



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Toni Penttilä

# LÄMPÖLAITOKSEN HUOLTOSUUNNITEL- MAN LAATIMINEN JA SEN RAPORTOINTI

Tekniikka  
2021

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Toni Penttilä
Opinnäytetyön nimi	Lämpölaitoksen huoltosuunnitelman laatiminen ja sen raportointi
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	27 + 2 liitettä
Ohjaaja	Jani Leppämäki

---

Tämä työ on tehty Vaasan Kuljetuskanavat Oy:lle lämpölaitosten kausihuoltojen kirjallisen ohjeen tarpeeseen. Tällä hetkellä huollot perustuvat tarkastuspöytäkirjaan ja huoltohenkilöstön ammattitaitoon mutta mitään kirjallista ohjetta ei ole. Ohjetta on tarkoitus käyttää huoltojen apuvälineenä mutta myös laitosten markkinoituvaiheessa, koska se kertoo asiakkaalle siitä, että yritys on varustautunut laitoksen rakentamisen jälkeen myös sen kunnossapitoon.

Työn kirjallisessa osiossa on käyty läpi kaukolämmön ja lämpölaitosten toimintaa sekä kunnossapidon merkitystä. Tietolähteenä näihin on käytetty alan ammattilaisten kirjoittamia kirjoja sekä verkosta huolellisesti valittujen lähteiden laatimia tilastoja.

Huolto-ohjeen tarkoitus ei ole korvata kokeneen ammattilaisen arviointikykyä ja kokemusta, vaan se antaa suurpiirteisen kuvauksen huollon eri vaiheista. Yksityiskohtaista huolto-ohjetta, joka sopisi kaikille lämpölaitoksille olisi lähes mahdotonta laatia, koska jokainen laitos suunnitellaan asiakaskohtaisesti ja niissä on eroja komponenttien toimittajissa sekä toteutuksessa. Tarkastuspöytäkirjan päivitetty versio kertoo asiakkaalle, huoltohenkilökunnalle sekä tuotekehitystiimille tarkempaa tietoa laitoksen kunnosta ja tarvittavista toimenpiteistä.

---

Avainsanat	lämpölaitos, kaukolämpö	kausihuolto,	huoltosuunnitelma,
------------	----------------------------	--------------	--------------------

## ABSTRACT

Author	Toni Penttilä
Title	Creation and documentation of a Service Program for a Heat Power Plant
Year	2021
Language	Finnish
Pages	27 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Jani Leppämäki

---

This thesis was made for Vaasan Kuljetuskanavat Oy to the need of written service guide for heat power plants. Currently the seasonal services rely completely on the inspection record and the knowledge of the service staff. The service guide is meant to be used as a help tool in the services but also in the marketing phase because it shows the customer that the company is prepared for the upkeep of the plant after building it.

On the theoretic part of the thesis the principles of district heating and heat power plants were studied and the significance of proper upkeep. Used sources were books and internet sources written by highly educated professionals in the industry.

The purpose of the service guide is not to replace the estimation ability and the experience of a professional but to give a rough description of the services steps. A detailed service guide that can be used in all the plants is not possible to make because each plant is designed and manufactured for each customer uniquely. The updated version of the inspection record gives more information not only to the customer but also to the maintenance team and the R&D team of the company about the component's lifespans.

---

Keywords                      service program, seasonal service, heat power plant, district heating

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	TERMISTÖÄ.....	9
	2.1 Kunnossapito.....	9
	2.2 Huoltosuunnitelma .....	9
	2.3 Käyttövarmuus.....	9
	2.4 Korjaus .....	9
	2.5 Kausihuolto .....	9
	2.6 Elinkaari.....	9
3	KAUSIHUOLTOJEN NYKYTILA .....	10
4	KAUKOLÄMPÖ .....	11
5	LÄMPÖLAITOKSET.....	13
	5.1 Lämpölaitoksen komponentit.....	13
	5.2 Lämpölaitoksen toiminta .....	14
	5.3 Polttoaineet .....	14
	5.3.1 Biopolttoaineet .....	15
	5.3.2 Fossiiliset polttoaineet .....	15
6	KUNNOSSAPITO .....	17
	6.1 Yleistietoa kunnossapidosta .....	17
	6.2 Kunnossapito liiketoiminnassa .....	18
	6.3 Kunnossapito Vaasan Kuljetuskanavilla.....	18
7	HUOLTO-OHJEEN LAATIMISPROSESSI .....	20
	7.1 Ennen työn alkua .....	20
	7.2 Työn aloitus.....	20
	7.3 Huolto-ohjeen laatiminen.....	21
8	HUOLTO-OHJEEN JA TARKISTUSPÖYTÄKIRJAN ARVIOINTI.....	22

8.1	Savu ja kiertokaasupuhaltimien huolto .....	23
8.1.1	Akselin linjaus (ei remmivetoisissa) .....	24
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA ARVIOINTI.....	25
9.1	Luotettavuus .....	25
9.2	Käyttökelpoisuus.....	25
9.3	Siirrettävyys .....	26
9.4	Johtopäätökset .....	26
9.5	Kehitysehdotukset .....	26
	LÄHTEET .....	28

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Yksinkertaistettu kaavio kaukolämmön toimintaperiaatteesta .....	11
<b>Kuva 2.</b> Lämpölaitoksen toiminta tiivistetysti.....	14
<b>Kuva 3.</b> Polttoaineiden jakauma kaukolämmössä vuosien varrella. ....	16
<b>Kuva 4.</b> Polttoaineiden jakauma vuonna 2019 .....	16
<b>Kuva 5.</b> Kytkimen linjaus .....	24

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitosten huolto-ohje (salattu)

**LIITE 2.** Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitosten tarkastuspöytäkirja (salattu)

## 1 JOHDANTO

Tämä työ on toteutettu Vaasan Kuljetuskanavat Oy:n toimeksiantona lämpölaitoksen kirjallisen huoltosuunnitelman tarpeeseen ja sen raportoinnin selkeyttämiseen.

Vaasan Kuljetuskanavat Oy on vuonna 1988 perustettu Mustasaaren Lintuvuorella sijaitseva yritys, joka aloitti liiketoimintansa valmistamalla purunpoistokanavia ja on siitä laajentanut toimintaansa vaihe kerrallaan lämmön- ja höyrytuotannon eri vaiheisiin. Nykyään yritys valmistaa purunpoistojärjestelmien ja materiaalin käsittely- ja siirtojärjestelmien lisäksi kokonaisia lämpö- ja höyryntuottolaitoksia. Tällä hetkellä lämpölaitoksia on yli 20 eri puolilla Suomea ja ne toimivat pääosin miehittämättöminä pitkälle kehitetyn automatiikan ansiosta.

Automaatiosta on hyötyä vain, jos se toimii ongelmitta, joten huolellisesti tehdyt huollot ovat olennaisessa osassa laitoksen käyttövarmuudessa ja -mukavuudessa. Huolellisen huollon perusteena on hyvin tehty huoltosuunnitelma. Tässä työssä suunnitelman tarkoitus ei ollut ohjeistaa jokaista työvaihetta yksityiskohtaisesti vaan kertoa suurpiirteisemmin huollon eri vaiheet, jolloin pienemmänkin kokemuksen omaavat työntekijät pystyvät suorittamaan vuosihuollon laitoksille. Laitoksia on myös räätälöity asiakkaiden tarpeiden ja halujen mukaan niin erilaisiksi, että yhden kaikkiin laitoksiin sopivan yksityiskohtaisen huolto-ohjeen laatiminen ei olisi ollut mahdollista.

Yksityiskohtainen raportti huollosta auttaa seuraavan huollon tekemistä ja mahdollisten ongelmien paikantamista. Niitä voidaan käyttää myös tuotekehityksessä ja tulevien laitosten suunnittelussa, mikäli samat ongelmat toistuvat vuosi toisensa jälkeen tietyn tyyppisissä laitoksissa. Hyvin laadittu raportti on myös osoitus asiakkaalle huolellisesti tehdystä työstä.



## **2 TERMISTÖÄ**

### **2.1 Kunnossapito**

Kaikki toimenpiteet, jotka tehdään koneelle sen elinjakson aikana sen toimintakyvyn ylläpitämiseksi.

### **2.2 Huoltosuunnitelma**

Kokoelma, jossa on dokumentoitu ja jäsennelty kunnossapitoon kuuluvat tehtävät ja niiden menetelmäkuvaukset.

### **2.3 Käyttövarmuus**

Koneen toimintakyky vaaditussa tilanteessa.

### **2.4 Korjaus**

Toimenpide, jolla viallinen kohde palautetaan toimintakykyiseksi

### **2.5 Kausihuolto**

Huoltotoimenpide, joka suoritetaan kerran tietyn ennalta määrätyn aikavälin välein.

### **2.6 Elinkaari**

Kaikki tuotteen läpikäymät vaiheet, jotka alkavat määrittelystä ja loppuvat käytöstä poistamiseen.

### 3 KAUSIHUOLTOJEN NYKYTILA

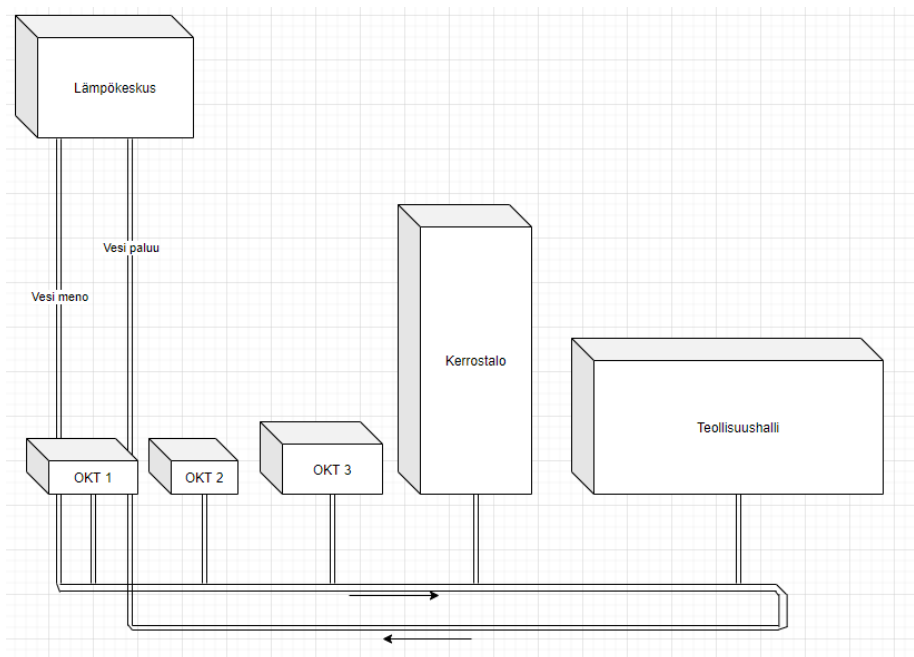
Aiemmin Vaasan Kuljetuskanavilla ei ole mitään kirjallista tietoa huollon toteuttamisesta, vaan huollot ovat perustuneet tarkastuspöytäkirjaan ja työntekijöiden kokemukseen ja ammattitaitoon. Nykyisessä tarkastuspöytäkirjassa on listattuna huollon vaiheet ja huolto on suoritettu rasti ruutuun periaatteella ja mahdolliset huomioitavat asiat viereen. Tämä on sinällään toimiva ratkaisu, kun työntekijä on kokenut ammattilainen ja tietää miten jokainen vaihe suoritetaan, mutta se ei anna vähemmän kokeneelle työntekijälle riittävästi informaatiota huollon suorittamiseen, eikä se kerro asiakkaalle juurikaan muuta kuin että huolto on suoritettu.

Lämpölaitoksen täytyy olla toimintavarma, koska sen mennessä epäkuntoon väärellä hetkellä, voi kokonainen kunta olla vailla lämmitystä kovilla talvipakkasilla. Tästä syystä asiakas haluaa jo ostopäätöksessään olla varma siitä, että laitos on laadukas ja sitä huolletaan tarpeiden mukaisesti. Ilman varsinaista huoltosuunnitelmaa asiakasta on hyvin vaikea vakuuttaa siitä, että huollot suoritetaan perusteellisesti pelkän tarkastuspöytäkirjan avulla, joten huoltosuunnitelman puuttuminen voi olla ratkaiseva tekijä asiakkaan ostopäätöksessä.

Yrityksen henkilöstö on kokenutta ja ammattitaitoista, joten huolloissa itsessään ei ole ollut moittimista, mutta raportoinnin heikkous on saattanut joissain tapauksissa aiheuttaa ylimääräistä ajelua laitoksen ja tehtaan välillä. Koska laitoksia on laajalla alueella, välimatkat voivat olla suuria ja olennaisten osien puuttuminen saattaa aiheuttaa pitkiäkin odotusaikoja. Laitokset täytyy huoltaa kesällä, joten niiden huoltokausi on suhteellisen lyhyt aika vuodesta. Koska laitoksia on suhteellisen paljon, yksittäiset viivästymiset saattavat kasaantua kesän aikana ja se aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia.

## 4 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on lämmöntuotannon muoto, jossa lämpö tuotetaan yhdessä lämpökeskuksessa ja jaetaan sieltä maanalaisella vesi- tai höyryputki verkostolla asiakkaille. Kaukolämmön asiakaskuntaan kuuluu mm. asuinkiinteistöt, teollisuuskiinteistöt, liikekiinteistöt ja julkiset kiinteistöt.



**Kuva 1.** Yksinkertaistettu kaavio kaukolämmön toimintaperiaatteesta

Kiinteistöjen lämmityksen lisäksi kaukolämmöllä lämmitetään myös käyttövettä. Lämpökeskus voi olla sähköä tuottava voimalaitos, jonka jäähdytyksessä syntynyt hukkalämpö käytetään kaukolämmöksi.<sup>1</sup> Toinen vaihtoehto on puhtaasti kaukolämmön tuotantoa varten rakennettu lämpölaitos kuten Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitokset.

---

<sup>1</sup> Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki. Energiateollisuus ry.

Kaukolämpöjärjestelmän rakentaminen on massiivinen investointi ja sen takia se sopiikin parhaiten tiheästi rakennetuille alueille. Tällaisilla alueilla maksajia on paljon ja verkostoon ei tule pitkiä välimatkoja ilman asiakkaita. Se on kuitenkin asiakkailleen helppokäyttöinen ja toimintavarma vaihtoehto ja ensimmäisen investoinnin jälkeen käyttökustannukset ovat suhteellisen pienet. Asiakkaan ei tarvitse huolehtia polttoaineesta tai laitteistojen huoltamisesta, vaan niistä huolehtii koulutuksen saaneet ja sitä työkseen tekevät tahot.

Vuonna 2018 kaukolämmön markkinaosuus koko Suomen asuin- ja palvelurakennusten lämmityksessä oli 46 % kun toiseksi suurin lämmitysmuoto oli sähkö, jonka markkinaosuus oli vain 17 %. Vuonna 2019 kaukolämmön markkinaosuus uudisrakennuksissa oli noin 57 %. Kerrostaloista osuus oli jopa 95 % mutta erillisissä pientaloissa kaukolämmön osuus oli vain 11 %.<sup>2</sup> Tämä on kuitenkin järkeen käyvää koska yksittäisen omakotitalon liittäminen kaukolämpöverkostoon on suhteessa huomattavasti kalliimpaa asukasta kohden kuin kerrostalon, joka luultavasti rakennetaan sellaiselle alueelle, johon kaukolämpöverkko on jo pääosin rakennettu.

---

<sup>2</sup> Energiavuosi 2019 Kaukolämpö, Energiateollisuus ry, Viitattu 3.3.2021. [https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019\\_Kaukolampo\\_MEDIKUVAT\\_20200120.pdf](https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019_Kaukolampo_MEDIKUVAT_20200120.pdf).

## 5 LÄMPÖLAITOKSET

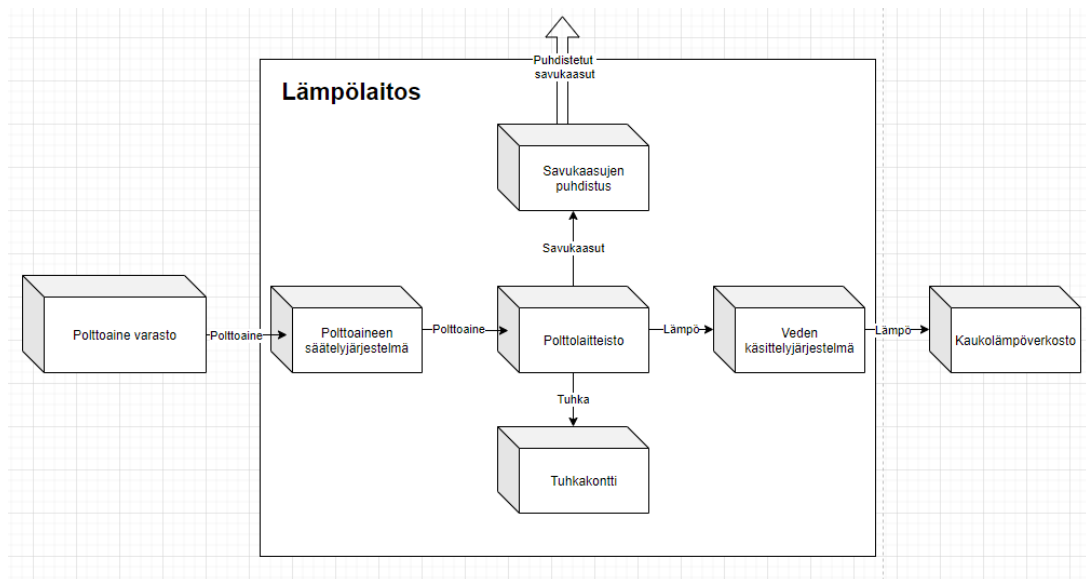
Lämpölaitos on kaukolämmitysjärjestelmän sydän. Laitoksessa tuotetaan lämpö polttoainetta polttamalla ja vesi tai höyry pumpataan sieltä eteenpäin kaukolämpö verkostoon. Laitoksen sijainti on tärkeä huomioida jo verkostoa suunniteltaessa koska jos se on liian kaukana verkostosta, syntyy suuria lämpöhäviöitä. Sijainnin on kuitenkin oltava helppopääsyinen, koska sinne tuodaan rakennusvaiheessa suuria materiaalikuljetuksia ja käytön aikana polttoainekuormia. Hyvästä savukaasusuodatinjärjestelmästä huolimatta laitos aiheuttaa savukaasuja, joten sijainnin ei kannata olla ihan asutuksen keskellä.

### 5.1 Lämpölaitoksen komponentit

Lämpölaitos koostuu polttoainevarastosta, polttoaineen kuljetus- ja säännöstelylaitteista, polttolaitteesta, tuhkanpoisto järjestelmästä, savukaasujen puhdistusjärjestelmästä, veden käsittelyjärjestelmästä eli kattilasta, paisuntasäiliöstä, pumpuista ja putkista sekä sähkö- ja automaatiolaitteista, joiden määrä vaihtelee laitoksen nykyaikaisuuden ja automaatiotason perusteella.

Nykyaikaiset lämpölaitokset toimivat hyvin pitkälti miehittämättöminä, eli niillä ei ole muita varsinaisia työntekijöitä kuin valvoja, joka seuraa laitoksen toimintaa valvomosta tai etäyhteydellä muutaman kerran päivässä. Välillisesti ne työllistävät kuitenkin mm. polttoaineiden hankinnan, kunnossapidon ja suunnittelun kautta tuhansia henkilöitä eri aloilla.

## 5.2 Lämpölaitoksen toiminta



**Kuva 2.** Lämpölaitoksen toiminta tiivistetysti

Polttoainevarasto on yleensä laitoksen pihapiirissä sijaitseva erillinen hallirakennus, josta polttoaine tuodaan varaston ja laitoksen välisellä kuljettimella itse laitokseen. Moderneissa lämpölaitoksissa on paljon erilaisia antureita mittaamassa mm. lämpötiloja, materiaalivirtaa ja komponenttien liikkuvuutta. Näiden anturien avulla laitos osaa määrittää polttoaineen tarvetta ja säätelee sen syöttöä.

Polttoaine palaa polttolaitteistossa ja palaminen lämmittää kattilassa olevaa vettä, joka pumpataan kaukolämpöverkostoon. Palamisesta aiheutuvat savukaasut suodatetaan ja tuhkat kerätään jäädyttämisen jälkeen tuhkakonttiin, joka tyhjätyään säännöllisin väliajoin.

## 5.3 Polttoaineet

Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitokset käyttävät bioperäisiä polttoaineita pääpolttoaineinaan, mutta niissä voidaan varapolttoaineena käyttää myös fossiilisia

polttoaineita. Laitosten hyötysuhde on yleensä yli 90 % ja edistyksellisen savukaasusuodatin järjestelmän ansiosta niiden päästöt alittavat viranomaisten asettamat rajat reilusti.<sup>3</sup>

### **5.3.1 Biopolttoaineet**

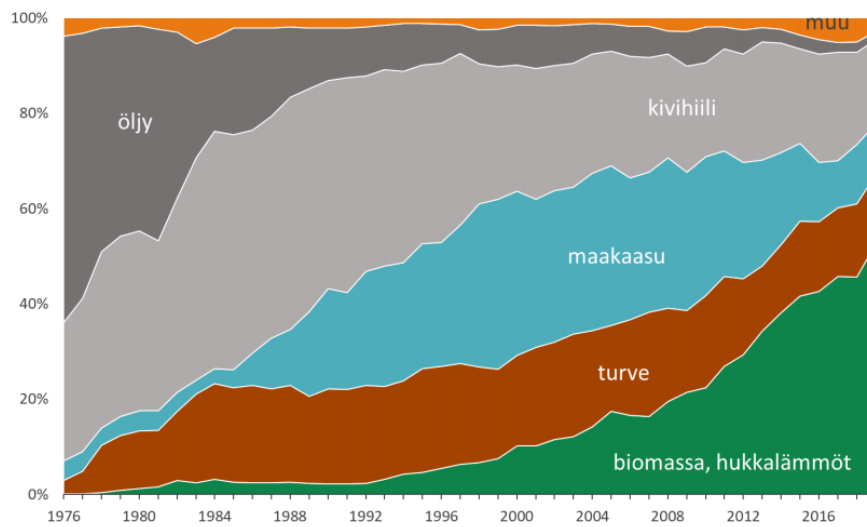
Biopolttoaineet ovat kasvipерäisiä biomassoista tuotettuja polttoaineita. Niitä ovat mm. turve, kauran kuori tai puu eri muodoissa kuten hake, puupöly, puun kuori tai kierrätyspuu. Niiden saatavuus on hyvä ja niiden käytöllä on Suomessa työllistävä vaikutus. Biopolttoaineiden osuus lämmöntuotannossa on kasvanut viime vuosikymmeninä hurjaa vauhtia ja tähän syynä on ollut uudet ilmastostandardit päästöjen osalta sekä huoli fossiilisten polttoaineiden saatavuudesta.

### **5.3.2 Fossiiliset polttoaineet**

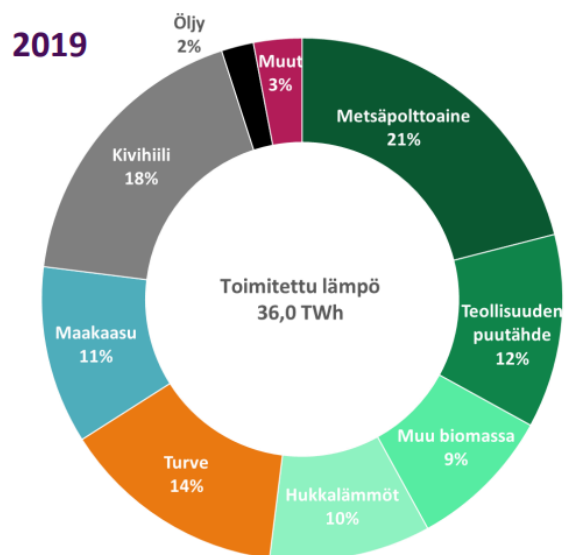
Fossiiliset polttoaineet ovat muodostuneet maan sisälle kymmenien ja satojen vuosituhansien aikana mm. raakaöljyn, maakaasun ja kivihiilen muodoissa. Niiden avulla ihmisten teknologia on kehittynyt viimeisen kahdensadan vuoden aikana hurjaa vauhtia mutta vasta viimeisten vuosikymmenien aikana on alettua huomata seuraamuksia pintaa syvemmillä. Suuret päästöt ja hupenevat raakaöljyvarat ovat saaneet kehittyneemmät maat siirtymään fossiilisista polttoaineista koko ajan enemmän uusiutuviin polttoaineisiin.

---

<sup>3</sup> Kuljetuskanavat Oy. Lämpölaitokset. Viitattu 22.3.2021. <https://www.kuljetuskanavat.fi/ratkaisut/lampolaitokset>



Kuva 3. Polttoaineiden jakauma kaukolämmössä vuosien varrella.<sup>4</sup>



Kuva 4. Polttoaineiden jakauma vuonna 2019<sup>5</sup>

<sup>4,5</sup> Energiavuosi 2019 Kaukolämpö, Energiateollisuus ry, Viitattu 3.3.2021. [https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019\\_Kaukolampo\\_MEDIKUVAT\\_20200120.pdf](https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019_Kaukolampo_MEDIKUVAT_20200120.pdf).



## 6 KUNNOSSAPITO

### 6.1 Yleistietoa kunnossapidosta

Kunnossapidolla eli huolloilla ylläpidetään lämpölaitoksen toimintavarmuutta käyttökauden aikana. Normaaleissa konepajoissa kunnossapidon puutteellisuus aiheuttaa laiterikkoja, joista saattaa aiheutua koko prosessin pysäyttäviä kalliita seisokkeja. Lämpölaitoksen seisokit kovilla talvipakkasilla taas aiheuttavat sen, että jopa tuhannet taloudet saattavat olla vailla lämmitystä.

Kunnossapidon voi luokitella korjaavaan kunnossapitoon ja ehkäisevään kunnossapitoon. Korjaavaan kunnossapitoon lukeutuu välittömät korjaamistoimenpiteet, jotka täytyy suorittaa heti, koska ne aiheuttavat laite seisokin, sekä siirretyt korjaustoimenpiteet, jolloin laite seisokin vaara ei ole suuri ja korjaus voidaan suorittaa sopivampana ajankohtana. Ehkäisevää kunnossapitoa on kuntoon perustuva kunnossapito sekä jaksotettu kunnossapito.<sup>6</sup> Kuntoon perustuva kunnossapito vaatii työntekijän arviointikykyä, koska hän itse arvioi, onko huollettava kohde huollon tarpeessa vai ei. Jaksotettu kunnossapito on aikataulutettua kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettynä aikana. Tähän lukeutuvat mm. tämän opin- näytetyön aiheena olevat kausihuollot, joilla huollettava kohde pyritään pitämään toimintavarmana seuraavaan kausihuoltoon saakka.

Kunnossapitojärjestelmän olennaisia osia ovat tietokannat, ohjedokumentit, valmistaja- ja toimittajatiedot, piirustukset sekä kuvat. Varsinkin nykyaikana tämä kaikki tieto on oikein arkistoituna kannettavien päätelaitteiden ansioista helposti

---

<sup>6</sup> SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. painos. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. 2012. 54 s.

saatavilla, kun sitä tarvitaan. Kannettavat päätelaitteet helpottavat myös huoltojen dokumentointia, koska esimerkiksi kuvien liittäminen raporttiin on suhteellisen vaivatonta.<sup>7</sup>

## 6.2 Kunnossapito liiketoiminnassa

Kunnossapidolla on tuotteen elinkaaren pidentämisen lisäksi merkittävä rooli liiketoiminnassa sekä tuotteiden kannattavuudessa. On huomattavasti halvempaa rasvata laakereita muutaman kerran vuodessa kuin uusia puolet koneen osista muutaman vuoden välein huoltojen laiminlyönnin seurauksena.

Laitevalmistajat tarjoavat usein myös kunnossapitopalveluita tuotteilleen. Niihin voi kuulua vain kausittaiset huollot tai ne voivat olla jatkuvaa etävalvontaa tuotteen kunnosta. Asiakastyytyväisyyden lisäksi laitevalmistajat saavat tuotekehitykselle olennaista tietoa tuotteen ja sen eri osien kestokyvystä sekä heikkouksista. Teknologiateollisuudessa monien laitevalmistajien liikevaihdosta jopa 30–50 % koostuu jälkimarkkinaliiketoiminnasta. Tähän syynä on laitekaupan kova kilpailu, jolloin laitteet myydään pienellä katteella ja voitot tehdään huolto- ja varaosamyynnillä.<sup>8</sup>

## 6.3 Kunnossapito Vaasan Kuljetuskanavilla

Iso osa Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitoksien komponenteista rakennetaan heidän omalla tehtaallaan Mustasaassa. Tämä on yksi heidän myyntivalteistaan, sillä varaosat voidaan tarpeen vaatiessa valmistaa lyhyelläkin aikataululla. Varaosien nopeasta valmistusajasta ei kuitenkaan ole hyötyä, mikäli huoltotiimin ja tehtaan välillä on epäselvyyksiä siitä, mitä komponentteja tai osia huollettavalle

---

<sup>7</sup> Mäkelä, V-M. Tuunanen, J. 2015. Suomalainen Kaukolämmitys. Mikkeli. Tammerprint Oy

<sup>8</sup> Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen K., Lumme, V., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S. & Mäkeläinen R. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Helsinki. KP-Media Oy.

laitokselle tarvitaan. Uuden tarkastuspöytäkirjan tarkoitus onkin parantaa kommunikointia huoltotiimin ja tehtaan välillä. Se toteutettiin käytännössä tarkentamalla huoltotoimenpiteiden kohtia ja lisäämällä dokumentointia huoltojen yhteydessä. Uuteen tarkastuspöytäkirjaan liitetään mm. huollon aikana otettuja valokuvia vaurioituneista komponenteista, jolloin tehtaalla saadaan selkeämpi kuva siitä, mikä osa komponentissa on vaurioitunut ja vaatii uusimista.

Kuljetuskanavien huoltotiimi koostuu henkilöistä, jotka huoltokauden ulkopuolella työskentelevät tehtaalla muissa tehtävissä. Näitä tehtäviä ovat mm. komponenttien valmistus, joten työntekijöille kertyy hyvä ymmärrys laitoksen kokonaisuuden toiminnasta, sekä yksittäisten komponenttien toiminnasta ja vaatimuksista.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Kuljetuskanavat Oy. Asennus-, huolto- ja ylläpitopalvelut. Viitattu 22.3.2021. <https://www.kuljetuskanavat.fi/huolto-ja-yllapitopalvelut>

## **7 HUOLTO-OHJEEN LAATIMISPROSESSI**

### **7.1 Ennen työn alkua**

Huoltosuunnitelman kehittäminen alkoi selvittämällä, mitä yritys suunnitelmalta haluaa. Ensimmäinen kysymysmerkki oli huoltosuunnitelman käyttökohde. Kausihuoltojen selkeyttämisen lisäksi suunnitelmaa on tarkoitus käyttää myös laitosten markkinointivaiheessa. Valmiina oleva huoltosuunnitelma näyttää asiakkaalle, että yritys on sitoutunut laitoksen ylläpitämiseen myös laitoksen valmistumisen jälkeen.

Toinen olennainen asia ennen työn aloittamista oli huoltosuunnitelman laajuus ja yksityiskohtaisuus. Huoltosuunnitelmia on monenlaisia laidasta laitaan. Toiset ovat todella yksityiskohtaisia ja ne kertovat jokaisen työvaiheen tarkasti pulttien kokoa myöden. Toinen ääripää listaa suurpiirteisesti huollettavat laitteet mutta ei anna toimenpiteistä juurikaan tietoa tai opasta niiden tekemistä. Tähän työhön toivottiin suunnitelmaa, joka oli lähempänä suurpiirteistä suunnitelmaa, koska laitokset suunnitellaan tapauskohtaisesti jokaiselle asiakkaalle. Jokaisen laitoksen ollessa hieman erilainen, on mahdotonta laatia niille kaikille sopivaa yksityiskohtaista huoltosuunnitelmaa. Suunnitelman tarkoitus ei muutenkaan ollut tiivistää kokeneen ammattilaisen ammattitaitoa yhteen dokumenttiin vaan antaa ohjeistava yleiskuva huollossa tehtävistä toimenpiteistä.

### **7.2 Työn aloitus**

Varsinainen työn tekeminen aloitettiin perehtymällä ainoaan jo valmiiksi olemassa tarkastuspöytäkirjaan. Siitä sai lähtötietoja lämpölaitos vierailua varten ja se antoi suurpiirteisen kuvan siitä, miten huolto tapahtuu. Tarkastuspöytäkirjaan perehtymisen jälkeen kävimme Vaasan Kuljetuskanavien edustajan kanssa tutustumassa heidän valmistamaansa lämpölaitokseen Maalahdessa. Tutustumiskäynnin tarkoituksena oli perehtyä lähinnä lämpölaitoksen toimintaan ja käydä läpi huollettavia

laitteita mutta ei huoltotoimenpiteitä tarkemmin. Näiden tietojen pohjalta lähdin laatimaan rakennetta huolto-ohjeelle.

### **7.3 Huolto-ohjeen laatiminen**

Kun huolto-ohjeen rakenne oli valmis, pidimme Kuljetuskanavien edustajien kanssa Teams-palaverin, jossa kävimme läpi huoltotoimenpiteet yksitellen. Tarpeiden mukaan lisäsin ohjeeseen uusia kohtia ja päivitin vanhoja. Monet komponenteista on valmistettu Kuljetuskanavien omalla tehtaalla, joten niihin ei ollut valmiina minkäänlaisia huolto-ohjeita ja ainoa tapa hankkia tietoa niiden huolloista oli haastatella henkilöitä, jotka ovat huoltaneet laitoksia työkseen jo vuosia.

Kaikkia komponentteja ei kuitenkaan kannata valmistaa itse vaan niitä ostetaan myös valmistajilta. Ostokomponenteille löytyi usein valmiina mukana tulleet asennus-, käyttö-, ja huolto-ohjeet. Koska samaa komponenttia saattaa eri laitoksissa olla kuitenkin eri valmistajilta, täytyi valmiit ohjeet tiivistää yleispäteviksi siten että niitä pystyy soveltamaan kaikkien laitevalmistajien komponentteihin.

Ensimmäisen raakaversion valmistuttua kävimme uudestaan Maalahden lämpölaitoksella ja tällä kertaa kävimme läpi huollon kaikki kohdat kiinnittäen erityistä huomiota kohtiin, joissa minulla oli jäänyt epäselvyyksiä. Saamillani tiedoilla viimeistelin huolto-ohjeeseen epäselvät kohdat ja pyysin Kuljetuskanavilta palautetta ensimmäisestä versiosta. Palaute ohjeen rakenteesta oli hyvää mutta muutamia yksityiskohtia piti vielä hioa.

Pidimme aiheista vielä yhden läpikäynnin, jossa oli mukana myös huoltoja työkseen tekevä henkilö. Läpikäynnissä viimeistelimme yksityiskohdat huolto-ohjeeseen ja sain tarvittavat tiedot tarkastuspöytäkirjan viimeistelyyn.

## 8 HUOLTO-OHJEEN JA TARKISTUSPÖYTÄKIRJAN ARVIOINTI

Huolto-ohjeesta tuli sellainen, kuin yritys halusi sen olevan. Yksinkertainen dokumentti, jossa käydään huollon kaikki toimenpiteet läpi ilman yksityiskohtaisia selityksiä työvaiheista. Ohje toimii hyvänä tukirankana mutta toimenpiteiden suorittaminen vaatii tekijältään silti kokemusta ja hyvää arviointikykyä.

Uudistetusta tarkastuspöytäkirjasta ilmenee tarkemmat tiedot laitoksen ominaisuuksista kuten kattilatehosta sekä huoltajan ja tilaajan tiedot. Huoltokohtia on myös lisätty, koska vanhan pöytäkirjan kohdat olivat suppeita eikä se huomionnut erilaisia toteutuksia mm. polttoaineen syötössä. Vanhaan tarkastuspöytäkirjaan verrattuna uusi antaa asiakkaalle paremman käsityksen siitä, mitä huollossa on tehty ja miksi näin on tehty. Kattavat tiedot tehdystä huollosta antavat myös yritykselle tärkeää dataa komponenttien elinkaaresta sekä parantavat valmiutta seuraavaa kausihuoltoa ajatellen, mikäli komponenteissa on havaittu esimerkiksi pientä kulumaa, joka ei ole aiheuttanut välittömiä toimenpiteitä.

Päivitettyä tarkastuspöytäkirjaa on tarkoitus täyttää työn tekemisen yhteydessä perinteisesti kynällä, mutta puhtaaksikirjoitus suoritetaan tietokoneella huollon valmistuttua. Tietokoneella täytettyyn tarkastuspöytäkirjaan on helppo liittää huollon aikana otettuja kuvia, jolloin huollon dokumentointi selkeytyy ja sen arkistointi helpottuu. Tarkastuspöytäkirjaan liitetyt valokuvat huoltotoimenpiteitä tai seurantaan tarvitsevista komponenteista parantavat kommunikaatiota huoltotiihin ja tehtaan välillä ja selkeyttävät niitä kohtia, mitkä tarvitsevat seuraavassa kausihuollossa erityistä huomiota.

Laadittu huolto-ohje opastaa huollon jokaisen vaiheen lyhyesti tiivistettynä. Tällä on pyritty parantamaan ohjeen luettavuutta ja selkeyttä. Jokainen lämpölaitoksen huoltoa vaativa komponentti on listattu ohjeeseen pääotsikkona ja kaikki komponenttiin vaikuttavat huoltotoimenpiteet sen alle alaotsikkoina. Tämä helpottaa

komponenttikokonaisuuksien huoltojen hahmottamista sekä työn vaiheiden kulua. Selkeän rakenteen ja sisällysluettelon avulla ohjeen navigointi on helppoa myös huoltotoimenpiteiden ohessa.

Parhaan hyödyn ohjeesta saa, kun sitä lukee samalla kun huoltoa suorittaa. Jokainen vaihe on ohjeistettu niin tiiviisti, ettei sen lukeminen vähennä työn tehokkuutta. Päinvastoin työn tehokkuus paranee, koska huollon vaiheet etenevät systemaattisesti ja työn vaiheet on helppo suorittaa ohjeita seuraamalla. Tarkastuspöytäkirja on laadittu huolto-ohjeen pohjalta, eli senkin järjestys on systemaattinen, joten sen täyttäminen huollon ohella sujuu ongelmitta.

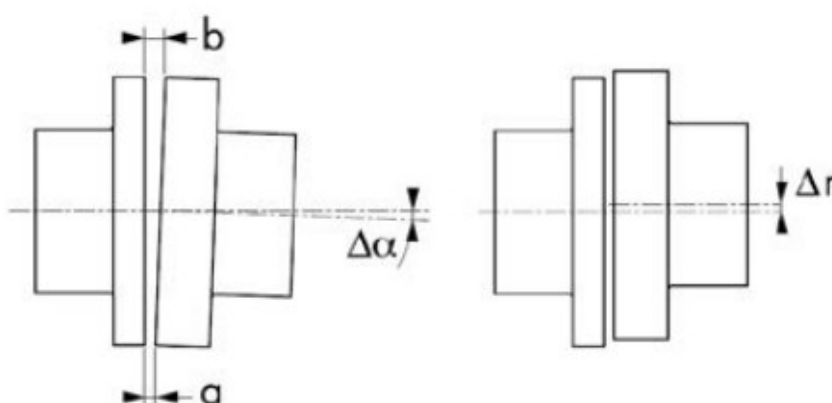
Valitettavasti tämän työn tekemisen ajankohta oli talvella, jolloin kausihuoltoja ei voida suorittaa, joten en päässyt tutustumaan varsinaisiin huoltotoimenpiteisiin. Tästä syystä kaikki informaatio, jota olen työssä käyttänyt, on peräisin Kuljetuskanavien henkilöstön haastatteluista tai ostokomponenttien huolto-ohjeista. Ohjeessa tulee varmasti tulevaisuudessa esiin kohtia, joita täytyy muokata tai lisätä mutta se on hyvänä pohjana tulevaisuuden kehitystä varten. Myös itse lämpölaitoksia kehitetään jatkuvasti ja uusia teknologioita otetaan käyttöön, joten huolto-ohjetta kannattaa päivittää vähintään muutaman vuoden välein joka tapauksessa.

### **8.1 Savu ja kiertokaasupuhaltimien huolto**

Savu- ja kiertokaasupuhaltimien huolto-ohjeen laatimisessa käytin lähteenä Koja Oy:n prosessipuhaltimille laadittua asennus-, käyttö-, ja huolto-ohjetta, koska Vaasan Kuljetuskanavat käyttävät mm. heidän valmistamia puhaltimia ja Kojan huolto-ohje oli helposti ymmärrettävä visuaalisten ohjeiden ja toimenpiteiden selkeän opastuksen ansiosta. Kohdassa 8.1.1 on suora lainaus huolto-ohjeen kohdasta, jossa ohjeistetaan akselien linjaus kytkinkäyttöisissä puhaltimissa.

### 8.1.1 Akselin linjaus (ei remmivetoisissa)

Tarkista kytkimen linjaus. Puhaltimen mukana toimitetusta kytkinvalmistajan ohjeista löydät tarkemmat ohjeet linjauksen tarkistamiseen ja korjaamiseen. Kuvasta 5 löydät Koja Oy:n suosittelemat maksimiarvot kulmapoikkeamalle  $\Delta\alpha$  ja samankeskisyyspoikkeamalle  $\Delta r$  yli 1500 kierroksen minuuttinopeudella.



**Kuva 5.** Kytkimen linjaus<sup>10</sup>

$(b-a) / 100$	$\Delta r$ (mm)
0,06	0,06

<sup>10</sup> Lahtinen, M. 2009. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje Ecofan -Prosessipuhaltimet Sovite 7. Tampere. Koja Oy



## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA ARVIOINTI

### 9.1 Luotettavuus

Paras tapa varmistaa työn luotettavuus on luettaa se taholla, jota se koskee<sup>11</sup>. Työn lukeneet Vaasan Kuljetuskanavien edustajat ovat hyväksyneet sen ja se vastaa heidän tarpeitaan.

Työssä käytetyt kirjalähteet ovat kaikki alansa ammattilaisten kirjoittamia ja ne pe-rehtyvät aiheisiinsa todella yksityiskohtaisesti. Kirjoista otettua tietoa on verrattu muihin samoihin aiheisiin perustuviin tietolähteisiin. Lähteiden valinnassa vertailin mm. teosten julkaisijoiden uskottavuutta ja julkaisuvuotta, koska ala on jatkuvasti kehittyvä ja tilastot muuttuvat nopeasti ympäristöystävällisyyden ollessa yksi ku-luvan aikakauden megatrendeistä.

Myös Vaasan Kuljetuskanavien henkilöstö, joilta sain paljon olennaista tietoa työ-hön liittyen, on todella ammattitaitoista. Heillä on vuosikausien kokemus laitosten ja sen komponenttien suunnittelusta, rakentamisesta ja kunnossapidosta.

### 9.2 Käyttökelpoisuus

Ohje ja tarkastuspöytäkirja on tehty sillä periaatteella, että niitä pystyy käyttä-mään kaikissa Vaasan Kuljetuskanavien lämpölaitoksissa. Tähän tarkoitukseen tehtynä ohje ja tarkastuspöytäkirja ovat erittäin onnistuneita. Tarkastuspöytäkir-jaan on selkeästi merkitty kohdat, jotka pätevät vain tietynlaisiin laitoksiin ja siitä selvenee laitoksen käyttäjälle huollossa ilmenneet puutteet laitoksen perustieto- jen lisäksi.

---

<sup>11</sup> Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä. Suomen yliopistopaino Oy – Juve-nes Print.

Tuotosten varsinaista käyttökelpoisuutta ei pystytä testaamaan koska tämä työ on tehty talvella ja huoltokausi alkaa kesällä. Työ sai kuitenkin positiivista palautetta Vaasan Kuljetuskanavilta ja sen tekemiseen on saatu apua henkilöiltä, jotka tulevaisuudessa käyttävät sitä työssään apuvälineenä, joten se voidaan todeta vähintäänkin hyväksi lähtökohdaksi jatkokehitystä ajatellen.

### **9.3 Siirrettävyys**

Suurin osa huoltotoimenpiteistä kohdistuu Vaasan Kuljetuskanavien itse suunnittelemiin komponentteihin ja tästä syystä työn käytännön osuus onkin julkisuudelta salattua tietoa. Teoriaosuuden tieto kuitenkin on julkisesti saatavilla olevista lähteistä ja se ei sisällä minkään tietyn yrityksen tai laitoksen ominaispiirteitä. Joten siinä olevaa tietoa voidaan käyttää aihetta käsitteleviin asioihin.

### **9.4 Johtopäätökset**

Työn tekeminen oli tarkoitus aloittaa jo syksyllä 2020 mutta meneillään olleesta COVID-19-tilanteesta johtuen, varsinainen aloitus siirtyi tammikuuhun 2021. Vähittäisestä aloituksesta huolimatta aikataulu saatiin kiinni nopeasti ja työn ensimmäiset versiot valmistuivat ajallaan.

Pikavauhtia kehittyvässä maailmassa kehityksen on oltava jatkuvaa ja tuotteiden lisäksi se koskee myös ohjeita ja dokumentteja. Tässä työssä tehtyyn ohjeeseen löytyy varmasti kehityskohtia heti seuraavana kesänä, kun sitä päästään kokeilemaan käytännössä. Ohjeesta ja pöytäkirjasta on kuitenkin jo nyt suuri käytännön hyöty, joten varsinaiset tavoitteet on jo saavutettu.

### **9.5 Kehitysehdotukset**

Kun varsinainen huoltokausi alkaa, huolto-ohjeeseen olisi hyvä lisätä kuvia komponenteista helpottamaan huollettavien osien hahmottamista. Tämän työn tekemisen aikana laitokset olivat käynnissä ja monet huollettavat komponentit suojiensa alla piilossa, joten kuvia ei saatu otettua halutuista kohdista.

Tulevaisuutta ajatellen voisi olla laitoksia suunnitellessa hyvä laatia jokaiselle laitokselle yksilöllinen huoltosuunnitelma sekä tarkastuspöytäkirja. Tällä tyyllillä huoltosuunnitelmasta saisi paljon yksityiskohtaisemman ja selkeämmän. Varsinkin nyt kun on olemassa yksi yleispätevä pohja, laitoskohtaisten suunnitelman kokoaminen onnistuisi suhteessa vähemmällä työmäärällä koska vain vaihtelevien komponenttien huoltokohdat pitäisi laatia uudestaan mutta niitä voisi käyttää myös tulevaisuuden laitoksissa.

## LÄHTEET

Energiavuosi 2019 Kaukolämpö. Energiateollisuus ry. Viitattu 3.3.2021. [https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019\\_Kaukolampo\\_MEDIAKU-VAT\\_20200120.pdf](https://energia.fi/files/4402/Energiavuosi2019_Kaukolampo_MEDIAKU-VAT_20200120.pdf)

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä. Suomen yliopistopaino Oy – Juvenes Print.

Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki. Energiateollisuus ry.

Lahtinen, M. 2009. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje Ecofan -Prosessipuhaltimet Sovite 7. Tampere. Koja Oy

Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen K., Lumme, V., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S. & Mäkeläinen R. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Helsinki. KP-Media Oy.

Mäkelä, V-M. Tuunanen, J. 2015. Suomalainen Kaukolämmitys. Mikkeli. Tammerprint Oy

SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. painos. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. 2012. 54 s.

Vaasan Kuljetuskanavat Oy. Asennus-, huolto- ja ylläpitopalvelut. Viitattu 22.3.2021. <https://www.kuljetuskanavat.fi/huolto-ja-yllapitopalvelut>

Vaasan Kuljetuskanavat Oy. Lämpölaitokset. Viitattu 22.3.2021. <https://www.kuljetuskanavat.fi/ratkaisut/lampolaitokset>