset lämpökeskukset käynnistään viimeisenä, jos lämpöä ei saada riittävästi muualta (Juntura 2016, 45).

## Maakaasu

Maakaasua käytetään useassa kaupungissa erityisesti huippukuormalaitoksissa. Sitä voidaan käyttää myös CHP-tuotannossa kaasuturbiini- ja moottorivoimalaitoksissa. Se on halvempaa kuin öljy, mutta käytössä vain paikkakunnilla, joihin tulee maakaasuputki. Maakaasu tulee Suomeen Venäjältä, ja sen siirtoverkosto ylittää Imatralta pääkaupunkiseudulle ja Tampereen lähialueelle (Gasum 2019).

## Hukkalämmöt, lämpöpumput

Teollisuuden hukkalämpöjä voidaan hyödyntää, kun niitä on saatavilla ja kun niiden lämpötilatasot riittävät kaukolämmöntuotantoon. Uudessakaupungissa sijaitseva Yara Suomi Oy:n tehdas tuottaa hukkalämpöä prosessissa, jossa ammoniakista valmistetaan typpihappoa. VSV-Energia Oy saa tästä prosessista merkittävän osan myymästään kaukolämmöstä. Lisäksi VSV-Energia ostaa ylijäämälämpöä Biolinja Oy:ltä, jossa poltetaan biojätteen mädätyksestä saatavaa biokaasua ja kaatopaikkakaasua.

Lämpöpumpuilla voidaan hyödyntää matalissakin lämpötiloissa olevia hukkalämpöjä, kuten puhdistettujen jätevesien lämpöä ja palvelinkeskusten hukkalämpöä (Energiateollisuus 2018b). On monenlaisia lämmönlähteitä, joita ei tällä hetkellä hyödynnetä kaikkialla. Tällaisia lähteitä on esimerkiksi paperi- ja terästeollisuudessa. On mahdollista, että tulevaisuudessa otetaan käyttöön hukkalämmönlähteitä, joiden hyödyntämismahdollisuuksia ei ole vielä edes huomattu tai tutkittu. (Leino 2017.)

Lämpöpumppu kuluttaa sähköä, ja sen COP-arvo kertoo, kuinka moninkertaisen energiamäärän se pystyy ottamaan talteen lämpönä. Lämpöpumpun COP-arvo on yleensä sitä korkeampi, mitä pienempi lämpötilaero sen kylmän ja kuumen puolen välillä on. (Suomen lämpöpumppuyhdistys 2012.) Kaukolämpöjärjestelmissä tarvittavat korkeat lämpötilat ja monien ylijäämälämmönlähteiden alhainen lämpötila haittaavat lämpöpumppujen kannattavuutta kaukolämmöntuotannossa. Toinen merkittävä tekijä on lämpöpumppujen hankintahinta.

Joillain kaukolämpöyhtiöillä on myös oma kaukojäähdytysverkko, jolla asiakkaille toimitetaan jäähdytystä. Tällöin tuotetaan myös kaukolämpöä, ja lämpöpumpun lämmönlähteenä toimii kaukojäähdytysverkko. Lämpöpumpuista saadaan kannattavampia, sillä samaa pumppua hyödynnetään viilennyksessä ja lämmityksessä. Kaukojäähdytykselle on kuitenkin kysyntää enimmäkseen lämpimillä ilmoilla, jolloin kaukolämmön kysyntä on pientä. (VALOR Partners Oy 2016, 23-28.)

Lämpöpumpuilla pystytään tuottamaan lämpöä myös meri- joki- ja järvivesistä, maa- lämmöstä, tai maahan varastoidusta aurinkoenergiasta. Edellä mainittuja lämmönlähteitä on tähän mennessä käytetty lähinnä yksittäisten talojen lämmitykseen, jolloin lämpötilaa ei tarvitse nostaa lämpöpumpulla yhtä paljon ja saadaan parempi COP-arvo. Meriveden lämmön käyttö voi tulla kysymykseen kaukolämmöntuotannossa suurien kaupunkien etsiessä kivihiilen poltolle korvaavia lämmitystapoja. Myös tuuli- ja aurinkosähkön yleistymisen voi parantaa lämpöpumppujen kannattavuutta, sillä niillä voidaan hyödyntää tuotantohuippujen halpaa sähköä ja varastoida energiaa lämpöakuissa. Ruotsissa ja Tanskassa merivesilämpöpumppuja käytetään jo kaukolämmön tuotannossa (VALOR Partners Oy 2016, 15).

## **Muut**

Tällä hetkellä käytössä olevia muita tuotantotapoja ovat ainakin nestekaasu, geotermien lämpö, ja aurinkolämpö. Myös pienten modulaaristen ydinreaktorien käyttöä kaukolämmön tuotantoon on harkittu kivihiilen korvaajaksi (Luukko 2018).

Suoralla sähköllä lämpiävät kaukolämpökattilat voivat tulla kysymykseen tuuli- ja aurinkosähkön yleistymisen seurauksena. Tällöin ajoittain halpaa sähköä voitaisiin hyödyntää lämpövarastojen varaamiseen ja energia saataisiin varastoitua, vaikkakaan ei sähköinä. (Pero 2016, 82-84.)

Nestekaasu on raakaöljystä jalostettu paineenalaisena nesteinä varastoitava polttoaine. VSV-Energia Oy:n höyrylaitos Onka käyttää nestekaasua. Nestekaasu on kevyttä polttoöljyä halvempaa, ja nestekaasulaitosta ajetaan ensimmäisenä KPA:n tehon jäädessä riittämättömäksi (Juntura 2016, 18, 45).

## 4 VARAUTUMINEN KAUKOLÄMPÖYRITYKSESSÄ

Varautumisella tarkoitetaan niitä kaukolämpöyrityksen tekemiä ennakkojärjestelyjä, jotka auttavat kaukolämpöyritystä toimimaan suurhäiriö- tai kriisitilanteessa ja minimoimaan siitä asiakkailleen ja itselleen aiheutuvat haitat. Suurhäiriö on laajamittainen häiriö, joka vaikuttaa suureen osaan asiakkaista tai uhkaa yhteiskunnan toimivuuden kannalta kriittistä asiakasta.

Varautumissuunnitelman tarkoitus on koota yhteen sellaiset toimintaohjeet ja toimenpiteet, joita on tehty häiriöiden varalle. Varautumissuunnitelman perusteella pystytään arvioimaan kaukolämpöyrityksen kykyä jatkaa toimintaa häiriö- ja kriisitilanteissa, mutta myös tuomaan esille mahdolliset puutteet.

### 4.1 Varautumisen merkitys

Lähes puolet Suomen asuin- ja palvelurakennuksista on lämmityksen suhteen riippuvaisia kaukolämmöstä. Kaukolämmön toimituksen estyminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa esimerkiksi sairaalan evakuoimisen tarpeen ja pitkään jatkuessa putkien jäätymisvaurioita asiakasrakennuksissa. Myös taloudelliset menetykset menetetystä tuotannosta kaukolämmöstä riippuvaisilla teollisuudenaloilla voivat kasvaa suu-riksi.

Varautumisen tavoitteena on, että häiriö- tai kriisitilanteen sattuessa kaukolämpöyritys pystyisi siirtymään mahdollisimman nopeasti takaisin normaaliin toimintaan. Asiakkaille ja kaukolämpöyritykselle tulisi koitua mahdollisimman vähän haittaa häiriöstä. (Karttunen ym. 2014, 3.)

### 4.2 Keskeiset uhkakuvat ja suurhäiriötilanteet

Seuraavassa käsitellään kaukolämpöyrityksen uhkakuvia ja ratkaisuja, joilla niihin varaudutaan. Lista uhkakuvista ei ole kattava, sillä erilaisia uhkakuvia voitaisiin keksiä rajattomasti. Kaukolämpöyhtiön ei ole siis tarkoituksenmukaista varautua kaikkiin mahdollisiin ughiin. Lisäksi yksittäisillä kaukolämpöyrityksillä voi olla toisistaan poikkeavia uhkakuvia, eikä kaikkia erikoistapauksia käsitellä tässä. Tässä kuvatut varautumis- ja



toimintatavat ovat esimerkkiluontoisia eivätkä välttämättä kuvaa juuri VSV-Energian tapaa varautua. Kuitenkin uhkakuvat on pyritty valitsemaan niin, että ne olisivat keskeisiä minkä tahansa kaukolämpöyhtiön varautumissuunnittelussa.

Tässä luvussa käsiteltävät aiheet ovat normaaliolojen uhkakuvia, eli ne voivat toteutua milloin tahansa. Käsiteltävät uhkakuvat voivat myös olla seurausta laajemmasta, kenties valtakunnallisesta kriisistä tai poikkeusolotilanteesta. Poikkeusolotilanteita käsitellään erikseen luvussa 5.

### **Kaukolämpöputken suurvuo**

Suurvuo on tilanne, jossa vettä vuotaa kaukolämpöverkosta nopeammin kuin verkon paineenpitojärjestelmä pystyy pumppaamaan sinne uutta. Vuoto voi saada alkunsa esimerkiksi kaivinkoneen aiheuttamasta vahingosta tai putkiston ajanmittaisen heikkene-  
misen seurauksena. Vuotoa ei pystytä välttämättä heti paikallistamaan, sillä se voi olla maan alla. Suurvuo-  
tilanteiden varalta verkot pyritään suunnittelemaan niin, että se pystytään jakamaan venttiileillä osiin.

Vuotokohdasta erotetuissa verkon osissa pystytään jatkamaan lämmöntuotantoa asiakkaille, jos niillä sijaitsee paineenpitojärjestelmällä varustettu lämpökeskus. Verkon jakaminen osiin voi helpottaa myös vuodon löytämistä, koska paine laskee vain siitä osasta verkkoa, jossa vuotokohta sijaitsee. Kaikissa kaukolämpöverkoissa ei ole välttämättä mahdollisuutta jakaa verkkoa pienempiin toimiviin osiin. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi pienissä kaukolämpöverkoissa, joissa on vain yksi lämpökeskus, tai jos lämpökeskukset sijaitsevat yhdessä paikassa. Tällöin lämmitys katkeaa väistämättä kaikilta verkon asialkailta.

Suurvuodon sattuessa voidaan toimia seuraavasti: jaetaan KL-verkko osiin sulkemalla venttiileitä, selvitetään vuotokohdan sijainti, turvataan kriittisten asialkaiden lämmönsaanti, ja muiden asialkaiden lämmönsaanti sikäli kuin mahdollista. Lämpökatkoksesta ilmoitetaan asialkaille ja viranomaisille. Korjaustöitä varten hälytetään tarvittava kaukolämpöyhtiön henkilöstö ja urakoitsijat. Korjausapua ja varaosia voidaan saada myös naapurikunnan kaukolämpöyhtiöltä, jonka kanssa asiasta on tehty sopimus. Vuoto pyritään korjaamaan mahdollisimman nopeasti, jotta KL-verkkoa voidaan ajaa taas normaalisti.

## **Pumpun rikkoutuminen**

Pumppuhäiriöön varaudutaan niin, että laitoksella on useita pumppuja. Käytössä voi olla esimerkiksi 2 kappaletta laitoksen täydelle teholle mitoitettua pumppua, tai yhdistelmä eri tehoille mitoitettuja pumppuja. Pumpun vikaantuessa se voidaan eristää verkosta venttiileillä ja korjata muiden pumppujen ollessa käytössä.

## **Polttoaineensaannin estyminen**

Polttoaineensaanti laitokselle voidaan varmistaa käyttämällä useaa eri polttoainetoimitajaa ja varastoimalla polttoainetta paikan päällä riittävän pitkäksi aikaa. Kotimaisten metsäpolttoaineiden ja turpeen saatavuutta voidaan pitää Suomessa melko varmana, joten niitä käyttämällä voidaan parantaa päälaitoksen huoltovarmuutta.

Polttoaineensaannin estyminen liittyy todennäköisesti laajempaan yhteiskunnalliseen kriisiin, jonka seurauksena tuontipolttoaineiden saatavuus huononee. Tällöin uhka kohdistuu erityisesti vara- ja huipputeholaitosten polttoaineisiin. Raakaöljyn ja öljytuotteiden maahantuoijat ovat velvollisia pitämään yllä kahden kuukauden keskimääräistä vastaavia varastoja. Näin ollen esimerkiksi nestekaasun ja kevyen polttoöljyn varastoinnista vastaavat öljy-yhtiöt. Myös kivihiiilen ja maakaasun varmuusvarastoinnista on omat säädöksensä, mutta tässä ei ole tarpeen käsitellä tarkemmin niitä. (Laki tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista 1994/1070.)

## **Sähkökatko**

Sähkökatkon tapahtuminen laitoksella estää kaukolämmöntuotannon, sillä pumput ja puhaltimet tarvitsevat sähköä. Jos myös verkon muilla laitoksilla sähkökatko, kaukolämpöverkon lämpötila, ja sen seurauksena paine alkaa laskea. Lämpöä ei voi tuottaa verkkoon, ennen kuin paine on nostettu riittäväksi, joten lämmöntuotantoa ei voida aloittaa heti, jos sähkökatko on kestänyt pitkään. Myös sähkökatko muualla voi aiheuttaa ongelmia. Sähkökatko huoltoasemilla voi esimerkiksi estää korjaus- ja huoltotehtävissä tarvittavien autojen tankkauksen. Asiakkaan sähkökatko taas sammuttaa asiakkaan kiertovesipumput ja estää lämmityksen, vaikka KL-verkko toimisikin.

Laitoksen ohjaus- ja automaatio- ja paineenpitojärjestelmien sähkönsyöttö voidaan varmistaa UPS- laitteella, jolloin lämmöntuotanto voidaan aloittaa heti sähkökatkon loputtua. Myös koko lämpökeskus voidaan varmistaa varageneraattorilla tai akkuenergiavarastolla. Akkuenergiavarastoja ei ole tähän tietävästi käytetty, mutta se voi olla realistista, jos kaukolämpöyhtiöllä on aurinko- tai tuulisähköntuotantoa yli oman tarpeen ja tarve tasata sähköntuotantohuippuja. Tällöin mahdollisuus turvata sähkönsaanti muutamaksi tunniksi tulisi ikään kuin kaupan päälle.

### **Korjausmateriaalin saannin vaikeutuminen**

Korjausmateriaalin saatavuus voi huonontua toimittajan toiminnan loppumisen tai maa- hantuontiin vaikuttavan laajemman kriisin seurauksena. Jälkimmäisessä tapauksessa voi olla kyse poikkeusoloista, ja niihin keskitytään tarkemmin kohdassa 4.3. Jotkin lämpökeskuksilla käytettävät osat ovat vain kyseiseen laitokseen tehtyjä, ja niiden toimitusaika voi olla kuukausia jo normaalitilanteissakin.

Kriittisiä varaosia ja osia, joilla on erityisen pitkä toimitusaika, varastoidaan itse laitoksella, tai yhteisessä varastossa muiden kaukolämpöyhteyksien kanssa. Myös verkon korjaamiseen tarvittavia tarvikkeita ja KL-putkia on oltava varastossa vauriotilanteiden varalta.

### **Ammattitaitoisen käyttöhenkilökunnan puute**

Ammattitaitoisen käyttöhenkilökunnan puute voi olla seurausta esimerkiksi epidemiasta tai sodasta. Normaalitilanteessa ongelma voi ilmetä esimerkiksi useamman samanlaisen sairastumisen tai onnettomuuden seurauksena. Riski on suurempi pienillä kaukolämpöyhtiöillä, joilla on alun perinkin vähän työntekijöitä. VSV-Energia Oy:n kokoisilla ja sitä suuremmilla kaukolämpöyhtiöillä on useita työntekijöitä, eikä tilanne ole kovin todennäköinen. Työntekijämäärän lisäksi tähän voidaan varautua yhteistyöllä naapurikunnan kaukolämpöyhtiön kanssa.

Äärimmäisessä tapauksessa uutta henkilöstöä pitää pystyä kouluttamaan nopeasti. Tällainen tapaus on esimerkiksi sotatilanne. Asevelvollisuustehtävistä yrityksen käyttöön vapautettujen henkilöiden pitää pystyä kouluttamaan uusia henkilöitä normaalien työtehtäviensä ohella.

**Viestintä- ohjaus- ja valvontajärjestelmien vaurioituminen**

Viestintä- ohjaus ja valvontajärjestelmät voivat vaurioitua esimerkiksi tietoverkkohyökkäyksen, tulipalon, tai teknisen vian seurauksena. Tällaisten vaurioiden sattuessa lämmöntuotanto voidaan turvata siirtymällä käsiajolle. Tällöin laitoksilla joudutaan pitämään jatkuvaa miehitystä.

## 5 POIKKEUSOLOT JA VALMIUSSUUNNITTELU

Valmiussuunnittelu on osa varautumissuunnittelua, ja se käsittää poikkeusoloihin varautumista. Poikkeusoloilla tarkoitetaan seuraavia puolustusneuvoston määrittelemiä tilanteita (Puolustusneuvosto 1999, 27):

- *kiristynyt kansainvälinen tilanne, vieraiden valtioiden välinen sota tai sodanuhka ja näihin vaikutuksiltaan verrattava Suomen ulkopuolella sattunut erityinen tapahtuma, jos siitä voi aiheutua vakava vaara valmiuslaissa tarkoitetuille kansallisen olemassaolon ja hyvinvoinnin perusteille*
- *Suomeen kohdistuva*
- *alueellisen koskemattomuuden vakava loukkaus*
- *sodan uhka,*
- *aseellinen hyökkäys ja sota,*
- *sodan jälkitila*
- *suuronnettomuus*
- *taloudellinen kriisi.*

Poikkeusoloihin varautuminen on laissa vaadittua ja kaukolämmön säännöstelylle pitää olla suunnitelma. Säännöstelyssä on huomioitava, että säännöstely ei saa haitata huoltovarmuuden kannalta kriittisten kohteiden toimintaa. Tällaiset käyttäjät pitää olla tunnistettu etukäteen. (Valmiuslaki 2011/1552.)

VSV-Energia Oy:llä on ennestään valmiussuunnitelma poikkeusolojen varalle. Sen aihepiiri on kuitenkin varautumissuunnitelman kanssa päällekkäistä, joten valmiussuunnittelua päätettiin käsitellä myös varautumissuunnitelmassa.

### 5.1 Suuronnettomuus

Suuronnettomuus voi olla esimerkiksi myrkyllisen aineen leviäminen, ydinonnettomuus tai erityisen vakava ja laaja maastopalo tai tulipalo. Suuronnettomuus voi vaikuttaa polttoaineen ja sähkön saantiin, kuljetuksiin tai käyttöhenkilökunnan toimintaan. Josain tapauksessa suuronnettomuus voi vaurioittaa kaukolämpöverkkoa tai lämpökeskuksia. Myös hyvin vakava ja vaarallisesti leviävä tartuntatauti voi olla vaikutuksiltaan suuronnettomuuteen verrattava.

## 5.2 Taloudellinen kriisi

Taloudellisen kriisin aikana on pulaa kaukolämpöyhtiön toimintaan tarvittavista hyödykkeistä. Polttoaineiden saanti voi vaikeutua, erityisesti tuontipolttoaineiden kohdalla. Myös varaosista tai sähköstä voi olla pulaa. Jos kriisi kestää pitkään, voidaan joutua vaihtamaan polttoaineita tai turvautumaan säännöstelyyn huippukuormatilanteissa.

Taloudellinen kriisi voi vaikuttaa myös niin, että teollisuusyritykset eivät saa raaka-aineita, tai niiden tuotteita ei saada myytyä. Tällaisen yritykset voivat olla merkittäviä kaukolämmön kuluttajia ja niiden toiminnan keskeytyminen voi vähentää tehontarvetta ja säästää polttoaineita. Toisaalta tämä vähentää kaukolämpöyrityksen tuloja. Öljyn tai kaasun kulutus voi kasvaa minimikuormilla, koska päälämmöntuotantokeskusta ei ole mitoitettu hyvin pienille kuormille.

## 5.3 Sodan uhka

Sodan uhkatilanteessa yhteiskunnan resursseja aletaan suunnata maanpuolustukseen. On varauduttava saman kaltaisiin ongelmiin kuin suuronnettomuuden ja taloudellisen kriisin tapauksissa.

Lisäksi on olemassa sabotaasin vaara. Sabotaasi voi kohdistua sähköverkkoihin, öljyn jalostus- ja toimitusketjuihin, tieto- ja viestintäverkkoihin, tai kaukolämpöverkkoon ja -laitoksiin. Yhteiskunnan toimivuuden kannalta tärkeitä kohteita ja infrastruktuuria joudutaan suojaamaan mahdollisuuksien mukaan.

## 5.4 Sota ja sen jälkitila

Aseellisen hyökkäyksen kohdistuessa Suomeen maan voimavarat suunnataan ensisijaisesti maanpuolustukseen (Puolustusneuvosto 1999, 59). Kaukolämpöyrityksen ja sille palveluita tuottavien yritysten työntekijöitä voidaan kutsua asepalvelukseen. Tämä huonontaa lämpökeskusten ja verkon normaaliin toimintaan vaadittavien kuljetus- kunnossapito- ja korjauspalveluiden saatavuutta. Lisäksi tilanne lisää kaukolämpöyrityksen omien työntekijöiden työtaakkaa, ottaen huomioon mahdollisesti laajentuneen työnku- van sekä uuden henkilöstön kouluttamisen tarpeen.

Käytännössä kaiken yrityksen toiminnassa vaadittavan materiaalin saatavuus heikenee sotatilanteessa. Raakaöljypohjaisia polttoaineita varataan maanpuolustuksen käyttöön ja öljyä ei välttämättä tuoda maahan. Metsä- ja turvepolttoaineita on edelleen saatavilla, mutta niiden hankintaan ja kuljetuksiin ei ole käytössä kaikkea rauhan ajan työvoimaa ja kalustoa. Maahantuonti- ja tuotanto- ja kuljetusvaikeudet haittaavat myös varaosien ja muiden tarvittavien tarvikkeiden saantia. Tästä syystä lievätkin häiriötilanteet voivat olla sodan aikana hankalia. Sotatilanteessa on olemassa myös esimerkiksi sähköverkkoon, polttoaineen toimitusketjuun, tai muuhun yhteiskunnan kannalta kriittiseen kohteeseen kohdistuvan strategisen iskun ja sabotaasin vaara (Puolustusneuvosto 1999, 55).

Kaukolämpöyhtiö voi varautua sotaan lähinnä henkilövarauksin, ajoneuvovarauksin ja polttoainevarastoin. Henkilövarauksilla pidetään huoli, että kaukolämpöyhtiön käyttöön jää riittävä määrä henkilökuntaa ja ajoneuvovarauksilla henkilökunnan pakollinen liikkuminen. Polttoainevarastoilla toiminnan jatkuvuus polttoaineen toimituskatkosten aikana. Kaukolämpöyhtiön ja sen asiakkaiden on varauduttava lämmön toimituskatkoksiin ja säännöstelyyn. Sodan jälkitilassa on samoja piirteitä kuin muissa poikkeusolotilanteissa.

## 6 VARAUTUMISSUUNNITELMAN LAATIMISPROSESSI

Varautumissuunnitelma tehtiin huoltovarmuusorganisaation laatimalle kaukolämpöyri-tyksen varautumissuunnitelmapohjalle. Varautumissuunnitelman sisällön laajuus rajattiin kyseisen pohjan mukaan. Näin pystyttiin pitämään työmäärä kohtuullisena, kuitenkin jättämättä pois yleisesti tärkeäksi katsottuja asioita.

### 6.1 Työn aloitus

Työ aloitettiin käymällä huoltovarmuusorganisaation pohja kohta kohdalta läpi ja luomalla lista VSV-Energian henkilökunnalta kysyttävistä asioista. Tiedossa olevat asiat täydennettiin suunnitelmapohjalle heti, ja suunnitelmaa täydennettiin sitä mukaa, kun asioita saatiin selville.

### 6.2 Tiedonhaku ja varautumissuunnitelman kirjoittaminen.

Osan varautumissuunnitelman sisällöstä pystyin laatimaan hakemalla tietoa itsenäisesti. VSV-Energia pitää dokumenttejaan M-Files - tiedonhallintajärjestelmässä, johon pääsee käsiksi VSV-Energian omasta tietoverkosta. Työskentely tapahtui kotoa VPN-yhteyttä käyttäen. Siihen tarkoitukseen oli käytössä VSV-Energian tietokone, jolla pääsin lukemaan tiedostoja M-Filesistä.

Varautumissuunnitelman kohdat, joihin ei ollut valmista vastausta, täydennettiin VSV-Energian henkilökunnan, Uudenkaupungin kriisijohtoryhmän ja Huoltovarmuuskeskuksen avustuksella. Tiedonhakua tehtiin koko ajan samanaikaisesti varautumissuunnitelmaa kirjoitettaessa, eikä työssä ollut erillisiä tiedonhaku- ja kirjoitusvaiheita.

### 6.3 Varautumissuunnitelman tekeminen valmiiksi ja lopetus.

Varautumissuunnitelman ollessa lähes valmis se lähetettiin VSV-Energia Oy:n henkilökunnalle luettavaksi ja tarkistettavaksi. Sieltä saatujen kommenttien ja palautteen perusteella varautumissuunnitelmaa täydennettiin ja korjattiin. Lopuksi siihen liitettiin tarvittavat liitteet ja se ladattiin M-Filesiin.



## 7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli varautumissuunnitelman laadinta ja VSV-Energia Oy:n varautumisen tason selvittäminen. Työ vei selvästi odotettua kauemmin, sillä varautumisen eri osa-alueisiin liittyi monia kysymyksiä, joita ei ollut ennen käsitelty yrityksessä. Suunnitelma saatiin kuitenkin valmiiksi. Se vastaa varautumisen keskeisiin kysymyksiin ja kuvaa toimeksiantajan tämän hetkistä varautumista yksityiskohtaisesti ja rehellisesti.

Itselleni aihe oli uusi ja se auttoi ymmärtämään kaukolämpöverkon tekniikkaa ja koko kokonaisuutta varautumisen ja toimintavarmuuden näkökulmasta. Tämän lisäksi se pakotti ajattelemaan ja oppimaan syy-seuraussuhteita maailmalla tapahtuvien ilmiöiden ja energiajärjestelmien toimintavarmuuden välillä.

Monia uusia asioita tuli pohdittua VSV-Energia Oy:n henkilökunnan kanssa, minkä seurauksena uskon kaikilla osapuolilla olevan entistä parempi käsitys VSV-Energia Oy:n varautumisen tasosta ja sen vahvuuksista ja heikkouksista. Erityisesti heikkouksien tunnistaminen on tärkeää, sillä se voi auttaa varautumisen kehittämistä jatkossa. Varautumisen näkökulmasta hyvä toimintatapa VSV-Energia Oy:lle olisi jatkossa se, että varautumissuunnitelmaa päivitetäisiin säännöllisesti ja varautumista kehitettäisi jatkuvasti sen mukaan, missä huomataan suurimpia riskejä.

## LÄHTEET

Alakangas, E; Hurskainen, M; Laatikainen-Luntama, J & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT. Sivut 13, 66, 81-85, 95-96, 109-115, 171, 180. Saatavilla: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>

Energiateollisuus ry 2019. Miten kaukolämpö toimii? Viitattu 2.5.2019 Saatavilla: <https://kaukolampo.fi/miten-kaukolampo-toimii/>

Energiateollisuus ry 2018a. Kaukolämmön asiakkuus. Viitattu 17.10.2018 Saatavilla: [https://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/asiakkaat/kaukolammon\\_asiakkuus](https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/asiakkaat/kaukolammon_asiakkuus)

Energiateollisuus ry 2018b. Hukkalämpöjä ostetaan – kaikki käy. Energiautiset. Viitattu 2.5.2019. Saatavilla: <https://www.energiautiset.fi/uutiset/hukkalampoja-ostetaan-e2-80-94-kaikki-kay.html>

Energiateollisuus ry 2017. Kaukolämpötilasto 2017. [https://energia.fi/files/2949/Kaukolampotilasto\\_2017.pdf](https://energia.fi/files/2949/Kaukolampotilasto_2017.pdf)

Gasum Oy 2019. Biokaasu osana kiertotaloutta. Viitattu 2.5.2019. Saatavilla: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/>

Gasum Oy 2019. Maakaasun siirtoverkosto suomessa. Viitattu 2.5.2019. Saatavilla: <https://www.gasum.com/kaasusta/suomen-kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>

Juntura, R. 2016. Lämmöntuotantolaitosten optimointi eri ajotilanteissa. Sivu 45. Saatavilla: <https://www.theseus.fi/handle/10024/106374>

Karttunen, V.; Vanhanen, J., Ryyänen E.; Raivio, T. & Larvus, L. 2014. Kaukolämpöyhtiöiden varautuminen suurhäiriöihin. Gaia Consulting Oy. Sivu 3

Laki tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista. 1994/1070. Annettu Helsingissä 28.11.1994. Saatavilla sähköisesti: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19941070#a1070-1994>

Leino, R. 2017. Hukkalämmön hyödyntäminen on hyvin tuottavaa – silti lämpöä menee harakoille jopa 30 ydinvoimalan vuosituotannon verran. Tekniikka&Talous. Saatavilla: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/hukkalammon-hyodyntaminen-on-hyvin-tuottavaa-silti-lampoa-menee-harakoille-jopa-30-ydinvoimalan-vuosituotannon-verran-6679088>

Leinonen, A. 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. VTT. Sivut 17-21 Saatavilla: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/t2550.pdf>

LUKE. Biomassa-atlas. Viitattu 2.5.2019. Saatavilla: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/biomassojen-kuvaukset/pelto/>

Luukko, K. 2018. Mikä ihmeen SMR? Helen Oy. Viitattu 2.5.2019. Saatavilla: <https://www.helen.fi/yritys/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2018/smr/>

Pero, J. 2016. Kaukolämpöliiketoiminnan kehittäminen mäntsälän sähkö osakeyhtiössä. Sivut 82-84. Saatavilla: [http://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/123395/diplomityo\\_pero\\_juha.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/123395/diplomityo_pero_juha.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Puolustusneuvosto 1999. Varautuminen yhteiskunnan häiriötilanteisiin ja poikkeusoloihin. Sivut 27, 59. Saatavilla: [https://www.defmin.fi/files/349/675\\_varautuminen.pdf](https://www.defmin.fi/files/349/675_varautuminen.pdf)

Suomen lämpöpumppuyhdistys 2012. COP COP – tosi on? Viitattu 15.5.2019. Saatavilla: [https://www.sulpu.fi/uutiset/-/asset\\_publisher/WD1ExS3CMra3/content/cop-cop-tosi-o-1](https://www.sulpu.fi/uutiset/-/asset_publisher/WD1ExS3CMra3/content/cop-cop-tosi-o-1)

Vakka-Suomen Voima Oy. Tietoa meistä. viitattu 12.3.2018. Saatavilla: <https://www.vsv.fi/tietoa-meista>

Vakka-Suomen Voima Oy. VSV-Energia Oy. viitattu 7.1.2019. Saatavilla: <https://www.vsv.fi/vsv-energia-oy>

Valmet 2019. First LignoBoost plants producing large volumes of kraft lignin to the market place. Viitattu 3.5.2019. Saatavilla: <https://www.valmet.com/media/articles/up-and-running/new-technology/PEERS1stLignoBoostPlants/>

VALOR Partners Oy 2016. Suuret lämpöpumput kaukolämpöjärjestelmissä. Sivut 15, 23-28. Viitattu 25.1.2019. Julkaissut Energiateollisuus ry. Saatavilla: [https://energia.fi/ajankoh-taista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/suuret\\_lampopumput\\_kaukolampojarjestelmassa\\_-\\_tutkimushanke.html](https://energia.fi/ajankoh-taista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/suuret_lampopumput_kaukolampojarjestelmassa_-_tutkimushanke.html)

Vesala, T.; Haila, Y; Korppi-Tommola, J.; Kulmala, L; Lohila, A.; Raivonen, M.; Ruuhijärvi, R. & Savolainen, I.2010. Turpeen energiakäytön hyödyt ja haitat. Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia. Saatavilla: <https://www.acadsci.fi/kannanottoja/turpeenenergiakaytto.pdf>

## **Varautumissuunnitelma**

Sisältää 23 sivua ja 9 liitettä.

Salattu