



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TIIA UOTILA

Reposaaren kaukolämpökeskuksen toiminta ja ennakkohuoltojen vienti IFS-järjestelmään

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2022

Tekijä Uotila, Tiia	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2022
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Reposaaren kaukolämpökeskuksen toiminta ja ennakkohuoltojen vienti IFS-järjestelmään		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli sähköistää Reposaaren kaukolämpökeskuksen laitteiden ennakkohuollot IFS-järjestelmään. Kunnossapidon sähköistymisen taustalla oli tarve ennakkohuoltojen hallinnalle ja dokumentoinnin säilyvyydelle. Opinnäytetyö suoritettiin projektina Pori Energia Oy:lle.</p> <p>Projekti aloitettiin laatimalla päivitetty laiteluettelo kaukolämpökeskuksella olevista laitteista. Osana laiteluettelon päivitystä tehtiin päivitys keskuksen PI-kaavioon. Laitteiden pohjalta luotiin IFS-järjestelmässä käytettävä laitehierarkia. Laitteiden tiedot syötettiin yrityksen konekorttipohjiin. Konekorteilta tiedot siirrettiin datamigraatiolla IFS-testikantaan, jonka jälkeen tehtiin virheiden tarkastuksia ja korjauksia. Korjausten jälkeen laitetiedot ajettiin tuotannon käyttämään IFS-järjestelmään. Hierarkiaan tehdään hienosäätöä, jotta hierarkia on haluttu.</p> <p>Ennakkohuollot listattiin ja oikea-aikaistettiin projektin ohjausryhmän kanssa. Apuna määrittämisessä käytettiin ennalta määritettyjä ennakkohuoltoja ja laitetoimittajien toimittamia huoltosuosituksia. Ennakkohuoltoja ei luotu vielä IFS-järjestelmään hierarkiakorjausten takia. KL-keskuksen kunnonvalvonnasta luotiin ohje yrityksen dokumentointijärjestelmään.</p> <p>Kaukolämpökeskuksen prosessista luotiin toiminta- ja turvallisuuskuvaukset, jota käsiteltiin tiivistetysti opinnäytetyön teoriaosuudessa. Kuvauksen luonnin pohjalla oli jakaa tietoa KL-keskuksen toiminnasta siellä toimivalle henkilöstölle. Toiminta- ja turvallisuuskuvaukset luotiin yrityksen dokumentointijärjestelmään.</p> <p>Projektissa saavutettiin lähes kaikki asetetut tavoitteet. Jatkotoimenpiteenä ennakkohuollot luodaan huhtikuun 2022 aikana IFS-järjestelmään. Lisäksi saatiin arvio, kuinka paljon työtä ja resursseja muut kaukolämpökeskukset sekä kaukojäähdytyslaitokset vaativat.</p>		
<p>Avainsanat</p> <p>Kaukolämpö, kunnossapito, toiminnanohjausjärjestelmä, hierarkia</p>		

Author Uotila, Tiia	Type of Publication Bachelor's thesis	Date April 2022
	Number of pages 42	Language of publication: Finnish
Title of publication Functionality of Reposaari District Heating Plant and exporting maintenance documentation to IFS Application		
Degree programme Energy and Environmental Engineering		
Abstract <p>The objective of this thesis was to export the preventive maintenance planning of Reposaari district heating plant to IFS Application. The reason for exporting the information was to ensure the durability and management of maintenance documentation. This thesis was completed as part of a project for Pori Energia Oy company.</p> <p>The project was executed by using subtasks. The first subtask was to make an updated list of equipment in the district heating plant and then form an equipment hierarchy for IFS Application. The piping and instrumentation diagram was also updated as a part of the project. Then equipment data was entered into the company's device cards. After collecting equipment data, all the information was exported to IFS Test Application. All the mistakes in data were found and corrected. After that the equipment information was ready to be used in the IFS Application.</p> <p>The plant's pre-services were determined with the project organization. Previous service lists and maintenance recommendations by appliance suppliers were used to determine pre-services. All the maintenances were not created to IFS Application. In addition, an instruction on condition monitoring was created and put into M-Files documentation system.</p> <p>District heating plant process is presented in functionality and safety description and put into the M-Files documentation system. The process was summarized in the theory section of the thesis. The description was created to share information about the functionality of Reposaari district heating plant with its employees.</p> <p>Almost all the project objectives were achieved. Next step is to export all the maintenance pre-services to IFS Application during April 2022. This project is used as reference to evaluate resources in future projects.</p>		
Keywords District heating, maintenance, enterprise resource planning system, hierarchy		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TOIMEKSINTAJA	7
2.1 Konserni	7
2.2 Palvelut.....	8
2.2.1 Pori Energia Olo	8
2.3 Voimalaitokset	8
2.4 Kaukolämpökeskukset	10
3 KAUKOLÄMPÖ	13
3.1 Historia.....	13
3.2 Tuotantolukuja	14
3.3 Jakelu.....	15
4 PROJEKTIN KOHTEEN TIEDOT	18
4.1 Reposaaressen kaukolämpökeskus	19
4.2 Toiminta- ja turvallisuuskuvaukset	20
4.3 Prosessi.....	20
5 KUNNOSSAPITO	23
5.1 Määritelmä ja jaottelu	23
5.1.1 Kunnonvalvonta ja mittaukset	24
5.2 Yrityksen kunnossapito-organisaatio	25
6 IFS-JÄRJESTELMÄ	27
6.1 Järjestelmän toiminta	27
6.2 IFS-järjestelmän hyödyt ja ongelmat	28
7 PROJEKTI	30
7.1 Laiteluettelo.....	31
7.2 Laitehierarkia	32
7.3 Konekortit	34
7.4 Datamigraatio ja testikanta.....	35
7.5 Ennakkohuollot	36
7.5.1 Viranomaistarkastukset.....	37
8 PI-KAAVIO	37
8.1 PI-kaavion päivittäminen	38
9 TULOKSET	40
10 YHTEENVETO	41
LÄHTEET	
LIITTEET	

KÄSITELUETTELO

CHP-laitos	Sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitos. Lyhenne CHP tulee englannin kielen sanoista Combined Heat and Power.
Datamigraatio	Tietojen siirtäminen sähköisestä ohjelmasta toiseen massatiedostona.
Huipputeho	Lämmityskohteen tehontarve, kun kulutus on suurimmillaan.
Hydraulikoneikko	Kone, joka siirtää tehoa nesteen paineen ja virtauksen avulla.
IFS-järjestelmä	Toiminnanohjaus-, kunnossapito- ja liiketoimintajärjestelmä.
KL-keskus	Kaukolämpökeskus
Konekortti	Laitteen tiedot- ja ominaisuudet sisältävä tiedosto.
Kuorma	Kaukolämpöverkossa oleva hetkellinen lämpötehon tarve.
LLY-käyrä	Lämpölaitosyhdistyksen suosituskäyrä menoveden lämpötilalle.
PI-kaavio	Prosessilaitteistojen kuvaamiseen käytetty piirustustyypipi.
Positio	Laitetunnus
Runkoverkko	Kaukolämmön pääverkko
Tankopurkain	Hydrauliikalla tai mekaanisesti toimiva kiinteän polttoaineen siirtolaite.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa Reposaaren kaukolämpökeskuksen kunnossapitotoimintaa. Tarkoituksena on sähköistää kunnossapidon ennakkohuoltotyöt ja selkeyttää yhteistä tietokantaa eri kunnossapidon tahoille. Työ rajataan Reposaaren kaukolämpökeskuksen osuuteen. Opinnäytetyö tehdään projektina toimeksiantaja Pori Energia Oy:lle. Konsernissa on käytössä IFS-järjestelmä, johon laitteet ja ennakkohuollot luodaan.

Opinnäytetyön alussa perehdytään aiheeseen johdattavaan teoriaan ja esitellään lukijalle tarvittavia tietoja. Opinnäytetyön lopussa perehdytään varsinaiseen projektiin. Työssä esitellään Reposaaren erillisverkko, kaukolämpökeskuksen toiminta ja prosessi. Kaukolämpökeskuksen toiminta ja prosessi esitellään erillisellä toiminta- ja turvallisuuskuvauksella. Kaukolämpökeskuksen PI-kaavio päivitetään käyttämällä CADS PI standard-ohjelmaa. PI-kaavion päivittäminen auttaa projektin osatehtävien määrittämisessä ja helpottaa työntekijöiden toimintaa kaukolämpökeskuksessa.

Osatehtävänä on suunnitella ja muodostaa yrityksen käyttämään IFS-järjestelmään Reposaaren kaukolämpökeskuksen laitehierarkia, niiden positioinnit ja ennakkohuollot. Luotua laitehierarkiaa pystytään käyttämään referenssinä muille kaukolämpö- ja jäähdytyskeskuksille tulevaisuuden projekteissa. Projektin osatehtävien välillä suoritetaan etenemiskatsauksia.

Yhtenäisen kunnossapitojärjestelmän tavoitteena on toimia hyödyllisenä työkaluna ennakkohuoltotöiden tilaajalle ja työntekijälle. Ennakkohuoltojen sähköistäminen edistää työn täsmällisyyttä ja huoltotietojen säilymistä. Arkistotiedoista voidaan esimerkiksi tarkastella huoltovälien vaihtelua. Laitteiden huolellisesti suunnitellun ennakkohuoltosuunnitelman avulla voidaan saavuttaa säästöjä sekä estää suuret käyttökatkot.

2 TOIMEKSINTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii kokonaan Porin kaupungin omistama yritys. Yritys toimii pääasiassa Satakunnassa, jossa se toimittaa energiaa ja palveluita yksityis- ja yritysasiakkaille. Kuvassa 1 Pori Energian päätoimipiste Radanvarressa. (Pori Energia toimintakertomus, 2020)



Kuva 1. Pori Energian päätoimipiste (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Pori Energia Oy on saanut alkunsa vuonna 1898, kun kaupunkiin perustettiin sähkölaitos ja kaduille asennettiin valaistus. Porissa kaukolämmön jakelu aloitettiin vuonna 1969, jolloin ensimmäisenä asiakkaana liitettiin Porin teatteritalo. Nykyisin yli 50 % porilaisista asuu kaukolämmöllä lämmitetyssä kerros-, rivi- tai omakotitalossa. Yrityksen nykyinen toiminta sai alkunsa Porin Lämpövoima Oy:n ja Porin Energialaitoksen yhdistyessä vuonna 2006.

(Pori Energia, 2022)

2.1 Konserni

Emoyhtiö Pori Energia Oy:n lisäksi konserniin sisältyy tytäryhtiöt Pori Energia Sähköverkot Oy (PESV) ja vuonna 2021 aloittanut Tuulia Palvelut Oy. Osakkuusyhtiöitä Pori Energia Oy:llä on Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy (STEP Oy), E-Protech Oy, POLA Energy Assets Oy, Voimapato Oy ja Kolsin Voima Oy.

Pori Energia Oy:llä on lisäksi muita pienempiä omistuksia yhtiöistä. Tällaisia ovat mm. Suomen Hyötytuuli Oy, Oomi Palvelut Oy ja Länsi-Suomen Voima Oy.

(Pori Energia yrityseshittely, 2021)

2.2 Palvelut

Pori Energia Oy tarjoaa kaukolämpö- ja jäähdytyspalveluita, teollisuuden energiapalveluita, kunnossapitopalveluita, tuulivoimapalveluita ja sähkön siirtoa. Pori Energia Sähköverkot Oy vastaa sähköverkon käyttäjien sähkön siirrosta ja sen jakelusta. Vuoden 2019 jälkeen Oomi Palvelut Oy vastaa Pori Energia Oy:n sähkön myynnistä (Finder, 2022).

2.2.1 Pori Energia Olo

Vuonna 2020 Pori Energia Oy alkoi myymään kaukolämmityksen ja jäähdytyksen piiriin kuuluville taloyhtiöille Olo-palvelua. Palvelun myötä Pori Energia vastaa kohteen lämmityksen toimivuudesta ja huolloista. Palveluun sisältyy veloitusetta lämmityslaitteiden huolto ja kunnossapito sekä päivityspalvelu. Olo-palvelun hinta on ensimmäisen 5 vuoden ajan kiinteä ja sen hinta koostuu pelkästään kiinteistön energiakustannuksista.

(Pori Energia Oy, 2020)

2.3 Voimalaitokset

Porin keskustassa sijaitsevassa Aittaluodon voimalaitoksessa tuotetaan yhteistuotantona sähköä jakelualueelle ja kaukolämpöä Porin sekä Ulvilan alueelle kaukolämmön runkoverkkoon. Sähkön ja kaukolämmön lisäksi Aittaluodon voimalaitoksella tuotetaan prosessihöyryä teollisuuden asiakkaille. Aittaluodon kaukolämpöteho on 75 MW.

Polttoaineena Aittaluodossa käytetään pääasiassa puuta ja turvetta. Turpeesta ollaan luopumassa vuoden 2024 loppuun mennessä. Pori Energian tavoitteena on olla 90 %

hiilidioksidineutraali turpeen käytön lopettamisen johdosta. Kuvassa 2 nähdään Aittaluodon voimalaitos.

(Pori Energia yritysesittely, 2021)



Kuva 2. Aittaluodon voimalaitos. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Runkoverkkoon tuotetaan kaukolämpöä myös Kaanaan voimalaitoksella, jossa kaukolämpöteho on 78 MW. Kaanaaseen valmistui vuonna 2008 biovoimalaitos, jossa voidaan polttoaineena käyttää puuta, turvetta, hiiltä, hyvälaatuista esikäsiteltyä kierrätyspolttoainetta (REF), öljyä ja LNG-kaasua eli nesteytettyä maakaasua. Kuvassa 3 nähdään Kaanaan voimalaitos, joka sijaitsee Kaanaassa Venator Pigments Oy:n tehdasalueella.

(Pori Energia, 2022)



Kuva 3. Kaanaan voimalaitos. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Taulukko 1. Aittaluodon ja Kaanaan kaukolämmön ja höyryntuotanto vuonna 2021

Tuotanto vuonna 2021 [GWh]	Kaanaan voimalaitos [GWh]	Aittaluodon voimalaitos [GWh]
Kaukolämpö	390	333
Höyry 15 bar	56	120
Höyry 7,5 bar	4	-
Höyry 3,5 bar	-	80
Höyry 2,5 bar	78	-

Taulukossa 1 nähdään vuonna 2021 Aittaluodossa ja Kaanaan voimalaitoksen kaukolämpö- ja prosessihöyrytuotannot. Aittaluodossa tuotettiin 333 GWh kaukolämpöä, josta 82 GWh toimitettiin samalla teollisuusalueella toimivalle Seikun Sahalle. Loput tuotetusta kaukolämmöstä siirrettiin suoraan kaukolämpöverkkoon kaupunkilaisten käyttöön. Höyryä tuotettiin 200 GWh, josta 120 GWh oli korkeapaineista 15 bar höyryä ja loput matalapaineista 3,5 bar höyryä.

Kaanaassa tuotettiin vuonna 2021 kaukolämpöä 390 GWh. Kaikki Kaanaan voimalaitoksella tuotettu kaukolämpö siirretään kaukolämpöverkkoon. Höyryä tuotettiin kolmessa eri paineessa. Korkeapaineista 15 bar höyryä tuotettiin 56 GWh; 7,5 bar paineista höyryä tuotettiin 4 GWh ja matalapaineista 2,5 bar höyryä tuotettiin 78 GWh. (Pori Energia tuotantokokonaisuuden raportti 2021)

2.4 Kaukolämpökeskukset

Pori Energialla on Porin alueella neljä runkoverkkoon liitettyä kaukolämpökeskusta. Kaukolämpökeskukset sijaitsevat Porissa Tiilimäellä, Metallinkylässä, Puuvillassa ja Ulasoorissa. Kaukolämpökeskusten tarkoituksena on toimia käyttöhuippujen tasajina ja olla varalla tilanteissa, joissa voimalaitokset ei kata tarvittua lämpö määrää. Kuvassa 4 nähdään Puuvillan kaukolämpökeskus ja taustalla Aittaluodon voimalaitos.



Kuva 4. Puuvillan kaukolämpökeskus. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)



Kuva 5. Ulsoorin kaukolämpökeskus. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Vuonna 2021 runkoverkon kaukolämpökeskuksilla tuotettiin yhteensä 6 GWh kaukolämpöä. Tuotanto jakautuu pääasiallisesti kylmille kuukausille ja muiden laitosten katkojen ajalle. Kuvassa 5 nähdään Ulsoorin kaukolämpökeskus ja oikealla välipumppaamo. Välipumppaamolla kaukolämpöpumput pitävät meno- ja paluuputkien paineeroja halutuissa arvoissa, jotta kaukolämpövesi kulkeutuisi myös kaukaisimmille asiakkaille.

(Pori Energia tuotantokokonaisuuden raportti 2021)

Pori Energia on vastuussa Ulvilan kaukolämpöverkon lämmön toimittamisesta. Ulvilassa lämpökeskuksia on puupelletillä toimiva paloaseman kaukolämpökeskus ja

Friitalan Kevytpolttoöljyllä toimiva vara- ja huippukäyttö kaukolämpökeskus. Kuvassa 6 Ulvilan pelastuslaitoksen pihassa sijaitseva puupelletillä lämpenevä kaukolämpökeskus.



Kuva 6. Ulvilan pelastuslaitoksen kaukolämpökeskus. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Runkoverkon ulkopuolella pienemmissä lämpöverkoissa ei ole kannattavaa perustaa uutta voimalaitosta, vaan erillisverkkojen lämmöntarve tuotetaan kaukolämpökeskuksin. Erillisverkkojen kaukolämpökeskuksia Pori Energialla on Laviassa, Noormarkussa, Kristiinankaupungissa, Harjavallassa ja Reposaaressa. Uusimpana laitoksena Pori Energian hoitoon on tullut Ulvilassa Kosken kylässä oleva puupelletillä lämpenevä kaukolämpökeskus. Liitteessä 1 on esitetty taulukossa 2 kaikki erillisverkkojen kaukolämpökeskukset ja niiden kattiloiden tehot.

3 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on kylmien ilmastojen taajamien ja kaupunkien yleinen lämmitysmuoto (Joutsen, 2020). Kaukolämpö toimitetaan asiakkaille yleensä kuuman veden tai prosessihöyryn muodossa. Kaukolämpöä voidaan tuottaa kaukolämpökeskuksilla tai sähkön ja lämmön yhteistuotantona voimalaitoksilla. Tällaisista yhteistuotannon voimalaitoksista käytetään nimitystä CHP-laitos. CHP-laitoksilla sähköntuotannossa turbiineilta saadun höyryn lauhdelämpö otetaan talteen ja käytetään hyväksi kaukolämpönä. (Sirén, 2021)

Kaukolämmityksellä on monia etuja, jonka takia se on Suomessa yleisin lämmitystapa. Suurimpina etuina on sen energiatehokkuus ja toimintavarmuus. Nykyisen sähkön hinnan nousun takia kaukolämpöön vaihtaminen voi olla taloudellisesti kannattavampaa pitkällä aikavälillä. Sähkön ja lämmön yhteistuotannolla voidaan kasvattaa voimalaitosten hyötysuhdetta. Voimalaitoksilla, joissa sähkön tuotannon ohella syntyyvää lauhteen hukkalämpöä ei hyödynnetä, on huomattavasti pienempi hyötysuhde. Kaukolämpöä voidaan tuottaa lisäksi ympäristöystävällisillä polttoaineilla, kuten puulla, hakkeella, puupelletillä ja biokaasulla.

(Motiva, 2022)

Kaukolämmön ongelmana voidaan pitää eri vuosien kulutusvaihtelua ja putkistossa tapahtuvaa lämpöhäviötä. Kaukolämpöön liittyminen vaatii alussa laiteinvestoinnit ja liittymismaksun, mikä nostaa ihmisten kynnystä vaihtaa kaukolämpöön. Kaukolämpö ei sovellu harvaan asutuille seuduille, koska suurien välimatkojen takia lämpöhäviöt kasvavat liian suuriksi ja kaukolämpöverkon rakentaminen on kallista verrattuna saatuihin hyötyihin.

(Sirén, 2022)

3.1 Historia

Kaukolämmön ensimmäisiä järjestelmiä on otettu käyttöön 1800-luvun lopussa. New Yorkiin vuonna 1877 rakennettu höyryllä toimiva kaukolämmitys oli yksi ensimmäisistä tunnetuista järjestelmistä. Kuumalla vedellä toimivia kaupallisia kaukolämmön

jakelujärjestelmiä otettiin käyttöön Saksassa, Tanskassa, Puolassa, Ruotsissa ja Venäjällä 1900-luvun alussa.

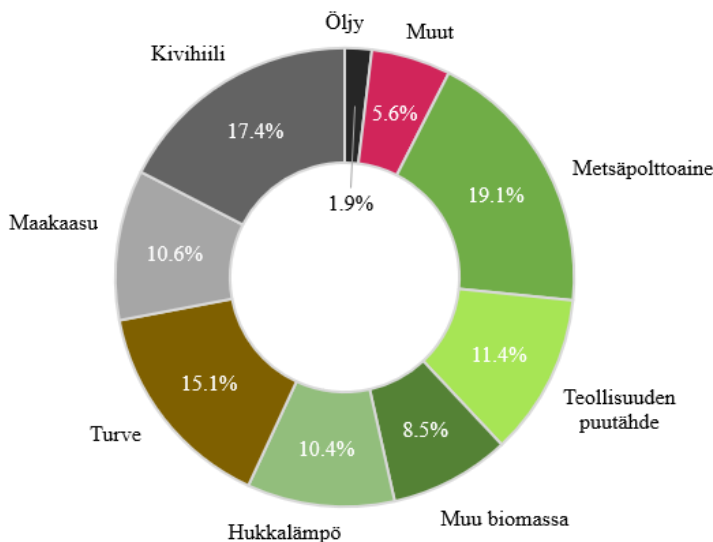
Suomessa kaukolämmitys on tullut ensimmäisenä Helsingin Olympiakylään vuonna 1940. Helsingin kaupunkialueella kaukolämmitys aloitettiin vuonna 1952 ja Espoossa Tapiolassa vuonna 1953. Tästä kaukolämpö on levinnyt ajan myötä ympäri Suomea. Suomessa kaukolämpö on yleisin asuin- ja palvelurakennusten lämmitysmuoto. (Mäkelä & Tuunanen, 2015, s.13)

3.2 Tuotantolukuja

Vuonna 2018 Suomessa asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergian tarpeesta 46 prosenttia tuotettiin kaukolämmöllä. Vuoden 2018 jälkeen osuus on vaihdellut lämmön tarpeen laskiessa ja noustessa vuosittain lämmityskauden lämpötilojen vaihteluiden myötä.

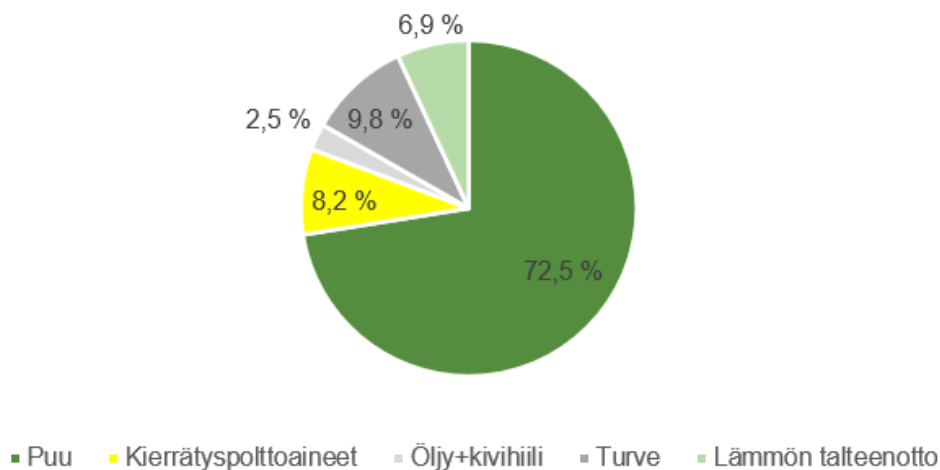
(Motiva, 2022)

Vuonna 2019 noin puolet kaukolämmöstä tuotettiin uusiutuvilla polttoaineilla, joista valtaosa oli puupolttoainetta. Puupolttoaineella tuotettiin 30,5 %, kivihiilellä 17,4 % ja turpeella 15,1 %. Viime vuosina kasvanut hukkalämmön hyötykäyttö on lisääntynyt. Hukkalämmöllä tuotettiin yli 10 % kaukolämmöstä vuonna 2019 (Tilastokeskus, 2020). Kuvassa 7 nähdään vuoden 2019 kaukolämmön tuotannon polttoainejakauma prosenttiosuuksina.



Kuva 7. Kaukolämmön tuotannon polttoainejakauma vuonna 2019. (Motiva, 2022)

Kuvassa 8 nähdään Pori Energian kaukolämmön polttoainejakauma vuonna 2021. Jakaumasta voidaan nähdä, että Pori Energiolla kaukolämpöä tuotetaan pääasiassa puupolttoaineilla. Toisena nähdään öljy ja kivihiili, jonka osuus on 9,8 %. Kolmantena on turve, jonka osuus on 8,2 %. Turpeesta kuitenkin ollaan luopumassa lähivuosina, kuten mainittiin kappaleessa 2.3.



Kuva 8. Pori Energian kaukolämmön polttoainejakauma. (Tuotantokokonaisuuden kk-raportti 2021)

3.3 Jakelu

Kaukolämmön jakelu asiakkaille tapahtuu kaukolämpöverkon kautta. Suomessa kaukolämpöverkko muodostuu yksi- tai kaksiputkijärjestelmästä. Kaukolämpöputkistossa

on aina meno- ja paluuputki. Kaukolämpöputkia on erilaisia eristystavasta riippuen (kiinnivaahdotettu Mpuk, vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohto Mpul ja betonikanava). Putket ovat yleisimmin terästä, ne ovat eristetty polyuretaanilla ja päällystetty muovilla. 2Mpuk- ja Mpuk-putkielementit nähdään kuvissa 9 ja 10. 2Mpuk-putkienttejä tarvitaan kaksi, kun taas Mpuk-putkielementissä on valmiina meno- ja paluuputki.



Kuva 9. Mpuk-kaksiputkielementti. (Arvoputki, 2022)



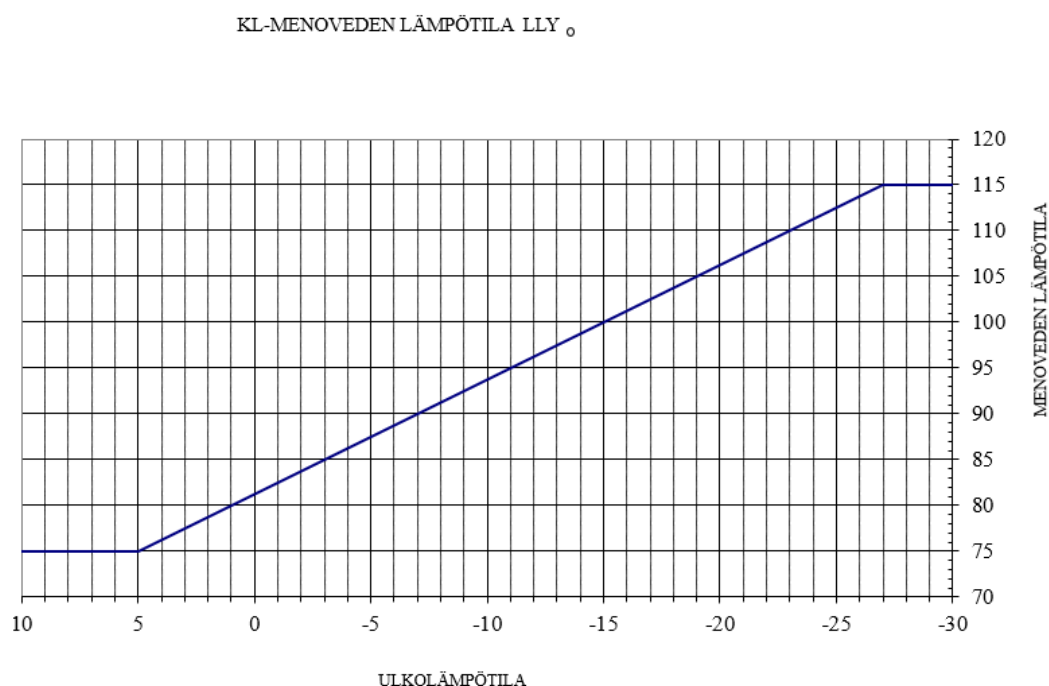
Kuva 10. 2Mpuk-yksiputkielementti. (Arvoputki, 2022)

Menoputkissa kuuman kaukolämpöveden lämpötila vaihtelee 75-115 °C välillä. Kesällä, kun lämpöhäviöt ja rakennusten lämmitystarpeet ovat pienemmät, kaukolämpöveden lämpötila on alhaisempi. Talvella kovilla pakkasilla voidaan pumpata jopa 115 °C kaukolämpövedettä asiakkaille. Paluuputkistossa kulkeutuu takaisin laitoksille asiakkaan laitteistolla jäähtynyt 25-45 °C kaukolämpövesi. Kaukolämpöveden

lämpöenergia siirretään asiakkaan rakennuksen vesikiertoiseen järjestelmään asiakkaan lämmönjakohuoneessa.

(Sirén, 2021)

Kaukolämpöveden lämpötila noudattaa Lämpölaitosyhdistys ry:n suosituskäyrää (LLY-käyrää). Kuvassa 11 Lämpölaitosyhdistys ry:n suositus kaukolämmön menoveden lämpötilan määräytymiselle. LLY-käyrässä menoveden lämpötila noudattaa ulkolämpötilan vaihtelua.



Kuva 11. Menoveden lämpötila LLY-käyrä. (Nissilä, 2022)

Kuumaa menovettä pumpataan laitoksilta asiakkaille kaukolämpöpumppujen avulla. Kaukolämpöpumppujen lisäksi voidaan rakentaa erillisiä pumppaamoita, joiden tarkoituksena on pumpata kaukolämpövettä haluttuun suuntaan tai auttaa laitosten ja keskusten omia kaukolämpöpumppuja pitkien verkostojen painehäviöiden voittamiseksi.

Kaukolämpöverkko haarautuu runkoverkosta puun oksien tapaan aina pienempiin putkiin. Verkossa voi olla kiinni useampi laitos, joiden käyttöä säädellään lämmitystarpeen mukaan. Lisäksi tarvitaan varalla olevia laitoksia, jos päälaitokset ovat poissa käytöstä.

(Sirén, 2021)

4 PROJEKTIN KOHTEEN TIEDOT

Reposaaren kaukolämpöverkkoa on alettu rakentaa jo ennen 2000-lukua. Ensimmäiset osat on rakennettu vuosina 1998-1999. Kaukolämpöverkon vanhimmat putkiosuudet lähtevät Kaivokadulta ja laajentuvat siitä nykyisen verkon laajuudelle. Reposaaren kaukolämpöverkon pituus keväällä 2022 on 4,6 km ja sillä on 47 asiakasta.

Kuvassa 12 nähdään kevään 2022 kaukolämpöverkon rakenne ja vihreällä ympyröitynä kuvan keskiosassa verkoston vanha alkupiste, jossa sijaitsee vara- ja huippukäytössä oleva sähkökattilarakennus. Sähkökattilat ovat varalla, jos hake- tai kevytpolttoöljykattilat rikkoutuvat. Sähkökattiloiden tehot ovat 180 kW ja 300 kW.



Kuva 12. Reposaaren kaukolämpöverkko. (UTG-sovellus, 2022)

Vuonna 2007 Reposaaren verkkoon alettiin tekemään laajempia lisäyksiä vuoden 2008 loma-asuntomessuja varten. Tällöin sen hetkinen kaukolämpökapasiteetti ei riittänyt uusien lomarakennuksien varten, vaan yrityksessä alettiin suunnittelemaan uutta

kaukolämpökeskusta. Kuvassa 12 nähdään sinisellä ympyröitynä Reposaaren puuhakkeella ja kevytpolttoöljyllä toimiva kaukolämpökeskus.

4.1 Reposaaren kaukolämpökeskus

Reposaaren kaukolämpökeskuksen on toimittanut Calortec Oy vuonna 2007. Rakennushankkeeseen on myönnetty työ- ja elinkeinoministeriön energiataukea, jonka suuruus on 20 % hankkeen kokonaiskustannuksesta (Mäki, 2022).

Kaukolämpökeskukseen kuuluu itse kattilarakennus ja noin 300 m³ puuhakkeen polttoainevarasto. Kattilarakennuksen vieressä sijaitsee 30 m³ kevytpolttoöljysäiliö, joka toimii polttoaineena öljykattilalle. Kuvassa 13 nähdään kaukolämpökeskuksen tontilla kattilarakennus, polttoainevarasto ja öljysäiliö.



Kuva 13. Reposaaren kaukolämpökeskuksen rakennukset. (Pori Energia kuvadokumentti, 2021)

Kattilarakennuksessa sijaitsevalla Calortec Oy:n Bio-5 kuumavesikattilalla tuotetaan kaukolämpöä puuhakkeella nimellistehona 1,5 MW. Lisäksi on kevytpolttoöljyllä lämpenevä TKH-EVO 8 kuumavesikattila, jolla tuotetaan kaukolämpöä nimellistehona 1,5 MW. Kaukolämpökeskuksella lämpöä tuotetaan pääasiassa puuhakkeella, jonka lisäksi apuna on kevytöljykattila. Kevytpolttoöljyä käytetään lähinnä huippukuormien tasaajana ja varalla.

4.2 Toiminta- ja turvallisuuskuvaus

Reposaaren kaukolämpökeskuksen toiminnasta ja turvallisuudesta koostetaan kuvaus, jonka tarkoituksena on edistää ja tukea kaukolämpöasentajien, -päivystäjien sekä kunnossapidon toimintaa keskuksella.

Dokumentissa kuvataan polttoaineiden varastointi, räjähdysvaaralliset Ex-tilat, polttoainekuljettimet, palaminen kattiloissa, automaatio, kaukolämpöverkon toiminta, tuhka-järjestelmä, savukaasujen kulkeutuminen, kriittiset hälytykset ja turvallisuus. Toiminta- ja turvallisuuskuvaus linkki M-Files dokumentointijärjestelmään liitteenä 2, joka on saatavilla vain yrityksen henkilöstölle luottamuksellisista syistä.

4.3 Prosessi

Tässä osiossa kuvataan tiivistetysti toiminta- ja turvallisuuskuvaus sisältö, joka on liitteenä 2. Osiossa painotetaan Reposaaren kaukolämpökeskuksen prosessikuvausta. Prosessi lähtee hakevarastosta, jossa tankopurkaimet työntävät haketta kuvan 14 polttoainekouruun. Kokoojaruuvit kuljettavat hakkeen ruuvien risteysuppiloon.



Kuva 14. Kokoojaruuvi polttoainekourussa. (M-Files, 2020)

Risteysuppilosta hake kulkeutuu nostoruuvilla pesäruuviin ja edelleen hakekattilan palopäähän. Polttoaineen tukkeutumista risteysuppilossa seuraa valosilmäparilla toimiva ruuhkavahti. Kokoojaruuvit pysähtyvät automaattisesti, kun valosilmät eivät näe toisiaan. Tällöin nostoruuvi kuljettaa hakkeen eteenpäin ja ruuhkatilanne purkautuu.

Kattilaveden lämpötilan perusteella säädetään hakkeen syöttönopeutta arinan palopäähän. Arinajäähdytyspiiri estää arinan palopään ylikuumentumisen. Arinajäähdytyksestä saatava lämpö pumpataan lämmönsiirtimen kautta kaukolämpöverkon paluupuolelle.

Kuvassa 15 nähdään hakekattilan palopää ja konvektio-osa. Palopäässä hydrauliset arinaportaavat liikuttavat haketta tasoittaen polttoainepatjaa. Ensiöpuhallin puhalttaa ilmaa patjan alle, jolloin hake kuumenee ja kaasuuntuu. Toisiopuhaltimet puhaltavat ilmaa arinan yläpuolelle, jolloin kaasuuntunut hake alkaa palaa. Palokaasut siirtyvät konvektio-osaan, jossa varsinainen lämmönsiirto tapahtuu palavan kaasuuntuneen polttoaineen ja kaukolämpöveden kierron välillä. Konvektio-osa muodostuu pystysuorista putkista, joiden sisällä kulkevat savukaasut ja ulkopuolella kaukolämpövesi.



Kuva 15. Hakekattilan arinaportaavat ja palaminen. (Calortec, 2022)

Kattiloiden sisällä virtaavan kaukolämpöveden lämpötilaa säädellään paluuv veden lämpötilan mukaan. Kattilaveden lämpötilan säätely ehkäisee kattilan ylikuumentumisen ja liiallisen jäähtymisen. Säätely tapahtuu sekoitus- eli shunttipumpuilla, jotka sekoittavat eli shunttaavat kattilavettä ja paluuvettä. Logiikkaohjain laskee sekoitussuhteen ja ohjaa pumppujen käyntinopeutta.

Kaukolämpöverkon paine-eroa pidetään yllä keskuksella kaukolämpöpumppujen avulla. Paine-erolla varmistetaan kaukolämpöveden kierto verkostossa, jotta kaukolämpö kulkeutuisi myös asiakkaille. Logiikkaohjain ohjaa pumppujen pyörimisnopeutta, jota säädetään kaukolämpöverkon paine-eromittauksen mukaan.

Savukaasupuhallin pitää hakekattilassa alipainetta, jotta savukaasut eivät leviä kattila-huoneeseen. Savukaasut kulkeutuvat hakekattilasta savukaasukanavistosta syklonien

kautta savupiippuun. Hakekattilan perässä olevat syklonit poistavat keskipakoisvoimalla tuhkahiukkasia savukaasuista, jolloin tuhka putoaa syklonin alaosaan. Poltosta syntyvä arinatuhka tippuu arinan alle, josta se siirtyy tuhkaruuvilla tuhkakaivoon. Konvektio-osasta tuhka valuu suoraan tuhkakaivoon. Tuhka poistetaan tuhkakaivosta tuhkaruuvilla tuhkakuljettimelle, josta tuhka siirtyy ulkona sijaitsevaan konttiin.

Kaukolämpökeskuksella on huippu- ja varakattilana öljykattila. Lämmöntarpeen kasvassa termostaatti antaa käskyn öljypolttimelle käynnistyä. Öljykattilassa palaminen tapahtuu kattilan tulitorvessa, jonka jälkeen savukaasut ohjataan kattilan lieskauunin kautta tuliputkiin. Kaukolämpövesi ohjataan öljykattilan läpi, jolloin savukaasut lämmittävät kattilan läpi kulkevaa vettä. Savukaasut kulkeutuvat kääntökammioon ja edelleen savupiippuun. Normaaliajossa kattilat ovat kytketty sarjaan.

Kaukolämpökeskuksella on paisuntajärjestelmä, jonka tehtävänä on vastaanottaa kaukolämpöveden lämpölaajentumisesta johtuvaa paineiden vaihtelua kaukolämpöverkossa. Paineenpito tapahtuu paineenpitopumppujen avulla joko automaattilla tai käsin. Paineen noustua vesi siirtyy paisuntasäiliöön jousikuormitteisen ylivirtausventtiilin kautta. Paisuntasäiliön pintaa ohjaa pinnanvalvontayksikkö, joka ohjaa täytön magneettiventtiiliä ja tekee hälytykset valvomopäätteelle. Paine-eron romahtamisen mahdollisuuden vuoksi kaukolämpöverkkoon voidaan kytkeä raakavesilinjasta hätätäyttö paluuvien linjaan.

Hakekattilan toiminnan turvaamiseksi kaukolämpökeskuksella on varavoimakone, joka lähtee käyntiin automaattisesti yli 5 sekunnin sähkökatkoista. Paloturvallisuuden edistämiseksi on keskuksella palokalustoa ja pesäruuvien jäähdytyspiiri. Pesäruuvien lämpötilan noustessa yli 60 astetta valvomon operointipäätteelle tulee takapalohälytys. Takapalohälytyksen tarkoituksena on estää hakekattilan palamisen leviäminen polttoainekuljettimiin ja hakevarastoon. Pesäruuvissa on automaattinen lämpötilaohjattu venttiili, joka aukeaa sille määritellyssä lämpötilassa. Venttiili avaa jäähdytyspiirin ja pesäruuvi jäähtyy.

5 KUNNOSSAPITO

5.1 Määritelmä ja jaottelu

Kunnossapidolla tarkoitetaan esimerkiksi erilaisten koneiden, laitteiden tai rakennusten ylläpitoa toimintakuntoisina. Kunnossapidon toimilla varmistetaan laitteiden luotettavuus ja mahdollisten vikojen esiintyessä ne korjataan. Tähän kuuluu myös työympäristön riskien ja turvallisuuden hallinnointi (Järviö, 2004, s.11). Kunnossapitoon liittyy konkreettisten toimien lisäksi keskeisenä osana ajattelutyö.

Kunnossapidon toimenpiteet voidaan jakaa PSK 6201 mukaisesti eri toimiin:

- Korjaavat toimenpiteet
 - Ehkäisevät toimenpiteet
 - Parantavat toimenpiteet
- } Suunniteltu kunnossapitokokonaisuus

Korjaavat toimenpiteet sisältävät häiriökorjaukset ja kuntoon perustuvan suunnittelun. Ehkäisevillä toimenpiteillä voidaan pitää yllä kohteen käyttöominaisuuksia ennen vian syntymistä tai palauttaa heikentynyt toiminto ennen rikkoutumista. Ehkäisevät toimet voidaan jakaa jaksotettuihin ennalta suunniteltuihin huoltoihin ja kuntoon perustuviin toimiin, joita havaitaan esimerkiksi kunnonvalvontaa tehdessä. Parantavien toimenpiteiden tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja kehittää laitteen vioittumisherkkyyttä (PSK 601:2011, 2011). Yhdessä toimenpiteet muodostavat suunnitellun ennakoivan kunnossapitokokonaisuuden, jonka toimenpiteitä kutsutaan puhekielellä ennako-, määräaikais- ja korjaushuolloiksi.

Mitä enemmän resursseja käytetään korjaavaan kunnossapitoon verrattuna muihin toimenpiteisiin, sitä epäkypsempää kunnossapitotoiminta on. Haasteita kunnossapitoon tuo usein alihankintaketju. Tällöin kunnossapitotoimintaan liittyy monia eri toimijoita vaihtelevilla tehtävillä ja rooleilla. Alihankinnan käyttäminen verrattuna omaan työvoimaan on kalliimpaa ja epäluotettavampaa.

(Spotilla, 2020)

Teollisuudessa kunnossapito kuuluu tuotanto-omaisuuden hallintaan. Kunnossapidon onnistuminen edistää tuotannon tapahtumista olosuhteissa, joissa on turvallista ja kannattavaa toimia. Kaukolämpökeskuksilla on tärkeää käyttää kaikkia kunnossapitotoimia, jotta säästytään pitkiltä lämmöntuotantokatkoilta. Hyvällä kunnossapitosuunnittelulla voidaan rakentaa toimiva ennakoiva kunnossapitokokonaisuus.

Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon laitteiden valmistajien suositukset huolloille, laakisääteiset tarkastukset, kunnonvalvonta, ehkäisevät ja parantavat toimenpiteet. Laitetoimittajat laativat laitteille ennako- ja määräaikaishuoltolistoja, jotka helpottavat yritysten kunnossapidon huoltosuunnitelmien laatimista. Kunnossapidon huoltojen sähköistyminen vaatii paljon suunnittelua ja oikea-aikaistamista. Liiallinen kunnossapito voi olla haitaksi, jos ylimääräisiä toimia tehdään ilman tulosta.

5.1.1 Kunnonvalvonta ja mittaukset

Suurella roolissa ovat ehkäisevät toimenpiteet ja eritoten yleinen kunnonvalvonta. Kunnonvalvonta on yleisesti silmämääräistä laitteiden ja toimintojen tarkastamista. Kunnonvalvonnalla voidaan havaita alkavia vikoja laitteistossa, minkä johdosta vältytään käyttökesekeyksiltä. Kaukolämpökeskuksille laaditaan kunnonvalvontaohje (käyttörutiinilista), jonka tarkoituksena on tukea kaukolämpökeskuksella viikoittain tehtyä kunnonvalvontaa. Kunnonvalvonnan toimia ei ole tällä hetkellä tarkoitus sähköistää kokonaan, sillä työkierto ja vastualueet eivät kohtaa. Kunnonvalvontaohjeen linkki M-Files dokumentointijärjestelmään liitteenä 3, joka on saatavilla vain yrityksen henkilöstölle luottamuksellisista syistä.

Osana kunnonvalvontaa on laitteiden mittaukset, jotka suorittaa kunnossapidon mekaaninen asentaja. Päälaitteiden kunnossapitomittaukset ovat sähköistetty IFS-järjestelmään, jossa ne automaattisesti generoituvat 13 viikon välein. Käymättömien ja varalaitteiden mittausväli voi olla pidempi. Päälaitteiksi tässä on lueteltu kaukolämpöpumput ja puhaltimet. Mittauksiin kuuluu värähtelyn, pyörinnän ja lämpötilojen mittaukset.

5.2 Yrityksen kunnossapito-organisaatio

Tässä osiossa keskitytään yrityksen kunnossapito-organisaatioon kaukolämpökeskusten osalta. Kunnossapitokokonaisuuden hahmottamisessa apuna käytetään haastateltuja. Haastateltavana ovat Pori Energia Oy:n kaukolämpöverkon ja -keskusten kunnossapitovastaava Markku Vuorisalo ja käyttöinsinööri Hanna Grönroos.

Yrityksen kaukolämpöyksikön kunnossapitotarpeita ja kehityskohteita tuodaan ilmi seuraavilla haastattelukysymyksillä:

1. Miten kunnossapitoyksikön vastuu jakautuu kaukolämmön osuudessa?
2. Onko työmäärä jakautunut tasaisesti?
3. Riittääkö aika kaikille töille vai pitkittyykö työn aloitus usein?
4. Miten dokumentointi tapahtuu ulkoisten toimijoiden osalta?
5. Suunnitellaanko ennakko- ja vuosihuollot riittävän hyvin?
6. Tuottaako kunnossapito paljon ylimääräisiä kustannuksia?
7. Onko kaukolämpölaitosten kunnossapidossa kehityskohteita?

Kaukolämpökeskusten kunnossapitovastuu on jaettu Vuorisalon ja Grönroosin kesken. Vuorisalo vastaa ulkoisen työvoiman vaatiman työn suorittamisesta ja Grönroos oman henkilöstön resursoinnista. Kaukolämpökeskusten huoltotöiden selvityksissä Vuorisalo kokee yhteisen vastuun osittain hidastavan töiden kulkua. Huollon ilmaantua täytyy suorittaa selvitys, kumman vastuulla työ on. Vastuun jakamisenkin jälkeen työn ohella voi ilmaantua yllättäviä tarpeita, jotka ohjaavat työn ulkoiselle toimijalle. Grönroosin mielestä omassa työssä vastuunjako on selkeä eikä ongelmia ole ilmennyt.

Työmäärä ja työajan riittävyys vaihtelee. Joskus huoltojen tarve ilmaantuu yllättäen ja silloin töiden priorisointi tehdään tapauskohtaisesti. Yleisesti työmäärät ja siihen varattu aika on riittävä. Ulkoisten toimijoiden osalta huoltotöistä toimitetaan paperisia raportteja. Dokumentoinnin osalta tietojen hallinta tapahtuu vikailmoitusten ja yksittäisten työtilausten kautta. Ennakkohuoltoja ei ole kirjattu IFS-järjestelmään

kunnossapidon näkökulmasta. Kirjauksissa on usein painotettu investointien kustannuksia ja resursointia.

Vuosihuoltojen suunnittelu pohjautuu vikailmoituksiin ja suunniteltuihin laiteuudistuksiin. Vuoden aikana kertyneet huollot priorisoidaan ja oikea-aikaistetaan. Vuosihuoltojen aikana tapahtuvat ennakkohuollot on suorittu sille sopivana ajankohtana. Usein ennakkohuolloille ei kirjata erikseen työtilausta IFS-järjestelmään. Projektin myötä kaukolämpökeskuksille luodaan sähköiset ennakkohuollot IFS-järjestelmään.

Yhtenä kehityskohteena kaukolämpökeskuksilla on varaosien saatavuus ja niiden hallinta. Vuorisalon ja Grönroosin kokemusten mukaan varaosilla on usein pitkä toimitusaika. Varaosien saatavuuksien takia huoltojen ja korjauksien kustannukset nousevat usein. Kaukolämpölaitoksilla tapahtuvat huolto- ja korjaustarpeet ilmaantuvat usein yllättäen, jolloin varaosia tarvitaan mahdollisimman nopeasti laiterikon kriittisyydestä riippuen. Tällaisten tilanteiden kannalta laitteiden kriittisyysluokittelu olisi tarpeen.

Osana keskustelua on mietitty huoltosopimusten tekemisestä kriittisille laitteille. Tätä on mietitty jo aikaisemmin, mutta usein ulkopuolisten toimijoiden huoltosopimukset tulevat kalliiksi eivätkä ne takaa varaosan saatavuutta nopeammin.

Toisena osana keskustelua on korostettu oman varaston tärkeyttä. Varaosien hallinta ja saatavuus on suuri kehityskohde kaukolämmönnyksikössä. Käytössä on varaosatarpeista luotu Excel-taulukko. Taulukkoon on kirjattu olemassa olevia varaosia kaukolämpölaitoksittain. Varaosien hallintaan IFS-järjestelmässä apuna voitaisiin käyttää esimerkiksi viiva- tai QR-koodeja. Tällöin varaosien hallinta ja seuranta olisi yksiselitteistä.

6 IFS-JÄRJESTELMÄ

IFS-järjestelmän kehittänyt yritys IFS Ab on perustettu vuonna 1983 Ruotsissa (BBC, 2011). IFS Ab on yrityksenä maailmalaajuinen toiminnanohjaus-, kunnossapito- ja liiketoimintapalvelujärjestelmien kehittäjä ja toimittaja. Yrityksen järjestelmillä on yli miljoona käyttäjää ympäri maailmaa.

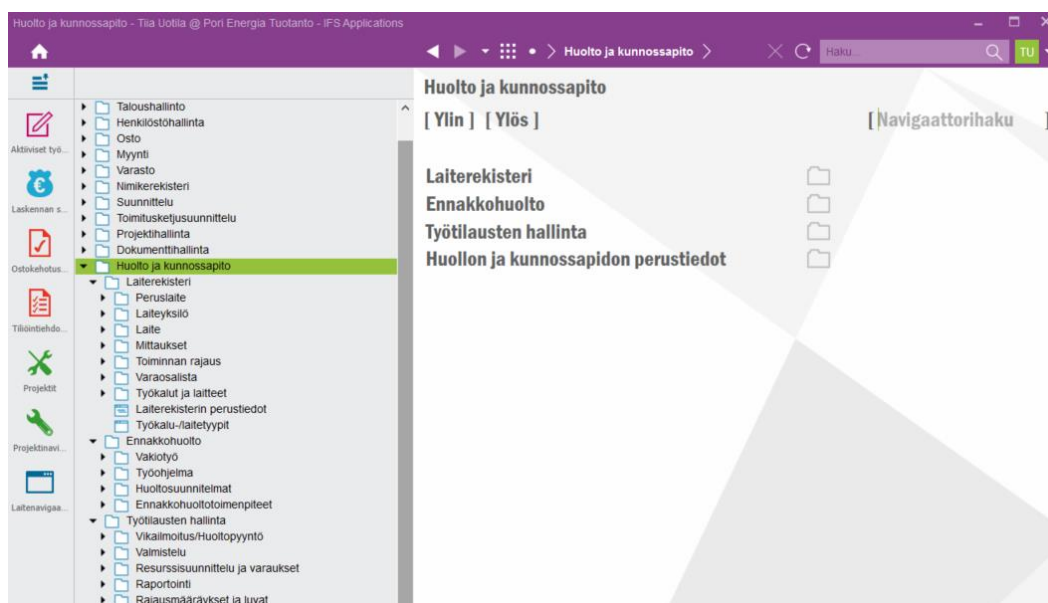
(IFS, 2022)

Yrityksen ensimmäinen kaupallinen kunnossapitojärjestelmä IFS Maintenance saapui markkinoille vuonna 1985, jonka jälkeen 5 vuotta myöhemmin nimeksi muutettiin IFS Applications.

(IFS, 2022)

6.1 Järjestelmän toiminta

Tässä osiossa tutustutaan, miltä itse IFS-järjestelmä näyttää. Käydään läpi myös ennakkohuoltotilauksen luominen järjestelmään. Huolto ja kunnossapidon näkökulmasta kuvassa 16 nähdään, että IFS-järjestelmään voidaan kirjata esimerkiksi laitetietoja, mittauksia, varaosia ja vikailmoituksia. Laitteiden ennakkohuoltojen luominen edellyttää laitekantaa järjestelmässä.



Kuva 16. IFS-järjestelmän näkymä. (IFS, 2022)

Ennakkohuoltojen luominen järjestelmään tapahtuu huolto ja kunnossapito-välilehdeltä, joka näkyy vihreänä kuvassa 16. Välilehdeltä valitaan ennakkohuolto-osio, minkä jälkeen voidaan valita ennakkohuoltotoimenpide. Ennakkohuoltotoimenpiteen valitsemisen jälkeen täytyy työ luoda erikseen valitsemalla kuvassa 17 näkyvä vihreä plus-merkki. Järjestelmä luo työn, jolle voidaan kirjata halutut työkohtaiset tiedot.

Kun halutut tiedot on syötetty, työ tallennetaan tallennuspainikkeesta ja järjestelmä luo työlle työnumeron. Työ siirtyy valmisteluosioon, jossa voidaan määrittää esimerkiksi työohjeet ja luvat. Työn luonnin jälkeen se voidaan aloittaa ja raportoida sen valmistuessa.

Työtilaukset näkyvät joko työntekijällä, jolle se on kohdennettu, tai yhteisessä näkyvässä sille kohdistetulla laitteella.

Kuva 17. Ennakkohuoltotoimenpiteen luominen. (IFS, 2022)

6.2 IFS-järjestelmän hyödyt ja ongelmat

Tarkoituksena, että kunnossapitojärjestelmä on työntekoa hyödyttävä työkalu. Hyöty saadaan vasta, kun se toimii tarkoitetulla ja halutulla tavalla. Hyötyinä kunnossapidon sähköistymiselle on dokumentoinnin säilyminen, työtilausten hallinta, kustannusten seuranta ja laitteiden tietojen löytyminen järjestelmästä.

Järjestelmän ongelmana voi olla vähäinen käyttöaste, johon johtavat seuraavat seikat:

- Vaikeakäyttöisyys
- Tietokannan puutteellisuus tai virheet
- Puutteellinen koulutus, esim. ATK-taidot tai ohjelmankäyttötaidot
- Käyttäjän motivaation puute

(Järviö, Piispa, Parantainen & Åström, 2006, s.161)

Jotta nämä ongelmat vältetään, täytyy järjestelmän käyttö olla helppoa. Lisäksi yrityksen täytyy varmistaa käyttäjille tarvittava koulutus työpöytä- ja mobiiliversiosta. Tietokannan kehitystyö täytyy olla jatkuvaa ja sen pitää perustua käyttäjien palautteeseen. Virheisiin täytyy tehdä muutoksia niiden ilmaantuessa ja käyttäjiltä täytyy kerätä palautetta, jotta tietokanta pysyy päivitettyinä.

7 PROJEKTI

Tämän projektin tarkoituksena on parantaa kaukolämmön kunnossapitotoimintaa ja luoda yritykselle yhtenäinen kunnossapitojärjestelmä. Projektin syntymisen pohjalla on kunnossapidon sähköistyminen ja raportoinnin säilyvyys. Yrityksessä on jo entuudestaan käytössä IFS-järjestelmä.

Projektin organisaatio:

- Projektin omistaja: Jani Kankaanpää
- Projektipäälliköt: Tiia Uotila ja Tomi Kekki
- Ohjausryhmä: Markku Vuorisalo, Panu Ahonkivi, Teppo Nissilä, Ville Kosunen, Hanna Grönroos ja Rudi Dieter

Projektipäälliköiden tehtävänä on vastata projektin suunnittelusta, aikataulutuksesta, viestinnästä, osatehtävien valmistumisesta ja kokouksien järjestämisestä. Projektin omistaja vastaa projektin toteutuksesta ja kustannuksista. Ohjausryhmän tarkoituksena on opastaa ja neuvoa osatehtävien toteutuksessa.

Projektin toteuttaminen tapahtuu osatehtävien avulla, jotka ovat:

- Projektin suunnittelu
- Laiteluettelon päivittäminen
- Laitehierarkian luominen
- Konekorttien täyttö
- Laitetietojen ajaminen testikantaan
- Laitetietojen ajaminen tuotannon käyttöön
- Ennakkohuoltojen määrittäminen
- Ennakkohuoltojen luominen
- Loppukeskustelu ja jatkotoimenpiteet

Projektin työkaluina käytetään yrityksen käyttämää M-Files dokumentointijärjestelmää, paperisia dokumentteja, ohjausryhmän tiedonantoja ja IFS-järjestelmää. Viestintä tapahtuu pääasiassa Microsoft Teamsin ja sähköpostin välityksellä.

Projektin suunnittelu tapahtuu projektisuunnitelman avulla ja pitkin projektin etenemistä tehdään etenemiskatselmuksia, joiden aikana arvioidaan projektin etenemistä ja resurssien riittävyttä. Projektin suunnittelun isona osana on raportointi ja dokumenttien luonti.

Projektin etenemisen aikana tehdään selvitys työmäärästä. Selvityksen tarkoituksena on antaa kuva siitä, kuinka paljon resursseja vaaditaan seuraavissa kohteissa. Laitetietojen datamigraatio ja testikantaan ajaminen on automaatioinsinöörin ja projektin omistajan vastuulla. Näiden osatehtävien työmääräselvitystä ei ole tarpeen luoda, sillä se kuuluu yrityksen omaisuuden hoitoon ja heidän työnkuvaansa.

7.1 Laiteluettelo

Reposaaren kaukolämpökeskuksen laitteista on toimitettu Calortec Oy:n puolesta alkuperäinen laiteluettelo. Vuosien saatossa kaukolämpökeskuksella on tehty parannus- ja muutostöitä, jolloin laitteita on vaihdettu. Kaikista muutoksista ei ole dokumentaatiota ja laitetietoja. Tämän vuoksi joudutaan käymään laitteiden tiedot läpi yksitellen.

Olemassa olevia laitetietoja löytyi laitoksesta tehdystä käyttömapista ja paikan päältä tyyppikilvistä. Tietojen keruu ja niiden dokumentointi vei paljon aikaa, koska tietoja piti hakea monesta eri paikasta ja osa tiedoista oli puutteellisia. Osasta laitteista ei löytynyt paljoa tietoa, joka johtuu dokumenttien puutteellisuudesta. Tällöin turvauduttiin hakemaan tietoa internetistä tai etsimään vastaavilta laitoksilta tietoa.

Yrityksen työntekijöillä oli tietoja joistakin juuri vaihdetuista laitteista, mikä auttoi suuresti laiteluettelon päivittämisessä. Reposaaren kaukolämpökeskuksen päivitetty laiteluettelo löytyy M-Files dokumentointijärjestelmästä.

7.2 Laitehierarkia

Laitehierarkia kertoo laitteiden ja prosessien välisistä suhteista. Se muodostetaan jakamalla laitteet eri tasoille määrittämällä prosessissa ylä- ja alalaitteet. Laitehierarkia helpottaa kunnossapitojärjestelmässä laitenavigointia ja huoltotöiden kohdistamista. Ennen kaikki kaukolämpökeskuksen ja sen laitteiden huollot kohdennettiin itse laitokseen. Projektin jälkeen huollot voidaan kohdentaa itse laitteeseen. IFS-järjestelmästä voidaan tarkkailla laitteiden vikaantumista ja kustannusten suuruuksia huoltotietojen tallentuessa järjestelmään.

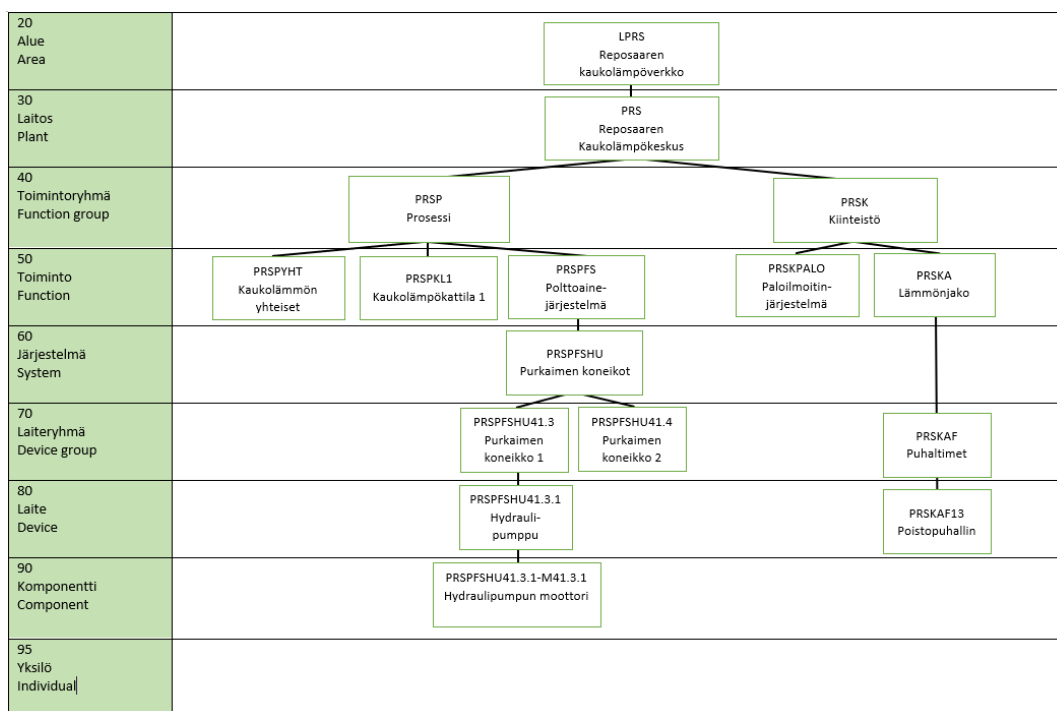
(Tuomisalo, 2021)

Laiteluettelon päivittämisen ohella alettiin pohtia hierarkian muodostumista. Tarkoituksena olisi luoda mahdollisimman yksinkertainen ja helppolukuinen hierarkia. Reposaaren kaukolämpökeskuksen hierarkian luomisessa ongelmaksi kehittyi normaalia poikkeava laitteiden positiointi. Toisin kuin voimalaitoksilla, putkilinjat ja laitteet eivät noudattaneet yksiselitteistä ja tarkkaa linjausta. Näin ollen hierarkian muodostamiselle oli monia erilaisia vaihtoehtoja.

Vaihtoehtojen läpikäyminen ja niiden yhdistely mahdollisimman selkeäksi kokonaisuudeksi vei suuren osan aikaa projektista. Osaksikin sen vuoksi, että kehitysideoita hierarkiassa huomattiin vasta jälkepäin. Ristiriitojen estämiseksi hierarkia muodostettiin erilliselle tiedostolle, johon luotiin valmiiksi kaikkien laitteiden positiot ja niiden suhteet ylälaitteisiin. Hienosäätöä tehtiin kehitysideoiden ilmaantuessa. Lopulta hierarkia lyötiin lukkoon ja päätettiin jatkaa seuraaviin osatehtäviin projektin edistämiseksi.

Laitehierarkian luomisessa apuna käytettiin yrityksen laitehierarkiaesimerkkejä. Tässä hierarkiaesimerkissä laitteet ovat jaettu laiteryhmittäin esimerkiksi pumput, venttiilit ja lämmönsiirtimet. Laiteryhmittelyn johdosta kaikki venttiilit olisivat tulleet yhden otsikon alle. Tällöin ennakkohuollon kohdentaminen tietylle venttiilille mobiilisovelluksella olisi ollut hankalampaa, koska pitkistä listoista oikean tiedon löytäminen mobiilisovelluksessa on aikaa vievää.

Tulevaisuutta ajatellen hierarkia jaettiin osiin. Tällöin mahdolliset uudet kattilat ja polttoainelaadut olisi helppo lisätä omina järjestelminään myös projektin jälkeen. Kaukolämpölaitoksen prosessi- ja kiinteistölaitteet jaettiin kuvassa 18 näkyviin toimintoryhmiin, prosessiin ja kiinteistöön. Järjestelmien alla noudatetaan laiteryhmittelyä laiteryhmä-tasolla. Kuvasta 18 nähdään, miten projektissa on muodostettu laitehierarkia käyttämällä eri tasoja. Näin laitteiden hierarkiareitti on selkeä, mutta laitelista otsikon alla ei ole pitkä.



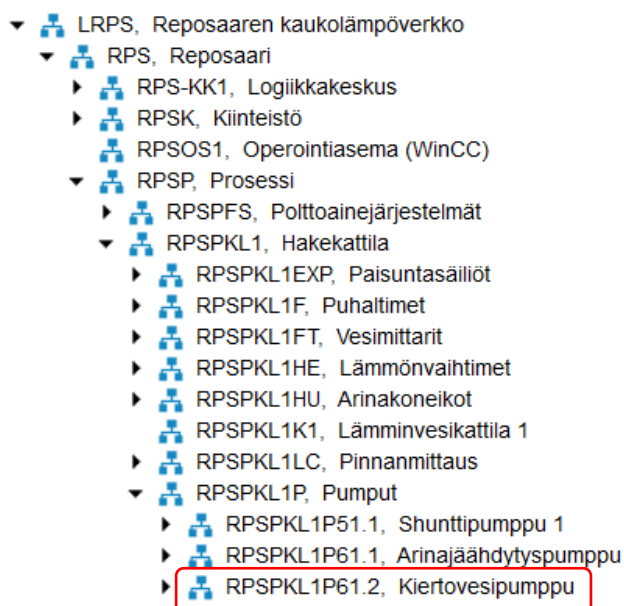
Kuva 18. Reposaaren kaukolämpölaitoksen laitehierarkiaesimerkki.

Laitehierarkia luotiin olemassa olevien laitepositioiden pohjalta ja muutoksia positioihin tehtiin hyvin vähän. Muutoksia laitteiden positiontiin jouduttiin tekemään lähinnä toimivuuden takia, jotta kaikki tasot saatiin käyttöön. Muutoksia tehdessä huomioitiin niiden vaikutus muihin dokumentteihin. Muutokset korjattiin päivitettyyn PI-kaavioon.

Kuvassa 19 nähdään osa luotua laitehierarkiaa IFS-järjestelmässä. Luodusta laitehierarkiasta voidaan nähdä laitteiden positio ja nimi tai kuvaus. IFS-järjestelmään laitteen positio muodostuu yllälaitteen tunnuksesta ja laitteen tunnuksesta. Esimerkkinä kuvan 19 kiertovesipumppu, jonka positioiksi IFS-järjestelmään on muodostunut RPSPKL1P61.2.

Kiertovesipumpun IFS-positio muodostuu kuvan 19 tavalla:

- RPS, Reposaari
- P, Prosessi
- KL1, Hakekattila
- P61.1, Kiertovesipumpun tunnus.



Kuva 19. Osa laitehierarkiaa IFS-järjestelmässä. (IFS, 2022)

7.3 Konekortit

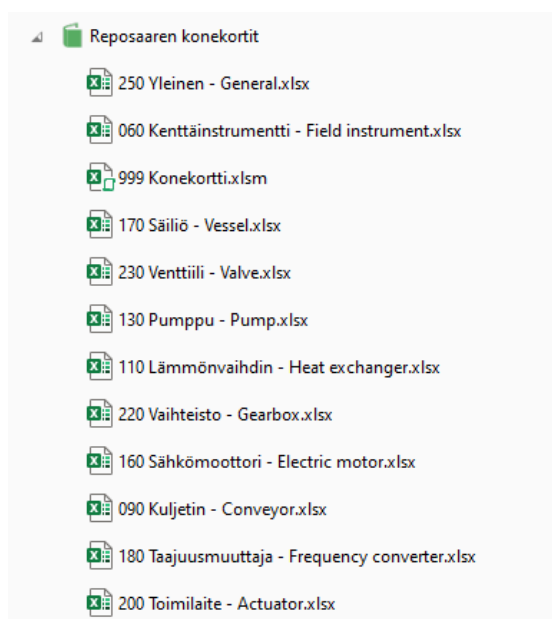
Konekorttiin syötetään kaikki laitteen huoltoon ja hallintaan liittyvät tiedot ja ominaisuudet. Yrityksessä on käytössä taulukkomuotoinen konekortti, jossa on valmiiksi taulukoitu mahdollisia laitetietoja. Laitetiedot vaihtelet laiteryhmittäin.

Konekorteille syötettiin käsin kaikki laitteiden tiedot 32 tietosarakkeeseen. Kuvassa 20 nähdään osa syötettävistä tietosarakkeista. Laitetietoja jouduttiin keräämään monista lähteistä ja dokumenteista. Osaksi konekorttien täyttäminen oli haastavaa inhimillisten näppäilyvirheiden takia, joiden vuoksi konekortti-tiedostot jouduttiin tarkistamaan moneen kertaan. Konekortteihin syötettiin laitteiden tietojen lisäksi niiden tulevat positiot IFS-järjestelmään. Laitteille määriteltiin myös yllälaitteen positio, joka kertoo, kuinka hierarkia muodostuu laitteiden välillä.

Laite Object ID	Kuvaus Description	Valmistaja Manufacturer	Nimike Part No.	Nimikkeen kuvaus Part description
RPSPYHTE5A	Lämpötila-anturi (menovesi)	Ouman		TMW-50
RPSPYHTE5A	Lämpötila-anturi (ulkoilma)	Ouman		TMO
RPSPYHTTC13	Lämpötilansäädin	Ouman		EH 80
RPSPYHTE13A	Lämpötila-anturi (menovesi)	Ouman		TMW-50
RPSPKL1FT6	Vesimittari	Landis Gyr+		
RPSPKL1TE5	Lämpötila-anturi	Landis Gyr+		
RPSPKL1TE6	Lämpötila-anturi	Landis Gyr+		
RPSPKL1QQ5	Lämpölämmälaskuri	Landis Gyr+		T550 Ultra heat
RPSPKL2FT62	Vesimittari	Landis Gyr+		
RPSPKL2TE52	Lämpötila-anturi	Landis Gyr+		
RPSPKL2TE62	Lämpötila-anturi	Landis Gyr+		
RPSPKL2QQ52	Lämpölämmälaskuri	Landis Gyr+		T550 Ultra heat

Kuva 20. Osa konekortista.

Konekorteilla on yhteinen 999 konekortit-tiedosto, joka kerää kaikkiin konekortteihin syötetyt tiedot yhteen tiedostoon. Yhteiseltä tiedostolta virheiden ja mahdollisten kaksoistietojen tarkastaminen on helppoa. Tarkastusten jälkeen laitteiden tiedot ovat valmiina siirrettäväksi datamigraatiolla IFS-testikantaan ja myöhemmin tuotannon käyttöön. Laiteryhmien konekorttipohjat näkyvät kuvassa 21.



Kuva 21. Reposaaren konekortit M-files dokumentointijärjestelmässä.

7.4 Datamigraatio ja testikanta

Konekorteille syötetyt laitteiden tiedot siirretään datamigraatio-tiedostoilla IFS-järjestelmään. Tietojen siirtämisestä vastaa projektin omistaja ja automaatiopäällikkö.

Ennen laitteiden lisäämistä tuotannon käyttöön kokeillaan niitä testikannassa. Testikannassa voidaan tarkastaa vielä hierarkiassa virheet ja korjata ne. Kun tiedot näyttävät

testikannassa halutulta, ne voidaan siirtää tuotannon käyttöön IFS-järjestelmään. Testikantaan ajaessa huomattiin muutamia hierarkiaan liittyviä virheitä ja kaksoistietoja. Tiedot korjattiin ja tarkastettiin. Tämän jälkeen laitteet siirrettiin tuotannon käyttöön.

7.5 Ennakkohuollot

Ennakkohuolloilla pyritään vähentämään laitteiden vikojen ilmaantumista. Huoltojen tarkoituksena on pitää laite toimintakuntoisena mahdollisimman pitkään ilman häiriöitä. Kaukolämpökeskuksen ennakkohuoltotyöt jaetaan käynninaikaisiin ja vuosihuollon yhteydessä tehtäviin huoltoihin. Osa ennakkohuolloista vaatii kaukolämpökeskuksen seisahtumista ja osa voidaan hoitaa käynnin aikana ilman tuotannonkatkoja.

Vuosihuollon yhteydessä tehtävät ennakkohuoltotyöt sisältävät suodattimien ja öljyjen vaihdon, nuohouksen ja voitelut. Käynninaikaiset ennakkohuoltotyöt koostuvat rasvauksista, kunnossapitomittauksista, koekäytöistä ja sähköisten varolaitteiden hälytysten testauksista. Lisäksi tehdään turvallisuuteen liittyviä tarkastuksia ja ohjeiden päivityksiä. Ennakkohuoltolistan linkki löytyy liitteenä 4, joka on saatavilla M-Files dokumentointijärjestelmässä vain yrityksen henkilöstölle.

Ennakkohuollot luodaan IFS-järjestelmään työtilauksina, jolloin ne generoituvat automaattisesti määritellyin väliajoin. Työntekijä saa työtilauksen mobiili- tai työpöytäsovellukseen, kun työ kohdistetaan työntekijälle. Laitoksella tehtiin selvitystä huoltojen tarpeesta. Ennakkohuoltojen määrittäminen tapahtui ohjausryhmän kanssa. Apuna käytettiin vanhoja ennakkohuoltolistoja ja laitetoimittajien suosituksia. Ennakkohuoltojen suoritusväli määriteltiin huolellisesti, jotta huolto tapahtuu oikea-aikaisesti.

IFS-järjestelmään lisättävät ennakkohuollot saatiin määriteltyä erilliselle listalle. Listaan kirjattiin ennakkohuollon kuvaus, tekijä ja suoritusväli sekä huollon ajankohta. Ennakkohuollon tilauksessa käy ilmi, mitä tehdään, mille laitteelle ja miten. Lisäksi haluttaessa työtilauksessa voidaan ilmoittaa tarvittavia työkaluja ja kemikaaleja.

Hierarkia- ja positiointikorjausten takia ennakkohuoltoja ei ole vielä luotu järjestelmään. Ennakkohuollot tullaan luomaan huhtikuun 2022 aikana järjestelmään.

7.5.1 Viranomaistarkastukset

Kaukolämpökeskuksen prosessissa on painelaitteita. Painelaitteita ovat esimerkiksi höyry- ja kuumavesikattilat, painesäiliöt ja niiden putkistot. Painelaitteiden käyttöön liittyy merkittäviä vaaroja, minkä takia niiden suunnittelua, valmistusta ja käyttöä säädetään painelaitelilla. Laki pyrkii turvaamaan laitteiden turvallisen käytön koko elinkaaren ajan (Tukes, 2022).

Painelaitteille on määritelty lain mukaan tarkastuksia. Painelaitelaki vaatii kattiloiden painekokeen 8 vuoden välein ja sisäpuolisen tarkastuksen 4 vuoden välein. Lisäksi kattiloille tehdään käyttötarkastus 2 vuoden välein.

(Painelaitelaki 1144/2016, 57-59 §)

Kaukolämpökeskusten viranomaistarkastuksia dokumentoidaan tällä hetkellä painelaitteikirjoihin. Viranomaistarkastusten seuranta on M-Files dokumentointijärjestelmässä.

8 PI-KAAVIO

Laitoksien prosessien kuvaamiseen käytetään PI-kaaviota. Kaavioon merkitään kaikki prosessiin vaikuttavat prosessi- ja mittalaitteet sekä putkitukset. PI-kaavio nimitys tulee englannin kielen sanoista Piping and Instrument diagram, mikä tarkoittaa suomennettuna putkitus- ja instrumentointikaaviota.

(Minkkinen, 2014)

Opinnäytetyön osana Reposaaressa kaukolämpökeskuksen olemassa oleva PI-kaavio päivitetään. PI-kaavion piirtämiseen käytetään CADMATIC PI Standard-ohjelmaa.

8.1 PI-kaavion päivittäminen

Reposaaren kaukolämpökeskuksen PI-kaavio päivittää ajan tasalle. Päivittämisessä täytyy ottaa huomioon mahdollisten muutosten vaikutus sähkökuviin ja logiikkaan. Ennen PI-kaavion päivittämistä täytyy tunnistaa vanhentuneet tiedot. Vanhentuneen tiedon arviointia tehdään paikan päällä projektin ohjausryhmän kanssa. Tietoja kerätään tarkastelemalla PI-kaaviota ja kirjaamalla ylös puutokset sekä viat.

PI-kaavion päivitys aloitettiin tutustumalla vanhaan dokumenttiin. Dokumenttiin merkittiin virheelliset tiedot ja sen jälkeen korjattiin muutokset.

PI-kaaviossa vanhentuneet asiat:

- Tankopurkaimien koneikkojen määrä ja niiden positionit.
- Öljysäiliön lämmityslinjan lisäys polttoainevaraston lattialämmityksen yhteyteen (DN-koko ja positionti).
- Arinajähdytyspiirin täyttölinja ja täyttöventtiili.
- Mittauspisteessä TE13a olevat anturit ja niiden säätimet tarkistetaan logiikasta.
- Käsiventtiilien ja niiden positioiden puuttuminen glykolilinjassa T23 ja T13.
- Varalämmityksen HE20 poisto.
- Toisen savukaasupuhaltimen F51.4.2 poisto.
- Tertiäripuhaltimien F51.3.1 ja F51.3.2 poisto.
- Öljysäiliön uusiminen suuremmaksi (30m³).
- Varoventtiilien uusiminen.
- Paisunta-astian lisäys.

Eri putkituslinjojen selkeyttämisen vuoksi tarkasteltiin PI-kaavion putkitasoja. Tasoja tarkasteltiin yksi kerrallaan ja laitesymboleja siirrettiin oikeille tasoille. Samassa putkilinjassa olevat putkiosuudet värjättiin niille määritellyin värein omille tasoilleen. Tullevaisuuden muutoksien kannalta dokumenttia on helpompi tulkita ja muokata.

Taulukkoon 3 on laitteiden kuvaukset ja positiomuutokset. Positiomuutoksia tehtiin hydraulikoneikoille, koska vanhassa PI-kaaviossa koneikot oli positioitu pumppuina. Laitteiden nimeäminen ja positiointi IFS-järjestelmään on helpompaa, kun kaikilla

laitteilla on oma positiotunnuksensa. Koneikkojen pumpun positiotunnus pysyi samana. Liitteenä 5 on päivitetty PI-kaavio, joka löytyy myös M-Files dokumentointijärjestelmästä drw-tiedostona ja pdf-tiedostona.

Taulukko 3. Positiomuutokset PI-kaaviossa.

Laite	Vanha positio	Uusi positio
Arinajähdytyksen koneikko	P45.1	HU45.1
Tankopurkaimen koneikko 1	P41.3.1	HU41.3
Tankopurkaimen koneikko 2	-	HU41.4
Käsiventtiili kylmävesilinjassa HFe10	-	V10.6
Käsiventtiili polttoainevaraston lattialämmityksen linjassa T23	-	V23.3
Käsiventtiili glykolilinjassa T13	-	V33.50
Tyhjennysventtiili glykolilinjassa T13	-	V33.60
Öljysäiliön lämmityslinja meno T43	-	T33
Öljysäiliön lämmityslinja paluu T44	-	T43
Arinajähdytyslinjan täyttöventtiili	-	V61.36
Paisuntasäiliö	-	EXP61.2

9 TULOKSET

Projektissa saatiin luotua kaukolämpökeskuksen päivitetty laiteluettelo. Laitteille muodostettiin hierarkia, jonka pohjalta luotiin IFS-järjestelmässä käytetyt positiotunnukset. Laitteet ryhmiteltiin konekorttitiedostoihin ja määriteltiin järjestelmien perusteella ylä- ja alalaitteet.

Laitteet ja tiedot ajettiin ensin IFS-testijärjestelmään konekorttitiedostoilla, jossa ilmenneet virheet korjattiin. Testikannasta laitteet ajettiin tuotannon käyttöön. Kaukolämpökeskuksen sähköistettävien ennakkohuoltojen ja kunnonvalvonnan tarkastuksien tarvetta tarkasteltiin ja niistä tehtiin luettelo. Kunnonvalvonnasta koostettiin erillinen ohje M-Files dokumentointijärjestelmään.

Osana opinnäytetyötä luotiin toiminta- ja turvallisuuskuvaus keskuksen prosessista ja sen turvatoimista. Kaukolämpökeskuksen PI-kaavio päivitettiin ja se löytyy M-Files dokumentointijärjestelmästä.

10 YHTEENVETO

Projektin alussa asetettujen tavoitteiden visio ja niiden saavuttamiseen vaadittu työmäärä poikkesi jonkin verran alkuperäisestä suunnitelmasta. Laiteluettelon, ennakkohuoltojen ja vikojen korjausten osalta työmäärä sekä haastavuus oli odotettavaa. Manuaalisesti tehdyssä työssä kuitenkin aina ilmenee joitakin pieniä virheitä.

Alkuperäisessä suunnitelmassa hierarkia oli yksiselitteisempi, mutta tarkemmin tarkasteltuna se ei olisi täyttänyt vaadittua tarkoitusta. Tämän vuoksi hierarkiaa muovattiin ja kehitettiin toimivaksi kaukolämmön yksikön käyttöön. Konekorttien täyttämisen osoittautui työlääksi tehtäväksi ja siihen käytettiin arvioitua enemmän aikaa.

Hierarkian muodostuminen IFS-järjestelmään vaati jonkin verran korjauksia ja hienosäätöä. Laitetietojen muuttamisen edellytyksenä on, ettei niihin ole linkitetty ennakkohuoltotoita. Tämän takia ennakkohuoltoja ei luotu järjestelmään ja huoltojen luominen siirrettiin jatkotoimenpiteeksi.

PI-kaavion päivittämiseen varattiin suunniteltua enemmän aikaa. Tämä johtui siitä, että korjauskohteita löytyi alkuperäistä suunnitelmaa enemmän. Taulukossa 4 nähdään yhden henkilön työpanos osatehtävien 1-6 tekemiseen.

Taulukko 4. Projektin osatehtäviin kulunut työmäärä yhdeltä henkilöltä.

	Osatehtävä	Työmäärä [h]
1.	Projektin suunnittelu	28
2.	Laiteluettelo	37
3.	Laitehierarkia	15
4.	Konekortit	57
5.	Ennakkohuoltojen määrittäminen	24
6.	Ennakkohuoltojen luonti	-
	yhteensä	161

Työmäärä on saatu pitämällä kirjaa tehdyistä työtunneista. Tämän perusteella voidaan arvioida vastaavien KL-keskusten ja jäähdytyslaitosten työmäärää. Liitteenä 1 olevasta taulukosta 2 voidaan havainnoida jatkotoimenpiteitä vaativien keskusten määrää.

Reposaaren kaukolämpökeskuksen osuuden valmistuttua tarkoituksena on jatkaa muiden kaukolämpökeskusten ja lopulta kaukojäähdytyslaitosten osalta laitekannan ja ennakkohuoltojen vientiä IFS-järjestelmään. Jatkoimenpiteenä keskitytään laitekannan ja ennakkohuoltojen luomiseen kunnossapidon yksikön dokumentoinnin ja resursoinnin kehittämiseksi.

Projektissa valmistunutta laitehierarkiaa käytetään referenssinä, jotta laitteiden tiedokannasta saadaan mahdollisimman yhtenäinen. Yritys on halukas jatkamaan laitekannan laajentamista IFS-järjestelmään. Suunnitelmana on aikatauluttaa vuoden 2022 aikana tehtävät laitekantojen ja ennakkohuoltojen viennit IFS-järjestelmään.

LÄHTEET

Arvoputki. (2022). Kaukolämpö ja kaukokylmä. Haettu 24.02.2022 osoitteesta <http://arvoputki.com/kaukolampo-ja-kaukokylma/>

BBC. (2011). Environment aware: How business can be green. Haettu 31.01.2022 osoitteesta <https://www.bbc.com/news/business-12291673>

Calortec. (2022). Tuotteet. Haettu 24.03.2022 osoitteesta Calortec OY

Finder. (2022). Pori Energia Oy. Haettu 11.01.2022 osoitteesta <https://www.finder.fi/Energiapalvelut+energian+tuotanto/Pori+Energia+Oy/Pori/yhteystiedot/964898>

IFS. (2022). About. Haettu 31.01.2022 osoitteesta <https://www.ifs.com/company/about-ifs/>

Joutsen. N. (22.07.2020) Vertaaensin. Mitä on kaukolämpö. Haettu 12.01.2022 osoitteesta <https://www.vertaaensin.fi/blog/mita-on-kaukolampo>

Järviö, J. 2004. Kunnossapito. 2. uudistettu painos Rajamäki: KP-Media Oy.

Motiva. (2022). Kaukolämpö. Haettu 21.01.2022 osoitteesta https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo

Mäkelä. V., Tuunanen. J. (2015). Suomalainen kaukolämmitys. Haettu 24.01.2022 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/URNISBN9789515885074.pdf>

Mäki, T. (17.02.2022). Konsernipalveluiden johtajan Timo Mäen sähköpostiviesti.

Painelaitelaki 1144/2016. Haettu 26.01.2022 osoitteesta Painelaitelaki 1144/2016 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX ®

Pori Energia Oy. (2022). Haettu 10.01.2022 osoitteesta <https://www.porienergia.fi/>

P., Sirén. (2021) Lämmön ja kylmän jakelujärjestelmät. Dia 2. [moodle-tietokanta]. Haettu 10.01.2022 osoitteesta https://moodle3x.samk.fi/pluginfile.php/652912/mod_resource/content/1/1%20Kaukol%C3%A4mp%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4.pdf

PSK 6201:2011. (2011). Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

Spotilla. (2020). Perusteita kunnossapidon kehittämiseen. Haettu 26.01.2022 osoitteesta <https://blog.spotilla.com/fi/teollisuuden-kunnossapito-kehittaminen>

Tilastokeskus. (03.11.2020). Sähkön ja lämmön yhteistuotanto. Uusiutuvilla polttoaineilla tuotettiin 2019 ensimmäistä kertaa enemmän kaukolämpöä kuin fossiilisilla

polttoaineilla. Haettu 25.01.2022 osoitteesta https://www.stat.fi/til/salatuo/2019/salatuo_2019_2020-11-03_tie_001_fi.html

Tukes. (2022). Painelaitteet. Haettu 26.01.2022 osoitteesta <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet>

Tuomisalo. J. (13.10.2021). Kunnossapitojärjestelmän laitehierarkian 3 hyötyä – ja kuinka ne saavutetaan. Haettu 27.01.2022 osoitteesta Kunnossapitojärjestelmän laitehierarkian 3 hyötyä – ja kuinka ne saavutetaan - Caverion

LIITE 1

Taulukko 2. Erillisverkkojen kaukolämpökeskukset ja kattilatehot. (Pori Energia yrittysesittely, 2021)

Sijainti	Kattila/Valmistaja, valmistusvuosi	Teho [MW]	Polttoaine
Lavia paloasema	1. Arimax Bio, 2000	0,7	Puuhake
	2. Arimax Eetta, 2000	0,7	Kevytpolttoöljy
Kristiinankaupunki	1. Laka Y Laatumkattila, 2012	4,5	Puuhake
Kristiinankaupunki, Hevosshaka	1. Witermo Rauma-Repola, 1982	2,4	Kevytpolttoöljy
	2. Witermo Rauma-Repola, 1982	2,4	
Harjavalta keskusta	1. Foster Wheeler TA Saarinen Oy, 1997	4,0	Kevytpolttoöljy
	2. Unex Rauma-Repola, 1979	5,8	
	3. Ahlstrom boilers TA Saarinen Oy, 1990	5,0	
	4. Vapor Finland Oy, 2007	5,0	
Harjavalta uimahalli	1. Lauri 5 Calortec Oy, 2012	5,0	Kevytpolttoöljy
Harjavalta Merstola	1. Sento 65 Högfors, 2003	1,5	Kevytpolttoöljy
	2. UT-M 6 Loos International, 2009	0,8	
Noormarkku Heikkiläntie	1. Laka Y Laatumkattila, 2014	1,5	Puuhake
Noormarkku Finpyyn koulu	1. Högfors Lämpö Oy, 1998	0,45	Kevytpolttoöljy
	2. Högfors Lämpö Oy, 1996	0,9	
Noormarkku, SLK9	1. Limingan konepaja Oy, 1978	0,6	Kevytpolttoöljy
Reposaari	1. Calortec Bio-5 Lämminvesikattila, 2007	1,5	Puuhake
	2. Calortec Evo-8 Lämminvesikattila, 2006	1,5	Kevytpolttoöljy
Ulvila, Koski	1. Arimax Bio 700 SP, 2005	0,7	Puupelletti
	2. Osby Parca Opex, 2004	1,0	Kevytpolttoöljy

LIITE 2

[Toimintaohje - 31299 - Reposaaaren hakelaitoksen toiminta- ja turvallisuuskuvaus v1.docx](#) - Saatavilla vain yrityksen henkilöstölle luottamuksellisista syistä.

[Reposaari, käyttöruuttilista.docx](#) - Saatavilla vain yrityksen henkilöstölle luottamuksellisista syistä.

[Reposaaren ennakkohuollot 2022.xlsx](#) - Saatavilla vain yrityksen henkilöstölle luottamuksellisista syistä.

