

Arttu Tiusanen

KAUKOLÄMPÖKESKUSTEN PITKÄN- TÄHTÄIMEN HUOLTOSUUNNITELMA

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Seppo Syrjälä
Asko Ellman
Helmikuu 2020

TIIVISTELMÄ

Arttu Tiusanen: Kaukolämpökeskusten pitkántähtäimen huoltosuunnitelma
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Kone- ja tuotantotekniikka
Helmikuu 2020

Tutkimus perustuu kohdeyrityksen tarpeeseen selvittää kaukolämpökeskusten huoltosuunnitelma pitkälle aikavälille. Pää tavoitteena on muodostaa parempi kokonaiskuva eri lämpökeskusten perusparannus ja pieninvestointien tarpeista sekä aikatauluttaa niitä nykyistä paremmin. Aikataulutus tehtiin vuoteen 2030 asti. Lämpökeskusten rooli ja tarve muuttuvat, kun tehdään uusinvestointeja ja poistetaan vanhoja tuotantolaitteita käytöstä. Lämmönkulutus pienenee pitkällä aikavälillä. Samalla kaukolämpöverkon ja pumppausten muutosten avulla on hallittava riskejä nykyistä paremmin. Tarkoituksena on löytää ja helpottaa lämpökeskusten ongelmia sekä tukea uudistusten tekemistä. Tavoitteena on selvittää typpioksidipäästöjen muutosvaatimukset Nekalan lämpölaitoksella sekä jakaa kaukolämpökeskukset vara- ja huippulaitoksiin.

Tutkimusmenetelminä toimivat paikan päällä tehdyt laitoskierrokset ja työntekijöille tehdyt haastattelut. Lähdemateriaaleina toimivat kaukolämpökeskusten huolto- ja korjaushistoriatiedot sekä vuosihuoltopalaveri. Tutkimuksessa käytiin läpi aiheesta kertovaa kirjallisuutta haastatteluiden ja historiatietojen tueksi. Tutkimuksessa valmistettiin pitkän tähtäimen huoltotaulukko, johon kirjattiin ylös tutkimustulokset.

Nekalan kaukolämpölaitoksen typpioksidipäästöjen tulee vähentyä 31,3–43,6 % vuoteen 2023 mennessä. Kaukolämpökeskusten perusparannussuunnitelma muodostui laitosten iän, käyttö-tuntien sekä tärkeyden mukaisesti. Perusparannukset on suunniteltu yksi per vuosi kustannusten jakautumiseksi koko aikajanelle. Tutkimuksen laitoksista yksi kaukolämpölaitos toimii varalaitok-sena ja yksi sekä huippu- että varalaitoksena. Loput kohteista toimivat huippulaitoksina.

Avainsanat: kaukolämpökeskus, perusparannus, huoltosuunnitelma, pieninvestointi, typpioksidipäästö

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Arttu Tiusanen: Long-term maintenance plan for district heating plants
Master's thesis
Tampere University
Mechanical Engineering and Industrial Systems
February 2020

The thesis is based on the need of the target company to solve long-term maintenance plan for district heating plants. The primary aim is to form a better overall picture of different needs for renovations and small investments in district heating plants. These renovations and small investments need to be scheduled better than they are now. The scheduling was done until the year 2030. The role of heating plants and the need for heating plants change when new investments are made, and old production equipment are removed. The heat consumption gets smaller in the long run. At the same time, changes in district heating network and pumping are required to manage risks better than before. The goal is to find problems and ease them in district heating plants. The idea is to support making these renovations also. Second goal is to determine change requirements for nitric oxide emissions in Nekala's heating plant. Third goal is to divide district heating plants in top heating plants and support heating plants.

The research methods were consisted of plant tours on the premises and interviews with the plant workers. Maintenance and repair history data and annual maintenance meeting were used as source of information. Different kind of literature on the subject was used to back up source information. Long-term maintenance table was created for the thesis. Research results were recorded up to this table.

Nitric oxide emissions in Nekala's district heating plant must be reduced 31,3-43,6 % by 2023. The renovation plan for district heating plants is based on plant's age, operating hours and importance in the district heating network. One renovation is budgeted for each year to divide costs for whole timeline. One of the district heating plants is operating as a support heating plant, one is operating as a both top and support heating plant and the rest of the heating plants are operating as a top heating plant.

Keywords: District heating plant, renovation, maintenance plan, small investment, nitric oxide emission

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Tampereen Sähkölaitosta mielenkiintoisesta diplomityöaiheesta. Pystyin vaikuttamaan tutkimuksen sisältöön ja tutkimusmenetelmiin, mikä teki työn kirjoittamisesta mielekästä. Kiitän yritysohjaajaani Timo Heinosta, jolta sain aiheen sekä selkeät ohjeet tutkimuksen tekemiseen.

Haluan kiittää Tampereen Sähkölaitokselta Juha Viitasta, Lasse Laaksosta, Jyri Isokivi-järveä, Harri Koskea, Esa Riihosta, Laura Laaksosta, Jaakko Räsästä, Aki Kuusela ja Ville Viheräkoskea. Heidän ansiostaan sain kerettyä kaiken tarpeellisen tiedon tutkimusta varten.

Lisäksi haluan kiittää ystäviäni ja opettajiani, jotka auttoivat minua opiskeluideni aikana. Erityiskiitos Seppo Syrjälälle sekä Asko Ellmanille tämän työn ohjaamisesta.

Tampereella, 29.2.2020

Arttu Tiusanen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TAUSTA.....	2
2.1 Lämmöntuotanto	2
2.2 Kaukolämpö	4
2.3 Huippu- ja varalämpökeskukset	8
2.4 Kaukolämpökeskusten kunnossapito.....	10
2.5 Päästörajoitukset ja -asetukset.....	14
3. KOHTEET	21
3.1 Nekala.....	21
3.2 Hervanta	25
3.3 Hakametsä.....	28
3.4 Sarankulma.....	30
3.5 Naistenlahti	34
3.6 Rahola	37
3.7 Ratina	39
3.8 Elovainio	42
3.9 Pirkkala	45
4. PITKÄNTÄHTÄIMEN SUUNNITELMA	48
5. YHTEENVETO.....	56
LÄHTEET	58
LIITE A: KAUKOLÄMPÖKESKUKSEN PTS-TAULUKKO.....	60

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Lauhdutus- ja lämmitysvoimalaitosten periaatteellinen kytkinkaavio.</i>	<i>2</i>
Kuva 2.	<i>Sähkön ja lämmön erillis- ja yhteistuotannon vertailu</i>	<i>4</i>
Kuva 3.	<i>Kaukolämmön kulutusvaihtelu kuukausittain Suomessa.....</i>	<i>6</i>
Kuva 4.	<i>Voimalaitoksen savukaasuja</i>	<i>17</i>
Kuva 5.	<i>Hervannan kaukolämpökeskus</i>	<i>25</i>
Kuva 6.	<i>Hakametsän kaukolämpökeskus.....</i>	<i>28</i>
Kuva 7.	<i>Sarankulman kaukolämpökeskus.....</i>	<i>31</i>
Kuva 8.	<i>Raholan kaukolämpökeskus sisältä</i>	<i>37</i>
Kuva 9.	<i>Pirkkalan kaukolämpökeskus</i>	<i>45</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

bar	paine
°C	lämpötila
kg/s	kilogrammaa per sekunti
MW	megawatt
mg/Nm ³	milligrammaa per kuutiometri normaalitilassa
Solax	kunnossapitojärjestelmä
TLJ	automaattinen suojausjärjestelmä
NDT	ainetta rikkomaton testaus
NO _x	typpioksidi
SO _x	rikkioksidi
CO	hiilioksidi

1. JOHDANTO

Työn taustana toimi Tampereen Sähkölaitoksen tarve selvittää kaukolämpölaitoksien yleistä kuntoa ja roolittaa kaukolämpölaitoksia huippu- ja varalämpölaitoksiin. Tampereen Sähkölaitos on vahvasti mukana toiminnassa ilmastonmuutosta vastaan. Tähän liittyen kohdeyritys halusi selvittää Nekalan kaukolämpölaitoksen typpioksidipäästöjen muutostarpeen tulevaisuuden päästörajojen saavuttamiseksi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on muodostaa parempi kokonaiskuva eri lämpökeskusten perusparannus- ja pieninvestointitarpeista sekä aikatauluttaa niitä nykyistä paremmin. Lämpökeskusten rooli ja tarve muuttuvat, kun tehdään uusinvestointeja ja poistetaan vanhoja tuotantolaitteita käytöstä. Lämmönkulutus pienenee pitkällä aikavälillä. Samalla kaukolämpöverkon ja pumppausten muutosten avulla on hallittava riskejä nykyistä paremmin. Tarkoitus on löytää ja helpottaa lämpökeskusten ongelmia sekä tukea uudistusten tekemistä. Tutkimusongelmana on selvittää typpioksidipäästöjen muutostarve Nekalan kaukolämpölaitokselle sekä muodostaa aikataulu kaukolämpökeskusten perusparannuksille ja pieninvestoinneille. Tarkoituksena on myös roolittaa kaukolämpölaitoksia huippu- ja varalämpölaitoksiin.

Työssä tutkitaan yhdeksää Tampereen alueella olevaa kaukolämpökeskusta. Valtaosalle lämpökeskuksista tehtiin laitoskierros, jossa paikan päällä tutkittiin laitteiston kuntoa. Tietoa lämpökeskuksista saatiin työntekijähaastatteluilla ja tutkimalla laitosten huoltohistoriaa Solax-kunnossapitojärjestelmästä. Tutkimuksessa luotiin pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma.

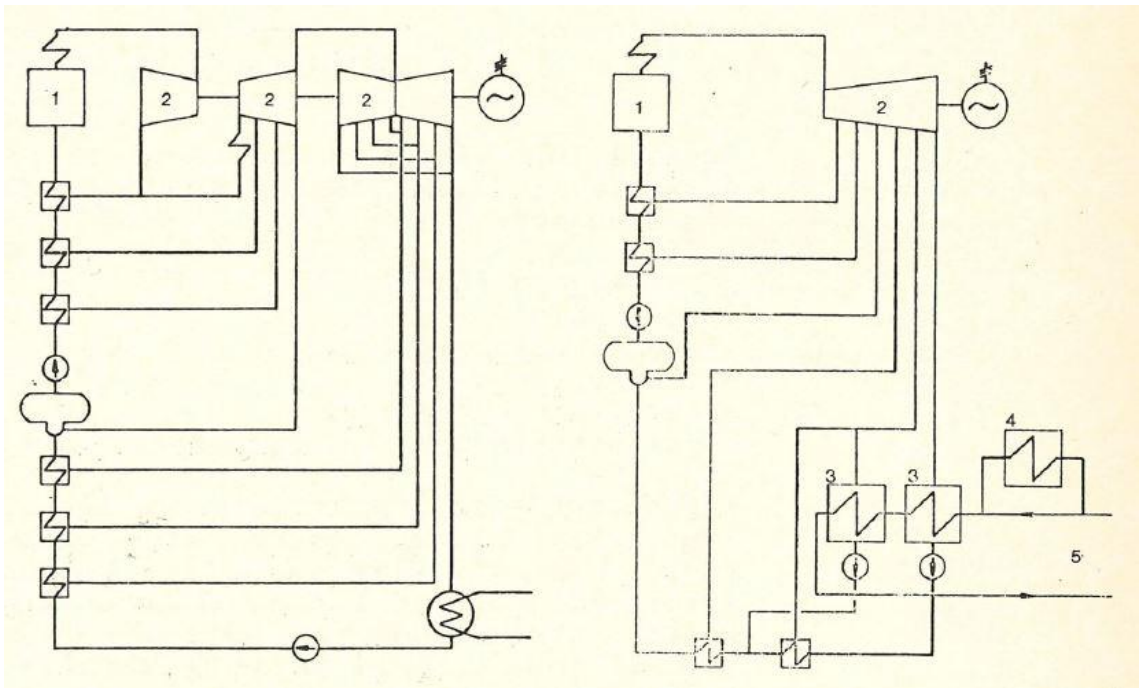
Ensimmäisenä tässä työssä selvitetään taustatietoja kaukolämmöntuotannolle, kaukolämpölaitoksille ja päästörajoituksille. Seuraavaksi käydään läpi diplomityön piiriin kuuluvat kaukolämpölaitoskohteet. Kohteiden jälkeen keskitytään perusparannus- ja pieninvestointitarpeisiin ja niiden aikataulutukseen. Työn loppuun on koottuna selvitys Nekalan typpioksidimuutostarpeesta, kaukolämpökeskusten perusparannus- ja pieninvestointiaikataulu sekä kaukolämpökeskusten rooli kaukolämpöverkossa.

2. TAUSTA

2.1 Lämmöntuotanto

"Lämmitysvoimalaitos on sähköä ja kaukolämpöä kehittävä ja jakava voimalaitos." (Koivisto 1974, s. 1)

Lämmitysvoimalaitoksen toimintaperiaate saadaan määritelmästä. Voimalaitosprosessi tuottaa sekä lämpöä että sähköä. Voimalaitostyyppejä on olemassa useita, joihin yllä mainittu määritelmä sopii. Voimalaitos voi olla ydinvoimala, kaasuturbiinilaitos tai höyryvoimalaitos. Kuvassa 1. on esitetty yksinkertaistetusti lauhdutusvoimalaitoksen ja lämmitysvoimalaitoksen prosessit lämmitysvoimalaitoksen toimintaperiaatteen havainnollistamiseksi.



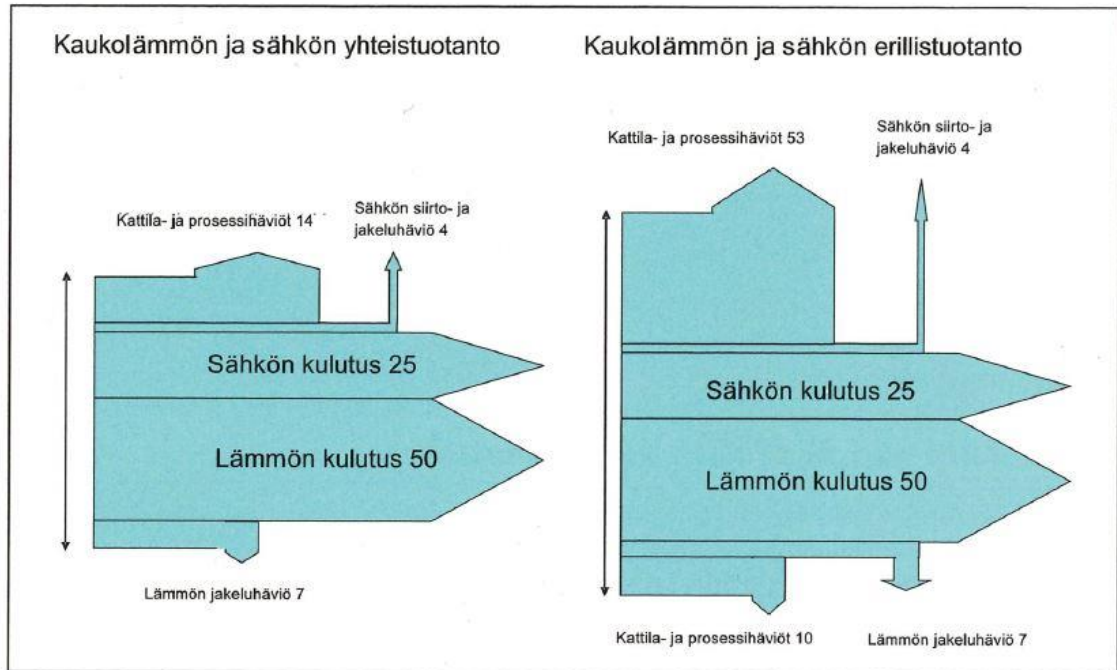
Kuva 1. Lauhdutus- ja lämmitysvoimalaitosten periaatteellinen kytkinkaavio (Huovilainen, Koskelainen 1982, s. 129). Kuvassa 1. kattila on merkitty 1, turbiini 2, kaukolämmönvaihtimet 3, lisäjäähdytin 4 ja kaukolämpöverkosto 5.

Prosessit eroavat toisistaan pääasiassa turbiinista poistuvan höyryn lauhduttamisen suhteen (Huovilainen, Koskelainen 1982, s. 129; Koivisto 1974, s. 1). Lauhdevoimalaitos

tuottaa vain sähköä. Lauhdevoimalaitoksessa turbiinin poistohöyryn lämpöenergia menee hukkaan, kun se siirretään lauhduttimessa jäähdytysveteen. Lämmitysvoimalaitoksissa höyryn paisunta on lopetettu aikaisemmin kuin lauhdevoimalaitoksissa. Turbiini on siis lyhyempi lämmitysvoimalaitoksissa. Ne tuottavat vähemmän sähköenergiaa kuin lauhdevoimalaitokset. Lämmitysvoimalaitoksissa turbiinin poistohöyryn lämpöenergia johdetaan kaukolämmönvaihtimien kautta kaukolämpöveteen. Sähköenergian tuottamisessa lämmitysvoimalaitoksissa polttoainemäärästä kuluu noin puolet verrattuna lauhdevoimalaitoksiin. Tähän perustuu kaukolämmityksen ja lämmitysvoimalaitosten perusidea. Voimalaitos tarkoittaa sähköä tai sähköä ja lämpöä (tai höyryä) tuottavaa laitosta. Eri voimalaitostyyppisiä ovat: höyryvoimalaitos (vastapaine- tai väliottolauhduuslaitos), kaasuturbiinilaitos, kombivoimalaitos (yhdistetty höyry- ja kaasuturbiiniprosessi), moottorivoimalaitos (diesel- tai kaasumoottori). (Koskelainen et al. 2006, s. 47)

Höyryvoimalaitokset ovat joko lauhdutus- tai vastapainevoimalaitoksia (Koskelainen et al. 2006, s. 47). Lauhdutusvoimalaitos rakennetaan sähköä tuottamiseksi. Lauhduttimella jäähdytetään osa kattilassa kehitetyn höyryn lauhdutusenergiasta. Jäähdytysvedet johdetaan ympäristöön, esimerkiksi mereen, järveen tai jokeen. Lämpö voidaan myös siirtää ilmaan jäähdytystornien avulla alueilla, joilla ei löydy vettä ympäristöstä. Lauhdutusvoimalaitoksessa on mahdollista tuottaa myös kaukolämmitykseen kelpaavaa lämpöä. Tämä onnistuu höyryturbiinin välioton kautta. Vastapainevoimalaitoksilla tuotetaan sähköä ja lämpöä tai höyryä (Koskelainen et al. 2006, s. 47). Höyryturbiinin loppupäästä tuleva höyry johdetaan kaukolämmönsiirtimeen. Höyryn käyttäjälle höyry johdetaan turbiinin väliotosta. Voimalaitoksia, jotka tuottavat kaukolämpöä, kutsutaan myös kaukolämpö- ja lämmitysvoimalaitoksiksi.

Koskelaisen et al. (2006, s. 47) mukaan useissa maissa sähköä ja lämmön yhteistuotanto on yleistymässä sen suhteellisen alhaisten ympäristövaikutusten ja energiataloudellisuuden ansiosta. Kuvassa 2 näkyy säästäväinen polttoaineen kulutus. Kuvassa verrataan sähköä ja lämmön erillistuotantoa niiden yhteistuotantoon. Voimalaitos tuottaa sähköä 25 yksikköä ja lämpöä 50 yhteistuotannossa, jossa polttoainetta kuluu 100 yksikköä. Vastaavien energioiden tuottamiseen kuluu 149 yksikköä erillistuotannossa. Esimerkissä on käytetty kiinteän polttoaineen laitoksia, mutta öljyä ja maakaasua käyttävien laitosten polttoainehyötysuhde on suhteellisen samaa luokkaa (Koskelainen et al. 2006, s. 48).



Kuva 2. Sähkön ja lämmön erillis- ja yhteistuotannon vertailu (Koskelainen et al. 2006, s. 48)

Höyrykattila voidaan rakentaa toimivaksi monella kotimaisella polttoaineella (Ahonen 1969, s. 417). Tämä on tärkeää lämmitysvoimalaitokselle. Voimalaitoksen on pystyttävä tuotantoon riippumattomana ulkomaisesta polttoaineen tuonnista. Ahosen (1969, s. 413) mukaan sähkön- ja lämmöntuotantoa ei kannata yhdistää, jos laitos on teholtaan muutamien megawatin tai sähkön markkinointi on vaikeaa. Turbiinin poistohöyryn sisältämää lämpöenergiaa käytetään hyväksi kaukolämpövoimalaitoksissa (Ammattikasvatushallitus 1978, s. 39). Keskitetty lämmöntuotanto hyödyntää kuluttajaa, ympäristön suojelua ja kuljetusjärjestelyjä. Normaalisti kaukolämpölaitoksissa tuorehöyryn paine on 186 bar, lämpötila 530-540 °C ja massavirta 125 kg/s (Ammattikasvatushallitus 1978, s. 41).

2.2 Kaukolämpö

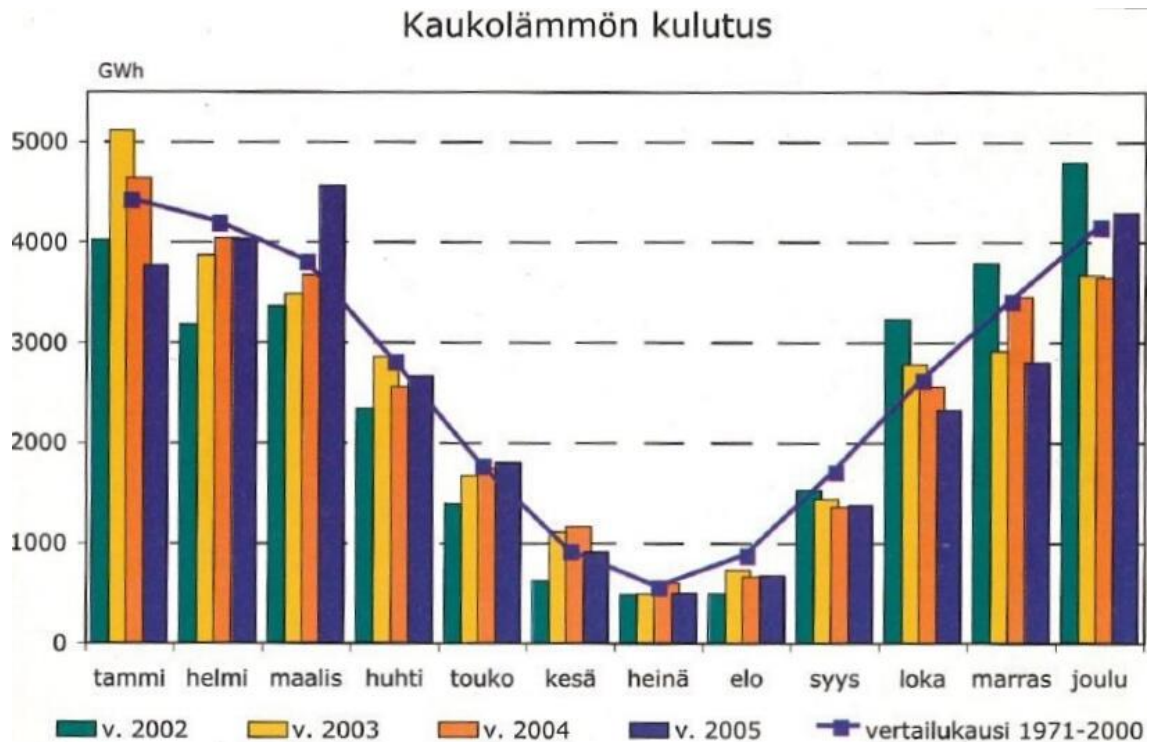
Koskelaisen et al. (2006, s. 25) mukaan kaukolämmitys on lämmön keskitettyä tuotantoa. Lämpöä käytetään rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen. Kaukolämmitys on julkista jakelua kiinteistöille, jotka ovat kaukolämmön asiakkaita. Kaukolämmölle on ominaista, että suunniteltu toiminta toteutetaan liiketoiminnan muodossa. Kaukolämmitystä ei tule sekoittaa aluelämmitykseen (Koskelainen et al. 2006, s. 25). Aluelämmitys on yleensä keskitettyä, pienimuotoista lämmön tuotantoa. Sitä jaetaan joko yksityiseen tai tuotantoyhtymän osakkaiden omaan käyttöön. Aluelämmitykseen ei liity liiketoimintaa.

Aluelämmitys jakaa hyvinkin samanlaiset tuotanto- ja jakeluteknologiat kaukolämmityksen kanssa.

Koskelainen et al. (2006, s. 25) esittävät neljä kaukolämmölle tyypillistä ominaisuutta. Yhdessä tai useammassa keskitetyssä kohteessa tuotetaan lämpö, joka jaetaan verkon kautta asiakkaille. Kaukolämmön siirtoaineena toimii joko vesi tai höyry. Asuintalot, teollisuus- ja liikerakennukset sekä julkiset rakennukset ovat kaukolämmön asiakkaita. Asukkaat lämmittävät kaukolämmöllä rakennusten tiloja ja käyttövettä.

Kaukolämmityksen hyötyjä ovat energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys (Koskelainen et al. 2006, s. 25). Se mahdollistaa tehokkaan tuotannon jakamisen eri tuotantomuotojen kesken. Kaukolämmityksen varakapasiteettia voidaan hyödyntää yhteisesti. Kaukolämmitys on käyttövarmaa ja helppokäyttöistä. Se ei edellytä asiakaskohtaista huolto- ja käyttötyötä. Kaukolämmityksen ongelmia ovat suuret investoinnit ja pitkät takaisinmaksuajat (Koskelainen et al. 2006, s. 25). Suuret kulutusvaihtelut vuodenaikojen välillä aiheuttavat ongelmia lämmön tuotantoon. Kaukolämmitys ei sovellu harvaan rakennetuille alueille. Huomioon tulee ottaa myös lämmön jakelun siirtohäviöt. Koskelaisen et al. (2006, s. 25) mukaan kaukolämmityksen mahdollisuuksia ovat edulliset ja vähäpäästöiset polttoaineet. Lämmitysvoimalaitoksissa käytettävä yhteistuotanto hyödyttää sähkön tuotantoa. Kaukolämmityksessä on mahdollisuus käyttää prosessien jätelämpölähteitä. Kaukolämmöllä voidaan myös tuottaa matalalämpötilaista lämpöä, jota voidaan käyttää esimerkiksi sulanapidossa. Kaukolämmityksen uhkatekijöitä ovat rahoituksen puute ja kalleus (Koskelainen et al. 2006, s. 25). Liiketoiminnassa voi esiintyä epätervettä kilpailua ja sääntelyä. Kaukolämmityksen markkinointi on hankalampaa, sillä rakennuksen lämmitysratkaisun valitsee toimitilan rakennuttaja, eikä loppukäyttäjä.

Kuvassa 3 on esitetty, kuinka kaukolämpötehon tarve vaihtelee kuukausien mukaan. Merkittävin tekijä on ulkoilman lämpötila. Talven huippupakkaset aiheuttavat suurimmat kaukolämpötehon tarpeet. Kesällä tehontarve on pienimmillään. Kesällä kaukolämpöä tarvitaan lähinnä käyttöveden lämmitykseen ja lämpöhäviöihin.



Kuva 3. Kaukolämmön kulutusvaihtelu kuukausittain Suomessa (Koskelainen et al. 2006, s. 41)

Huhtisen et al. (2008, s. 14) mukaan voimalaitos rakennetaan yleensä niin, että sen teho on noin 50 % kaukolämmön huipputehosta. Tällä tavalla voimalaitosinvestoinnille saadaan pitkä käyttöikä. Voimalaitoksella edullisilla polttoaineilla saadaan tuotettua noin 80 % energiasta pienin käyttökustannuksin. Noin 20 % energiasta tulee tuottaa kallista polttoainetta käytävillä huippulämpökeskuksilla, jotka ovat investoinneiltaan edullisia. Tällä tavoin saadaan minimoitua energian tuotantokustannukset. Laitisen (2013, s. 8) mukaan kaukolämmön tarkoituksena on tuottaa lämpöä yhteisesti useille eri rakennuksille. Rakennuksien määrä voi vaihdella kymmenistä satoihin. Lämpö tuotetaan yleensä lämpövoimalaitoksen isossa kattilassa polttamalla jotakin polttoainetta. Lämpövoimalaitoksesta lähtevä kuuma vesi kiertää maanalaisia putkia pitkin alueen rakennuksiin, joista se palaa jäähtyneenä takaisin kattilaan. Kaikki rakennukset eivät ole kaukolämpöverkossa, sillä kaukolämpöputkia ei ole kannattavaa asentaa kovin kauaksi lämpövoimalaitoksesta. Kaukolämpö on melko vaivaton vaihtoehto (Laitinen 2013, s. 81). Sen asentaminen taloon vaatii liitännät tulo- ja menovedelle. Rakennuksen sisälle asennetaan lämmönjakokeskus, joka usein asennetaan pannuhuoneeseen. Lämmönjakokeskuksessa sijaitseva lämmönsiirrin siirtää kaukolämpöveden lämpöenergian talon omaan lämmitysveteen. Käyttövettä varten on yleensä oma lämmönsiirtimensä. Kaukolämpövesi, joka kiertää putkistoissa maan alla ei kierrä rakennusten pattereissa eikä sitä tule suihkusta

(Laitinen 2013, s. 81; Seppälä 1987, s. 3). Kaukolämpövesi on värjätty kirkkaan vihreäksi, jotta mahdolliset vuodot löytyisivät helpommin. Rakennuksissa on oma suljettu vesikiertonsa, johon siirretään lämpöenergiaa kaukolämpövedestä. Laitteisto säätelee automaattisesti sekä lämmitys- että käyttöveden lämpötilaa. Tämän takia varaajia tarvitaan harvoin. Kaukolämmön käyttöhintaa vaihtelee paikkakuntien välillä (Laitinen 2013, s. 83). Ympäristö- ja ilmastovaikutukset vaihtelevat lämpölaitoksittain. Lämpölaitoksissa, joissa tehdään sekä lämpöä että sähköä, on korkea hyötysuhde. Nämä laitokset ovat energia- tehokkaita. Lämpölaitostuotannon ympäristöystävällisyyttä voi kasvattaa uusiutuvalla polttoaineella, kuten puulla tai hakkeella.

Yleisin lämmitysmuoto kerros- ja rivitaloissa on kaukolämmitys (Vuorinen 2009, s. 114). Kaukolämmön etuina ovat edulliset hinnat ja käytön helppous. Kiinteiden polttoaineiden ja maakaasun käyttö mahdollistavat edulliset hinnat. Vuorisen (2009, s. 115) mukaan kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotanto koostuu 85 % fossiilisista energialähteistä. Tärkeimpänä polttoaineena toimii maakaasu, jonka osuus kaikista polttoaineista on 34 %. Hiilen osuus on 25 % ja turpeen 21 %. Uusiutuvien energialähteiden, kuten puu, ja jätteiden osuus kasvaa jatkuvasti (Vuorinen 2009, s. 115). Kotimaiset polttoaineet hallitsevat kaukolämpömarkkinoita lähes kokonaan sisämaassa ja Pohjois-Suomessa. Rannikolla ja kaasuverkon yhteydessä kaukolämmön tärkeimmät polttoaineet ovat maakaasu ja kivihiili. Uutena mahdollisuutena on jätteiden sisältämän energian hyödyntäminen lämmitysvoimalaitoksissa (Vuorinen 2009, s. 118). Suomessa syntyy jätettä usean 50-100 MW:n tehoisen kaukolämpövoimalaitoksen käyttöön. Yhteistuotantovoimalaitokset eli CHP-laitokset tuottavat pääasiassa kaukolämmön (Vuorinen 2009, s. 115). Näissä laitoksissa tuotetaan sähköä ja lämpöä samanaikaisesti. Vuonna 2007 vain 28 % kaukolämmöstä tuotettiin erillisissä lämminvesikattiloissa ja loput tuotettiin sähköntuotannon yhteydessä. Vuorinen (2009, s. 115) esittää, että lämpö syntyy sähköntuotannon sivutuotteena kaukolämpövoimalaitoksissa. Ylijäämä lämpö, jolle ei ole käyttökohdetta, johdetaan ns. lauhdelämpönä esimerkiksi mereen. Yleensä uudet kaukolämpövoimalaitokset kannattaa sijoittaa asutuskeskusten yhteyteen. Näin lämmöntarve voidaan hoitaa sekä taloudellisesti että ympäristöystävällisesti yhdistetyllä sähkön- ja lämmöntuotannolla. Yleensä vain kovilla pakkasilla lämmön erillistuotannolle löytyy tarvetta (Vuorinen 2009, s. 115). Kaukolämpövoimalaitoksista löytyvät tehokkaat savukaasun puhdistuslaitteet ja korkea savupiippu. Kaupunki-ilma on puhdistunut huomattavasti voimalaitosten ansiosta.

”Yleensä kaupunkien lämmitysvoimalaitokset mitoitetaan tuottamaan kaukolämmön perustehoa, joka vastaa noin puolta kaupungin lämpökuorman huipputehosta. Erillisellä lämmöntuotannolla vastataan huippuosasta. Yleensä erillistuotannon osuus on noin

20 % energiasta. Huippulämpökeskukset käynnistyvät yleensä vasta, kun lämpötila laskee alle $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. (Vuorinen 2009, s. 115)”

Monet kaupungit ovat sähkön suhteen omavaraisia yhteistuotannon ansiosta (Vuorinen 2009, s. 116). Kaupunki voi tulla omavaraiseksi sähkön tuotannossa, jos 80 % kaupungin rakennuksista on kaukolämmön piirissä ja kaukolämpövoimalaitosten rakennusaste on lähellä yhtä. Edellä mainittu on vain mahdollista kaasuvoimalaitosten avulla. Kiinteitä polttoaineita polttavilla laitoksilla rakennusaste on noin 0,5:n tasolla, minkä takia sähköä joudutaan tuomaan muualta. Kaukolämmön jakelu tapahtuu jakeluverkossa (Vuorinen 2009, s. 116). Se mitoitetaan yleensä $115\text{ }^{\circ}\text{C}$:n menovedelle ja $55\text{ }^{\circ}\text{C}$:n paluueden lämpötilalle. Lämpöhäviöt ovat 10-15 % jakeluverkkoon syötetystä energiasta korkean lämpötilan takia. Lämpöhäviöt rakennusten sisällä ovat 10-20 %:n tasoa putkistoissa ja lämmönjakohuoneissa. Vuorisen (2009, s. 116) mukaan kaukolämpöveden menoveden ja paluueden lämpötiloja laskemalla voidaan vaikuttaa helpoiten jakeluverkon ja kiinteistön putkiverkon energiahäviöihin. Lämpötilojen lasku nostaa myös voimalaitosten hyötysuhdetta. Samalla polttoainemäärällä voidaan tuottaa enemmän sähköä ja lämpöä. Esimerkiksi kaukolämpöveden menolämpötilaksi voi riittää $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja paluulämpötilaksi $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, jos lämpö tuotetaan lähiverkossa.

Kaukolämmön taloudellisuutta ei ole helppo määrittää (Ahonen 1969, s. 410). Jokainen tapaus tulee tutkia huolellisesti erikseen. Suunnitelmia varten on selvitettävä alueen lämpökuorma, lämpökeskusten perustamiskustannukset, kaukolämpöverkon perustamiskustannukset ja lämpöhäviöt sekä laitoksen omakäyttöteho. Ahosen (1969, s. 410) mukaan lämpökeskusten perustamiskustannukset tulevat pienemmiksi kuin lämmitettävän alueen rakennusten erilliset lämpökeskukset. Useimmissa tapauksissa lämpökuorma kasvaa vähitellen. Lämpökeskus on rakennettava heti alusta pääosiltaan lopulliseen kokoluokkaansa, sillä mahdolliset laajennukset ovat joka tapauksessa suuria.

2.3 Huippu- ja varalämpökeskukset

Suurin tekijä kaukolämmön tehon tarpeeseen on vuodenaikojen vaihtelu (Koskelainen et al 2006, s. 259). Edullisinta keskitetyssä järjestelmässä on jakaa hankinta eri tuotantomuotojen kesken. Näin saavutetaan taloudellisesti edullisin lopputulos. Kapasiteettia ei ole teknisesti järkevää jakaa kovin moneen tuotantoyksikköön, jos järjestelmä on pieni. Perus- ja huipputehot kannattaa yleensä tuottaa erillisillä yksiköillä. Lisäksi varateho tulee ottaa huomioon tuotantoa suunniteltaessa. Varatehoa tarvitaan laitosten huolto-

seisokkien ja toimintahäiriöiden aikana. Laitoksen tuotantokapasiteetti voidaan jakaa tehoryhmiin. Näissä tehoryhmissä toimivilta tuotantolaitoksilta edellytetään Taulukossa 1. listattuja ominaisuuksia.

Taulukko 1. *Lämmön tuotantolaitosten soveltuvuus (Koskelainen et al. 2006, s.259)*

Tehoryhmä	Vaaditut ominaisuudet	Tyypilliset laitokset
Perusteho	<ul style="list-style-type: none"> • jatkuva käyttö • edulliset käyttökustannukset • hyvä käytettävyys 	<ul style="list-style-type: none"> • yhteistuotantovoimailaitokset • kiinteän polttoaineen kattilat
Keskiteho	<ul style="list-style-type: none"> • lähes jatkuva käyttö • taloudellinen myös osatehoilla • edullinen hinta tehoa kohti 	<ul style="list-style-type: none"> • kiinteän polttoaineen kattilat • maakaasukattilat
Huipputeho	<ul style="list-style-type: none"> • edullinen hinta tehoa kohti • nopea ja helppo käynnistettävyys 	<ul style="list-style-type: none"> • öljykattilat • maakaasukattilat
Varateho	<ul style="list-style-type: none"> • edullinen hinta tehoa kohti • nopea ja helppo käynnistettävyys 	<ul style="list-style-type: none"> • öljykattilat • maakaasukattilat

Pääosin vanhemmat höyryvoimalaitokset, joilla on hyvät kulutussuhteet, on suunniteltu pitkiä käyntiaikoja varten (Ojala 1969, s. 303). Pitkät käynnistysajat johtuvat suurista höyryn arvoista, minkä vuoksi aikaisemmat peruskuormalaitokset eivät usein kelpaa sellaisiin kuormitusolosuhteisiin, joissa kaasuturbiinilaitokset ovat vielä taloudellisesti kannattamattomia. Ojalan (1969, s. 303-304) mukaan kustannusten säästämiseksi huippukuormalaitoksissa tuorehöyryn arvot ovat alhaisia, lauhduttimen tyhjö on vaatimaton ja välitulustus puuttuu. Niissä on vähän syöttöveden esilämmittimiä, syöttöveden loppulämpötila on alhainen sekä savukaasujen loppulämpötila on suuri. Näiden laitosten kattilat ovat kaasu- tai öljylämmitteisiä, koska niillä on pienet kustannukset. Kattilat ovat myös edullisia ajo-ohjelmien automatisoinnin ja käytön joustavuuden kannalta. Käyttöolosuhteet määrittävät, voidaanko kattilana käyttää läpivirtauskattilaa tai kalliimpaa luonnonkiertokattilaa. Huippukuormalaitoksia varten on kehitetty yksinkertaiset ja halvat turbiinit (Ojala 1969, s. 304). Ne ovat erittäin nopeasti käynnistettävissä ja kuormitettavissa. Etujen vastapainona on suhteellisen suuri kulutussuhde.

Koskelaisen et al. (2006, s. 324-325) mukaan tasapuolinen lämmöntoimitus on turvattava kaikille kuluttajille kaukolämpöverkon häiriötilanteissa. Lämmönsaanti on turvattava

täysimääräisenä kaikissa olosuhteissa myös aluelämpöverkoissa ja joissakin kiinteistöissä. Huippu- ja varatuotantojärjestelmät mitoitetaan niin, että niillä voidaan tuottaa kaikki tarvittava teho, vaikka peruslämpölaitos ei olisi toiminnassa. Näissä tilanteissa huippu- ja varakattiloita voi olla kaksi kappaletta. Toista käytetään talvella peruslämmityslaitosten rinnalla. Toista, pienempää kattilaa käytetään kesällä, kun lämmöntarve on vähäisempää.

Kevyt polttoöljy on tavallisin huippuenergian lähde (Koskelainen et al. 2006, s. 325). Kevyt polttoöljy tukipolttoaineena on yleinen kohtuullisten investointikustannusten sekä luotettavan tekniikan vuoksi. Tilanne on muuttumassa pelletille edulliseen suuntaan, sillä öljyn hinta nousee. Yleisesti alueilla, joilla on maakaasuverkko, käytetään maakaasua tukipolttoaineena ja varalla kevyt polttoöljyä. Joskus sähköä käytetään tukien saamiseksi. Seppälän (1987, s. 21) mukaan öljypolttimet ovat kotimaisen polttoaineen kattilassa käynnistystä ja häiriöitä varten. Erillisillä öljykattiloilla tuotetaan huippu- ja varajojen energia.

2.4 Kaukolämpökeskuksien kunnossapito

Koskelainen et al. (2006, s. 347) esittää kaukolämpöjärjestelmän kunnossapidon tavoitteeksi tuotanto- ja jakelukapasiteetin ylläpidon laatujärjestelmän mukaisesti optimikustannuksin. Kaukolämmön kunnossapidon tarkoituksena on vikaantuvuuden estäminen, käytettävyyden parantaminen ja häviöiden pienentäminen. Tarkoituksena on käyttökustannusten alentaminen, laatujärjestelmän ja ympäristöohjelman vaatimusten täyttäminen sekä laitteiston iän pidentäminen. Kaukolämmön kunnossapidon tarkoituksena on myös ongelmakohtien kartoittaminen, perusparannettavien kunnossapitokohteiden selvittäminen sekä vikojen ja vaurioiden korjaaminen.

Laitteiden ja koneiden arvot sekä kapasiteetin tarve muuttuvat jatkuvasti (Koskelainen et al. 2006, s. 347). Laitoksen elinikä, lämmönkulutuksen kehitys ja yksittäisen tuotantolaitoksen asema koko tuotantojärjestelmässä vaikuttavat koneiden arvoihin ja kapasiteetin tarpeeseen. Kunnossapito toimii yrityksen yleisen pääoman hallinnan alaisena. Tähän liittyvät painopistealueiden määrittäminen sekä henkilöstöressurssien hallinta. Kunnossapito sisältää huoltotoiminnan ja kunnonvalvonnan (Koskelainen et al. 2006, s. 347). Huoltotoiminta koostuu puhdistuksesta, voitelusta, määräaikaivaihtoista, maalauksista ja pinnoituksista, joilla estetään vikaantumiset ja huonontumiset. Kunnonvalvonta perustuu mittauksiin ja tarkastuksiin, joilla pyritään havaitsemaan alkava vika. Mahdollinen vika pyritään korjaamaan ennen merkittäviä seurausvaikutuksia.

Koskelaisen et al. (2006, s. 347) mukaan kunnossapitoon voidaan myös sisällyttää osa korjausrakentamisesta. Siinä laitteiden annetaan tietoisesti käydä, kunnes ne vaurioituvat tai rikkoutuvat muusta syystä. Laitteet ja koneet korjataan väliaikaisesti ilman käyttökeskeytyksiä odottamaan laajempaa uudistamista tai perusparantamista. Kunnossapidon alueelle kuuluvat usein myös vaikutusalueiltaan suppeat korjaukset (Koskelainen et al. 2006, s. 347). Kunnossapitojärjestelmä koostuu oman organisaation henkilöistä ja ulkopuolisista urakoitsijoista. Järjestelmään kuuluvat henkilöstön toimintarutiinit ja menettelytavat sekä työkalut, tarvikkeet ja huoltoautot. Kunnossapitojärjestelmän osia ovat myös varaosat hankintaohjeineen, dokumentointi ja kunnossapidon tietojärjestelmät sekä tiedonkulku ja tiedottaminen. Yleisesti lämmöntuotantolaitoksilla eli lämpökeskuksissa ja pumppaamoissa keskitytään laitteiden, pyörivien koneiden ja pumppujen kunnossapidossa niiden huoltotoimintaan (Koskelainen et al. 2006, s. 351).

Voiteluhuolto on ehdottomasti tärkein kaikista huoltotoimenpiteistä dynaamisille laitteille (Koskelainen et al. 2006, s. 351). Dynaamisten laitteiden luotettavuus vaikuttaa eniten laitoksen käyttövarmuuteen. Tiedot ja suositukset voitelukohteista, aineista ja määristä, voitelumenetelmistä ja välineistä sekä voitelujaksoista saadaan laitetoimittajalta. Tiedot eri voiteluaineista, niiden laaduista ja standardeista, vastaavuuksista sekä käyttöalueista ja -tavoista saadaan voiteluainetoimittajalta. Kohteen vaatimukset määrittelevät voiteluaineet. Voiteluainevalikoima ei saa muodostua liian monesta laadusta. Varastoinnin ja virhekäsittelyn aiheuttamat kustannukset nousevat valikoiman kasvaessa. Koskelaisen et al. (2006, s. 351) mukaan voitelutapaa valittaessa tulee ottaa huomioon voiteluautomaatiikan kustannukset, voiteluhuollon henkilökustannukset sekä automaattisen voitelun varmuus. Huomioon tulee ottaa myös voitelujärjestelmän laajennettavuus sekä voitelun yhteydessä suoritettava kunnonvalvonta ja tarkastustoiminta. Automatisointia suositellaan vaikeille kohteille. Voiteluohjelmien päivityksessä tulee huomioida aine- ja laitekehitys. Kokemustieto tulee myös hyödyntää voiteluohjelmien päivityksessä. Voitelukohteita ovat laakerit, ketjut, vivut ja nivelet. Kompessorit, polttomoottorit, vaihteistot ja hydraulikkajärjestelmä ovat voitelukohteita. Voitelukohteisiin kuuluvat myös moottoreiden, polttimien, vaihteistojen sekä polttomoottoreiden painevoitelukohteet.

Puhdistushuollon järjestäminen on tärkeää koneiden toimintakyvyn ja paloturvallisuuden kannalta (Koskelainen et al. 2006, s. 352). Koskelaisen et al. mukaan se on erityisen tärkeää seuraaville laitteille: puhallinpyörät, moottoreiden jäähdytysrivat, laakereiden ja öljytilojen pölynesto, paloräjähdyksen esto, lianerottimet, kattilan ulospuhallukset, öljypolttimien suuttimet, elektrodit ja palopäät, öljy- ja ilmansuodattimet, ilmanvaihtopatterit, kattilamuuraukset ja -kerrostumat sekä kattilan tulipinnat. Huoltotoimintaan kuuluu lai-

tostilojen yleinen siivous. ATEX-räjähdyssuojausasiakirja velvoittaa selvittämään työpaikan räjähdysvaarat. Tämä koskee myös koneiden ja tilojen puhdistushuoltoa. Tarkat ohjeet löytyvät kansallisesta asetuksesta. Koskelaisen et al. (2006, s. 352) mukaan prosesseille, jotka eivät voi vikaantua, hankitaan kahdennetut laitteet. Tällaisia prosesseja ovat varakattila ja öljynpolttomahdollisuus sekä paineenpitopumppu ja ylivirtausventtiili. Kahdennetut laitteet tulee hankkia myös kaukolämmön pääpumpulle sekä laitteille, joilla on pitkä toimitusaika. Laitetyyppien standardointiin pitää pyrkiä varaosien varastoinnissa (Koskelainen et al. 2006, s. 352). Näin varmistetaan, että varaosat sopivat useaan kohteeseen. Standardointikohteita ovat esimerkiksi moottori- ja pumppuvalmistaja, vaihteistoimittaja, kontraktorit, ketjut, polttimet ja instrumentointi. Lisäksi tulee koota yhteinen lista kaikista laitoksen toimittajista, mistä on helposti löydettävissä toimittajien yhteystiedot. Laitoksen varaosille täytyy luoda tärkeysjärjestys (Koskelainen et al. 2006, s. 352). Varaosia, joiden rikkoutuminen pysäyttää koko tuotannon tai rajoittaa sitä, hankitaan ensisijaisesti, vaikka korjaus on yksinkertaista. Pääryhminä kriittisiä laitteita ovat polttimet, kattilat, niiden luukut ja tiivisteet, puhaltimet, kuljettimet, hydraulikka, kompressorit, sulkyöyttimet, venttiilit tärkeyden mukaan, mittarit suojataskuineen, säätöjärjestelmät säätäjiineen ja antureineen, sähköjärjestelmän varaosat, moottorit, laakerit, savukaasupuhdistimet, palosammutuslaitteet, putket ja putkenosat sekä suojamaalit. Koskelaisen et al. (2006, s. 353) mukaan varakoneella valmistetuille laitteille ei tarvita varaosia. Osa varaosista on kulutustavaraa normaalissa huoltotoiminnassa. Tämän takia varaosavarastot tulee pitää järjestyksessä ja inventoida tasaisin väliajoin. Varastoinnin suhteen voidaan hyödyntää eri toimijoiden välistä yhteistyötä sopimalla, mitä varaosia kukin toimija varasto. Työkalut liittyvät myös varaosien lisäksi koneiden ja laitteiden huoltotoimintaan. Näillä työkaluilla suoritetaan huollon edellyttämät korjaustyöt ja varaosien asennus. Työturvallisuus edellyttää suojaus- ja pelastusvälineiden sekä viestiliikenteen hoitamisen. Nämä asiat on otettava huoltotoiminnassa huomioon.

Viranomaistarkastukset kuuluvat lämpökeskusten kunnossapitoon (Koskelainen et al. 2006, s. 353). Viranomaistarkastukset voidaan tehdä kunnonvalvonnan yhteydessä. Viranomainen suorittaa paineastiamittaukset, palosammutuslaitoksen tarkastukset, työsuojelutarkastukset, paineastioiden korjaustarkastukset, palotarkastukset, sähkötöiden johtajan sekä sähkötöiden tarkastukset. Viranomainen tarkastaa säteilylähteet, radioaktiiviset pinnat, hissit ja nosto-ovet, energiamittauslaitteet, öljysäiliöt sekä punnituslaitteet, jos niitä käytetään maksuliikenteen perustana.

Koskelaisen et al. (2006, s. 353) mukaan kunnonvalvontaan sisältyy erilaisia käytön ja kunnossapidon tehtäviä, tarkastuksia, koestuksia ja mittauksia. Laitteen ja koneen kun-

toa valvotaan tutkimalla sen toimintaa, dynaamisia ominaisuuksia, aineen eheyttä, prosessiarvoja tai kappaleiden lämpötiloja ja mittamuutoksia. Tärkeä tehtävä kunnonvalvonnassa on listata koneet, jotka eivät jatkuvalla toiminnallaan näytä vikoja. Kunnonvalvonnan tulee myös määritellä sekä jaksottaa näiden koneiden toimintojen testaaminen.

Lämpölaitoksille tulee tehdä termodynaamista kunnonvalvontaa (Koskelainen et al. 2006, s. 354). Laitteiden ja koneiden tehoa, virtausta, lämpötiloja, paineita, ääniä ja tärinää tulee seurata. Edellä mainittuja asioita valvotaan valvomosta käsin ja käyttötoimintojen yhteydessä laitoskäynneillä. Kaukolämmön kunnonvalvonta- ja käyttöjärjestelmät ovat prosessisuureiden käsittelyn apuna. Niihin on ohjelmituna prosessiarvojen muutokset jokaisessa vikatyypissä. Ohjelma käsittelee jatkuvasti uusia mittaustuloksia. Kunnonvalvontajärjestelmä havaitsee prosessiarvoissa muutoksen, se ilmaisee viasta. Koskelaisen et al. (2006, s. 354) mukaan aineita rikkomaton NDT-testaus (non-destructive-testing) muodostaa oman kunnonvalvontaryhmän. Hitsauksen NDT-tarkastukset ovat tärkeimmät testimenetelmät. Tavallisesti tarkastus tapahtuu radiograafina röntgentarkastuksena. Muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi ultraäänitarkastus tai tunkeumanestetarkastus. Ultraäänitarkastusta käytetään säröjen tarkkailuun ja ainespaksuuden toteamiseen. Putkistot, säiliöt, teräsrakenteet ja niiden hitsausseamat ovat tärkeimpiä kohteita. Usein pyörivirtausmittaus korvaa ultraäänimittauksen kattilaputkiston testauksessa. Menetelmää voidaan kohdistaa pintakerrokseen tai syvemmälle aineeseen. Se toimii sekä magneettisille ja ei magneettisille materiaaleille.

Pyörivien koneiden dynamiikan mittauksiin käytetään iskusysäys-, tärinä- tai stroboskoopimittauksia (Koskelainen et al. 2006, s. 354). Vierintälaakerien tärkein kunnonvalvontamenetelmä on iskusysäysmittaus. Siinä pyörivässä laakerissa mekaanisista iskuista syntyvien iskupuskujen suuruutta mitataan ja arvioidaan. Tärinämittauksia on kahdenlaisia: kokonaistärinän tasomittaus tai tärinäsignaalin spektrin analyysi. Tasomittaus hälyttää viasta ja vian syy löytyy spektrin analysoinnilla. Stroboskooppi on valonlähde, joka tuottaa lyhyen välähdyksen. Stroboskoopin taajuus on säädettävissä. Mittari kertoo välähdystaajuuden, joka ohjataan samaksi pyörivän kappaleen kanssa. Tasapainotuksen ja pyörimisnopeuden mittaukset ovat menetelmän tärkeimmät käyttötarkoitukset.

Öljyanalyysillä tutkitaan sekä öljyn että koneen ominaisuuksia (Koskelainen et al. 2006, s. 354). Öljyn sekoittuneita metalleja analysoidaan kunnonvalvonnassa. Spektrometrin avulla tunnistetaan öljyn joukossa olevia metalleja. Ne antavat tietoa esimerkiksi kaasuturbiinien tai vaihteistojen kulumisesta. Endoskopiassa tutkitaan sisäisiä rakenteita silmämääräisellä tarkastuksella teknisten välineiden avulla (Koskelainen et al. 2006, s. 355). Tarkasteltavan kohteen kuva siirretään luuppiin katseltavaksi endoskoopin kui-

tuoptiikan ja prismojen välityksellä. Särönilmausaineita ja magneettipulveritestejä käytetään paljastamaan hiushalkeamat ja säröt, jotka ovat silmälle näkymättömät (Koskelainen et al. 2006, s. 355). Halkeamat ja säröt saadaan näkyviin värillisinä viiruinä tai ultraviolettivalossa näkyvillä fluorisoiduilla pulverikuviolla. Hammassvälitysten kosketusta ja kulumista seurataan hammaskosketustesteillä. Kuluman muoto kertoo alkaneen vaurion syyn. Koskelaisen et al. (2006, s. 355) mukaan kunnonvalvontaan luonnollisesti kuuluvat kaikki kulumien ja venyvien osien mittauksen. Tällaisia osia ovat esimerkiksi ketjupyörät ja ketjut. Mittamuutosten dynamiikan tutkiminen ja jatkuva kunnonvalvonta ovat mahdollista venymäliuskoilla. Laitteen lämpötila muuttuu vikaantumisten myötä (Koskelainen et al. 2006, s. 355). Lämpötilan nousu voi johtua kitkalämmöstä, jäähtymisen estymisestä, sähköisen komponentin oikosulusta, ylimenovastuksesta johteessa tai eristeen vuodosta. Lämpötilan mittausmenetelmiä on erilaisia. Se tehdään pintalämpömittauksena rajatulle alueelle, infrapunalämpömittauksena rajatun alueen vertailumittaukseen tai lämpökamerakuvauksella laajoihin kohteisiin. Kuinka laajalle alueelle mittaus kohdistuu ja laitteelle pääsyn helppous määräävät lämpötilan mittausmenetelmän. Kattilan tulipinnat tulee puhdistaa perusteellisesti (Seppälä 1987, s. 117). Putkien kunto ja mahdollinen kuluminen tarkistetaan. Kattilan vesipuolen seinät, kokoojat ja kammiot tulee tarkistaa. Mahdolliset epäpuhtaudet poistetaan ja vuotavat tiivisteet vaihdetaan.

Kattilan tarkistusyhteet avataan ja silmämääräisesti tarkistetaan kattila vesipuolelta (Seppälä 1987, s. 118). Leijutushiekka ja tulipesän pohjalle mahdollisesti jääneet vieraat esineet poistetaan. Leijutussuuttimien kunto tulee tarkastaa. Muurauksien kunto tarkastetaan ja paikataan annettujen ohjeiden mukaisesti. Suoritetaan laitteiden valmistajien ohjeiden mukaisesti perusteellinen tarkastus ja huolto kaikille kattilan apulaitteille. Laitoksen varaosat tulee tarkistaa ja täydentää tarpeen mukaan. Toimittajaan tulee ottaa yhteyttä kaikissa merkittävässä korjaustoimenpiteissä ja vaurioissa.

2.5 Päästörajoitukset ja -asetukset

Euroopan unionin ilmastopolitiikan perustana toimii vuonna 1996 asetettu tavoite rajoittaa ilmaston lämpeneminen kahteen asteeseen (ilmasto.org). Ilmastopolitiikan perustana toimii myös Kioton pöytäkirjassa sovitut päästövähennykset. Pöytäkirjassa asetettiin tavoitteeksi kahdeksan prosentin päästövähennys vuoteen 1990 verrattuna EU:n 15 vanhalle jäsenmaalle. Jäsenvaltioiden kesken on jyvitetty tarvittavien yhteisten päästövähennysten määrä niiden mahdollisuuksien mukaan. Vuonna 2012 päättyi Kioton pöytäkirjan ensimmäinen kausi. Vuosina 2008-2009 sovittiin Kioton pöytäkirjan toisen kauden tavoitteista ja taakanjaosta (ilmasto.org). Tänä aikana EU teki paketin, joka tunnetaan 20:20:20 –päätöksenä. EU sitoutui vähentämään päästöjään 20 % vuoden 1990

tasosta vuoteen 2020 mennessä. EU sitoutui nostamaan uusiutuvan energian tuotantoa 20 %:iin sekä parantamaan energiatehokkuutta 20 % perustasoon nähden. Euroopan unioni nostaa edellä mainitun tavoitteen 30 %:iin, jos muut teollisuusmaat sitoutuvat samoihin vähennyksiin ja taloudellisesti edistyneimmät kehitysmaat osallistuvat päästövähennyksiin kansainvälisillä sopimuksilla (ilmasto.org).

Euroopan unionissa sovittiin lokakuussa 2014 ilmastotavoitteista vuodelle 2030 (ilmasto.org). Nämä uudet tavoitteet ovat päästöjen vähentäminen 40 % vuoden 1990 tasoon verrattuna, uusiutuvan energian osuuden nostaminen 27 %:iin sekä energiatehokkuuden parantaminen 27 %:iin vuoden 1990 tasoon verrattuna. Eurooppa-neuvosto kokee tarpeelliseksi vähentää fossiilisista polttoaineista syntyviä päästöjä vähennysten saavuttamiseksi (ilmasto.org). Hiilen talteenoton ja varastoinnin (carbon capture and storage, CCS) teknologian nopeaa kehittämistä ehdotetaan komission toimenpidepaketissa. Komissio tukee CCS-teknologian erilaisia demonstraatiohankkeita ja edistää nykyisten esteiden poistamista lainsäädännöstä. Hiilidioksidipäästöjen hinta ja toiminnanharjoittaja määräävät lopulta CCS:n teknologian käyttöönotosta. Teollisuus ei ole ollut kovin kiinnostunut CCS-hankkeista, sillä siihen liittyvät korkeat kustannukset.

Kaukolämmitys luo hyvät mahdollisuudet päästöjen vähentämiselle sekä lämmöntuotannon että yleisen hankinnan osalta (Koskelainen et al. 2006, s. 26-27). Tärkeimmät tekijät ovat lämmön ja sähkön yhteistuotannon korkea kokonaishyötysuhde sekä mahdollisuus vähäpäästöisten polttoaineiden käyttöön. Muita tekijöitä ovat mahdollisuus jätepoltoaineiden ja teollisuuden hukkalämpölähteiden käyttöön, uusien teknologioiden hyödyntäminen sekä keskitetty, tehokas savukaasujen puhdistus. Koskelaisen et al. (2009, s. 331) mukaan yleisesti alle 5-10 MW kattiloissa käytetään multisykloneita hiukkaserottimina, sillä valtaosa tuhkasta poistuu pohjatuhkan mukana ja vain pieni osa siitä poistuu lentotuhkana arinakattiloissa. Nykyään näitä suuremmissa uusissa kattiloissa käytetään hiukkasten poistamiseen sähkösuodatinta.

Typpioksidipäästöt syntyvät polttoaineen sisältämästä typestä, mutta korkeimmissa lämpötiloissa typpioksideja muodostuu myös ilman typestä (Koskelainen et al. 2009, s. 331). Leijupolttoon verrattuna typpioksidipäästöjen oletetaan olevan korkeammat arinapoltoissa, sillä tarkkoja mittaustuloksia arinapolton typpioksidipäästöistä ei ole. Keskimääräinen yli-ilmamäärä arinapoltoissa on noin 10 % korkeampi kuin leijupolttoissa. Arinapoltoissa esiintyy myös enemmän paikallisia lämpötilahuippuja verrattuna leijupolttoon. Nämä lämpötilahuiput tuottavat termisesti typpioksidipäästöjä. Palamisilman vaiheistus kiinteän polttoaineen kattiloilla on yksi tapa vähentää typpioksidipäästöjä. Olemassa olevilla laitoksilla palamisilman vaiheistus on vaikeampi toteuttaa. Koskelainen et al. (2009,

s. 332) esittää, että rikkidioksidipäästöt ovat merkittävät lähinnä hiilenpoltossa, jossa savukaasun puhdistus on päästöjen rajoittamisen edellytys. Kalsiumhydroksidi toimii lisäaineena, joka injektoidaan tulipesään polttoaineen rikin sitomiseksi. Erotuskyky on noin 30 %, joka ei yleensä ole tarpeeksi. Parhaillaankin erotuskyky jää suurin piirtein samalle tasolle kuin kiinteän polttoaineen poltinpoltossa.

”Voimalaitosten suurimmat ympäristövaikutukset kohdistuvat ilmaan (Huhtinen et al. 2008, s. 326)”. Voimalaitosprosessissa syntyy hiilidioksidi-, rikkidioksidi-, typpioksidisekä hiukkaspäästöjä. Kasvihuoneilmiö, joka aiheuttaa maapallon ilmasto-olojen muutoksia, aiheutuu hiilidioksidipäästöistä. Rikkidioksidi ja typpioksidit ovat happamoittavia päästöjä. Ne aiheuttavat erilaisia haittoja ekosysteemeissä, vesistöjen rehevöitymistä ja happamoitumista sekä kasvien huonovointisuutta. Hiukkaspäästöillä on huomattavia terveysvaikutuksia. Lämpölaitoksen päästöraja-arvot riippuvat kattiloiden polttoainetehosta ja siitä, sovelletaanko piippusääntöä eli johdetaanko kattiloiden savukaasut yhteiseen piippuun (Laaksonen, sähköposti). Nekalan lämpökeskus on teholtaan suuri polttolaitos. Sen tulee täyttää niin sanottu supo-asetus sekä LCP BAT –päätelmien päästörajavaatimukset vuodesta 2023 eteenpäin.

Supo-asetus on valtioneuvoston asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta (supo-asetus). Valtioneuvosto päättää asetuksessa säädettävät päätökset ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisesti. Asetuksen soveltamisalaan kuuluvat ympäristönsuojelulain (527/2014) 97 §:ssä määritellyt suuret polttolaitokset. Näiden laitosten ilmaan johdettavien päästöjen rajoittamiseen sovelletaan lain 98 – 106 artikloja. Supo-asetus määrittelee 7 §:ssa kaukolämpölaitoksille omat päästöraja-arvonsa. Sen mukaan vanhassa, olemassa olevassa polttolaitoksessa, jonka polttoainetehto on enintään 200 MW, voidaan olla noudattamatta tammikuun 2016 ja joulukuun 2022 välisenä aikana supo-asetuksen 4 §:n määrittämiä päästöraja-arvoja. Tässä tapauksessa toiminnanharjoittajan tulee sitoutua siihen, että ainakin 50 prosenttia polttolaitoksen hyötylämmöstä toimitetaan joko kuumana vetenä tai höyrynä julkiseen kaukolämpöverkkoon. Hyötylämmön tuotannosta osuus lasketaan liukuvana keskiarvona viiden vuoden ajanjaksolta. Tällaisen polttolaitoksen päästöraja-arvot ilmaan perustuvat joko 31 päivänä joulukuuta 2015 voimassa oleviin LCP-asetuksen mukaisiin tai ympäristöluvassa määriteltyihin LCP-asetusta tiukempiin päästöraja-arvoihin.

Supo-asetuksen 9 § määrittelee typenoksidipäästöraja-arvot vanhassa, olemassa olevassa energiantuotantoyksikössä vuotuisen käyntiajan mukaan. Artiklan määrittelee typenoksidien päästöraja-arvot, jos polttolaitos toimii enintään 1500 tuntia vuodessa laskettuna liukuvana keskiarvona viiden vuoden ajanjaksolta. Jos polttolaitoksessa käy-

tään kahta tai useampaa energiantuotantoyksikköä, käyttötunnit lasketaan samanaikaisesti käyvien yksiköiden mukaan vain kerran. Jokainen yksikkö vähentää käyttötuntien määrää kaikilta, kun kyseinen yksikkö toimii yksin. Supo-asetuksen 21 § määrää toiminnanharjoittajaa toimittamaan vuosittain helmikuun loppuun mennessä valtion viranomaiselle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle polttolaitokseen liittyviä tietoja. Polttolaitoksesta tulee lähettää sen kokonaispolttoaineteho megawatteina, energiantuotantoyksikön tyyppi, toiminnan aloittamispäivämäärä, edellisen vuoden käyttötunnit sekä energiantuotantoyksiköiden edellisen vuoden rikkidioksidin, typenoksidien ja hiukkasten kokonaispäästöt mitattuna tonneina vuodessa.



Kuva 4. Voimalaitoksen savukaasuja (Critchey, 2018)

LCA BAT-päätelmät (L 13/28) tarkoittavat parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa koskevia päätelmiä. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaan BAT-päätelmät koskevat suuria polttolaitoksia. Polttolaitos, jonka polttoaineteho on 50 megawattia tai enemmän, lasketaan suureksi polttolaitokseksi. Erityisesti BAT-päätelmät kattavat polttotoimintaan liittyvät päästöjen ehkäisemis- ja vähentämismenetelmät. BAT-päätelmät ottavat huomioon kaikki polttoaineet, mukaan lukien Nekalan lämpölaitoksen maakaasun käytön. BAT-päätelmissä kerrotut ja kuvailut tekniikat eivät ole määrääviä. Muita tekniikoita saa käyttää, jos niillä voidaan varmistaa vähintään sama ympäristönsuojelu taso (L 13/34). BAT-päästötasot ovat BAT-päätelmissä esitettyjä ilmapäästöjä koskevia parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaisia päästötasoja (L 13/35). BAT-päästötasot ovat pitoisuuksia, jotka lasketaan ilmaan johdettavien aine-

den massan ja savukaasujen tilavuuden suhteena. Pitoisuudet lasketaan normaaliolosuhteissa eli kuivana kaasuna 273,15 K:n lämpötilassa ja 101,3 kPa:n ilmanpaineessa. Pitoisuuksien yksiköksi muodostuu mg/Nm³. BAT-päätelmien sivulla L 13/35 on esitetty taulukko, jossa esitetään BAT-päästötasojen ilmaisemiseen käytetyt happea koskevat vertailuolosuhteet. Taulukon mukaan nestemäisen ja/tai kaasumaisten polttoaineiden polttamisessa, muualla kuin kaasuturbiinissa tai –moottorissa, käytetään vertailuolosuhteiden mukaisena happipitoisuutena 3 tilavuusprosenttia.

Ilmaan johdettavien päästöjen kannalta merkityksellisten prosessimuuttujien seuraaminen on parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (L 13/38). Näitä muuttujia ovat savukaasun virtaus, happipitoisuus, lämpötila, paine ja vesihöyrypitoisuus, joita määritetään ja mitataan jaksottaisesti tai jatkuvasti. Savukaasun vesihöyrypitoisuuden jatkuva mittaus ei ole tarpeellista, jos savukaasunäyte kuivataan ennen analysointia. Prosessimuuttujina ovat myös savukaasujen käsittelystä muodostuvan jäteveden virtaus, pH-arvo ja lämpötila, joita mitataan jatkuvasti.

BAT 41 (L 13/76) esittää eri menetelmiä, kuinka ehkäistä tai vähentää ilmaan johdettavia NO_x-päästöjä maakaasua polttavissa kattiloissa. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää yhtä tai useampaa näistä menetelmistä. NO_x-päästöjä voidaan vähentää ilman ja/tai polttoaineen vaiheistuksella, savukaasujen takaisinkierätyksellä tai Low-NO_x-polttimilla. Low-NO_x-polttimet liittyvät usein ilman vaiheistukseen (Hodžić et al. 2016, s. 46). Näitä menetelmiä voidaan soveltaa yleisesti. Kehittynyt valvontajärjestelmä on yksi menetelmä, jota käytetään usein yhdessä muiden menetelmien kanssa. Vanhoissa polttolaitoksissa tarve asentaa ohjaus- ja valvontajärjestelmä jälkikäteen voi rajoittaa sovellettavuutta. Palamisilman lämpötilan alentaminen toimii yleisesti polttolaitoksilla, mutta prosessin tarpeet voivat rajoittaa menetelmän sovellettavuutta. Selektiivinen ei-katalyyttinen pelkistys (SNCR) on yksi menetelmä NO_x-päästöjen vähentämiseksi. Sen sovellettavuus voi olla rajallista polttolaitoksissa, joita käytetään 500 – 1500 tuntia vuodessa vaihtelevilla kuormituksilla. Toinen vaihtoehto on selektiivinen katalyyttinen pelkistys. Sen sovellettavuuden ongelmana voi olla teknisiä ja taloudellisia rajoituksia, jotka estävät jälkiasennuksen olemassa oleviin polttolaitoksiin, joiden käyttöaika vuodessa on 500 – 1500 tuntia.

BAT-päätelmien sivulla L 13/80 esitetään maakaasun poltosta kattiloissa NO_x-päästöille ilmaan parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaiset päästötasot. Olemassa olevan laitoksen kattilan BAT-päästötason vuosikeskiarvo on 50-100 mg/Nm³. Olemassa olevien NO_x-päästöjen vähentämismenetelmien toimintojen optimoiminen saattaa johtaa CO-päästötasoihin, jotka ovat vaihteluvälin yläpäässä. Edellä mainittua BAT-päästötaasoja ei sovelleta laitoksiin, joiden vuosittainen käyttöaika ei ylitä 1500 tuntia. Nekalan

laitoksella käytetään BAT-päästötasona vuorokausikeskiarvoa tai näytteenottojakson keskiarvoa. Olemassa olevalle kattilalle BAT-päästötaso on 85-110 mg/Nm³.

BAT-päätelmien sivulla L 13/100 esitetään kaksi yleistä menetelmää, joilla NO_x-päästöjä voidaan vähentää. Ensimmäinen on kehittynyt säätöjärjestelmä. Siinä palamishyötysuhteen säätöön ja päästöjen ehkäisemisen ja/tai vähentämisen tukemiseen käytetään tietokonepohjaista automaattista järjestelmää. Kehittyneeseen säätöjärjestelmään kuuluu myös tehokas prosessin seuranta. Toinen menetelmä on palamisen optimointi. Menetelmä sisältää toimenpiteitä, joilla maksimoidaan energian muuntamisen tehokkuus ja minimoidaan päästöjä. Palamisen optimointi vaikuttaa eniten CO-päästöjen tasoon. Palamisen optimointiin on olemassa useita menetelmiä, joita yhdistellään tilanteen mukaisesti. Eri menetelmiä ovat muun muassa polttolaitteiston hyvä suunnittelu, lämpötilan optimointi polttoaineen ja palamisilman tehokkaalla sekoittamisella, polttoaineen viipymääajan optimointi palamisvyöhykkeellä sekä edellä mainittu kehittynyt säätöjärjestelmä.

Kehittynyt säätöjärjestelmä sekä palamisen optimointi ovat yleisiä menetelmiä polttoprosessin tehostamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi. Ilmaan johdettavien NO_x-päästöjen vähentämiseksi BAT-päätelmät (L 13/101-13/102) esittävät lisää eri menetelmiä. Näillä menetelmillä voidaan myös vaikuttaa ilmaan johdettaviin CO-päästöihin, mutta tämän työn kannalta menetelmissä keskitytään vain NO_x-päästöihin. Ilman vaiheistuksella luodaan polttokammioon useita happipitoisuudeltaan erilaisia palamisvyöhykkeitä (L 13/101). Näin varmistetaan optimoitu poltto ja vähennetään NO_x-päästöjä. Menetelmä koostuu kahdesta suuremmasta palamisvyöhykkeestä. Ensimmäisessä palamisvyöhykkeessä palaminen tapahtuu epätäydellisesti eli ilmaa on poltossa liian vähän. Toinen palamisvyöhyke on uudelleenpolttovyöhyke, jossa lisätään yli jäänyt ilma. Näiden palamisvyöhykkeiden avulla polttoa saadaan parannettua. Vanhoissa ja pienissä kattiloissa voidaan joutua pienentämään kapasiteettia, jotta ilman vaiheistukselle saadaan luotua tarpeeksi tilaa. Yhdistelmätekniikoita voidaan käyttää NO_x- ja SO_x-päästöjen vähentämiseksi (L 13/101). Yhdistelmätekniikat ovat monimutkaisia ja integroituja puhdistusmenetelmiä, kuten aktiivihiili- ja DeSONO_x-prosessien käyttö. Näillä tekniikoilla voidaan vähentää NO_x- ja SO_x-päästöjen ohella myös muita epäpuhtauksia.

NO_x-päästöjä voidaan vähentää Low-NO_x-polttimilla (L 13/101). Näiden polttimien toiminta perustuu liekin huippulämpötilan pienentämiseen. Kattiloissa käytettävien polttimien ideana on palamisen parantaminen. Palaminen viivästyy polttimia käytettäessä, mutta lämmön siirtyminen kasvaa, kun liekin säteilykyky paranee. Polttoaineen ja ilman sekoittaminen polttimissa vähentää hapen saatavuutta. Liekin huippulämpötila pienee, kun hapen saatavuus vähenee. Tämä viivästyttää polttoaineeseen sitoutuneen typen muuntumista NO_x:ksi. Termisen NO_x:n muodostuminen vähenee myös. Polttimet

onnistuvat vähentämään NOx-päästöjä pitäen samalla polttohyötysuhteen hyvänä. Tätä menetelmää yhdistetään usein uunin palamiskammion rakenteen muutoksiin. Dry Low-NOx-polttimet ovat kaasuturbiinin polttimia, joissa polttoaine ja ilma sekoitetaan ennen palamisvyöhykkeelle syöttämistä (L 13/101). Näin saavutetaan homogeeninen lämpötilan jakautuminen. Lämpötilan jakautuessa paikalliset lämpötilahuiput pienenevät, mikä alentaa NOx-päästöjä. Ultra low-NOx-polttimet tuottavat erittäin vähän typpioksideja. Niihin sisältyvät palamisen vaiheistus ilman ja polttoaineen suhteen sekä palotilankaasujen takaisinkierrätys, joka on sisäistä savukaasujen takaisinkierrätystä prosessiin. Vanhoihin laitoksiin tehtävissä jälkiasennuksissa kattilan rakenne voi vaikuttaa menetelmän suorituskykyyn. Hapetuskatalysaattoreilla hapetetaan hiilimonoksidia ja palamattomia hiilivetyjä (L 13/102). Katalysaattorit muodostavat hiilidioksidia ja vesihöyryä. Hapetuskatalysaattorit sisältävät usein jalometalleja, kuten platinaa ja palladiumia.

NOx-päästöjä voidaan vähentää palamisilman alentamisella (L 13/102). Alentaminen voidaan toteuttaa joko syöttämällä palamiseen ympäristön lämpötilassa olevaa ilmaa tai lisäämällä vettä tai vesihöyryä. Palamisilmaa ei esilämmitetä regeneratiivisessa ilman esilämmittimessä, jos halutaan ympäristön lämpötilan mukaista ilmaa. Palamisilman lämpötilan pienentämiseksi voidaan käyttää vettä tai vesihöyryä laimentimena. Tämä vähentää termisen NOx:n muodostumista. Veden tai vesihöyryn lisäykseen on kaksi eri vaihtoehtoa. Se voidaan sekoittaa polttoaineeseen ennen sen polttoa. Tätä kutsutaan polttoaineen emulgoimiseksi, kosteuttamiseksi tai kyllästykseksi. Toinen vaihtoehto on veden tai vesihöyryn ruiskutus suoraan polttokammioon.

BAT-päätelmät esittelevät NOx-päästöjen vähentämiseksi kaksi selektiivistä pelkistysmenetelmää, katalyyttisen pelkistuksen ja ei-katalyyttisen pelkistuksen (L 13/102). Selektiivisessä katalyyttisessä pelkistyksessä (SCR) typpioksidit pelkistetään ammoniakilla tai urealla katalyytin mukana ollessa. Menetelmässä typpioksidi pelkistyy typeksi, kun se reagoi katalyyttikerroksessa ammoniakin kanssa. Katalyyttikerroksena toimii usein vesiliuos. Pelkistyminen tapahtuu noin 300-450 °C optimaalisessa toimintalämpötilassa. Menetelmässä voi olla useampia katalyyttikerroksia. Useamman katalyyttikerroksen käyttäminen tehostaa NOx:n pelkistymistä. Pelkistysmenetelmä voi olla myös modulaarinen. Erityisiä katalyytteja ja esilämmitystä voidaan käyttää, jos savukaasun lämpötila-alue on laaja tai kuormitus on matala. Selektiivisessä ei-katalyyttisessä pelkistyksessä (SNCR) typpioksidien pelkistys tapahtuu ammoniakilla tai urealla ilman katalyyttia. Katalyytin roolin korvaa korkea lämpötila, jonka myötä NOx pelkistyy typeksi reagoimalla urean tai ammoniakin kanssa. Optimaalisen reaktion aikaansaamiseksi toimintalämpötila-alueen tulee olla 800-1000 °C.

3. KOHTEET

3.1 Nekala

Nekalan lämpökeskus on vuonna 1984 valmistunut laitos, jonka polttoaineena toimii maakaasu ja kevyt polttoöljy. Lämpökeskuksen nimellisteho on 120 MW. Vuonna 2013 lämpölaitoksen poltinohjauskaapit ja TLJ-laitteet uudistettiin (Koski H., sähköposti). Nekalan lämpökeskuksessa on käytössä kolme kattilaa. Ympäristöinsinööri Laura Laakso- sen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 500 – 1400 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 1000 – 1500 tuntia vuodessa. Supo-asetuk- sen mukaan Nekalan lämpölaitos on vanha, olemassa oleva polttolaitos tai energiantuo- tantoyksikkö. Nekala on aloittanut energiantuotantonsa vuonna 1984 eli sen toiminnan aloittamiseksi on myönnetty lupa ennen 27 päivää marraskuuta 2002 supo-asetuksen määritelmän 6 mukaisesti. Energiantuotantoyksikköön, joka toimii hätätarkoituksessa, ei sovelleta supo-asetuksessa määrättyjä päästöraja-arvoja.

Ulkoinen toimija suoritti savukaasupäästömittauksen Nekalan lämpökeskukselle helmi- kuussa 2018 (Kriikku 2018). Päästömittaus suoritettiin ympäristöluvan LSSAVI/5362/2014 mukaan. Päästömittaukset tehtiin kattiloiden normaalia toimintaa vastaavilla tehotasoilla. Mittauksessa käytetty polttoaine oli maakaasu. Nekalan lämpö- laitoksella on käytössä niin sanottu kaukolämpöjousto (Kriikku 2018). Ympäristöluvan mukainen raja-arvo typpioksidille on 300 mg/Nm³. Raja-arvo redusoitiin 3 %:n happipi- toisuuteen. Mittaustulosten tulkinnassa oli noudatettu ILAC-oppaan (ILAC-G8:03/2009 Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification) ohjeistusta seuraavin ta- voin. Mittausepävarmuus huomioiden mitattu pitoisuus alittaa ympäristöluvan raja-arvon. Mittausepävarmuus huomioiden mitattu pitoisuus ylittää ympäristöluvan raja-arvon. Mi- tattuu pitoisuus on raja-arvossa, mutta täyttymiselle raja-arvoon nähden ei oteta kantaa. Typpioksidipäästömittauksen akkreditoitu mittaustulos oli 1-500 ppm (Kriikku 2018). Mit- tausperiaatteena käytettiin kemiluminesenssia. Päästömittauksen laitemerkkinä oli Horiba PG-350. Typpioksidipäästömittaus noudatti SFS-EN 14792 standardia.

Kaikkien kattiloiden savukaasun typpioksidipitoisuudet alittivat maakaasupoltolla ympä- ristöluvan raja-arvon 300 mg/Nm³ savukaasupäästömittauksen mukaan (Kriikku 2018). Savukaasun lämpötilat olivat 120-140 °C. Tämä on tyypillistä kyseisen tyyppisille katti- loille. Kaikilla kattiloilla palaminen oli puhdasta eikä häkää muodostunut. Mittausyhteet sijaitsivat sisätiloissa vaakakanavissa juuri ennen savupiippua (Kriikku 2018). Savukaa- sunäyte otettiin savukaasukanavasta sondilla lämmitetyn suodattimen ja näytelinjan

kautta näytteenottoyksikköön, jossa näytepumppu sijaitsee. Näytekaasusta poistettiin vesi näytteenottoyksikössä. Kuiva kaasu jaettiin analysoijalle. Vuototesti tehtiin ennen mittauksia. Näytelinjan tiiveys varmistettiin.

Nekalan lämpökeskuksen ensimmäisen kattilan typpioksidipitoisuus mittauksessa oli 159-161 mg/Nm³ (Kriikku 2018). Epävarmuus mittauseroista oli ± 29 %. Toisen kattilan typpioksidipitoisuus oli 181-182 mg/Nm³. Toisen mittauksen epävarmuus mittauseroista oli ± 26 %. Kolmannen kattilan typpioksidipitoisuus päästämittauksessa oli 194-195 mg/Nm³. Epävarmuus mitatuista arvoista oli ± 25 %. Vuodesta 2023 eteenpäin olemassa olevalle kattilalle typpioksidin BAT-päästötaso maakaasulle on 85-110 mg/Nm³. Nekalan laitoksella käytetään BAT-päästötasona vuorokausikeskiarvoa tai näytteenottojakson keskiarvoa. Ulkopuolisen tekijän vuonna 2018 tekemän savukaasupäästämittauksen mukaan Nekalan voimalaitoksen typpioksidipitoisuudet vaihtelevat 160-195 mg/Nm³ välillä kaikki kattilat huomioiden. Typpioksidipäästöjä pitää vähentää ainakin 31,3-43,6 % vuoden 2023 alusta alkaen. Vähennystarve muuttuu, jos otetaan huomioon mittausepävarmuudet.

Nekalan ensimmäisellä kattilalla typpioksidipäästöjä pitää vähentää ainakin 31,3 %, jotta kattilalla päästään BAT-päästötason ylärajalle. Alarajalle pääsyyn typpioksidipäästöjen tulee vähentyä 46,9 %. Muutokset tarkoittavat 50-75 mg/Nm³ muutosta. Nekalan toisella kattilalla typpioksidipäästöjä pitää vähentää ainakin 38,9 %, jotta kattilalla päästään BAT-päästötason ylärajalle. Alarajalle pääsyyn typpioksidipäästöjä täytyy pudottaa 52,8 %. Tämä vastaa typpioksidien vähenemistä 70-95 mg/Nm³. Nekalan kolmannella kattilalla tulee typpioksidipäästöjä vähentää ainakin 43,6 %, jotta kattilalla päästään BAT-päästötason ylärajalle. Alarajalle pääsyyn typpioksidipäästöjen tulee vähentyä 56,4 %. Muutokset tarkoittavat 85-110 mg/Nm³. Luvuista nähdään, että ensimmäisellä kattilalla päästömuutokset ovat helpoimmat noudattaa. Kattilat ovat keskenään samanlaisia ja käyvät samalla polttoaineella, joten ratkaisevaksi tekijäksi typpioksidipäästöihin muodostuu kunkin kattilan omat käyttötunnit.

Nekalan lämpölaitoksen tarvittavat typpioksidimuutokset ovat suuret ja haastavat. Uudet polttimet helpottaisivat BAT-päästötason saavuttamista. Tähän mietittiin ratkaisuksi Naistenlahti 2:n vanhojen polttimien uudelleen asentamista Nekalan lämpölaitokselle. Tämä ei kuitenkaan onnistu polttimien tyyppi- ja kokoerojen takia. Nekalan lämpökeskuksen BAT-päästötason saavuttamista tukevat ilman ja/tai polttoaineen vaiheistus. Savukaasujen takaisinkierätyksen asennetaan uusien polttimien myötä. Vaiheistuksen tarkoituksena on estää paikallisten lämpötilahuippujen syntyminen. Savukaasujen takaisinkierätyksen tarkoituksena on myös tasoittaa tulipesän lämpötilaa ja näin vähentää syntyviä typpioksidipäästöjä.

Tammikuussa 2018 Nekalan lämpölaitokselle suoritettiin paljon pienempiä huoltoja. Nämä huollot eivät olleet merkittäviä korjauksia lämpökeskuksen mittakaavassa (Solax 2019). Lämpölaitoksen kokonaisteho mitattiin. Kaikkien kattiloiden paluuvirtausmittaukset ja öljymäärämittaukset uusittiin. Verkon venttiilien kunto ja tarpeet selvitettiin. Vanhat raskasöljylaitteistot ja nuohouslaitteistot purettiin. Kaasumäärän virtausmittarit uusittiin. Nekalan lämpölaitoksen öljyn lämmitys kytkettiin irti suorasta kaukolämpöverkosta. Sähkötarkastuksen puutteet käytiin läpi. Helmikuussa Nekalan lämpökeskuksen toisen kattilan verkonkiertopumppu ja kolmannen kattilan kattilapumppu huollettiin (Solax 2019). Helmikuussa kolmannen kattilan toisioilmapuhaltimen palje uusittiin.

Solaxin (2019) mukaan Nekalan lämpökeskuksen polttoainejärjestelmää huollettiin ja öljykoneikon vikoja korjattiin toukokuussa 2018. Huoltojen syynä oli negatiivinen öljyn paine polttimilla. Öljynkiertopumppu kävi, mutta pumppu ei jaksanut nostaa painetta riittävästi. Vika korjattiin huoltamalla paikalliset painemittarit, kattilakohtaiset öljylinjojen takaiskuventtiilit sekä kierrätyspumppun ylivirtausventtiili. Tammikuussa 2019 tehtiin investointiehdotus Nekalan lämpölaitoksen sadevesiviemäröinnille, sillä kattilahuoneessa tulvii sateella (Solax 2019). Nekalan lämpökeskuksella on korjattu omakäyttölämmityspiirin pumppu (Solax 2019). Nekalan kolmannen kattilan toisioilmapuhallin korjattiin, kun moottorin lämpörele laukesi useasti käynnistyksen yhteydessä. Nekalan lämpölaitoksella on suoritettu palohälytyksen toimintahäiriöiden selvitystä lokakuusta 2018 eteenpäin (Vuosihoitopalaveri 2019). Työssä selvitetään, mitkä laitteet pysähtyvät palohälytyksessä ja mitkä tulisi pysähtyä.

Nekalan lämpökeskuksen ensimmäiselle, toiselle ja kolmannelle kattilalle suoritettiin käyttö- ja sisäpuoliset tarkastukset sekä painekokeet syyskuussa 2019 (Painelaittekirjat 2020). Ensimmäinen kattila täytti vaatimukset. Sisäpuolisessa tarkastuksessa löytyi syöpymiä, mutta ne eivät olleet kriittisiä. Konvektio-osan yläpää oli hyvässä kunnossa. Painekokeessa polttimen päällä ollut venttiili vuoti hieman, mutta omistajan itse tekemän kuivauksen ja testauksen jälkeen venttiili ei vuotanu. Käyttötarkastuksessa ei ilmennyt ongelmia. Toinen ja kolmas kattila täyttivät vaatimukset. Kummankaan kattilan tarkastuksista ei löytynyt merkittäviä vikoja. Nekalan kaukolämpökeskuksen kattilat ovat erittäin hyvässä kunnossa. Merkittäviä huomioita jo olemassa olevista tai alkavista vioista ei löytynyt kattavassa tarkastuksessa. Nekalan kaukolämpökeskuksen seuraava painelaitteiden tarkastus tapahtuu elokuussa 2021 ja se koostuu vain painelaitteiden käyttötarkastuksesta.

Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan Nekalan lämpölaitos on yleisesti ottaen käyttökelpoinen vuosia (Liite A). Nekalan lämpölaitoksen puhaltimet ovat yleisesti hyvässä kunnossa. Lämpökeskuksen polttimet ovat käyttökelpoisia vuosia. Nekalan lämpölaitoksen

kanavat ovat oletettavasti kunnossa (Liite A). Primääri-ilma-, sekundääri-ilma ja savukaasukaasukanavat ovat siis käyttökelpoisia vuosia. Kuuselan mukaan lämpökeskuksen tuhkanpoistojärjestelmää tulee huoltaa lähivuosien aikana. Kaukolämpöpumput ja –siirtimekkestävät käyttöä kymmenen vuotta eteenpäin. Lämpökeskuksen omakäyttölämmityspiiri on uutta vastaavassa kunnossa.

Nekalan lämpölaitoksen verkkopumppujen laakeroinnista tulee huolehtia tarkkaan (Liite A). Kuuselan mukaan kaukolämpöventtiili on uusittu eli sen venttiili tulee kestäämään käyttöä mainiosti. Jos alkuperäisten kattilapumppujen huollosta pidetään kiinni, ne tulevat kestäämään vielä pitkään. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan Nekalan lämpölaitoksen poltinkaapit on uusittu muutama vuosi sitten (Liite A). Lämpökeskuksen turvalogiikat päivittyivät poltinkaappien uusinnassa. Kenttälaitteet ovat uusitut Nekalan lämpökeskuksessa. Uudet happipitoisuusmittarit olisi hyvä vaihtaa vanhojen tilalle kolmannella kattilalla. Varsinkin verkon vesivirtamittarit tulisi uusia, sillä suurilla virtauksilla nykyiset mittarit aiheuttavat häiriöitä. Kesällä 2019 vaihdettiin kattilakohtaiset virtausmittareiden vahvistimet. Muuten Nekalan lämpökeskukset sähkö- ja automaatiolaitteet ovat kunnossa ja hyvällä mallilla.

Voimassa olevan PTS-investointisuunnitelman mukaan Nekalan kaukolämpökeskuksen tehoa pienennetään vuonna 2027 (Energia PTS investoinnit). Tähän syynä on kaukolämmön kysynnän väheneminen. Lämpökuorman pienenemisen myötä lämpökeskuksen seuraavan perusparannuksen tarve pienenee. Nekalan lämpölaitokselle tehtiin pieniä huoltoja tammikuussa 2018. Sen kaikki kolme kattilaa ovat erittäin hyvässä kunnossa. Kaukolämpökeskus ei tule tarvitsemaan seuraavaa teknistä perusparannusta ennen vuotta 2030. Lämpökeskusta tulee huoltaa jatkuvasti ja säännöllisesti, jotta perusparannukselle ei tule tarvetta. Ennakoiva huolto ja lämpökeskuksen säännöllinen tarkastelu takaavat toimintakyvyn ainakin vuoteen 2030 asti. Kattiloiden kunnan huomioon ottaen voi olla mahdollista, että teknistä perusparannusta ei tarvita ennen vuotta 2040. Tätä tulee seurata painelaitteiden käyttö- ja sisäpuolisten tarkastusten ja painekokeiden myötä ja tehdä niiden mukaisesti päätöksiä.

Nekalan lämpökeskus toimii sekä huippu- ja varalämpölaitoksena. Rooli muuttuu tilanteen mukaisesti. Kesäisin se toimittaa kaukolämpöä suurten voimalaitosten huolto- ja talvisin voimalaitos tukee suurempien voimalaitosten lämmöntuottoa. Nekalan lämpölaitos sijaitsee keskeisessä asemassa kaukolämmön toimitusalueella. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 1000 – 1500 tuntia vuodessa. Kokonaiskäyntiaika on verrattain korkea. Se kertoo kaukolämpökeskuksen merkittävästä roolista kaukolämpöverkossa.

3.2 Hervanta

Hervannan lämpökeskus valmistui 1975 ensimmäisen ja toisen kattilan osalta. Kolmas kattila rakennettiin 1987. Lämpölaitoksen nimellisteho on 95 MW. Polttoaineena käytetään vain kevyttä polttoöljyä. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 60 – 250 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 300 – 400 tuntia vuodessa. Hervannan lämpölaitoksella suoritetaan vuosittain TLJ-määräaikaistesti (Solax 2019).



Kuva 5. Hervannan kaukolämpökeskus

Vuoden 2013 helmikuussa Hervannan lämpökeskuksella huollettiin öljyjärjestelmän varoventtiilit sekä omakäyttöjärjestelmien varoventtiilit (Solax 2019). Saman vuoden toukokuussa laitoksen omakäyttöpiirin pumppu ja pumpun moottori uusittiin. Solaxin (2019) mukaan Hervannan lämpökeskuksen paineilmalinjat kunnostettiin helmikuussa 2014. Poltintasoille menevät paineilmalinjat uusittiin. Vanhat kupariset linjat vaihdettiin rosterisiin putkiin. Toukokuussa laitoksen omakäyttöpiirin lämpötilan säätöventtiili korjattiin.

Heinäkuussa Hervannan lämpökeskuksen automaatiojärjestelmää parannettiin. Paineenpidon säätöä korjattiin virittämällä painelähtettä. Hervannan lämpökeskuksen määräaikaistarkastus suoritettiin maaliskuussa 2014 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluvat myös painelaitteiden painekokeet.

Solaxin (2019) mukaan Hervannan lämpölaitoksen polttoöljysäiliön kaivon pumppu puhdistettiin ja huollettiin toukokuussa 2015. Hervannan lämpölaitoksella säädettiin ja huollettiin savukaasupellit helmikuussa 2016 (Solax 2019). Kesäkuussa kolmannen kattilan paluuvirtausmittauksen ja kattilapumpun akselitiivisteitä uusittiin. Kesäkuussa uusittiin myös ulospuhallusputken viemäri. Marraskuussa 2017 Hervannan lämpölaitoksen paloturvallisuutta parannettiin (Solax 2019). Parannuksessa rikkinäiset hälytinkellot uusittiin ja hälytinkellojen määrää lisättiin puutteiden mukaisesti. Joulukuussa lämpölaitoksen polttoöljyn kiertopumppu uusittiin vanhan pitäessä liikaa meteliä. Hervannan lämpökeskuksella huollettiin kaukolämpöveden menopuolen säätöventtiiliä (Solax 2019). Elokuussa 2018 lämpökeskuksen kompressori uusittiin ja laitoksen paineilmaputkistoa parannettiin. Hervannan lämpökeskukselle suoritetaan marraskuussa 2019 laitoshuolto ja kolmannelle kattilalle tehdään TLJ-määräaikaistarkastus (Vuosihoitopalaveri 2019). Vuosihoitopalaverissa suunniteltiin taajuusmuuttajien huoltoa, mutta huollolle ei määrätty vielä aloitusajankohtaa.

Hervannan lämpölaitoksen yleiskunto on hyvä (Liite A). Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan puhaltimet ovat käyttökelpoisia vuosia. Hervannan kaukolämpökeskuksen ensimmäiselle, toiselle sekä kolmannelle kattilalle suoritettiin käyttötarkastukset syyskuussa 2018 (Painelaittekirjat, 2020). Ensimmäinen, toinen ja kolmas kattila hyväksyttiin huomautuksin. Nämä huomautukset ovat korjatut. Seuraavat tarkastukset koostuvat sisäpuolisista ja käyttötarkastuksista toukokuussa 2020. Ensimmäisen ja toisen kattilan alaosia on uusittu. Lämpökeskuksen polttimet ja kanavat ovat kunnossa. Lukuun ottamatta savukaasukanavaa, jonka kunto tulee tarkistaa lähivuosina. Hervannan lämpölaitoksen tuhkanpoistojärjestelmän tilanne on epävarma, joten se tulee myös tarkistaa lähivuosina. Lämpökeskuksen kaukolämpöpumput ovat käyttökelpoisia vielä vuosia. Lämpökeskuksen omakäyttölämmityspiirin uusiminen on lähellä, sillä piiri on vanha.

Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan Hervannan lämpölaitoksen kattilasuojat ovat käyttökelpoiset vuosia (Liite A). Lämpökeskuksen vanhimmat mittauslaitteet ovat 30 vuotta vanhat, mutta silti toimivat. Mittauslaitteita on uusittu paljon ja niitä vaihdetaan tarpeen mukaan. Räsänen mukaan lämpökeskuksen tasasuuntaajat vaihdettiin kaksi

vuotta sitten (Liite A). Suurin osa sähkökaapeista on uusittu ja niitä uusitaan tarpeen mukaan lisää. Yhtäkään alkuperäistä sähkökaappia laitoksella ei enää ole. Automaatiokaapit korjataan, kun automaatiokortit menevät rikki. Oletettavasti automaatiokaapit toimivat seuraavat kymmenen vuotta. Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit tarvitsevat uusimista. Varsinkin poltinkaappikomponentit olivat heikossa kunnossa. Heikentyneiden laitteiden myötä epävarmuus kasvaa ja releet heikkenevät entisestään. Nekalan lämpökeskukselta on mahdollista vaihtaa nykyiset poltinkaapit Hervannan lämpökeskukselle, jos Nekalan lämpölaitokselle vaihdetaan low-Nox-polttimet. Tämä tulee tutkia erikseen, onko poltinkaappien vaihto toimiva ratkaisu. Kolmannella kattilalla on uusi, nykyaikainen poltinkaappi.

Hervannan lämpökeskus on vanha ensimmäisen ja toisen kattilan osalta. Niihin on suunnitteilla uusintainvestoinnit vuodelle 2024 (Energia PTS investoinnit). Uusintainvestointeja voidaan lykätä kunnossapitomielessä (Viitanen, J., sähköposti). Painelaitteikirjojen mukaan kattilat ovat käyttökelpoisessa kunnossa. Lisäksi ensimmäisen ja toisen kattilan alaosat kunnostettiin noin kolme vuotta sitten ja kolmas kattila on uutta vastaavassa kunnossa. Kattiloiden kunnan lisäksi kaukolämmön tarve pienenee tulevaisuudessa, joten uusintainvestoinnit eivät ole tarpeelliset seuraavaan kymmeneen vuoteen. Hervannan lämpökeskus ei tarvitse muita perusparannuksia seuraavaan kymmeneen vuoteen pienen kaukolämpöroolin takia. Kaukolämpökeskuksen roolin tärkeyttä nostaa Hervannan hakelaitoksen mahdollinen vikaantumistilanne. Hervannan öljykaukolämpökeskuksen tulee pystyä toimittamaan lämpöä verkon reunalla, jos Hervannan hakelaitos ei siihen kykene. Tämän takia Hervannan öljylämpölaitoksen on taattava toimintakykynsä. Esimerkiksi yhden kattilan vikaantuminen ei aiheuta lämmöntoimitusvaikeuksia, sillä käytettäviä kattiloita on kolme; ne ovat toimintakuntoisia ja lämmönkysyntä on vähäistä.

Hervannan lämpökeskus toimii huippulämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa talvisin kovien pakkasten aikaan lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon. Ainoastaan polttoöljyn käyttö polttoaineena osoittaa lämpökeskuksen toimivan huippuvoimalaitoksena. Hervannan kaukolämpökeskus sijaitsee aivan kaukolämmön toimitusalueen reunalla. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 300 – 400 tuntia vuodessa. Kokonaiskäyntiaika on verrattain matala. Se kertoo kaukolämpökeskuksen pienestä roolista kaukolämpöverkossa. Hervannan kaukolämpökeskuksen rooli kaukolämpöverkossa kasvaa, jos esimerkiksi kaukolämmön toimituksessa tapahtuu katko verkon reunalle. Lämpölaitos ei sijaitse keskellä verkkoa, mutta on tärkeässä asemassa kokonaiskuvassa.

3.3 Hakametsä

Hakametsän lämpökeskus valmistui 1995 ensimmäisen ja toisen kattilan osalta. Kolmas kattila rakennettiin 2004. Lämpölaitoksen nimellisteho on 120 MW. Lämpölaitos polttaa vain kevyttä polttoöljyä. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 150 – 450 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 400 – 550 tuntia vuodessa.



Kuva 6. Hakametsän kaukolämpökeskus

Hakametsän lämpökeskukselle tehtiin paineilmajärjestelmän perusparannus vuonna 2010 (Solax 2019). Perusparannuksessa uusittiin kolmannen kattilan kompressori. Lämpölaitoksen ensimmäisen kattilan öljylinjaa uusittiin löytyneen vuodon takia. Vuonna 2010 Hakametsän lämpölaitoksen öljynkierrätystä tehostettiin uusimalla omakäyttöjärjestelmän toimilaitteet. Ensimmäisen ja toisen kattilan saattolämmitysputkea huollettiin toukokuussa 2014 (Solax 2019). Vanhat kupariset putket vaihdettiin teräksisiin putkiin,

jotka koteloitiin. Solaxin (2019) mukaan Hakametsän kolmannen kattilan liekkivahti korjattiin tammikuussa 2015. Hakametsän lämpökeskuksen määräaikaistarkastus suoritettiin tammikuussa 2016 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluvat myös painelaitteiden painekokeet. Marraskuussa 2016 Hakametsän lämpökeskuksen öljyn pikasulkuventtiili vaihdettiin uuteen (Solax 2019). Vanha pikasulkuventtiili liikkui hitaasti, kun ohjausilmaventtiili vuoti osan työilmasta ulos. Joulukuussa ensimmäisen ja toisen kattilan happisäätöpiiriä parannettiin edellisten menetelmien antaessa virheellistä arvoa ohjaukseen. Samalla vaihdettiin toisen kattilan polttimen rajakytkimet.

Maaliskuussa 2017 Hakametsän lämpökeskuksen kolmannen kattilan toisioilmapuhaltimen taajuusmuuttajia korjattiin (Solax 2019). Elokuussa lämpökeskuksen paineilma-kompressori huollettiin. Lokakuussa ensimmäisen kattilan verkkopumpun taajuusmuuttaja vaihdettiin uuteen. Hakametsän lämpökeskuksella suoritettiin paineilmakompressorin uusinta syyskuussa 2018 (Solax 2019). Marraskuussa lämpökeskukselle suoritettiin omakäyttöpiirin perusparannus. Hakametsän lämpölaitokselle aiotaan suorittaa omakäyttöpiirin perusparannus lähitulevaisuudessa (Vuosihuoltopalaveri 2019). Perusparannus vaatii kattilahuoneen korvausilman lämmityksen eristyksen öljynlämmityksestä.

Hakametsän lämpökeskus on yleisesti hyvässä kunnossa (Liite A). Lämpölaitoksen puhaltimet, polttimet ja kanavat ovat käyttökelpoisia vuosia. Öljysäiliö on kunnossa. Säiliö sai uuden öljynlastauspaikan vuonna 2018. Hakametsän lämpökeskuksen kaukolämpöpumput ovat käyttökelpoisia vuosia, kuten myös omakäyttölämmityspiiri. Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan ensimmäisen ja toisen kattilan ikä aiheuttaa huolto- tai uusimistarpeen lähivuosina (Liite A). Kuitenkin Hakametsän lämpökeskuksen kattiloille tehtiin sisäpuoliset tarkastukset sekä painekokeet lokakuussa ja käyttötarkastukset marraskuussa 2019 (Painelaittekirjat 2020). Kattilat täyttivät vaatimukset. Sisäpuolisissa tarkastuksissa löytyi hieman syöpymiä ja likaa, mutta ei mitään vakavaa, mitä ei tarkastuksen aikana saatu huollettua. Seuraavat käyttötarkastukset tehdään lokakuussa 2021. Painelaitteikirjojen perusteella kattiloiden ikä ei aiheuta huolto- tai uusimistarpeita lähivuosina. Ensimmäisen ja toisen kattilan öljykoneikoilla on ikää, mikä voi aiheuttaa huolto- tai uusimistarpeen lähitulevaisuudessa. Ensimmäisen ja toisen kattilan öljy- ja ilmamääränsäätölaitteet ovat uusimisen tarpeessa. Toisen ja kolmannen kattilan pääpolttoaineventtiilit ovat hyvässä kunnossa, mutta ensimmäisen kattilan kunto tulee tarkastaa. Kuuselan mukaan, jos Hakametsän lämpökeskuksen polttoaine vaihdetaan takaisin raskaaseen

polttoöljyyn, tulee lämpökeskuksella tehdä uuden polttoaineen mukaiset parannustoimenpiteet. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan Hakametsän kattilasuojat ovat kunnossa (Liite A). Lämpökeskuksen ensimmäisellä ja toisella kattilalla ovat käytössä vanhat poltinkaapit, jotka eivät kestä seuraavaa kymmentä vuotta. Kolmannen kattilan poltinkaappi on uutta vastaavassa kunnossa. Automaatio- ja sähkökaapit ovat käyttökelpoisia vuosia. Lämpökeskuksen taajuusmuuttajat on vaihdettu uusiin. Kolmannen kattilan happipitoisuusmittaukset joudutaan vaihtamaan lähiaikoina. Tänä vuonna lämpölaitoksen savukaasumittaukset vaihdetaan uusiin.

Vuonna 2018 Hakametsän lämpökeskukselle tehtiin laajempi huolto (Energia PTS investoinnit). Seuraavaa perusparannusta lämpökeskukselle on suunniteltu vuodelle 2025. Lämpölaitoksen yleiskunnon, painelaitteiden toimintakunnon ja huoltohistorian sekä alenevan kaukolämmön tarpeen perusteella seuraavaa perusparannusta voidaan lykätä vuoteen 2030. Lämpökeskus on käyttökelpoisessa kunnossa vielä vuosia. Lämpökeskuksen käyttötunnit ovat suhteellisen matalat ja itse lämpölaitos on hyvässä kunnossa. Perusparannussuunnitelma muuttuu, jos Hakametsän lämpölaitoksella vaihdetaan raskaaseen öljypolttoon tulevaisuudessa.

Hakametsän lämpökeskus toimii huippulämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon. Tämä korostuu etenkin talviaikaan. Ainoastaan polttoöljyn käyttö polttoaineena osoittaa lämpökeskuksen toimivan huippuvoimalaitoksena. Hakametsän kaukolämpökeskus sijaitsee lähellä kaukolämpöverkoston keskusta. Kaukolämpökeskus sijaitsee pääputkilinjan vieressä. Laitoksen kokonaisikäntaika on 400 – 550 tuntia vuodessa. Kokonaisikäntaika on verrattain matala. Se ei kuitenkaan suoraan kerro lämpölaitoksen roolista kaukolämpöverkossa. Hakametsän lämpökeskus toimii risteyskohdassa kaukolämpöverkossa. Sen toiminta on kytkettynä moneen eri lämpölaitokseen. Kaukolämpökeskusta käytetään tukemaan kaukolämpöverkon toimintaa.

3.4 Sarankulma

Sarankulman lämpökeskus koostuu kahdesta eri lämpökeskuksesta (Koski H., sähköposti). Ensimmäinen lämpökeskus valmistui vuonna 1970. Kyseisen lämpölaitoksen nimellisteho on 40 MW. Sarankulman ensimmäisen lämpökeskuksen polttoaineena käytetään maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Lämpölaitoksen sähkölaitteistoa ja poltinohjausta uudistettiin 2007. Sarankulman toinen lämpökeskus on uudempi, 2013 valmistunut lämpölaitos. Sen polttoaineen toimivat pelletti ja kevyt polttoöljy. Sarankulman toisen lämpökeskuksen nimellisteho pellettikäytössä on 37 MW ja puhtaalla kattilalla öljykäy-

tössä 47 MW. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 200 – 5500 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 5000 – 5500 tuntia vuodessa.



Kuva 7. Sarankulman kaukolämpökeskus

Sarankulman molempien lämpökeskusten muuntajat uusittiin helmikuussa 2013 (Solax 2019). Pellettilämpökeskuksen valmistumisen myötä vanhemman laitoksen muuntajat päivitettiin vastaamaan ajankohtaisia vaatimuksia. Sarankulman pellettilaitoksen poltin huollettiin perusteellisesti toukokuussa 2013 (Solax 2019). Poltin sekä poltinmalja puhdistettiin, öljylinjan suodattimet vaihdettiin sekä sytytyspoltin ja valokennot huollettiin. Samalla huollettiin puupölyn annostelulaitteisto. Huolto tapahtui valmistajan huolto-ohjeiden mukaan. Huolto koski pölysiiloa, holvauksen estoruuvia, pohjakaapijaa, pölyn syöttöruuveja, sulkusyötintä ja vuotoilmapuhallinta. Kesäkuussa pelletin syöttöruuvien hammasrattaat kunnostettiin kovan kulumisen takia. Syyskuussa 2013 Sarankulman pellettilaitokseen rakennettiin inerttikaasun putki, joka johti tuhkalavalle (Solax 2019). Ulkopuolinen tekijä rakensi tuhkan sammutusjärjestelmän. Tämä järjestelmä ei kuitenkaan toiminut ja se jouduttiin purkamaan. Syyskuussa tarkastettiin Sarankulman ensimmäisen lämpökeskuksen savupiippu. Lokakuussa Sarankulman ensim-

mäisen lämpökeskuksen poltinkaappien ilmanvaihtoa parannettiin korkeiden lämpötilojen takia. Pellettilaitos nuohottiin vuonna 2013 (Solax 2019). Savukaasun lämpötila aleni 16 °C nuohouksen jälkeen.

Sarankulman lämpökeskuksien määräaikaistarkastus suoritettiin tammikuussa 2014 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluvat myös painelaitteiden vesipainekokeet. Solaxin (2019) mukaan tammikuussa 2014 Sarankulman pellettilaitoksella suoritettiin takuuhuolto, jossa vaihdettiin kaksi verkon kiertopumppua. Toukokuussa tarkastettiin pellettiruuvien kiinnitykset, varusteet ja käyttölaitteiden tuenta. Samalla uusittiin myös kuljetinruuvi ja lisättiin automaatio hoitamaan hammaspyörien voitelu. Kesäkuussa pellettilaitoksen kattilalle suoritettiin sisäpuolinen tarkastus. Elokuussa pellettilaitoksella tehtiin kattilan, polttimen ja muurauksien korjaus. Elokuussa 2014 Sarankulman paikallisvalvomon työasema uusittiin, jonka myötä lämpölaitoksen automaatiota päivitettiin (Solax 2019). Maaliskuussa 2015 Sarankulman pellettilaitoksella huollettiin pelletin syöttöruuvia (Solax 2019). Ruuvin pesä oli pullistunut ja pellettipölyä vuoti liitoksien välistä. Kesällä vuotanut tuhkankestutin ja tuhkakontin kaapija huollettiin. Syyskuussa huollettiin tarpeellisin osin pellettilaitoksen poltin. Syyskuussa suoritettiin tarkastushuolto pellettilaitoksen vasaramyllylle. Sarankulman pellettilaitoksella tyhjennettiin pellettisiilon täyttöputki, joka oli mennyt tukkoon helmikuussa 2016 (Solax 2019). Samassa kuussa huollettiin kattilapumppu, jonka laakereiden vaihtoväliksi määritettiin kolme vuotta. Samaan aikaan tehtiin uusi kattilan sisäpuolinen tarkastus. Toukokuussa Sarankulman ensimmäiselle lämpökeskukselle tehtiin savupiipun peruskunnostus. Marraskuussa Sarankulman pellettilaitoksella huollettiin kattilan pääliekinhäiriöitä. Joulukuussa uusittiin Sarankulman ensimmäisen lämpölaitoksen paineilmakompressori.

Sarankulman pellettilaitoksen tuhkan kestutin huollettiin ja jäähdytysvesilinja rakennettiin uudelleen tammikuussa 2017 (Solax 2019). Tammikuussa lämpökeskuksen vasaramyllyä jouduttiin jälleen huoltamaan viallisen tasapainotuksen takia. Elokuussa pellettilaitoksen polttimelle suoritettiin määräaikaishuolto. Samana kuukautena huollettiin laitoksen kantoilmapuhallin ja sen sähkömoottori. Huolto suoritettiin myös puupölyn annostelulaitteistolle. Marraskuussa pellettilaitoksen tuhkaruuvien vaihde moottori vaihdettiin uuteen. Huhtikuussa 2018 Sarankulman pellettilaitoksen polttoainelinjan sammutusveden automaatiota tarkastettiin ja huollettiin. Elokuussa suoritettiin määräaikaishuolto kattilan polttimelle. Huhtikuussa pellettilaitoksen tuhkasiilo pinnoitettiin. Samassa työssä huollettiin myös tuhkaruuvi.

Sarankulman ensimmäiselle kattilalle suoritettiin käyttö- ja sisäpuolinen tarkastus sekä painekoe elokuussa 2017, jolloin kattila täytti vaatimukset (Painelaitekirjat, 2020). Elokuussa 2019 kattilalle tehtiin käyttötarkastus, jolloin kattila täytti tarkastuksen vaatimukset. Ensimmäinen kattila on siis käyttökelpoisessa kunnossa. Sarankulman ensimmäinen lämpökeskus on toimintakykyinen ja hyvässä kunnossa (Liite A). Lämpölaitoksen kattilat, puhaltimet, polttimet ja kanavat ovat käyttökelpoisia vuosia. Lämpökeskuksen kaukolämpöpumput ja omakäyttölämmityspiiri tulee uusida tai korjata seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kaukolämpöpumput jaksavat hyvällä huollolla, mutta uusiminen olisi parempi ratkaisu. Omakäyttöpiirin lämmitystermostaatit tulee vaihtaa uusiin laitteiden ikääntymisen vuoksi. Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan lämpökeskuksen öljysäiliön lämmityspiiri säiliölle asti ja laitoksen ilmastointi ovat uudet.

Sarankulman pellettilaitokselle tehtiin sisäpuolinen tarkastus ja käyttötarkastus elokuussa 2017 (Painelaitekirjat, 2020). Tarkastuksissa kattila täytti vaatimukset. Pelkkä käyttötarkastus suoritettiin maaliskuussa 2019, jolloin kattila oli käyttökelpoinen. Toisen kattilan kunnosta huolimatta Sarankulman pellettilämpölaite vaatii enemmän kunnostusta (Liite A). Pellettilaitoksen polttimessa on säröjä, mutta ne eivät haittaa polttimen toimintaa. Kuuselan mukaan pellettilaitoksen tuhkanpoisto tulee uusida. Tuhkanpoisto on kovalla rasituksella lämpökeskuksen käynnissä ollessaan. Pellettilaitoksen kattila tuottaa palamatonta materiaalia tuhkan joukkoon. Tämä johtuu polttoaineen liian lyhyestä palamisajasta kattilassa. Polttoaine ei kerkeä palamaan täydellisesti ollessaan tulipesässä. Palamaton materiaali aiheuttaa lämpökeskuksen tuottaman lämmitystehon laskun. Sarankulman ensimmäisen kattilan poltinkaapit ovat vanhat, mutta eivät todennäköisesti vaadi vaihtamista (Liite A). Kattilasuojat ovat kunnossa. Pellettilaitoksen poltinkaapit ovat uudet ja hyvin toimivat. Lämpökeskuksen happipitoisuusmittaukset ovat uutta vastaavassa kunnossa. Ensimmäisen lämpökeskuksen kattilan savukaasun tummuusmittaus on vanha, joka todennäköisesti joudutaan vaihtamaan. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan sähkö- ja automaatiokaappien kunto on hyvä. Sarankulman lämpökeskuksen olemassa oleva perusparannussuunnitelma toimii (Energia PTS investoinnit). Tarkoituksena on suorittaa perusparannukset toiselle kattilalle vuosina 2019 ja 2027. Sarankulman ensimmäinen kattila ei tarvitse perusparannusta seuraavaan kymmeneen vuoteen pienen käytön ja hyvän yleiskunnon takia. Se ei myöskään tarvitse niin paljon huoltoa ja parantamista kuin Sarankulman pellettilaite.

Sarankulman lämpökeskus on jatkuvassa käytössä melkein vuoden ympäri. Sen päärooli on tukea kaukolämpöverkkoa. Lämpökeskuksella poltetaan kevyttä polttoöljyä kaukolämmön lisätuotantoon. Tämä korostuu etenkin talviaikaan. Laitoksen kokonaiskäyn-

tiaika on 5000 – 5500 tuntia vuodessa. Suuret käyntiajat johtuvat pelletin poltosta. Sarankulman ensimmäinen lämpölaitos toimii siis varalämpölaitoksena ja pellettilaitos on jatkuvassa käytössä. Sarankulman kaukolämpökeskus sijaitsee kaukolämmön toimitusalueen reunalla. Kaukolämpökeskus sijaitsee eteläisen pääputkilinjan vieressä. Kaukolämpökeskusta käytetään tukemaan kaukolämpöverkon toimintaa Etelä-Tampereella ja Pirkkalassa. Lämpökeskuksen tarkoituksena on myös nostaa uusiutuvan energian osuutta kaukolämmön tuotannossa.

3.5 Naistenlahti

Naistenlahden lämpökeskus sijaitsee kallion sisällä. Se asennettiin vuonna 1968. Lämpökeskusta modernisoitiin vuonna 2006 sähkö- ja automaatiolaitteistojen osalta (Koski H., sähköposti). Sen nimellisteho on 90 MW. Lämpökeskuksen polttoaineena käytetään vain kevyttä polttoöljyä. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 180 – 700 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 500 – 850 tuntia vuodessa.

Naistenlahden lämpökeskuksen määräaikaistarkastus suoritettiin huhtikuussa 2013 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluvat myös painelaitteiden painekokeet. Naistenlahden lämpökeskuksen öljyvaraston öljynsiirtopumpun tehoa kasvatettiin helmikuussa 2016 (Solax 2019). Elokuussa 2016 lämpökeskuksen omakäyttöpiirissä oli vuoto (Solax 2019). Vuoto paikallistettiin putkikäyrään. Vuotava käyrä ja osa putkistoa vaihdettiin uusiin komponentteihin. Saman vuoden marraskuussa laitoksen öljyputkiston painemittarit uusittiin. Naistenlahden luolan lämpölaitoksen kattiloita huollettiin ja korjattiin kesäkuussa 2017 (Solax 2019). Molemmille kattiloille suoritettiin sisäpuolinen tarkastus. Ensimmäisellä kattilalla parannettiin ilmarekisterin siipiä tulenkestävällä levyllä ja korjattiin polttimien muurauksia. Toisen kattilan huoltotoimenpiteet vastasivat ensimmäisen kattilan huoltoa. Toisen kattilan ilmarekisterin siivet hitsattiin takaisin paikoilleen. Saman vuoden joulukuussa piipputilan ilmastointikanavia korjattiin tippuneiden kivien aiheuttamilta vahingoilta.

Tammikuussa 2018 Naistenlahden lämpökeskuksen taajuusmuuttajille suoritettiin määräaikaishuolto (Solax 2019). Taajuusmuuntajien huollot suoritetaan kolmen vuoden välein. Samalla uusittiin kaikki puhaltimet ja puhdistettiin jäähdytys-elementit. Lämpökeskuksen öljyn siirtosysteemiä uusittiin. Paine pääsi nousemaan liian korkealle vanhassa järjestelmässä. Vika korjattiin asentamalla uusi ylivirtausventtiili. Tammikuussa 2019

Naistenlahden lämpökeskuksen molempien kattiloiden syklonit puhdistettiin (Solax 2019). Syklonit sijaitsivat kattilan ja savukaasupuhaltimen välissä. Naistenlahden lämpökeskuksella suoritettiin käyttötarkastus toukokuussa 2019 (Vuosihuoltopalaveri 2019). Samana vuonna suoritettiin savukaasupeltien tarkastus ja tulipesän muurausten tarkastus.

Naistenlahden lämpökeskus on vanha ja osittain erittäin huonossa kunnossa (Liite A). Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan lämpölaitoksen kattiloiden uusiminen on lähellä. Kattilat ovat todella vanhat. Kuitenkin Naistenlahden luolan kattiloille on tehty käyttötarkastus toukokuussa 2019 (Painelaitekirjat, 2020). Sekä ensimmäinen kattila ja toinen kattila täyttivät vaatimukset moitteetta. Seuraava tarkastus sisältää käyttö- ja sisäpuolisen tarkastuksen sekä painekokeen. Seuraava tarkastus tehdään toukokuussa 2021. Kuuselan mukaan lämpölaitoksen primääri-ilman, sekundääri-ilman ja savukaasun kanavat vaativat uusimista lähivuosina (Liite A). Ne ovat ahtaita ja kestäneet rasitusta jo pitkään. Omakäyttöpiirin uusiminen on myös lähellä. Kuuselan mukaan Naistenlahden lämpökeskus ei kestä kymmentä vuotta, jos sitä käytetään. Lämpölaitoksen polttimet ja pumput ovat todella vanhoja, mutta kestävätkä käyttöä. Naistenlahden lämpökeskuksen putkistot ovat heikkoja ja hapettuneita. Ne tulisi uusida mahdollisimman pian, mutta uusimistyötä haittaa putkiston sijainti. Ne ovat upotettuina luolan seiniin ja lattiaan. Naistenlahden lämpökeskuksen poltinkaapit ovat käyttökelpoisia vuosia (Liite A). Ne vaihdettiin yli kymmenen vuotta sitten ja jatkavat toimintaansa moitteetta. Lämpökeskuksen sähkötilat ovat hyvässä kunnossa. Taajuusmuuttajat ovat myös hyvässä kunnossa. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan lämpökeskuksen savukaasun tummuusmittaukset toimivat. Happipitoisuusmittaukset ovat vanhat. Ne ovat samaa mallia kuin Hakametsän lämpökeskuksen kolmannella kattilalla. Tarve niiden uusimiseen on edessä kymmenen vuoden sisällä.

Naistenlahden lämpökeskus on verrattain heikossa kunnossa. Yksi vaihtoehto olisi vanhan lämpökeskuksen käytöstä poistaminen. Tämä on tarkasteltava erikseen. Naistenlahden voimalaitosta uusitaan toimimaan uusiutuvalla energialla vuodesta 2022 lähtien (Naistenlahti 100%, 2017). Voimalaitoksen uusinnan myötä voimalaitoksen teho pysyy samassa suuruusluokassa. Kuitenkin kaukolämmöntarpeen pienentyessä Naistenlahden voimalaitos ei tarvitse lisälämmön tuotantoa huipunkäyttöaikoina.

Lämpölaitoksen käyttötunnit ovat jo nykyisellään matalat, joten lämpökeskuksen käytöstä poisto ei aiheuta lämmöntuotanto-ongelmia Tampereen keskustan alueelle. Tämä tulee tarkastella erikseen päätöksiä tehdessä. Lämpölaitokselle on suunniteltu perusparannusta vuodelle 2026 (Energia PTS investoinnit). Tätä suunniteltua perusparannusta ei tarvita mahdollisen poiston takia. Lämpökeskuksella ja sen laitteistolla on ikää. Sen

kattilat, puhaltimet sekä kanavat ovat heikkokuntoiset. Naistenlahden kaukolämpökeskus selviää paikkakorjauksin Naistenlahden voimalaitoksen uusinnan yli vuoteen 2022. Tämä vaatii tarkempaa kunnontarkkailua. Naistenlahden voimalaitoksesta löytyy kaasuturbiini, jota voidaan pitää varalla, jos tehontarve kasvaa. Lämpökeskuksen sijainnista kallion sisällä ja voimalaitoksen vieressä sekä kaukolämmön tarpeen pienenemisen takia Naistenlahden kaukolämpölaitos voidaan mahdollisesti ottaa pois käytöstä seuraavan kymmenen vuoden aikana. Ei kuitenkaan ole täysin poissuljettua, että kaukolämpölaitos rakennetaan uudelleen nykyiselle sijainnille. Tämä on tarkasteltava erikseen.

Naistenlahden lämpökeskus toimii huippulämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon. Lämpökeskuksella poltetaan kevyttä polttoöljyä kaukolämmön lisätuotantoon huipunkäyttöaikoina. Naistenlahden lämpökeskusta käytetään käytännössä vain, kun kaukolämmön kysyntä kasvaa. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 500 – 850 tuntia vuodessa. Naistenlahden kaukolämpökeskus sijaitsee kaukolämpöverkon keskuksessa, aivan Naistenlahden voimalaitoksen yhteydessä. Kaukolämpökeskusta käytetään tukemaan kaukolämpöverkon toimintaa ja Naistenlahden voimalaitoksen lämmöntuotantoa.

3.6 Rahola

Raholan lämpökeskus on vuonna 1982 valmistunut laitos, jonka polttoaineena toimii maakaasu ja kevyt polttoöljy. Lämpölaitoksen nimellisteho on 37 MW. Raholan lämpölaitoksen poltinhjaus on uusittu 2007 (Koski H., sähköposti). Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan laitoksen vuosittainen kokonaiskäyntiaika viime vuosina on ollut 650 – 900 tuntia vuodessa. Raholan lämpölaitoksella suoritetaan vuosittain TLJ-määräaikaistesti (Solax 2019).



Kuva 8. Raholan kaukolämpökeskus sisältä

Tammikuussa 2013 Raholan kattilan primääri-ilmaputken tuentaa parannettiin (Solax 2019). Polttimelle tuleva primääri-ilmaputki tarvitsi uuden kannattimen, sillä putken irrottaminen polttimesta jätti ilmaputken vain putken toisen pään varaan. Raholan lämpökeskuksen automaatiojärjestelmää huollettiin heinäkuussa 2013 (Solax 2019).

Poltinautomaatio nosti kattilan täysille tehoille pian sytytyksen jälkeen. Vian syyksi paljastui maakaasumäärän säätöventtiilin viallinen kondensaattori. Liian korkea lämpötila on haitallinen laitoksen elektroniikalle. Lämpökeskuksen kattilan poltinkaapin releiden uusiminen esti automaation virheen. Raholan lämpökeskuksen määräaikaistarkastus suoritettiin syyskuussa 2014 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluivat myös painelaitteiden painekokeet. Raholan lämpökeskuksen paineilmakompressori huollettiin elokuussa 2014 (Solax 2019).

Vuoden 2015 lokakuussa Raholan lämpökeskuksen automaatiojärjestelmää viritettiin (Solax 2019). Kaasumäärän lämpötilasäädön huojunta sekä toisioilmamääräkäyrän epätarkkuus aiheuttivat savukaasun happipitoisuuden epätarkkuutta. Toisioilmapellin ohjausta ja palamisilman paine-ero asetusarvoja viritettiin eri tehotasoilla, kunnes happipitoisuuden korjaussäätimen epätarkkuus hävisi. Raholan lämpökeskuksella marraskuussa 2015 kattila aiheutti ongelmia (Solax 2019). Saman vuoden joulukuussa verkokierto-pumppua huollettiin muutoksiin liittyen sekä toimilaitteita uusittiin. Lokakuussa 2016 Raholan lämpölaitoksen ilmalinjaa suurennettiin. Solaxin (2019) mukaan Raholan lämpökeskuksella uusittiin putkisto lisävesisäiliöltä paineenpitopumpulle asti joulukuussa 2017. Vuoden 2018 heinäkuussa lämpökeskuksen omakäyttöpiirin pumppu huollettiin. Vuoden 2019 tammikuussa polttimen käyttötermostaattia viritettiin liekin toiminnassa esiintyneiden häiriöiden vuoksi.

Raholan kaukolämpökeskuksen kattilalle tehtiin käyttö- ja sisäpuolinen tarkastus sekä painekoe syyskuussa 2018 (Painelaittekirjat, 2020). Sisäpuolisessa tarkastuksessa löytyi hieman korroosiota. Korroosion määrä ei aiheuttanut toimenpiteitä. Paine- ja käyttö-tarkastuksessa ei löytynyt vikoja. Seuraava tarkastus, joka koostuu vain käyttötarkastuksesta, suoritetaan marraskuussa 2020.

Lämpölaitos on hyvässä kunnossa (Liite A). Raholan lämpölaitoksen polttimet, puhaltimet ja kanavat ovat käyttökelpoisia vuosia. Kaukolämpöpumppujen, -siirtimien ja omakäyttölämmityspiirin isommalle huollolle ei ole tarvetta. Lämpökeskuksen tuhkanpoisto ja tuhkasilo vastaavat kunnoltaan uusia vastaavia laitteita. Tuhkaruuvi ja sen kaukalo ovat vaihdettu lähivuosina. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan Raholan lämpökeskuksen poltinkaappi on vanha, mutta hyväkuntoinen (Liite A). Lämpökeskuksen toimilaitteet ovat uuden veroiset. Automaatio- ja sähkökaapit ovat myös kunnossa. Happipitoisuusmittari on vanha. Se toimii edelleen ilman häiriöitä. Kuitenkin happipitoisuus-

mittarilla on suuri todennäköisyys rikkoutua seuraavan kymmenen vuoden aikana. Savukaasun tummuusmittaus vaihdetaan lähiaikoina. Raholan lämpökeskus on käyttökelpoinen vuosia. Sen käyttötunnit ovat suhteellisen matalat. Lämpökeskukselle on suunniteltuna perusparannukset vuosille 2020 ja 2027 (Energia PTS investoinnit). Lämpölaitoksen suunniteltu perusparannus vuodelle 2020 voidaan sijoittaa vuoteen 2022. Vuoden 2027 suunniteltu perusparannus voidaan siirtää vuoden 2030 yli. Syynä perusparannusten siirtoon on laitoksen yleinen hyvä kunto ja painelaitteiden käyttökelpoisuus. Kaukolämpökeskuksen kuntoa tulee tarkkailla tulevaisuudessa ja sen mukaan päättää ajoitus seuraavalle perusparannukselle.

Raholan lämpökeskus toimii pelkästään huippulämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon ja tukea Lielahden voimalaitosta sen mahdollisten häiriötilanteiden aikana. Lämpökeskuksella poltetaan maakaasua ja kevyttä polttoöljyä varalla kaukolämmön lisätuotantoon huipunkäyttöaikoina. Raholan lämpökustasta käytetään käytännössä vain, kun kaukolämmön kysyntä kasvaa. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 650 – 900 tuntia vuodessa. Raholan kaukolämpökeskus sijaitsee kaukolämpöverkon länsireunalla, hyvin lähellä Lielahden voimalaitosta. Kaukolämpökustasta käytetään tukemaan kaukolämpöverkon toimintaa ja Lielahden voimalaitoksen lämmöntuotantoa.

3.7 Ratina

Ratinan lämpökeskus on suhteellisen uusi lämpölaitos. Se valmistui vuonna 2005. Sen nimellisteho on 40 MW. Lämpökeskuksen polttoaineena toimivat maakaasu ja kevyt polttoöljy. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan laitoksen vuosittainen kokonaiskäyntiaika viime vuosina on ollut 1800 – 1900 tuntia vuodessa.

Ratinan lämpökeskuksella on maaliskuussa 2013 huollettu verkonkiertopumppu (Solax 2019). Työssä linjattiin kytkin laippatiivisteiden vaihdon yhteydessä. Samaan aikaan lämpölaitoksen kattilan konvektio-osan pohjassa, lähellä nousulinjan lähtöä ollut repeämä korjattiin. Solaxin (2019) mukaan vuosina 2013 ja 2014 Ratinan lämpölaitoksella vaihdettiin kaksi sulkuventtiiliä. Ensimmäinen vaihdettiin kattilan tulipesän sulkuventtiili, joka sijaitsee konvektio-osan tyhjövartventtiilin vieressä. Toisena vaihdettiin maakaasun turvasulkuventtiili, koska edellinen ei kestänyt paineen muutoksia. Elokuussa 2014 Ratinan lämpökeskuksen kattilan nuohousvesikaukalo uusittiin (Solax 2019). Nuohousvesilaatikkoon oli muodostunut repeämiä, jotka eivät olisi kestäneet useampaa polttokautta. Nuohousvesilaatikon repeäminen saattoi johtua puutteellisesta kattilan lämmityskierrosta. Tästä syystä Ratinan lämpökeskuksen kattilan lämmityskiertoa parannettiin samana vuonna. Ratinan lämpölaitoksen kattilan tulipesän miesluukkaa tiivistettiin samassa

työssä. Luukun tiivisteeksi laitettiin kivi- ja villatiivistys. Viimeisenä huoltotoimenpiteenä määritettiin lämpölaitoksen pääkeskuksen RTC10 katkaisijan huolto ja tarkastus suoritettavaksi neljän vuoden välein.

Tammikuussa 2016 Ratinan lämpökeskuksen maakaasun määränsäätöventtiili huollettiin (Solax 2019). Polttimessa ilmeni ongelmaa, kun polttoaineena käytettiin öljyä. Ongelma johtui öljyn ja maakaasun paineensäätöventtiilien yhtäaikaisesta avautumisesta. Tämä sekoitti kattilan ilmasäädöt ja ohjelmalliset toiminnot. Kesäkuussa 2016 lämpölaitoksella huollettiin kattilan kaukolämpöveden paluulinjan pääsulkuventtiili heikentyneiden karantiivisteiden vuoksi. Ratinan lämpökeskuksen määräaikaistarkastus suoritettiin helmikuussa 2017 (Solax 2019). Käyttötarkastus sisälsi tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset, kuten NDT, TLJ, tiiveyskokeet ja visuaaliset tarkastukset. Sisäpuolinen tarkastus koostuu samoista, edellä mainituista tarkastuksista, jotka suoritetaan painelaitteiden sisäpuolelle. Tarkastuksiin kuuluivat myös painelaitteiden painekokeet. Solaxin (2019) mukaan Ratinan lämpökeskuksen öljypumppu uusittiin maaliskuussa 2017. Öljypumpun uusinta perustui kevyen polttoöljyn käyttöön. Vanha öljypumppu ei tuottanut tarpeeksi tehoa uudella polttoaineella. Öljypumpun uusimisen yhteydessä vaihdettiin öljyn ylä- ja alarajatermostaattien tietotekniikka ennen poltinta vastaamaan uutta polttoainetta. Uudet termostaatit viritettiin arvoon 15 °C laskevalla lämpötilalla ja arvoon 35 °C nousevalla lämpötilalla. Toukokuussa 2017 Ratinan omakäyttöpiirin lämpötilasäätö ei toiminut oikein (Solax 2019). Säätoimilaitteen vikaantumisen aiheutti häiriöitä muihin säätöpiireihin. Vika korjattiin huoltamalla kaikki säätöpiirit yhdellä kertaa. Säätöpiireihin kuuluivat polttoöljyn lämpötilan säätö, omakäytön glykolipiirin lämpötilan säätö sekä öljyn lämpötilasäätö. Saman vuoden marraskuussa lämpölaitoksen kattilan konvektio-osa nuohottiin.

Solaxin (2019) mukaan Ratinan lämpökeskuksen öljysäiliön palosuojaus uudistettiin maaliskuussa 2018. Öljysäiliöön asennettiin sammutusvaahtoputkisto. Saman vuoden heinäkuussa kaukolämpöverkon menosulkuventtiili jouduttiin huoltamaan reilun vuotamisen takia. Kyseinen venttiili on tarvinnut aiemminkin huoltoa, joten se uusittiin marraskuussa. Lämpölaitoksen kattilapumpun sähkömoottori huollettiin marraskuussa 2018. Sähkömoottorin huoltoväliksi määrättiin 5 vuotta. Ratinan lämpökeskuksen sähkötilan poistoilmahuuhtaimen taajuusmuuttaja huollettiin marraskuussa toistuvien häiriöiden takia. Tammikuussa 2019 Ratinan lämpölaitoksella huollettiin Split-jäähdytyslaitteiston sisäyksikkö (Solax 2019). Samalla uusittiin lämpökeskuksen molemmat ilmalämpöpumput.

Koneasentaja Ville Viheräkosken mukaan Ratinan lämpökeskus on käyttökelpoinen vuosia (Liite A). Lämpökeskuksen kattila ja savupiippu ovat kunnossa. Ratinan kattilan edellinen käyttötarkastus suoritettiin marraskuussa 2019 (Painelaitekirjat, 2020). Kattila täytti vaatimukset ongelmitta. Seuraava tarkastus tehdään marraskuussa 2021. Se tulee koostumaan käyttö- ja sisäpuolisesta tarkastuksesta sekä painekokeesta. Puhaltimet ovat toimivia, varsinkin sekundääri-ilmapuhallin on hyvin hoidettu. Kattilan polttimessa on uusi sytytyskaasupullo ja poltin on hyvässä kunnossa. Lämpökeskuksen pumpput ovat käyttökelpoisia vuosia. Ratinan lämpölaitoksen varavesisäiliö on irrallaan muusta laitoksesta. Paineilmakompressorit ovat huolletut syyskuussa 2018. Viheräkosken mukaan Ratinan lämpölaitoksen kanavat on käyttökelpoisia vuosia (Liite A). Kanavien suhteen tulee tarkkailla, jos toimilaitteita tulee vaihtaa uusiin. Ilman ja öljyn esilämmittimet ovat hyvässä kunnossa. Ratinan laitoksella suoritetaan tuhkanpoisto nuohouksen yhteydessä. Lämpölaitoksen öljysäiliö on hyvässä kunnossa. Viheräkosken mukaan kaukolämpöpumpput ovat kunnossa, laakerointia lukuun ottamatta. Lämpökeskuksen omakäyttöpiiri on hyvässä kunnossa. Piirin pumpput vaativat suhteellisen usein laakereiden vaihtoa, sillä se on käytössä aina, vaikka itse lämpökeskus ei olisi käytössä. Lämpölaitoksen palosuojelu on uusi. Ratinan lämpökeskuksen kaukolämpöverkon sulkuventtiilit ovat uudet (Liite A). Öljypumppu vaihdettiin kaksi vuotta sitten. Ratinan lämpölaitoksen kattilapiirin pumppu huolletaan varmuuden vuoksi. Kattilan varoventtiilit ovat kunnossa. Ratinan sähkö- ja automaatiolaitteet ovat käyttökelpoisia vuosia (Liite A). Kattilasuojat ovat kunnossa. Sähkö- ja automaatiokaapit ovat hyvässä kunnossa. Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan Ratinan lämpölaitoksen toimilaitteet ovat suhteellisen uudet. Ne toimivat uutta vastaavassa kunnossa. Savukaasun tummuusmittaus vaihdettiin vuonna 2019.

Ratinan kaukolämpökeskuksen perusparannukset ovat suunniteltuna vuosille 2022 ja 2030 (Energia PTS investoinnit). Lämpökeskuksen yleisen kunnon, kattilan käyttökelpoisuuden ja kaukolämmön kysynnän huomioon ottaen suunniteltu perusparannus vuodelle 2022 voidaan siirtää vuodelle eteenpäin vuodelle 2025 ja suunniteltu perusparannus vuodelta 2030 eteenpäin. Lämpökeskus on hyvässä kunnossa ja käyttökelpoinen vuosia. Lämpölaitoksella on suhteellisen suuret käyntiajat, joten Ratinan lämpökeskusta tulee tarkkailla ja mahdollisesti aikaistaa perusparannuksia tilanteen mukaan.

Ratinan lämpökeskus toimii huippulämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon Tampereen keskustan alueella. Lämpökeskuksella poltetaan kevyttä polttoöljyä ja maakaasua kaukolämmön lisätuotantoon huipunkäyttöaikoina. Ratinan lämpökeskusta käytetään vain, kun kaukolämmön kysyntä kasvaa. Lai-

toksen kokonaiskäyntiaika on 1800 – 1900 tuntia vuodessa. Ratinan kaukolämpökeskus sijaitsee kaukolämpöverkon keskellä. Kaukolämpökeskus tukee Tampereen keskustan kaukolämmöntuotantoa, varsinkin kovilla pakkasilla.

3.8 Elovainio

Elovainion lämpökeskus valmistui ensimmäisen ja toisen kattilan osalta vuonna 1988 (Koski H., sähköposti). Näille kattiloille uusittiin automaatio vuonna 2003. Lämpölaitokseen rakennettiin kolmas kattila 2018. Tämän myötä laitoksen käyttövarmuus on kasvanut. Elovainion lämpölaitoksella poltetaan maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Lämpökeskuksen nykyinen nimellisteho on 19 MW. Ennen kolmannen kattilan rakentamista lämpökeskuksen nimellisteho oli 11 MW. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 200 – 2000 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 2200 – 2600 tuntia vuodessa.

Elovainion lämpökeskukselle vaihdettiin tammikuussa 2014 uusi kiertopumppu ensimmäiselle kattilalle (Solax 2019). Samalla vaihdettiin myös uusi pumpun moottori. Saman vuoden maaliskuussa toisen kattilan toisiopuhaltimen hihnat vaihdettiin uusiin. Solaxin (2019) mukaan Elovainion lämpölaitoksen ensimmäisen kattilan polttimen liekinvartija vaihdettiin maaliskuussa 2015. Vanha toimilaite aiheutti häiriöitä kattilan polttimen toimintaan, eikä kattila käynnistynyt. Elovainion lämpökeskuksella suoritettiin helmikuussa 2017 ensimmäisen ja toisen kattilan sisäpuolinen tarkastus ja käyttötarkastus (Solax 2019). Lokakuussa Elovainion lämpökeskuksen toisen kattilan savukaasut pääsivät vuotamaan kattilan räjähdysluukun tiivisteiden läpi. Laitoksen käydessä täydellä kuormalla räjähdysluukku hehkui punaisena. Työssä vaihdettiin luukuntiivisteet. Solaxin (2019) mukaan Elovainion toisen kattilan kattilapumpun taajuusmuuttajassa tapahtui häiriöitä marraskuussa 2017. Kattilapumppu pysähtyi kesken laitoksen käynnin useampaan kertaan. Taajuusmuuttajan häiriö korjattiin uudella sulakkeella ja verkon vaiheen asettamisella.

Lämpölaitoksella tehtiin koeponnistus tammikuussa 2018. Vesipainekokeen yhteydessä vaihdettiin laitoksen varoventtiilit. Maaliskuussa lämpökeskuksella vaihdettiin toisen kattilan palamisilmanpuhaltimen hihnat. Samalla suunniteltiin turvakytkimen asennus puhaltimeen. Elovainion lämpökeskuksella suoritettiin lämmönvaihtimen ja sen putkiston purku kesällä 2018. Toukokuussa 2018 Elovainion lämpölaitoksella suoritettiin ensimmäisen ja toisen kattilan pesu (Solax 2019). Saman vuoden kesäkuussa ensimmäisen ja toisen kattilan tuliputket nuohottiin. Kattiloiden pesun yhteydessä irrotettiin kattiloiden kiertopumput, joihin vaihdettiin akselitiivisteet. Pesujen yhteydessä korjattiin toisen katti-

lan tulipesän muuraukset sekä huollettiin veden esilämmittimien pumput ja moottorit molemmista kattiloista. Solaxin (2019) mukaan Elovainion lämpökeskukselle suunnitellaan kattilahuoneen ilmastoinnin kunnostusta vuodelle 2020. Kunnostukselle voi olla tarve kolmannen kattilan asennuksen ja käyttöönoton jälkeen. Lokakuun 2019 aikana Elovainion lämpökeskukselle suoritettiin maakaasuputkiston määräaikaistarkastus (Vuosihuoltopalaveri 2019). Laitoksen määräaikaistarkastus ja kolmannen kattilan TLJ-tarkastus suoritetaan kahden vuoden välein. Seuraavan kerran nämä suoritetaan vuonna 2020.

Elovainion lämpökeskus on käyttökelpoinen vuosia (Liite A). Kattilat ovat hyvässä kunnossa. Elovainion kaukolämpökeskus on teholtaan pieni, joten sen kattilat eivät vaadi säännöllistä tarkastusta. Jyri Isokivijärven mukaan yrityksen oma käyttökelpoinen huolehtii kattiloiden kunnosta. Kattilat ovat huollettu ja hyvässä toimintakunnossa. Ne pestiin happoliuksella ja samalla tehtiin silmämääräinen huoltotarkastus. Puhaltimien, polttimien ja kanavien yleiskunto on hyvä. Lämpökeskuksen ekonomaiseri on käyttökelpoinen vuosia. Sille suoritettiin silmämääräinen tarkastus vuonna 2018. Laitoksen omakäyttöpiiri toimii ilman vikoja. Koneasentaja Aki Kuuselan mukaan lämpökeskuksen kattilat ja järjestelmän pumput ovat uudet tai uuden veroiset. Automaatioasentaja Jaakko Räsäsen mukaan Elovainion happipitoisuusmittaukset ensimmäisellä ja toisella kattilalla tulisi vaihtaa etukäteen (Liite A). Nykyisten mittausten toimintavarmuus on heikko ja korkea ikä aiheuttaa rikkoutumisen riskin. Elovainion lämpökeskus on pieni lämpökeskus, joten siellä ei ole savukaasun tummuusmittausta. Räsäsen mukaan Elovainiossa on sama tilanne poltinkaappien suhteen kuin Hervannan lämpökeskuksella. Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit tulisi uusida lähitulevaisuudessa. Poltinkaapit ovat vanhat ja niiden toimintavarmuus on heikko. Kolmannen kattilan poltinkaappi on hyvässä kunnossa. Lämpökeskuksen sähkökeskukset ovat uudet tai uuden veroiset.

Elovainion kaukolämpökeskuksen perusparannus on suunniteltu vuodelle 2023 (Energia PTS investoinnit). Lämpökeskuksen tilanne on hyvin samanlainen kuin Ratinan lämpökeskuksella. Lämpökeskuksen kunnan huomioon ottaen perusparannusta voidaan siirtää eteenpäin vuoteen 2026 ensimmäisen ja toisen kattilan osalta. Lämpökeskus on hyvässä kunnossa ja käyttökelpoinen vuosia. Lämpölaitoksella on hieman suuremmat käyntiajat kuin Ratinan lämpökeskuksella, joten Elovainion lämpökeskusta tulee myös tarkkailla ja mahdollisesti aikaistaa perusparannusta tilanteen mukaan.

Elovainion lämpökeskus toimii huippulämpölaitoksena. Elovainion rooli on hyvin samanlainen kuin Hervannan lämpökeskuksen muutamaa eroa lukuun ottamatta. Talvisin kovien pakkasten aikaan sen tehtävä on tuottaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon. Lämpölaitoksella poltetaan maakaasua ja kevyttä polttoainetta. Elovainion kaukolämpö-

keskus sijaitsee aivan kaukolämmön toimitusalueen länsireunalla. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 2200 – 2600 tuntia vuodessa. Kokonaiskäyntiaika on verrattain korkea. Se kertoo kaukolämpökeskuksen suuremmasta roolista kaukolämpöverkossa verrattuna Hervannan lämpökeskukseen. Se sijaitsee kauempana kaukolämpöverkon keskuksesta, joten sitä käytetään myös tukemaan kaukolämmöntuotantoa kaukolämpöverkon reunalla. Elovainion kaukolämpökeskuksen rooli kaukolämpöverkossa kasvaa, jos esimerkiksi kaukolämmön toimituksessa tapahtuu katko verkon reunalle. Lämpölaitos ei sijaitse keskellä verkkoa, mutta on tärkeässä asemassa kokonaiskuvassa.

3.9 Pirkkala

Pirkkalan lämpökeskus on vuonna 1988 valmistunut laitos, jonka polttoaineena toimii maakaasu ja kevyt polttoöljy. Lämpölaitoksen nimellisteho on 7 MW (Koski H., sähköposti). Pirkkalan lämpökeskuksessa on käytössä kolme kattilaa. Ympäristöinsinööri Laura Laaksosen mukaan kattiloiden vuosittaiset käyntiajat ovat viime vuosina olleet 500 – 1900 tuntia per kattila. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 2700 – 2800 tuntia vuodessa. Pirkkalan lämpökeskusta kutsutaan myös Ollikan lämpökeskukseksi. Vuonna 2007 lämpölaitoksen poltinhjauksia uudistettiin (Koski H., sähköposti).



Kuva 9. Pirkkalan kaukolämpökeskus

Pirkkalan lämpökeskukseen on lähivuosien aikana tehty muutamia peruskuntoa ja laitteiden pitkäikäisyyttä lisääviä töitä. Vuoden 2014 helmikuun alussa Pirkkalan toisen kattilan kattilapumppu vaihdettiin uuteen (Solax 2019). Uuden pumpun pyörimissuunta tarkastettiin pyörimissuuntamittarilla moottorin akselin päästä. Pirkkalan lämpökeskuksella suoritetaan kolmen vuoden välein taajuusmuuntajien määräaikaishuolto (Solax 2019). Tämän huollon aikana suoritetaan muita taajuusmuuntajiin liittyviä töitä, kuten lämpö-

keskuksen puhaltimien vaihto vuonna 2014. Vuoden 2014 syyskuussa Pirkkalan lämpölaitoksen lisävesisäiliön paikka vaihdettiin ja säiliö uusittiin (Solax 2019). Vanha lisävesisäiliö oli vaakamallinen ja sijaitsi valvomon ja sähkökeskuksen päällä. Mahdollisessa vuototilanteessa olisi ollut riski veden pääsystä sähkökeskukseen ja rakennuksen seinärakenteisiin. Säiliön muutoksessa estettiin kiertoveden joutuminen vesijohtoverkkoon.

Toukokuussa 2015 Pirkkalan lämpökeskuksella vaihdettiin ensimmäisen kattilan poistopuhaltimen moottori (Solax 2019). Vikana oli lämpösuojan laukeaminen poistopuhaltimessa. Moottorin vaihto ei pelkästään auttanut, vaan ensimmäisen kattilan poistopuhaltimen lämpörele uusittiin vian korjaamiseksi. Pirkkalan lämpökeskuksen kolmannen kattilan kiertopumppu vaihdettiin joulukuussa 2016 (Solax 2019). Solaxin (2019) mukaan Pirkkalan lämpökeskuksen jokaiselle kolmelle kattilalle suoritettiin sisäpuolinen tarkastus ja käyttötarkastus vuonna 2017. Työssä vaihdettiin kaikki kattiloiden vesipuolen varoventtiilit. Kattilat pestiin vesipuolelta pesuliuksella, joka koostui 10 % suolahaposta. Kattilat neutraloitiin lipeällä, jonka jälkeen ne huuhdeltiin kertaalleen kaukolämpövedellä.

Pirkkalan lämpökeskuksen lisävesijärjestelmä saatettiin toimintakuntoon joulukuussa 2017 (Solax 2019). Työssä paineenpitopumpun imu- ja painepuolen akselitiivisteet uusittiin, takaiskuventtiili asennettiin pumpun painepuolelle ja ylivirtausventtiilit vaihdettiin isompiin sekä lisävesisäiliön vesilasit korjattiin. Solaxin mukaan (2019) helmikuussa 2018 suunniteltiin palamisilman esilämmitystä sekä lämpökeskuksen sisätilojen lämmityksen parantamista. Sisätilojen lämmitys päätettiin hoitaa siirrettävillä pattereilla. Palamisilman esilämmityksen muuttaminen päätettiin jättää pois kustannusarvion jälkeen. Lämpökeskuksen kattilanhuoneen omakäyttölämmityspiiriä parannettiin maaliskuussa 2018. Helmikuussa 2019 Pirkkalan lämpökeskuksella korjattiin tammikuun palotarkastuksessa havaitut puutteet (Solax 2019). Lämpölaitoksen sisäinen turvallisuustarkastus on suoritettava vähintään kerran vuodessa. Pirkkalan lämpökeskuksen poistumistiet saivat puuttuvilta osin valo-opasteet. Työssä päätettiin järjestää lämpökeskuksen sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus vuodelle 2020.

Pirkkalan lämpökeskuksen yleiskunto on hyvä (Liite A). Pirkkalan kaukolämpölaitos on teholtaan pieni, joten sen kattilat eivät vaadi säännöllistä tarkastusta. Jyri Isokivijärven mukaan yrityksen oma käyttöhenkilö huolehtii kattiloiden kunnosta. Kattilat ovat huollettu ja hyvässä toimintakunnossa. Lämpökeskuksen kattilat pestiin kaksi vuotta sitten. Polttimet ovat hyvässä kunnossa, kuten myös savupiippu ja kanavat. Lämpölaitoksen puhaltimet ovat polttimissa kiinni. Ilman esilämmitys hoidetaan kattilahuoneessa erillisellä toimilaitteella, jonka kunto on hyvä. Tuhkan poisto suoritetaan nuohouksen yhteydessä. Maakaasulla poltettaessa tuhkaa syntyy vähän. Öljysäiliö on käyttökelpoinen vuosia.

Kaukolämpöpumppujen ja –siirtimien yleiskunto on hyvä. Lämpökeskuksen omakäyttölämmityspiiri sekä palosuojelu ovat kunnossa.

Koneasentaja Ville Viheräkosken mukaan Pirkkalan lämpölaitoksen kattilapiirin pumput ovat uusitut (Liite A). Lämpökeskuksen sähkömoottorit ovat käyttökelpoisia vuosia. Kaukolämmön kiertopumppu vaatii huoltoa tai uusimista, sillä sen käyttötunnit tulevat täyteen. Pirkkalan lämpölaitoksen sähkö- ja automaatiolaitteet ovat käyttökelpoisia vuosia (Liite A). Automaatioasentaja Jaakko Räsänen mukaan toimilaitteet ovat vanhoja, mutta niiden käyttövarmuus on kunnossa. Pirkkalassa ei ole myöskään savukaasun tummuusmittausta johtuen laitoksen pienestä koosta. Kattilasuojat ovat käyttökelpoisia vuosia.

Pirkkalan lämpökeskukselle on suunniteltuna perusparannukset vuosille 2021 ja 2029 (Energia PTS investoinnit). Lämpökeskuksen laitteiston perusteella perusparannusten ajoitukset ovat sopivat. Lämpölaitos on käyttökelpoinen vuosia, mutta korkeat käyntiajat ja suhteellisen korkea ikä vaikuttavat perusparannusten tarpeeseen. Suunniteltujen perusparannusten ajoitus vahvistuu, jos Pirkkalan lämpölaitos investoidaan toimimaan pelitillä 2023.

Pirkkalan lämpökeskus toimii huippu- ja varalämpölaitoksena. Sen päärooli on toimittaa lisäkaukolämpöä kaukolämpöverkkoon Pirkkalan alueella. Lämpökeskuksella poltetaan kevyttä polttoöljyä ja maakaasua kaukolämmön lisätuotantoon huipunkäyttöaikoina. Pirkkalan lämpökeskusta käytetään käytännössä vain, kun kaukolämmön kysyntä kasvaa. Laitoksen kokonaiskäyntiaika on 2700 – 2800 tuntia vuodessa. Pirkkalan kaukolämpökeskus sijaitsee kaukolämmön toimitusalueen lounaiskulmassa. Kaukolämpökeskusta käytetään tukemaan kaukolämpöverkon toimintaa kaukana kaukolämpöverkon keskuksista.

4. PITKÄNTÄHTÄIMEN SUUNNITELMA

BAT-päästötaso määrittelee Nekalan lämpölaitoksen kattiloille typpioksidipäästöt 85-110 mg/Nm³ vuodesta 2023 eteenpäin. Vuorokausikeskiarvo tai näytteenottojakson keskiarvo toimii BAT-päästötasona. Kaukolämpökeskuksen typpioksidipitoisuudet vaihtelivat 160-195 mg/Nm³ vuonna 2018 ulkopuolisen tekijän suorittamassa savukaasupäästömittauksessa. Vuoteen 2023 mennessä lämpölaitoksen typpioksidipäästöjä täytyy vähentää 31,3 – 43,6 %. Tällä vähennyksellä päästään minimivaatimustasolle BAT-päästötasoissa. Mittausepävarmuudet huomioon ottaen vähennystarve voi olla pienempi. Nekalan lämpölaitoksen kattilat ovat keskenään samanlaiset ja polttavat samaa polttoainetta. Kattiloiden käyttötunnit ovat ratkaiseva tekijä kattilakohtaisissa päästövähenneksissä. Vuonna 2023 voimaan astuvien päästötasojen saavuttaminen on vaikea haaste. Uusien low-Nox-polttimien asentaminen Nekalan kaukolämpökeskukselle on paras tapa vähentää typpioksidipäästöjä. Uusien polttimien myötä kaukolämpökeskukselle tulee asentaa savukaasujen takaisinkierrätys. Typpioksidipäästöjen vähentämisessä auttaa ilman ja/tai polttoaineen vaiheistus uusien polttimien asennuksen lisäksi. Savukaasujen kierrätyksen ja vaiheistuksen tarkoituksena on parantaa ja tasoittaa palamista paikallisten lämpötilan nousujen estämiseksi.

Taulukossa 2 on esitetty kaukolämpökeskusten suunniteltu, alkuperäinen perusparannusaikataulu. Osa taulukon suunnitelluista perusparannuksista on jo tehty.

Taulukko 2. *Suunniteltu perusparannusaikataulu*

Kaukolämpökeskus	Perusparannukset
Nekala	2018
Hervanta	2024
Hakametsä	2025
Sarankulma	2019 ja 2027
Naistenlahti	2026
Rahola	2020 ja 2028
Ratina	2022 ja 2030
Elovainio	2023
Pirkkala	2021 ja 2029

Nekalan kaukolämpökeskus on vuonna 1984 valmistunut, 120 MW:n lämpökeskus. Lämpökeskuksen polttoaineena toimii maakaasu ja kevyt polttoöljy. Lämpökeskuksessa käytetään kolmea kattilaa. Näiden kattiloiden vuosittainen kokonaisikäntaika on

1000 – 1500 tuntia. Nekalan kaukolämpölaitos on käyttökelpoinen vuosia. Kattilat ovat erittäin hyvässä kunnossa. Lämpökeskuksen polttimet ovat käyttökelpoisia vuosia. Tuhkanpoistojärjestelmä vaatii huoltoa lähitulevaisuudessa. Laitoksen kaukolämpöpumppuilla ja -siirtimillä selvittää helposti kymmenen vuotta eteenpäin. Kattilapumput, jotka ovat alkuperäiset, kestävät käyttöä. Lämpökeskuksen tuhkakourut vaativat uusimista tai peruskorjausta lähitulevaisuudessa. Nekalan kaukolämpökeskuksen poltinkaapit tarvitsevat nykyaikaistamista. Turvalogiikat kaipaavat päivittämistä. Happipitoisuus- ja virtausmittareiden vaihtaminen uusiin on suositeltavaa. Erityisesti vesivirtausmittarit vaativat uusimista. Nykyiset mittarit aiheuttavat häiriöitä pienillä virtausmäärillä. Yleisesti ottaen kaukolämpökeskuksen sähkö- ja automaatiolaitteisto on kunnossa.

Nekalan kaukolämpölaitoksella on suoritettu pieniä huoltoja tammikuussa 2018 ja sen painelaitteet ovat käyttökelpoisia vuosia. Tämän takia lämpökeskus ei tarvitse uutta, teknistä perusparannusta ennen vuotta 2030. Jatkuvalle ja säännölliselle huoltamisella varmistetaan, ettei aikaisemmalle perusparannukselle ilmene tarvetta. Ennakoivalla huollolla ja säännöllisellä tarkastelulla varmistetaan lämpölaitoksen toimintakyky vuoteen 2030 asti. Kaukolämpölaitoksen tehoa pienennetään vuonna 2027. Kaukolämmön kysyntä vähenee, minkä myötä tehoa pienennetään. Lämpökeskuksen lämpökuorma alenee, mikä vähentää tarvetta seuraavalle perusparannukselle. On mahdollista, että lämpökeskus selviää ilman teknistä perusparannusta jopa 2040 asti. Tätä tulee tutkia ja tarkkailla lähitulevaisuudessa ja tehdä päätöksiä painelaitetarkastuksien tulosten myötä.

Hervannan kaukolämpökeskus on vuonna 1975 valmistunut lämpölaitos, jota laajennettiin kolmannella kattilalla vuonna 1987. Lämpölaitos toimii kevyellä polttoöljyllä ja nimellisteho on 95 MW. Lämpökeskusta käytetään 300 – 400 tuntia vuodessa. Hervannan kaukolämpökeskus on yleisesti ottaen hyvässä kunnossa. Painelaitteikirjojen mukaan kattilat ovat toimintakunnossa. Ensimmäisen ja toisen kattilan alaosat uusittiin muutama vuosi sitten. Kanavat ovat kunnossa, lukuun ottamatta savukaasukanavaa. Se on heikossa kunnossa, joten sen kunto tulee tarkastaa lähivuosina. Samalla tulee tarkastaa tuhkanpoistojärjestelmä, jonka toimintakunto on epävarma. Lämpökeskuksen kaukolämpöpumput ovat käyttökelpoisessa kunnossa.

Hervannan kaukolämpökeskuksen kattilasuojat ovat hyvässä kunnossa. Mittauslaitteisto on 30 vuotta vanhaa, mutta toimivat iästä huolimatta. Lämpölaitoksen sähkökaapit ovat uusitut ja tasasuuntaajat vaihdettiin uusiin kaksi vuotta sitten. Oletettavasti automaatiokaapit ovat käyttökelpoisia kymmenen vuoden päästä. Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit vaativat uusimista. Ratkaisuna tähän voi olla nykyisten poltinkaappien vaihtaminen Nekalan kaukolämpökeskukselta, jos sinne asennetaan uudet low-Nox-poltti-

met. Tämä tulee tarkastella erikseen. Kolmannen kattilan poltinkaappi on hyvässä kunnossa. Hervannan kaukolämpölaitoksen ensimmäiselle ja toiselle kattilalle on suunniteltu uusintainvestoinnit vuodelle 2024. Nämä investoinnit eivät ole tarpeelliset. Heikkokuntoisempien kattiloiden alaosa on kunnostettu ja kolmas kattila on hyvässä kunnossa. Painelaitekirjojen mukaan kattiloiden kunto on hyvä. Uusintainvestointien tarve pienenee varsinkin, kun ottaa huomioon kaukolämmön kysynnän laskun. Hervannan lämpölaitoksella ei ole tarvetta perusparannuksille seuraavan kymmenen vuoden aikana. Lämpökeskuksen toimintakyky pysyy yllä kattiloiden kunnan ja niiden määrän ansiosta. Yhden kattilan vikaantuminen ei aiheuta lämmöntoimitusvaikeuksia kaukolämpöverkkoon.

Hakametsän kaukolämpökeskus on vuonna 1995 valmistunut lämpölaitos, johon lisättiin kolmas kattila vuonna 2004. Lämpökeskuksen nimellisteho on 120 MW. Laitosta käytetään 400 – 550 tuntia vuodessa ja polttoaineena toimii kevyt polttoöljy. Kaukolämpölaitos on yleisesti hyvässä kunnossa. Lämpölaitoksen ensimmäisen ja toisen kattilan lämmönvaihtimet ja öljykoneikot ovat vanhat, joten ne tarvitsevat uusimista lähivuosina. Öljy- ja ilmamääränsäätölaitteet kaipaavat uusintaa ensimmäisellä ja toisella kattilalla. Lämpökeskukselle tulee tehdä raskaan polttoöljyn mukaiset parannustoimet, jos polttoaine vaihdetaan kevyestä polttoöljystä raskaaseen polttoöljyyn. Hakametsän kaukolämpölaitoksen kattilasuojat toimivat. Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapeilla on ikää, eivätkä ne kestä seuraavaa kymmentä vuotta. Automaatio- ja sähkökaapit ovat hyvässä kunnossa. Taajuusmuuttajat ovat uudet. Happipitoisuusmittaukset kolmannella kattilalla tarvitsevat vaihtamista lähivuosina. Hakametsän kaukolämpökeskukselle tehtiin laajempi huolto vuonna 2018. Seuraava perusparannus olisi tarkoitus tehdä vuonna 2025. Lämpökeskuksen yleisen kunnan, painelaitteiden kunnan ja alenevan kaukolämmön tarpeen huomioon ottaen perusparannusta voidaan siirtää vuoteen 2030. Lämpölaitos on käyttökelpoinen vuosia ja sen käyttötunnit ovat suhteellisen matalat. Perusparannussuunnitelmaa joudutaan muuttamaan, jos lämpölaitoksella suoritetaan polttoaineen vaihdos raskaaseen polttoöljyyn.

Sarankulman kaukolämpökeskus muodostuu kahdesta lämpölaitoksesta. Sarankulman ensimmäinen lämpölaitos valmistui vuonna 1970. Ensimmäinen lämpökeskus on teholtaan 40 MW ja se polttaa maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Sarankulman toinen lämpölaitos valmistui 2013. Se käyttää polttoaineena pellettiä ja kevyttä polttoöljyä. Toisen lämpölaitoksen teho on 37 MW ja puhtaalla kattilalla öljyllä 47 MW. Sarankulman kaukolämpölaitoksen vuosittainen kokonaiskäyntiaika on 5000 – 5500 tuntia. Sarankulman ensimmäinen kaukolämpökeskus on käyttökelpoinen vuosia. Seuraavan kymmenen vuodelle sisällä lämpökeskuksen omakäyttölämmityspiiri ja kaukolämpöpumput täytyy uusida tai korjata. Perusteellinen huolto riittää kaukolämpöpumpuille, mutta uusiminen on parempi

ratkaisu pitkällä aikavälillä. Sarankulman toinen, pelletillä toimiva lämpökeskus vaatii enemmän huoltoa. Lämpökeskuksen tuhkanpoistojärjestelmä täytyy vaihtaa. Tuhkanpoisto altistuu koville rasituksille lämpölaitoksen ollessa käynnissä. Pellettilaitoksen kattila tuottaa palamatonta materiaalia tuhkan joukkoon. Palamisaika kattilassa on liian lyhyt, mikä aiheuttaa palamattoman materiaalin syntymisen. Lämpökeskuksen lämmitys-teho pienenee palamattoman materiaalin myötä. Sarankulman pellettilaitoksen kattilasuojat ovat hyvässä kunnossa. Sarankulman toisessa lämpökeskuksessa poltinkaapit ovat uuden veroiset. Kaukolämpölaitoksen happipitoisuusmittaukset ovat myös uuden veroiset. Tilanne ei ole sama ensimmäisen lämpölaitoksen kattilan savukaasumittauksella, joka todennäköisesti joudutaan vaihtamaan. Sähkö- ja automaatiokaapit ovat hyvässä kunnossa.

Sarankulman kaukolämpölaitoksen perusparannussuunnitelma on pätevä. Ensimmäinen lämpölaitos ei tarvitse perusparannusta seuraavaan kymmeneen vuoteen. Pellettilaitos tarvitsee perusparannuksen vuonna 2027. Sarankulman toinen, pelletillä toimiva lämpökeskus vaatii enemmän huoltoa ja parantamista kuin ensimmäinen lämpökeskus.

Naistenlahden kaukolämpölaitos valmistui vuonna 1968 ja se rakennettiin kallion sisälle. Lämpökeskuksen nimellisteho on 90 MW. Se polttaa vain kevyttä polttoöljyä. Lämpökeskus toimii 500 – 850 tuntia vuodessa. Kaukolämpökeskus on osittain huonossa kunnossa ja vanha. Naistenlahden kaukolämpökeskuksen ilma- ja savukaasukanavat vaativat uusimista seuraavan kymmenen vuoden sisällä. Omakäyttölämmityspiiri tarvitsee myös uusimista. Nykyisellä laitteiston kunnolla lämpökeskus ei kestä kymmentä vuotta käyttöä. Lämpölaitoksen polttimet ja pumput kestävät käyttöä iästään huolimatta. Putkisto on heikkoa ja hapettunutta, joten uusiminen tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti. Putkisto sijaitsee upotettuna luolan seiniin ja lattiaan, mikä vaikeuttaa uusimistyötä. Kaukolämpölaitoksen poltinkaapit vaihdettiin kymmenen vuotta sitten, joten ne ovat hyvässä kunnossa. Sähkötilat ja taajuusmuuttajat ovat käyttökelpoisia vuosia. Happipitoisuusmittausten uusinta tapahtuu kymmenen vuoden sisällä johtuen mittausten korkeasta iästä. Naistenlahden lämpölaitos on yleisesti katsoen huonossa kunnossa. Lämpökeskuksen poistaminen käytöstä on yksi vaihtoehto. Vuodesta 2022 eteenpäin Naistenlahden voimalaitos toimii uusiutuvalla energialla. Polttoaineen muutos ei vaikuta voimalaitoksen tehoon. Viime vuosina lämpökeskuksen käyttötunnit ovat olleet jo matalat. Kaukolämmön kysyntä pienenee tulevaisuudessa, joten Naistenlahden voimalaitos ei tarvitse lämmöntuotantotukea huipunkäyttöaikoina. Perusparannusta ei tarvita vuodelle 2026. Lämpölaitos on kokonaisuudessaan vanha. Sen laitteisto on heikkokuntoista. Paikkakorjausten avulla Naistenlahden kaukolämpölaitos kestää käyttöä Naistenlahden voimalaitoksen uusinnan

loppuun asti. Kaukolämpökeskus voidaan poistaa käytöstä seuraavan kymmenen vuoden aikana. Lämpökeskus sijaitsee vaikeassa paikassa luolassa ja sen yleinen kunto on heikko. Lisäksi kaukolämmön kysyntä laskee. Tulevaisuudessa Naistenlahden kaukolämpökeskukselle ei ole tarvetta. Kuitenkin päätös kaukolämpökeskuksen uudelleenrakentamisesta tai poistamisesta tulee tarkastella erikseen päätöksiä tehdessä.

Raholan kaukolämpölaitos valmistui vuonna 1982. Sen nimellisteho on 37 MW. Lämpökeskus toimii maakaasulla ja kevyellä polttoöljyllä varalla. Lämpökeskus on käytössä 650 – 900 tuntia vuodessa. Kaukolämpölaitos on käyttökelpoinen vuosia. Kaukolämpöpumput, -siirtimet ja omakäyttölämmityspiiri eivät ole yhtä hyvässä kunnossa, mutta eivät vaadi suurempaa kunnostusta. Tuhkasiilo ja tuhkanpoistojärjestelmä ovat kunnoltaan uutta vastaavia. Kaukolämpölaitoksen poltinkaappi on hyvässä kunnossa iästään huolimatta. Lämpökeskuksen toimilaitteet ovat uutta vastaavassa kunnossa. Automaatio- ja sähkökaapit ovat käyttökelpoisessa kunnossa vuosia. Raholan kaukolämpölaitoksen käyttötunnit ovat suhteellisen matalat. Lämpölaitos on käyttökelpoinen vuosia ja sen kattila on hyvässä kunnossa. Raholan kaukolämpökeskuksen seuraava perusparannus tehdään 2022. Seuraavaa perusparannusta voidaan aikaistaa, jos lämpökeskuksen kunnossa ilmenee muutoksia, jotka vaativat suurempia huoltotoimenpiteitä.

Ratinan kaukolämpölaitos on teholtaan 40 MW ja se valmistui vuonna 2005. Lämpökeskuksella poltetaan maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Lämpölaitoksen vuosittainen kokonaiskäyntiaika on 1800 – 1900 tuntia. Kaukolämpölaitos on hyvässä kunnossa. Omakäyttölämmityspiiri on hyvin huollettu. Lämpökeskuksen palosuojelu on vasta uusittu. Ratinan kaukolämpökeskuksen automaatio- ja sähkölaitteisto on hyvässä kunnossa. Kattilasuojat ovat kunnossa. Lämpökeskuksen toimilaitteet ovat uudenveroisessa kunnossa ja toimivat moitteettomasti. Ratinan kaukolämpölaitoksen perusparannukset on ajoitettu vuosille 2022 ja 2030. Perusparannukset voidaan siirtää vuodelle 2025 ja sitä seuraava perusparannus 2030 jälkeen, sillä kaukolämpölaitoksen yleiskunto on hyvä ja käyttökelpoinen vuosia sekä sen kattila on hyvässä kunnossa. Lämpölaitoksen kuntoa tulee seurata tarkasti, sillä käyntiajat ovat suuret. Perusparannuksia voidaan aikaistaa, jos lämpökeskuksen kunto sitä vaatii.

Elovainion kaukolämpölaitos on valmistunut vuonna 1988. Lämpökeskukseen lisättiin kolmas kattila vuonna 2018. Kaukolämpölaitoksen nimellisteho on 19 MW ja sen polttoaineena toimii maakaasu ja kevyt polttoöljy. Lämpökeskus on toiminnassa 2200 – 2600 tuntia vuodessa. Lämpökeskus on yleisesti hyvässä kunnossa. Kolmas kattila ja pumput ovat uuden veroisessa kunnossa. Elovainion happipitoisuusmittaukset olisi hyvä vaihtaa etukäteen. Elovainion kaukolämpökeskuksen poltinkaappien tilanne on

sama kuin Hervannan kaukolämpökeskuksella. Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit tarvitsevat uusimista seuraavan kymmenen vuoden sisällä. Kolmannen kattilan poltinkaapin kunto on hyvä. Sähkökeskukset ovat uusia vastaavassa kunnossa. Elovainion kaukolämpölaitoksen perusparannus on ajoitettu vuodelle 2023. Elovainion kaukolämpölaitoksella voidaan siirtää perusparannusta ensimmäisen ja toisen kattilan kohdalla vuoteen 2026. Lämpölaitos on käyttökelpoisessa kunnossa. Lämpölaitosta tulee tarkkailla ja aikaistaa perusparannusta, jos lämpökeskuksen kunnossa tapahtuu muutoksia. Pirkkalan kaukolämpölaitos on teholtaan 7 MW. Se valmistui vuonna 1988. Pirkkalan lämpökeskuksen kolmessa kattilassa poltetaan maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Lämpökeskus on toiminnassa 2700 – 2800 tuntia vuodessa. Pirkkalan kaukolämpökeskus on hyvässä kunnossa. Kattilahuoneessa on erillinen toimilaite ilman esilämmitykseen. Toimilaite on hyvässä kunnossa. Öljysäiliö on kunnossa. Kaukolämpöpumput ja -siirtimet ovat yleisesti hyvässä kunnossa. Omakäyttölämmityspiiri, pumput ja palosuojelu ovat uutta vastaavassa kunnossa. Kaukolämpölaitoksen sähkömoottorit ovat hyvässä kunnossa. Ainoana poikkeuksena on kaukolämmön kiertopumppu, joka tarvitsee huoltoa tai uusimista käyttötuntien tullessa täyteen. Automaatio- ja sähkölaitteisto on hyvässä kunnossa. Toimilaitteilla on ikää, mutta niiden käyttövarmuus ei ole kärsinyt. Lämpökeskuksen kattilasuojat ovat käyttökelpoisessa kunnossa. Pirkkalan kaukolämpölaitokselle on tarkoitus tehdä perusparannukset vuosina 2021 ja 2029. Perusparannusten aikataulu on sopiva lämpölaitoksen kuntoon nähden. Korkeat käyntiajat ja suhteellisen korkea ikä lisäävät perusparannusten tarvetta, vaikka kaukolämpökeskus on yleisesti hyvässä kunnossa. Perusparannusten aikataulu vahvistuu, jos lämpökeskus muutetaan toimimaan pelletillä vuodesta 2023 eteenpäin.

Taulukossa 3 on esitetty kaukolämpökeskusten merkittävimmät investointikohteet. Nämä ovat kaukolämpölaitosten heikoimmassa kunnossa olevat kohteet, jotka voivat heikentää lämmöntoimituksen varmuutta.

Taulukko 3. *Merkittävimmät investointikohteet*

Kaukolämpökeskus	Merkittävimmät investointikohteet
Nekala	<ul style="list-style-type: none"> • Tuhkanpoistojärjestelmä ja –kourut • Poltinkaapit • Turvalogiikat
Hervanta	<ul style="list-style-type: none"> • Savukaasukanava • Tuhkanpoistojärjestelmä • Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit
Hakametsä	Ensimmäisen ja toisen kattila: <ul style="list-style-type: none"> • Lämmönvaihtimet • Öljykoneikot • Öljy- ja ilmanmäärsäätölaitteet • Poltinkaapit
Sarankulma Ensimmäinen laitos	<ul style="list-style-type: none"> • Omakäyttölämmityspiiri • Kaukolämpöpumput
Pellettilaitos	<ul style="list-style-type: none"> • Tuhkanpoistojärjestelmä
Naistenlahti	<ul style="list-style-type: none"> • Ilma- ja savukaasukanavat • Omakäyttölämmityspiiri • Putkisto
Rahola	-
Ratina	-
Elovainio	<ul style="list-style-type: none"> • Ensimmäisen ja toisen kattilan poltinkaapit
Pirkkala	-

Taulukossa 4 on esitetty kaukolämpökeskusten uusi perusparannusaikataulu. Taulukoon on kerätty laitoskohtaiset pääsyyt perusparannusten aikataulumuutoksiin.

Taulukko 4. *Ehdotettu perusparannusaikataulu ja pääsyyt*

Kaukolämpökeskus	Uudet perusparannukset	Pääsyyt
Nekala	-	<ul style="list-style-type: none"> Edellinen perusparannus 2018 Hyvä yleiskunto Kaukolämmön kysynnän lasku
Hervanta	-	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämmön kysynnän lasku Riittävä lämmöntoimitusvarmuus nykyisellä kunnolla
Hakametsä	2030	<ul style="list-style-type: none"> Edellinen perusparannus 2018 Käyttökelpoisessa kunnossa Suhteellisen matalat käyttötunnit
Sarankulma Ensimmäinen laitos Pellettilaitos	- 2027	<ul style="list-style-type: none"> Ei muutoksia alkuperäiseen suunnitelmaan
Naistenlahti	-	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämmön kysynnän lasku Sijainti kiven sisällä ja voimalaitoksen vieressä Matalat käyttötunnit
Rahola	2022	<ul style="list-style-type: none"> Käyttökelpoisessa kunnossa Suhteellisen matalat käyttötunnit
Ratina	2025	<ul style="list-style-type: none"> Hyvä yleiskunto
Elovainio	2026	<ul style="list-style-type: none"> Hyvä yleiskunto
Pirkkala	2021 ja 2029	<ul style="list-style-type: none"> Ei muutoksia alkuperäiseen suunnitelmaan

5. YHTEENVETO

Kaukolämpölaitosten perusparannuksen ajoitukseen vaikuttavat laitoksen yleinen kunto, sijainti kaukolämpöverkossa ja rooli kaukolämmön toimituksessa. Kaukolämpölaitoksien perusparannuksien aikataulun tavoitteena on yksi perusparannusinvestointi vuodelle. Tällä aikataulutuksella haetaan taloudellista etua ja kulujen hajauttamista usealle tilikaudelle. Perusparannustarve määräytyy kaukolämpökeskuksen yleiskunnon ja huoltohistorian perusteella. Kaukolämpökeskuksien yleiskunto selvitetään haastatteluilla ja laitoskierroksilla. Kaukolämpökeskuksien huoltohistoria selvitetään kohdeyrityksen arkistoista. Kaukolämpölaitoksien rooli määräytyy käyttötuntien ja polttoaineen sekä kaukolämpöverkkosijainnin mukaan. Huippulämpölaitokset ovat käynnissä, kun lämmönkulutus kasvaa kaukolämpöverkossa. Varalämpölaitokset käynnistetään tukemaan lämmöntuotantoa kaukolämpöverkossa eri tilanteiden, kuten häiriötilanteiden tai vuosihuoltojen, aikana.

Työhön kuuluvat kaukolämpölaitokset ovat pääperiaatteiltaan samankaltaisia, mutta jokainen laitos on kuitenkin ainutlaatuinen rakenteeltaan ja toimintaperiaatteeltaan. Lämpökeskusten sijainnit, roolit kaukolämpöverkossa, laitteistot ja tehot vaihtelevat suuresti. Kaukolämpölaitosten sijainnit vaihtelevat Nekalan ja Hakametsän keskeisistä kaukolämpöverkon asemista Hervannan ja Elovainion asemiin kaukolämpöverkon reunoilla. Kaukolämpökeskusten roolit ovat pääosin huippulämpölaitoksia. Poikkeuksina ovat Nekalan ja Sarankulman lämpökeskukset. Nekala toimii sekä huippu- että varalämpölaitoksena tehonsa ja sijaintinsa ansiosta. Sarankulma toimii varalämpölaitoksena sijaintinsa, tehonsa ja polttoaineensa ansiosta. Jokaisen kaukolämpölaitoksen prosessi laitteistoinen on ainutlaatuista. Joitakin samankaltaisuuksia löytyy samoista polttoaineista ja toimintaperiaatteista johtuen. Kattiloiden määrät vaihtelevat laitoksittain. Esimerkiksi Nekalassa on käytössä kolme kattilaa, Naistenlahdessa on kaksi kattilaa ja Ratinassa on yksi kattila. Kaukolämpölaitosten iät vaikuttavat laitteiston kuntoon ja toimintaan. Tehoerot vaikuttavat monella tavalla. Pienitehoisissa laitoksissa, kuten Pirkkalassa ja Elovainiossa, ei ole käytössä savukaasun tummuusmittauksia. Kaukolämpökeskuksen tuottama teho vaikuttaa laitoksen rooliin kaukolämpöverkossa. Esimerkiksi suuritehoisten laitosten, kuten Nekalan ja Hakametsän, roolit ovat merkittävämmät kuin Ratinan kaukolämpölaitoksen.

Nekalan kaukolämpölaitoksen typpioksidipäästöjä tulee karsia 31,3 – 43,6 % vuoteen 2023 mennessä. Prosenttimuutokset ovat kattilakohtaiset. Edellä mainituilla prosenteilla päästään BAT-päästötasojen minimivaatimustasolle. Tehokkain yksittäinen keino typpi-

oksidipäästöjen vähentämiseen on modernimpien polttimien asentaminen Nekalan kaukolämpökeskuksen kattiloille. Muita yleisesti käytettyjä päästörajoituskeinoja ovat ilman ja/tai polttoaineen vaiheistus sekä savukaasujen takaisinkierrätys.

Taulukossa 5 on esitettyä tutkimuksen tärkeimmät tulokset. Taulukkoon on koottuna kaukolämpölaitosten perusparannusten aikataulu vuoteen 2030 asti. Taulukossa on koottuna myös kaukolämpölaitosten rooli kaukolämpöverkossa.

Taulukko 5. *Tärkeimmät tulokset*

Kaukolämpökeskus	Vanha PTS-suunnitelma	Uusi PTS-ehdotus	Rooli
Nekala	2018	-	Huippu- ja vara
Hervanta	2024	-	Huippu
Hakametsä	2025	2030	Huippu
Sarankulma Ensimmäinen laitos Pellettilaitos	2019 2027	- 2027	Vara Jatkuva käyttö
Naistenlahti	2026	-	Huippu
Rahola	2020 ja 2028	2022	Huippu
Ratina	2022 ja 2030	2025	Huippu
Elovainio	2023	2026	Huippu
Pirkkala	2021 ja 2029	2021 ja 2029	Huippu- ja vara

LÄHTEET

- Ahonen, V., Ojala, A., (1969), Tekniikan käsikirja 4, K. J. Gummerus Osakeyhtiö Jyväskylä, s. 712
- Ammattikasvatushallitus, (1978), Opetusmoniste voimalaitoskäyttäjälle, s. 314
- Critchey, L., (2018), Measuring Flue Gas with Sensors, AzoSensors, Saatavissa: <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=1535> (Viitattu: 16.2.2020)
- Energia PTS Investoinnit, (2018), Tampereen Sähkölaitos Oy, Excel-taulukko
- Euroopan unionin ilmastopolitiikka, Saatavissa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/ilmastopolitiikka/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> (Viitattu: 3.2.2019)
- Hodžić N., Kazagić A., Smajević I., (2016), Applied Energy 168 38–47, Elsevier, Saatavissa: <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/abs/pii/S030626191630068X> (Viitattu: 6.11.2019)
- Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, T., Urpalainen, S., (2008), Voimalaitostekniikka, Opetushallitus, s. 342
- Huovilainen, R.T., Koskelainen, L., (1982), Kaukolämmitys, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, s. 185
- Isokivijärvi, J., (2020), käynnissäpitoinsinööri, Tampereen Sähkölaitos Oy, Painelaitekirjat
- Koivisto, H., (1974), 74-2 Kaukolämmitys, Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, s. 307
- Koskelainen, L., Saarela, R., Sipilä K., (2006), Kaukolämmön käsikirja, Energia-teollisuus, s. 566
- Koski, H., (2019), suunnittelija, Tampereen Sähkölaitos Oy, Sähköpostikeskustelu
- Kriikku, P., (2018), Nekalan lämpökeskuksen savukaasupäästömittaus, AX-Suunnittelu, s. 13
- Kuusela, A., (2019), Koneasentaja, Tampereen Sähkölaitos Oy, Laitoskierros ja haastattelu
- Laaksonen, L., (2019), Käynnissäpitoinsinööri, Tampereen Sähkölaitos Oy, Sähköpostikeskustelu
- Laaksonen, L., (2019), Ympäristöinsinööri, Tampereen Sähkölaitos Oy, Sähköpostikeskustelu
- Laitinen, J., (2013), Pieni suuri energiakirja, Into Kustannus Oy, s. 148

LCA-BAT päätelmät, Saatavissa: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D1442R\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D1442R(01)&from=EN) (Viitattu: 20.1.2019)

Naistenlahti 100 %, Saatavissa: <https://www.sahkolaitos.fi/blogiarkisto/naistenlahti-100-/> (Viitattu: 24.4.2019)

pipo-asetus, Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171065> (Viitattu: 20.1.2019)

Riihonen E., (2019), Työsuunnittelupäällikkö, Lämpölaitosten vuosihuoltopalaveri, Tampereen Sähkölaitos Oy, s. 13, Sähköpostikeskustelu

Räsänen, J., (2019), Automaatioasentaja, Tampereen Sähkölaitos Oy, Laitoskierros ja haastattelu

Seppälä, R., (1987), Lämpökeskuksen käyttäjän käsikirja, Energiataloudellinen yhdistys, s. 252

Solax- kunnossapitojärjestelmä, (2019), Tampereen Sähkölaitos Oy

supo-asetus, Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140936> (Viitattu: 20.1.2019)

Tilastokeskus, Saatavissa: https://www.stat.fi/artikkelit/2011/art_2011-09-26_007.html?s=0 (Viitattu: 5.2.2019)

Tilastokeskus, Saatavissa: https://www.stat.fi/til/khki/2005/khki_2005_2007-04-19_tie_001.html (Viitattu: 5.2.2019)

Viheräkoski, V., (2019), Koneasentaja, Tampereen Sähkölaitos Oy, Laitoskierros ja haastattelu

Viitanen, J., (2019), Kunnossapitomestari, Tampereen Sähkölaitos Oy, Laitoskierros ja haastattelu

Vuorinen, A., (2009), Energiankäyttäjän käsikirja, Ekoenergo Oy, s. 204

