

Markus Pietarila

KUNNOSSAPITO-OHJE KARJASILLAN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

Oulun Energia

KUNNOSSAPITO-OHJE KARJASILLAN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

Oulun Energia

Markus Pietarila
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Markus Pietarila

Opinnäytetyön nimi: Kunnossapito-ohje Karjasillan hybridijärjestelmälle

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Maintenance instructions for the Karjasilta hybrid system

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistuslukupäivä ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 29 + 3 liitettä

Oulun Energia antoi opinnäytetyöksi laatia kunnossapitosuunnitelma Hartelan Oulun Karjasillalle rakentaman asuinalueen energijärjestelmälle. Työn tavoitteena oli saada aikaan kattava manuaali, jota voitaisiin käyttää pohjana vastaaville kohteille tulevaisuudessa. Kohteessa yhdistyy kaukolämpö ja lämpöpumput. Kunnossapitosuunnitelmaa aloitettaessa luotiin laitehierarkia, jossa järjestelmä jaettiin useaan piiriin, jotta kokonaisuus hahmottuisi helpommin. Itse kunnossapitosuunnitelman lähteenä käytettiin laitteiden käyttöohjeita, asiantuntijahaastatteluita sekä aihetta palvelevia artikkeleita.

Kunnossapitosuunnitelma jaettiin päivittäin, viikoittain sekä määräajoittain tehtäviin toimenpiteisiin. Raportissa laiteluettelo tehtiin laitekohtaisesti siten, että jokaisen oleellisen laitteen sijainti on mainittuna. Laitteistossa on varsin vähän aktiivisia kunnossapitotoimia vaativia komponentteja, joten suuri osa suunnitelmasta koskee lämpöpumppujen määräaikaishuoltoja. Erilaisten häiriötilanteiden varalle laaditaan toimintasuunnitelma, jotta niihin reagoiminen olisi mahdollisimman sujuvaa ja vältyttäisiin ylimääräiseltä käyttöohjeiden selailulta.

Lopputuloksena saatiin lämmönjakokeskukselle kattava laitehierarkia, viikkosuunnitelma sekä määräaikaishuoltojen aikataulut. Suurimmassa osassa laitteista ensimmäiset kunnossapitoaika-
taulut ovat arvioita ja niitä voidaan tarkentaa sitä mukaa kun sopiva rutiini löytyy.

Asiasanat: kaukolämpö, lämpöpumppu, kunnossapito, hybridi, laitehierarkia

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KARJASILLAN KULMA	6
2.1	Aluelämpöverkko	6
2.2	Lämpöpumput ja aluejäähdytysverkko	7
2.3	Kaukolämmön paluupuoli	8
2.4	Kaukolämmön menopuoli	9
2.5	Aluejäähdytys ja lauhteenpurku	10
3	KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	11
3.1.1	Kunnossapidon terminologia	12
3.2	Karjasillan kohteen kunnossapito	15
3.3	Laitehierarkia	16
3.4	Säätöventtiilit ja moottorit	17
3.4.1	Säädön toimintavaatimukset ja askelvastekoe	19
3.5	Pumput	20
3.6	Lämpöpumput	21
3.6.1	Viikkoseuranta ja mahdolliset häiriötilanteet	22
3.6.2	Vuosihuolto	23
3.7	Lämmönsiirtimet	24
3.8	Lianerottimet ja suodattimet	26
4	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	31

1 JOHDANTO

Päästövähennystavoitteiden johdosta kaukolämpöä halutaan hyödyntää tehokkaammin muun muassa erilaisten hybridiratkaisujen avulla. Yksi sellainen on kaukolämmön paluuputken lämpöenergian hyödyntäminen lämpöpumppujen avulla. Koska kyseessä on varsin uusi toimintatapa, on hybridijärjestelmien kunnossapitokäytännöistä vähän ohjeistusta. Tässä opinnäytetyössä selostetaan toimintaohjeet Oulun Energian Karjasillan Kulmalle tehdyn lämpöpumppu-kaukolämpöyhdistelmän laitteiston kunnossapitoon siten, että sitä voidaan soveltaa myös tulevaisuudessa vastaavanlaisissa kohteissa. Karjasillan Kulma on Hartela Oy:n rakentama asuntokokonaisuus, johon sisältyy 11 asunto-osakeyhtiötä. Työssä kerätään järjestelmässä toimivien komponenttien valmistajien käyttöohjeissa olevia olennaisia tietoja. Lisäksi tietoja on täydennetty tekemällä puhelinhaastatteluja toimijoille.

Tavoitteena on luoda kattava manuaali Karjasillan Kulman lämmönjakokeskuksen kunnossapitoon. Mukana on myös yleisluontoisia kunnossapitoon liittyviä ohjeita, jotka eivät suoraan liity tämän työn kohteeseen, mutta voivat olla hyödyksi tulevaisuudessa vastaavanlaisissa kohteissa. Liitteenä oleva liitetaus päivä-, viikko ja määräaikaistasoilla tehtävistä toimista antaa kattavat ohjeet, joita seuraamalla kunnossapito saadaan sujuvammaksi. Erilaisista häiriötilanteista annetaan toimintaohjeet, joista voidaan tarkastaa, mistä kulloinkin ilmenevä poikkeustilanne voi johtua.

Opinnäytetyön tilaaja on Oulun Energia, joka on energia-alan johtava toimija Oulun seudulla. Yritys tuottaa sähköä ja kaukolämpöä käyttäen energialähteinään puuta, turvetta, jätettä sekä vesi-, aurinko- ja tuulivoimaa. Oulun Energia siirtyy hiilineutraaliin energiantuotantoon vuoteen 2035 mennessä, jonka johdosta erilaiset hybridiratkaisut tulevat lisääntymään tulevaisuudessa. Yritys työllistää noin 250 ihmistä ennen kaikkea Oulun seudulla. (1.)

2 KARJASILLAN KULMA

Karjasillan Kulma on Oulun Karjasillalle rakennettava 11 kerrostalon ja niitä palvelevan autohallin muodostama kompleksi, jossa pääurakoitsijana toimii Hartela Oy. Kohteen energiaratkaisut on suunnitellut Oulun Energia. Energiaratkaisuihin sisältyy sähkönjakelu sekä asuntojen lämmitys ja viilennys. Tässä luvussa keskitytään kohteen lämmitys- ja viilennysratkaisuna toimivaan kaukolämmön paluuveden ja lämpöpumppujen yhteistoimintaan perustuvaan hybridijärjestelmään.

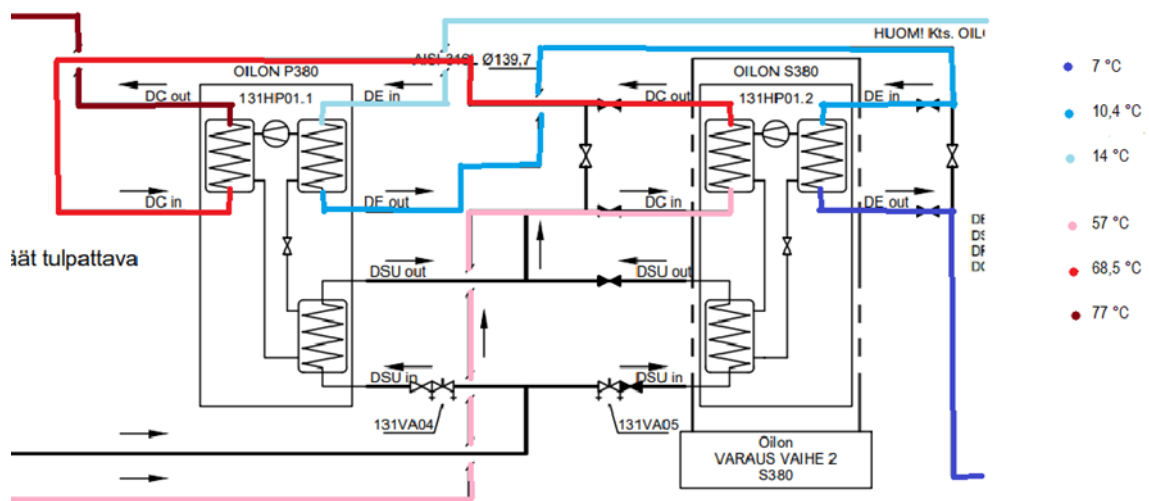
Karjasillan Kulman hybridijärjestelmä koostuu kahdesta Oilon Oy:n lämpöpumpusta, kahdesta lämminvesivaraajasta, yhdestä kylmävaraajasta, kiertovesipumpuista sekä säätöventtiileistä, putkistosta ja lämmönsiirtimistä. Lisäksi käytössä on Fiksu-säätökeskus, joka on kytketty säätöventtiileihin, antureihin sekä pumppujen moottoreihin. Järjestelmän tehtävänä on lämmittää ja jäähdyttää korttelikokonaisuuteen kuuluvien asunto-osakeyhtiöiden asuntoja sekä lämmittää kokonaisuuteen kuuluvaa autohallia. Tässä luvussa käydään järjestelmän pääkohdat läpi, jotta eri toimintojen ja laitteiden käyttötarkoitukset tulisivat tutuiksi.

2.1 Aluelämpöverkko

Aluelämpöverkko on putkisto, jossa asuntoja lämmittävä vesi kiertää. Verkossa kiertävän veden lämpötila riippuu lämmitystarpeesta, ollen 63–77 °C välillä. Vettä lämmitetään ennen kaikkea lämpöpumpuilla, mutta tarvittaessa lämpöä otetaan kaukolämmön paluupuolelta ja lämmityksen kysynnän ollessa korkealla, myös menopuolelta. Vesi kiertää kunkin kerrostalon lämmönjakokeskuksen kautta. Lämmönjakokeskuksissa on lämmönsiirtimet, joiden kautta vedessä oleva lämpö luovutetaan lämpimän käyttöveden ja huoneistoilman lämmitykseen. Lämmönjakokeskuksilta vesi menee paluuputken kautta takaisin lämmitettäväksi. Aluelämpöverkkoa säädetään kolmitieventtiilin avulla, joka on yhdistetty lämpöpumpuilta tulevalle vedelle sekä kaukolämpöpriimauksen lämmönsiirtimeen. Aluelämmityksen kierrossa on käytössä kaksi rinnan toimivaa Wilon kiertovesipumppua (Stratos Giga 50 & -100).

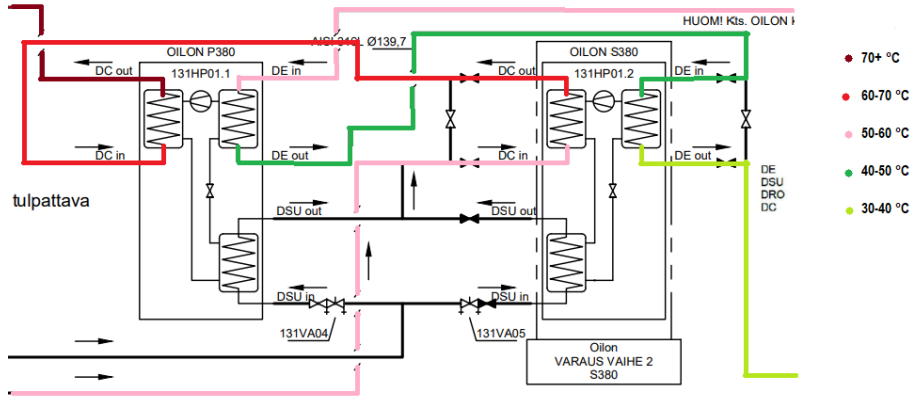
2.2 Lämpöpumput ja aluejäähdytysverkko

Aluelämpöverkon ensisijaisina lämmittäjinä on kaksi kappaletta Oilonin Chillheat-sarjan lämpöpumppuja. Lämpöpumpuissa kiertää kylmäainetta, jolla on matala höyrystymis- ja jäätymislämpötila. Kylmäaine kerää höyrystimen välityksellä lämpöä esim. ilmasta, vedestä tai maaperästä. Karjasillan Kulman lämpöpumpuissa höyrystyslämpö otetaan vedestä, jota voidaan esilämmittää kaukolämmön paluupuolen lämpöenergialla. Lämpöpumppujen kompressorit puristaa kylmäaineen suurempaan paineeseen, jolloin sen lämpötila kasvaa edelleen. Tulistunut kylmäaine menee lauhduttimen läpi, jossa se luovuttaa lämpöenergiaa aluelämpöverkon vedelle, jolloin kylmäaine lauhduttuu ja aluelämpövesi lämpenee. Lauhtunut kylmäaine menee vielä paisuntaventtiilille, jossa sen paine ja lämpötila laskee entisestään ja olomuoto muuttuu kokonaan nestemäiseksi. Kylmäaineen lämpötila on tällöin alhaisimmillaan ja soveltuu aluejäähdytysverkon viilentämiseen. Kylmäaineen mennessä höyrystimen läpi aluejäähdytysverkon vesi luovuttaa taas lämpöä ja kylmäaine alkaa höyrystyä. Höyrystynyt kylmäaine tulistetaan kompressorilla. (2.) Tarkemmat lämpötilat ja pumpujen toiminta kesätilanteessa kuvassa 2.



KUVA 2. Lämpöpumppujen yhteistoiminta ja lämpötilat kesätilanteessa

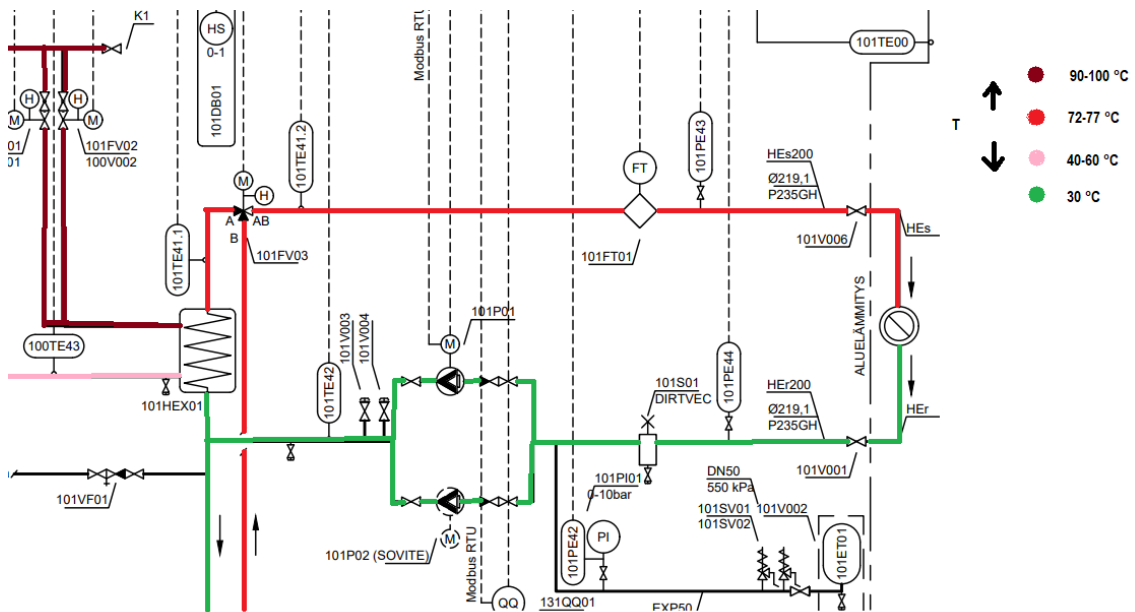
Karjasillan kulmalla on kaksi kappaletta edellä kuvattuja lämpöpumppuja, joiden yhteislämmitysteho on 991 kW ja yhteisjäähdytysteho 607 kW. Molemmissa pumpuissa kiertää eri kylmäaine. Kylmäaine R450A, jolla on alhaisempi höyrystyslämpötila, kiertää siinä pumpussa, joka aloittaa lämmityksen. Toinen pumpu jatkaa työtä korkeammassa lämpötiloissa kylmäaineen R513A välityksellä.



Kuva 4. Priimatun veden lämpötila lämpöpumppukierron aikana

2.4 Kaukolämmön menopuoli

Etenkin talvisin tulee tilanteita, joissa kaukolämpöpaluun ja lämpöpumppujen yhteistoiminta ei riitä vastaamaan lämmöntarvetta tai se ei enää ole energiataloudellista. Tällöin tarvittava lisäenergia otetaan kaukolämmön kuumalta puolelta eli voimalaitokselta tulevasta menovedestä. Kaukolämpöpiirissä on kaksi Schneiderin säätöventtiiliä, joissa on kesäsulku (Kuva 5, vasemmalla ylhäällä). Lämmitystarpeen ollessa suuri, nämä venttiilit avataan, jolloin kaukolämpökuuma menee Högforsin lämmönsiirtimen läpi ja luovuttaa lämpöenergiaa tehostamaan aluelämmitystä.

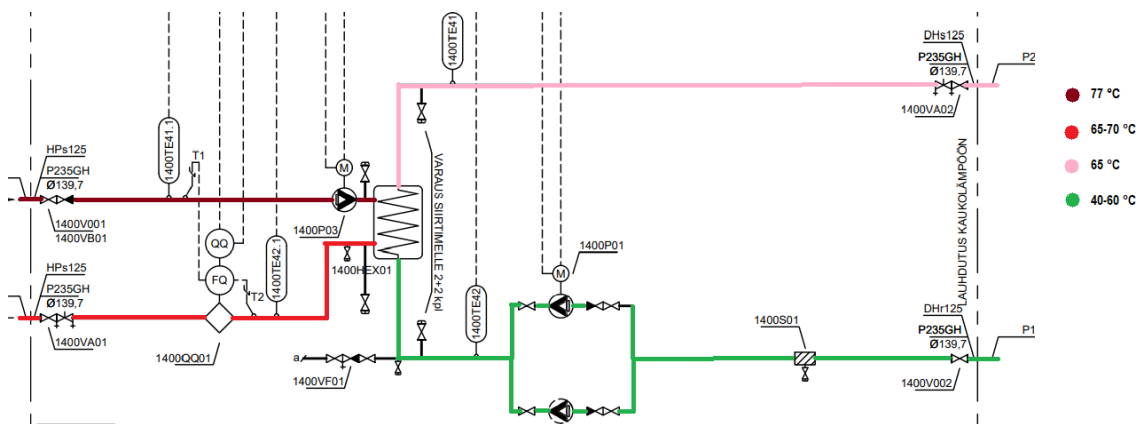


Kuva 5. Kaukolämpöpriimaus ja aluelämpöverkko

Autohallille lämpö tuodaan ensisijaisesti kaukolämmön paluupuolelta. Lämpö kierrätetään Wilon 50 kW:n pumpulla Högfors B427 -lämmönsiirtimen läpi, jolloin lämpöä luovutetaan autohallin lämmityspiiriin. Tätä piiriä pyörittää Wilon 65 kW kiertovesipumppu. Lämmönluvutuksen jälkeen kaukolämpövesi ohjataan paluupuolelle. Autohallin lämmitystä voidaan myös priimata kaukolämmön menupuolen vedellä. Tällöin kuvassa 5 oleva venttiili K1 avataan.

2.5 Aluejäähdytys ja lauhteenpurku

Siinä, missä lämpöpumppujen lauhtinpuoli lämmittää aluelämpöverkkoja, saadaan höyrystinpuolelta viilennysenergiaa, jota voidaan käyttää asuntojen viilennykseen. Lämpöpumppujen höyrystimet ottavat aluejäähdytysverkon paluupuolelta lämpöenergiaa lämpöpumppujen kylmäaineille. Näin aluejäähdytysvesi soveltuu jälleen viilennysenergiaksi ja palaa takaisin verkkoon jäähdyttämään asuntoja. Kesäisin lämpöpumppujen toimintaa ohjaa siis jäähdytyksen tarve sekä käyttöveden lämmitys. Molempien tuotanto on riippuvainen toisistaan ja joskus tulee tilanteita, jolloin jäähdytystarpeen tuottama lämpöenergia ylittää lämmitystarpeen. Tällöin suoritetaan lauhteenpurku takaisin kaukolämpöverkkoon (kuva 6). Lämminvesivaraajassa oleva lämpötila-anturi ohjaa säätöventtiiliä, joka avataan lauhteenpurkupuolelle, jossa Högfors B320 -lämmönsiirrin siirtää ylijäämälämmön kaukolämmön menupuolelle. Kun lämminvesivaraajan lämpötilaa ei ole enää varaa laskea, sulkeutuu venttiili ja toiminta jatkuu normaalisti.

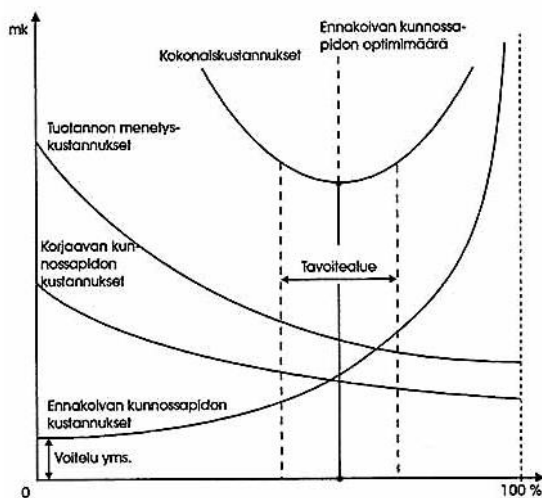


Kuva 6. Lauhdutus kaukolämpöön

3 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

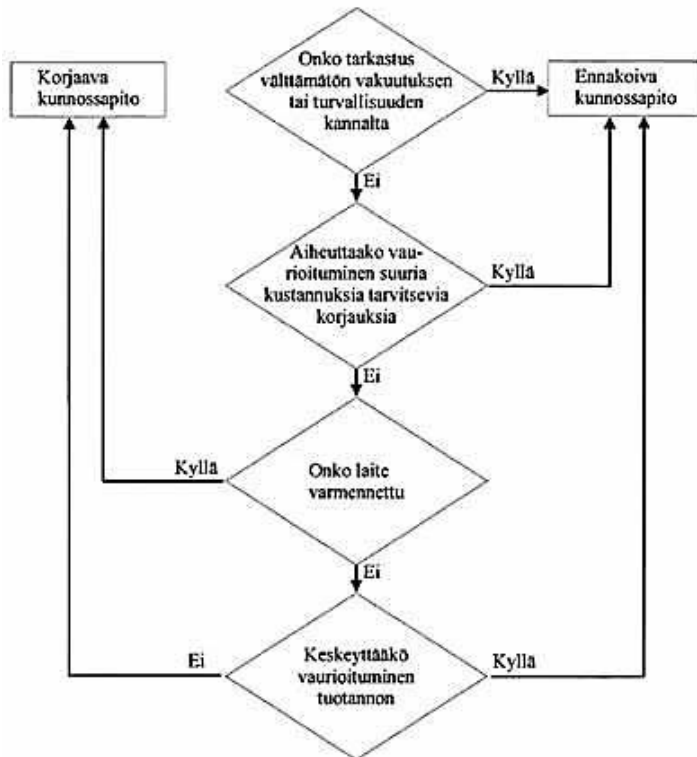
Tässä luvussa käydään yleisesti läpi, mitä kunnossapidolla tarkoitetaan ja millaisia kunnossapitotapoja on. Tämän osion seliteosa on luotu auttamaan kunnossapitosuunnitelman terminologian ymmärtämistä.

Jatkuva korjaaminen on kallista ja kuluttavaa, joten kunnossapidon piiriin on hyvä lukea myös viikkojen ennaltaehkäisy. Kunnossapidon tavoitteina on palvelun turvallisuus, toimintavarmuus, taloudellisuus, pitkäikäisyys sekä asiakastyytyväisyys (3). Kunnossapito käsitteenä voidaan jakaa useisiin sektoreihin. Tässä työssä relevantti sektori on tekninen kunnossapito. Tekninen kunnossapito voidaan jakaa ennakoivaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Taloudellisesta näkökulmasta molemmat vaikuttavat toisiinsa ja onkin arvioitava, kuinka paljon ennakoitavia toimenpiteitä kannattaa suorittaa, jotta kunnossapidon kustannukset olisivat mahdollisimman pienet. Siis; paljonko ennakoivaan huoltoon kannattaa satsata. (Kuva 7)



KUVA 7. Ennakoivan kunnossapidon optimointi (3)

Taloudellinen näkökulma ei kuitenkaan voi olla ainoa indikaattori tasapainoittaessa korjaavan ja ennaltaehkäisevän kunnossapidon väliltä. Täytyy myös ottaa huomioon turvallisuus sekä tuotannon jatkuvuus. Lisäksi on arvioitava, voiko kulloinkin tarkastelun kohteena olevan komponentin vaurioituminen keskeyttää tuotannon sekä löytyykö ongelmalle varajärjestelmää huollon ajaksi. (3.)



Kuva 8. Kunnossapitotoimien ajoituksen kriteerit (3)

Jokainen toimija määrittelee kohteilleen kunnossapitostrategian. Kunnossapitostrategian luominen on kunnossapidon johdon vastuulla ja strategiaan pitää aina sisältyä tavoitteet kohteen toiminnan taloudellisesta optimaalisuudesta, henkilöstön ja ympäristön turvallisuudesta, kaikkien ympäristövaatimusten huomioimisesta sekä kohteen kestävydestä ja laadusta. Kunnossapito ei voi rajoittua ainoastaan teknisiin toimenpiteisiin, vaan siihen tulee sisällyttää myös suunnittelu ja dokumentointi. Myös täsmällinen ja yhdenmukainen terminologia on tarpeen sekaannusten välttämiseksi. (4.)

3.1.1 Kunnossapidon terminologia

Tässä välikappaleessa perehdytään tarkemmin yleisesti käytössä olevien termien merkitykseen. Termit on jaettu ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon otsikoiden alle. Lähteenä on SFS-standardi SFS-EN 13306:2017. Ennakoiva kunnossapito tarkoittaa kaikkea sellaista kunnossapitoa, joka tapahtuu ilman että tiedettäisiin kohteessa olevan vikaa. Tähän kunnossapidon haaraan sisältyy kunnonvalvonta, käyttöseuranta, tarkastukset, jaksotetut huollot sekä testaukset. (4.) Ehkäisevän kunnossapidon tarkoitus on pidentää kohteen käyttöikää ja -kustannuksia. Taulukossa 1 avataan Ennakoivan kunnossapitoon liittyvää termistöä.

Taulukko 1. Ennakoivan kunnossapidon termistöä

Jaksotettu kunnossapito	Jaksotettu huolto on määrääjain suoritettava huoltotoimenpide, jolla pyritään ennen kaikkea ylläpitämään kuluvien osien kuntoa. Jaksotus tapahtuu ajan, käyttökertojen sekä käytön intensiivisyyden mukaan, mutta ilman etukäteistä toimintakunnon tutkimusta. Jaksotettuun huoltoon ei tarvitse liittyä havaintoa kohteen tilan heikkenemisestä (4.)
Ennustava kunnossapito	Perustuu kohteesta kerättäviin havaintoihin, joiden pohjalta ennakoidaan tilan heikkenemisen kehityskulkua (4).
Tehollinen ehkäisevä kunnossapito	Toimenpiteet palauttavat kohteen suoraan tai myöhemmän kunnonvalvonnan, tarkastuksen tai testauksen avulla havaitun heikentymisen alkuperäiseen tilaan (4).
Tarkastaminen	Mittaamalla, havainnoimalla ja testaamalla tutkitaan kohteen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuutta (4).
Kunnonvalvonta	Tutkitaan kohteen parametrien muutoksia ajan suhteen. Jatkovaa tai käyttömäärään tai -aikaan perustuvaa fyysisen tilan ominaisuuksien ja arvojen mittausta (4).
Tilanteenmukainen kunnossapito	Tällä tarkoitetaan sitä kunnossapitoa, joka on järkevää tehdä jo suunnitellun kunnossapidon yhteydessä. Tavoitteena kustannustehokkuus ja yhteensopivuus. (4).

Korjaavaan kunnossapitoon luetaan toimenpiteet, jotka suoritetaan, kun laite tai sen osa on jo mennyt rikki tai tullut tiensä päähän. Korjaava kunnossapito tulee väistämättä eteen laitteen ikääntyessä, vaikka ennakoivaan kunnossapitoon satsattaisiinkin. Taulukkoon 2 on selitetty korjaavaan kunnossapitoon liittyviä termejä.

Taulukko 2. Korjaavan kunnossapidon termistöä

Kuntoon perustuva kunnossapito	Arvioidaan ja analysoidaan kohteen fyysistä kuntoa ja tehdään tarvittaessa kunnossapitotoimenpiteitä. Toimenpiteeseen liittyy havainto kohteen tilan heikkenemisestä. (4).
Välitön korjaava kunnossapito	Korjaava toimenpide, joka suoritetaan välittömästi vian havaitsemisen jälkeen akuuttien seuraamusten välttämiseksi. (4).
Korjaus	Kun kohteessa paikannetaan vika, siihen suoritetaan korjaus. Osittaisvika tarkoittaa yhteen laitteen osaan kohdistuvaa vikaa, joka ei estä koko laitekokonaisuutta toimimasta. Kokonaisvika on vika, joka estää laitteen kaikkien osien toiminnan (3.)
Siirretty korjaava kunnossapito	Korjaava toimenpide, jonka suorittaminen ei ole niin akuutti, ettei sitä voitaisi siirtää esimerkiksi kustannustehokkaampaan ajankohtaan. (4).

Käytöstä poisto	Käytöstä poisto tulee eteen silloin, kun kohde on tullut luonnollisen elinkaarensa päähän, kun kohde on muuten tullut korjauskelvottomaksi tai kun kohteen korjaaminen on liian kallista. Käytöstä poisto alkaa osien poistamisesta kohteesta ja päättyy näiden kierrätykseen. (4.)
Uudelleenrakentaminen	Toimenpide, jossa kokonaisuus tai sen osa vaihdetaan kokonaan uuteen esim. käytöstä poistoon johtaneista syistä. Tavoitteena on pidentää kohteen hyödyllistä käyttöikää (4).

3.2 Karjasillan kohteen kunnossapito

Karjasillan energiajärjestelmässä on usealta eri valmistajalta tilattuja komponentteja. Kunnossapidon kannalta oleellimmat laitteet ovat kiertovesipumput, moottorit, lämmönsiirtimet ja lämpöpumput. Tärkeisiin komponentteihin luetaan myös säätöventtiilit, jotka säätävät veden virtausta. Lämpötila-, paine- ja virtausarvoja ohjataan ja tarkkaillaan Fiksu -säätöjärjestelmän avulla.

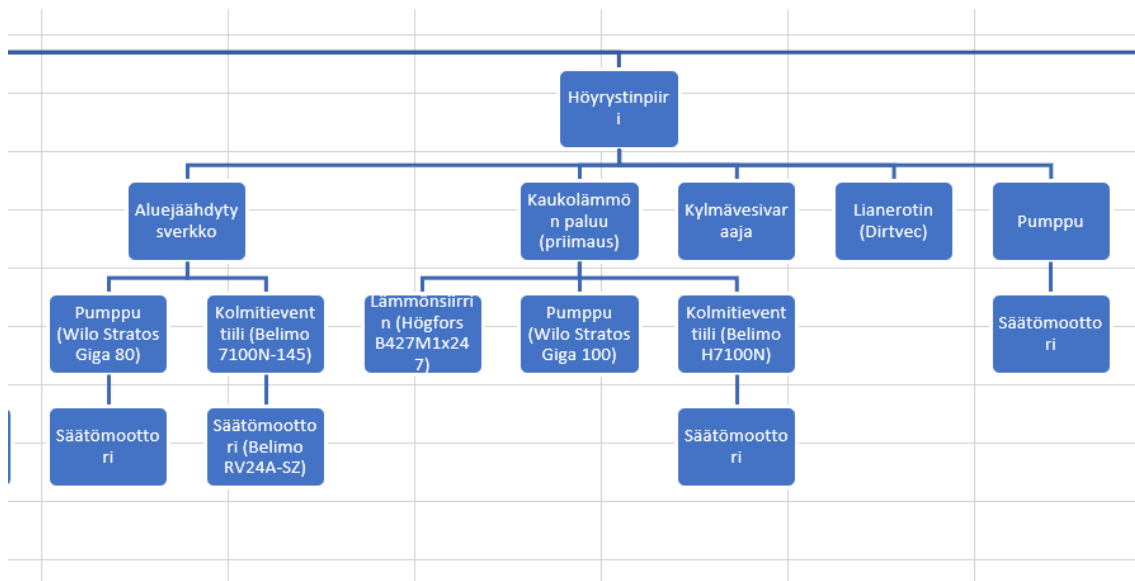
Fiksu -säätöjärjestelmän avulla on mahdollista keskittää kaikki laitteet saman ohjauskeskuksen alle. Se on kehitetty etähallintaa varten. Fiksua voidaan pitää yhtenä ”esineiden internetiä” hyödyntävänä tuotteena, koska se tallentaa antureilta saamansa tiedot datapilveen. Tällöin lämmitysjärjestelmän tiedot tallentuvat ja voidaan tarkistaa helposti pitkän ajan kehityksiä ja verrata nykytilannetta aikaisempaan käyttäytymiseen. Vikatilanteita varten Fiksussa on myös hälytysjärjestelmä, joka lähettää tiedon viasta esimerkiksi tekstiviestinä. Järjestelmään on kytketty säätöventtiilien ja pumppujen moottorit sekä lämpötila-, paine- ja virtausanturit. Mittarit, pumput ja säätöventtiilit ovat siis yhteydessä Fiksuun, jonne tiedot tallentuvat ja niitä voidaan säätää. Lisäksi paine-, lämpötila- ja virtausanturit ovat kytkettyinä hälytysjärjestelmään, joka tietyn arvon ylittyessä tekee hälytyksen. Säätöventtiilit ovat yhdistettyinä säätökeskukseen, jota kautta voidaan säätää virtausta. (5.)

3.3 Laitehierarkia

Opinnäytetyössä tehtiin myös laitehierarkia, josta voidaan paikantaa eri komponenttien sijainti prosessissa sekä niiden keskinäinen vuorovaikutus. Tämän tarkoitus on se, että mahdollisessa vikatilanteessa eri komponenttien keskinäinen yhteys voidaan helposti selvittää. Alla esimerkki Belimo H7125N -säätöventtiilin sijoittuminen hierarkiassa.

- Karjasillan energijärjestelmä
 - Aluelämmitysverkko (lauhdutinpiiri)
 - **Kolmitieventtiili (Belimo H7125N)**
 - Säätömoottori (Belimo RV24A-SZ)

Hierarkian tekemiseen on käytetty Excelin SmartArt-toimintoa, johon energijärjestelmä on asetettu ajatuskarttamalliin. Ylimpänä on "Karjasillan energijärjestelmä" -nimeä kantava pääotsake, jota seuraavat alaotsikot palvelevat: "Kaukolämpöpiiri", "Aluelämpöverkko (lauhdutinpiiri)", "Lämpöpumput", "Höyrystinpiiri" ja "Autohallin lämmityspiiri". Tällä ensimmäisellä jaolla erotetaan jokainen kiertopiiri omiksi alaotsikoikseen, jotka edelleen jakautuvat pienempiin alaotsikoihin. Esimerkiksi Höyrystinpiiri jakautuu "Kaukolämmön paluu (priimaus)", "Aluejäähdytysverkko", "Kylmävesivaraaja", "Lianerotin (Dirtvec)" sekä "Kiertovesipumppu" -otsikkoihin. Kaksi ensimmäistä on putkiyhteyksiä omiin kiertopiireihinsä, mutta ne on laitettu omiksi alaotsikoikseen "samalle tasolle" mainittujen komponenttiotsikoiden kanssa, koska niissä kiertää sama vesi. Laitehierarkia kokonaisuudessaan esitetään liitteessä 1 (Liite 1). Alla kuva laitehierarkian luomiseen käytetystä SmartArt -ajatuskartasta (Kuva 9).



KUVA 9. Ote Excel -ajatuskartasta

3.4 Säätöventtiilit ja moottorit

Energiajärjestelmässä on käytössä yhteensä seitsemän säätöventtiiliä ja jokaista palvelee yksi säätömoottori. Taulukko 3 näyttää niiden tekniset tiedot sekä sijainnin järjestelmässä. Aluejäähdytysverkon säätöventtiilin tietoja ei ollut saatavilla, joten sitä ei ole taulukossa. Venttiilit ovat varsin huoltovapaita komponentteja eikä niille voida arvioida tarkkaa elinikää. Kunnossapito on kuntoon perustuvaa ja siinä tarkkaillaan silmämääräisesti ja Fiksun avulla, että venttiili toimii. (6.) Venttiili voi siis toimia vuosia ilman mainittavia kunnossapitotoimenpiteitä.

Taulukko 3. Säätöventtiilit

Merkki	Malli	Kvs-arvo	Maksimi sul- kupaine (tark.kaik)	Sijainti	Moottori
Schneider	V222/65	63 m ³ /h	1600 kPa	Kaukolämpö- piiri	Belimo (EVC24A- MF-RE)

Schneider	V232/40	25 m ³ /h	700 kPa	Aluelämpö	NVC24A-SZ-TPV
Schneider	V232/50	38 m ³ /h	600 kPa	Aluelämpö	NVC24A-SZ-TPV
Schneider	V232/32	16 m ³ /h	750 kPa	Autohalli	NVC24A-SZ-TPV
Belimo	H7100N	145 m ³ /h	200 kPa	Kaukolämpö- piiri	Belimo (RV24A- SZ)
Belimo	H7125N	220 m ³ /h	130 kPa	Aluelämpö	Belimo (EVC24A- MF-RE)

Mikäli venttiilin toiminnassa ilmenee ongelmia (esim. vuoto tai tukkeutuminen), arvioidaan venttiilin huollon tai vaihdon tarpeellisuus. Ennen huoltotoimenpiteitä tai venttiilin vaihtoa, tulee toimilaitte irrottaa virranlähteestä. Putkiston pumput kytketään pois päältä ja tarvittavat venttiilit suljetaan. Kun osat ovat jäähtyneet ja järjestelmän paine laskettu ympäristön tasolle, voidaan suorittaa tarkastaminen loppuun sekä tarvittaessa ottaa venttiili pois käytöstä., Järjestelmää ei saa palauttaa takaisin toimintaan ennen kuin venttiili on asennettu ohjeiden mukaisesti ja putkisto täytetty asianmukaisesti. (6.) Mikäli vuoto tai muu ongelma ei ole akuutti, sovelletaan siirretyn korjaavan kunnossapidon periaatteita eli ongelma korjataan laajemman huoltotyön yhteydessä. Kuvassa 10 kaukolämpön paluupuolen priimauksen kolmitieventtiili.



KUVA 10. Kolmitieventtiili (Belimo)

3.4.1 Säädön toimintavaatimukset ja askelvastekoe

Säätöjärjestelmän on toimittava, jotta energijärjestelmä pysyy hallinnassa. Tätä on syytä aika ajoin tarkistaa askelvastekokein. Energiateollisuuden rakennusten kaukolämmityksen määräykset ja ohjeet määrittävä K1/2021-julkaisu antaa rakennusten säätöjärjestelmille seuraavat vaatimukset: ”Suurin pysyvä poikkeama asetusarvosta on +/- 2 °C ja sallittu palautumisaika muutoksen alkuhetkestä siihen hetkeen, kun em. vaatimus täyttyy, on 2 minuuttia. Suurin hetkellinen poikkeama asetusarvosta lämmityksen säätöjärjestelmissä on +/- 5 °C ja käyttöveden säätöjärjestelmissä +7/-10 °C. Muissa säätöjärjestelmissä se on +/-10 °C. Sallittu jatkuva huojunta käyttöveden säätöjärjestelmissä on +/-2 °C, muissa säätöjärjestelmissä se on +/- 0,5 °C.” (8.) K1 ei anna tarkkaa suositusta askelvastekokeiden tekemisen aikavälille. Tässä kunnossapitosuunnitelmassa suunnitellaan se tehtävän kerran viidessä vuodessa.

3.5 Pumput

Järjestelmässä on käytössä yhteensä 12 keskipakopumppua, joiden tarkoituksena on luoda vesikiertopiirien paine. Kaikki pumput ovat Wilo Stratos Giga -mallin pumppuja, paitsi autohallia palvelevat Wilo Stratos -pumput. Kaikkia pumppuja säädetään taajuusmuuttajilla, jotka säätävät pumppujen kierroslukua (9). Pumput kytkeytyvät Fiksuun Modbus-protokollan avulla. Pumppuja on käytössä eri teholuokissa yksittäin sekä rinnan kytkettyinä riippuen kunkin kiertopiirin tarpeista. Taulukossa 4 luetellaan ne pumput, joiden merkki on jo varmistettu sekä niiden sijainti järjestelmässä.

Taulukko 4. Pumput

Merkki	Malli	Sijainti
WILO	Stratos Giga 50/1–26/1,9	Kaukolämpöpiiri
WILO	Stratos Giga 100/1–17/3,7	Kaukolämpöpiiri
WILO	Stratos Giga 80/1–26	Aluelämpö
WILO	Stratos Giga 40/1–25/1,6	Lauhdutus kaukolämpöön
WILO	Stratos Giga 50/1–33/2,6	Lauhdutus kaukolämpöön
WILO	Stratos 50/1–9	Autohalli
WILO	Stratos 65/1–12	Autohalli

Pumppujen kunnossapidossa tarkastettavia seikkoja on ilman syöttö moottorin koteloon sekä liukurengastiivisteiden ja tuuletinpyörän vaihto. Ilman syöttö moottoriin ja elektroniikkamoduuliin on säännöllisin väliajoin tarkastettava, jotta ne saavat riittävän jäähdytyksen. Aina pumpun likaantumisen yhteydessä tulee ilman syöttö varmistaa. Pumpun käytön aikana yksittäiset tippavuodot ovat normaaleja eivätkä aiheuta tarvetta toimenpiteille. Kuitenkin aina, kun selkeää vuotamista havai-

taan, tulee liukurengastiiviste vaihtaa. Liukurengastiivisteiden vaihto vaatii pumpun kytkemisen jännitteettömäksi ja osiin purkamisen. Aina kun pumpuille tehdään huolto- tai kunnossapitotöitä taikka se vaihdetaan, tulee se irrottaa sähköverkosta. Eli pumppu tulee kytkeä jännitteettömäksi ja estää asiaton käynnistyminen. Jännitteettömyys tarkastetaan kaikkien liitännöiden kohdalta, minkä jälkeen odotetaan viisi minuuttia ennen toimenpiteiden aloittamista. Palovammojen ehkäisemiseksi pumpulle johtavat venttiilit tulee sulkea edestä ja takaa ja odottaa, että pumpun lämpötila laskee huoneenlämmön tasolle. (9.) Erilaisia häiriötilanteita varten on laadittu toimintaohjeet. Ne ovat katsottavissa pumppujen käyttöohjeissa. Kuvassa 11 mekaanisten vikojen mahdolliset syyt ja toimintaohjeet.

Mekaaniset häiriöt

Häiriö	Syy	Tarvittavat toimenpiteet
Pumppu ei käynnisty tai se sammuu	Kaapeliliitin löysällä	Tarkasta kaikki kaapeliliitännät
	Sulakkeet vialliset	Tarkasta sulakkeet, vaihda vialliset sulakkeet
Pumppu käy pienentyneellä teholla	Painepuolen sulkuventtiilissä kuristuma	Avaa sulkuventtiili hitaasti
	Ilmaa imuputkessa	Poista laippojen vuodot, ilmaa pumppu, jos on näkyvä vuoto, vaihda liukurengastiiviste
Pumppu pitää ääntä	Kavitaatiota riittämättömän esipaineen vuoksi	Korota esipainetta, noudata imuyhteen vähimmäispainetta, tarkasta imupuolen venttiili ja suodatin ja puhdista tarvittaessa
	Moottorissa on laakerivaurio	Anna Wilo-asiakaspalvelun tai alan ammattiliikkeen tarkastaa ja tarvittaessa korjata pumppu

KUVA 11. Wilo Stratos Giga -pumppujen mekaaniset häiriöt (9)

3.6 Lämpöpumput

Lämpöpumput ovat keskeisin osa hybridijärjestelmää kunnossapidon näkökulmasta. Ne vaativat eniten aktiivisia toimenpiteitä koko järjestelmässä. Käyttöseuranta ja kunnonvalvontaa on tärkeä tehdä aktiivisesti, jotta pystytään ennakoimaan mahdollisia vikoja. Karjasillan kohteessa käytössä oleva Fiksu-järjestelmä mahdollistaa laajan etäseurannan, jolla täytetään suuri osa käyttöseurannan ja kunnonvalvonnan vaatimuksista. Kunnossapidolliset toimenpiteet liittyvät ennen kaikkea voiteluun, kompressorin kuntoon ja mahdollisten vuotojen tarkistamiseen. Karjasillan Kulman kaksi

lämpöpumppua ovat hieman erilaisia tekniseltä sisällöltään. S-sarjan lämpöpumpussa on yksi kylmäainepiiri, jossa toimii yksi ruuvikompressori, höyrystin, paisuntaventtiili ja lauhtutin. Sen sijaan P-sarjan pumpussa on kaksi kylmäainepiiriä, joista toisessa on kaksi mäntäkompressoria ja toisessa kolme, molemmissa rinnan kytkettyinä. Kunnossapidon näkökulmasta P-sarjalaisen etu on se, että toista piiriä voidaan huoltaa toisen ollessa käytössä. (10.) Kuvassa 12 Oilon Chillheat P380.



KUVA 12. Oilon Chillheat P380 (16)

3.6.1 Viikkoseuranta ja mahdolliset häiriötilanteet

Päivittäiseen etäseurantaan tulee ottaa paine- ja lämpötila-arvojen tarkastelu eri kohdissa järjestelmää. Näistä arvoista voidaan saada merkkejä tulevista huoltotarpeista. Etäseurantateknologia-kin voi kuitenkin pettää (esim. anturit ei toimi) ja siitä syystä lämpöpumppujen toimintakunnon seuraamisessa kannattaa päivittäisen Fiksu-ohjausjärjestelmän arvojen katsomisen lisäksi tehdä vähintään viikoittain käyntejä paikan päällä. Näissä käynneissä katsotaan silmämääräisesti, ettei lämpöpumpuissa ole vuotoja. Muita huomioonotettavia seikkoja ovat normaalista poikkeava käyntiääni tai kylmäaineen haju, joka on yksi merkki kylmäainevuodosta.

Lämpöpumppujen yleisimpiä vikoja on kylmäainevuoto, jonka ensimerkkejä ovat lämpökertoimen pieneneminen ja paineen aleneminen. Lämpökerroin on lauhtuttimen lämpötehon ja kompressorin

ottaman sähkötehon välinen suhde. Mikäli kylmäainetta vuotaa, joutuu kompressorin käyttämään enemmän tehoja lämmönpyynnin kattamiseen. Tällöin siis sähkötehotarve kasvaa ja lämmitys-teho pienenee. Paineen aleneminen taas laskee aineen höyrystymis- ja sitä kautta myös lauhtu-mislämpötilaa, jolloin paisuntaventtiili ei enää liian pitkälle eskaloituneessa tilanteessa kykene pai-suttamaan kylmäainetta nesteeksi. Kylmäainepiireissä onkin siitä syystä nestelasi, joka alkaa kup-lia, jos kylmäaineen lauhtuminen ei ole täydellistä. Yksi merkki kylmäainevuodosta on myös haih-tuneen kylmäaineen haju lämmönjakokeskuksessa. (10.)

Vaikka Karjasillan lämpöpumppujen kylmäaineet ovat parasta A1-turvaluokkaa, voi niiden hengit-tämisellä silti olla ikäviä vaikutuksia. Turvaluokituksen A tarkoittaa, että sen työperäisen altistuksen raja-arvo on enemmän kuin 400 ppm. Numero 1 taas tarkoittaa sitä, että aine ei ole verrattain herkästi syttyvää. Tarkka määritelmä luokalle 1 on, ettei liekki etenemistä ole havaittavissa nor-maalissa ilmanpaineessa 60 °C lämpötilassa. Kylmäaineiden lämmittävä vaikutus ilmakehässä on usein suuri. Aineella R450A se on 605-kertainen hiilidioksidiin verrattuna ja R513A:lla se on 631-kertainen. (17.) Mikäli vuoto tai muu häiriötilanne tulee, koskee se todennäköisesti vain toista läm-pöpumppua ja vain yhtä piiriä kerrallaan. Kaukolämmön menoputken lämpöenergia on joka tapauk-sessa otettavissa käyttöön mahdollisten huoltotöiden ajaksi. Itse huoltotyö tarkoittaa vuotojen paik-kaamista ja juottamista. Kylmäaineen kanssa työskennellessä tarvitaan kylmäainepätevyys. (10.)

3.6.2 Vuosihuolto

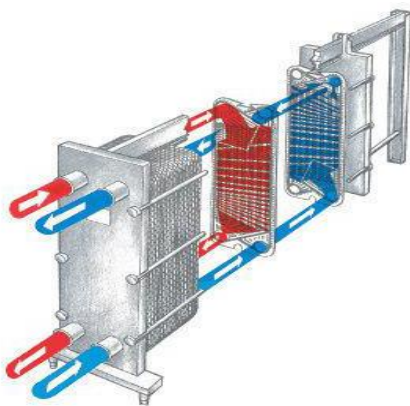
Lämmitysjärjestelmässä olevien Oilon S380 ja Oilon P380 -pumppujen kunnossapito perustuu pää-osin vuosihuoltoon, joka toteutetaan laajana tai suppeana. Ensimmäinen vuosihuolto suoritetaan laajana. Sen jälkeen vuosihuollot tehdään aina lähtökohtaisesti suppeana. Vuosihuoltoon sisältyy seuraava toimenpiteet:

- öljyn happotesti
- kompressoreiden virranmittaukset,
- käyntirajoitusten tarkastus,
- ohjausantureiden tarkastus,
- kylmäaineen kosteus-, vuoto- ja määrätarkastus,
- sähkökaapeleiden tarkastus,
- kompressorin koneikon kunnan tarkastus.

Mikäli happotestin tulos indikoi öljyn vaihdon tarpeeseen, suoritetaan huolto laajana, jossa edellisten toimenpiteiden lisäksi suoritetaan koneikon öljynvaihto ja kuivainkivien uusiminen. (11, 12.) S-sarjan pumpussa laajahuolto suoritetaan ensimmäisen vuosihuollon jälkeen 10 000 käyttötunnin välein, kuitenkin joustavasti siten, että mikäli ajankohta on sopivampi ennen tai jälkeen, voidaan aikataulussa joustaa ± 2000 h (10). Vuosihuollon ajankohtaa mietittäessä huomioonotettava seikka on se, milloin huolto aiheuttaa vähiten ongelmia lämmönkäyttäjälle. S-sarjalainen on kytkettävä kokonaan pois käytöstä huollon ajaksi, joten vuosihuollossa kannattaa välttää ajankohtia, jolloin lämmön tai viileän pyynti on korkeimmillaan. Lämpöpumppujen vuosihuolto on tässä suunnitelmassa ajoitettu toukokuulle, koska silloin sekä lämmityksen että viilennyksen tarve ovat verrattain pieniä.

3.7 Lämmönsiirtimet

Lämmönsiirtimet siirtävät lämpöä lämpimästä vedestä kylmään. Lämmönsiirtimet sijaitsevat yleensä kahden kiertopiirin välissä, eivätkä nämä vedet milloinkaan ole kosketuksissa toisiinsa. Lämmönsiirrin koostuu lämmönsiirrinelementeistä sekä putkista, joissa vedet virtaavat. Karjasillan kohteen lämmönsiirtimet kuuluvat Högforsin GST -lämmönjakokeskuksiin, joiden lämmönsiirtimet ovat Swepin levylämmönsiirtimiä. Levylämmönsiirtimissä lämpö siirtyy johtumalla lämmönsiirrinelementtien kautta siten, että joka toisen metallin lävitse kulkee lämmin ja joka toisen lävitse lämmitettävä vesi (Kuva 13). (13.)



KUVA 13. Levylämmönsiirtimen toimintakuva (13).

Levylämmönsiirtimien kunnossapitoon liittyvässä ohjeistuksessa lähteenä käytetään Miika Kirjavaisen Promaint-lehdelle tekemää artikkelia. Sen mukaan levylämmönsiirtimien kunnossapidossa tärkein huomioonotettava seikka on levyjen likaantuminen ja ajan kanssa tukkeutuminen. Lika heikentää lämmönsiirtotehoa ja tästä syystä on määrävällein suoritettava puhdistustoimenpiteitä. Puhdistustoimenpiteiden aikaväli voidaan arvioida lämmönsiirtotehoarvoja seuraamalla. Kun lämmönsiirtoteho laskee tietyn verran, on syytä suorittaa puhdistus. Tämänkään komponentin kohdalla ei voida heti määrittellä sopivaa puhdistusväliä, mutta aikataulutus on suunniteltu alkuun viiden vuoden välein ja aikaväliä voidaan pienentää tai laajentaa käyttökokemuksen mukaan.

Lämmönsiirrinelementit voidaan pestä painepesurilla, happokylvyllä tai CIP-menetelmällä. Painepesurilla saadaan lievästi likaantuneet levyt puhdistettua, mutta se vaatii aina lämmönsiirtimen purkamisen osiin. Sen sijaan CIP-menetelmä (Cleaning In Place), jossa lämmönsiirtimen ensiö- ja toisiopuolen läpi annetaan virrata pesukemikaalia, ei vaadi lämmönsiirtimen avaamista ja on usein nopein keino puhdistaa laite. Lisäksi tiivisteet rasittuvat avattaessa ja koottaessa siirintä, joten kemikaalipesu voidaan nähdä myös käyttöikää lisäävänä toimenpiteenä. Pesukemikaaleja valittaessa on otettava huomioon laitetta likaavan sakan koostumus. (14.)

Viikoittaiseen tarkastukseen on syytä ottaa mukaan vuotojen silmämääräinen tarkastus lämmönsiirtotehon tarkkailun lisäksi. Lämmönsiirtimen uudistaminen tulee kysymykseen, kun se alkaa vuotaa tai kun lämmönsiirtoteho on merkittävästi laskenut. Lämmönsiirtimen uudistamisella tarkoitetaan lämmönsiirtoelementtien upottamista pesuveteen, niiden kuntotarkastusta mekaanisten vaurioiden varalta, tiivisteiden vaihtoa ja vaurioituneiden levyjen vaihtamista uusiin. Mahdolliset sisäiset vuodot tarkastetaan. (14.) Karjasillan Kulmassa lämmönsiirrinelementit on hitsattu yhteen, joten siirtimen avaaminen ei tule siellä koskaan kysymykseen. Jos lämmönsiirrin vuotaa, menee se suoraan vaihtoon. Taulukkoon 5 on lueteltu kaikki Karjasillan kohteen lämmönsiirtimet.

Taulukko 5. Luettelo lämmönsiirtimistä

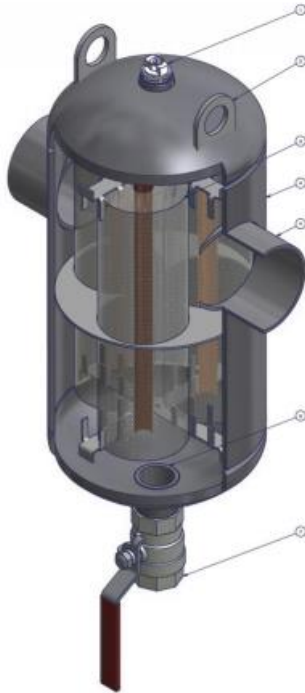
Merkki	Malli ja elementtien lukumäärä (Hx)	Lämmönsiirtoteho	Sijainti
Swep	B427Hx280 (2kpl)	3300 kW (yht)	Aluelämpöverkko
Swep	B427M1Hx240	600 kW	Kaukolämpö (paluu)
Swep	B427Hx140	248 kW	Autohalli
Swep	B320LTHx120	450 kW	Lauhdutus

Lämmönsiirtimien pesun ja tarkastamisen ajankohdan suunnittelussa otetaan huomioon eri siirtimien käyttöajankohta. Aluelämpöverkon ja kaukolämmön paluupriimauksen siirtimien huollot tulee sijoittaa kesälle, sillä silloin niiden käyttöaste on vähäisimmillään. Lisäksi huomioon tulee ottaa lämpimän käyttöveden kulutuspiikit ja lämminvesivaraajan kapasiteetti. Autohallin siirtimelle tehtävät toimenpiteet voidaan sijoittaa myös keväälle tai syksyille, koska autohallin lämmitystarve on akuuttia lähinnä pakkaskeleillä. Kaukolämmön lauhteenpurkuun käytettävän siirtimen kohdalla puhdistukset ja huollot tulee tehdä silloin, kun lauhdetta ei tavallisesti synny kaukolämpöön siirrettäväksi eli talvella.

3.8 Lianerottimet ja suodattimet

Karjasillan Kulman hybridijärjestelmässä on neljä lianerotinta ja viisi suodatinta. Niiden tehtävä on erottaa ja suodattaa veden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia. Lianerottimet on sijoitettu ennen lämmönsiirtimiä ja pumppuja, koska ne ovat komponentteja, joissa epäpuhtaudet voivat suurimmalla todennäköisyydellä aiheuttaa toimintahäiriöitä (14, 16.). Karjasillan Kulman lianerottimet ovat Högforsin Dirtvec-mallin avattavia lianerottimia (Kuva 14). Aluejäähdytyspiirissä ja autohallin lämmityspiirissä on molemmissa yksi lianerotin. Aluelämpöpiirissä niitä on kaksi. Toinen on sijoitettu

aluelämpöverkolta palaavalle putkilinjalle juuri ennen kiertovesipumppuja, Toinen on sijoitettu ennen lämminvesivaraajan läheisyydessä olevaa pumppua. Suuri sakkapesä takaa pitkän tyhjennysvälin, joka pienentää käyttökustannuksia.



Kuva 14. Högfors Dirtvec -lianerotin (16).

Dirtvecin erottelukyky on 5 µm (0,005 mm), joten se suodattaa käytännössä kaikki vettä raskaamat kiinteät partikkelit. Perinteisen mudanerottimen erottelukyky on noin 300 µm. Sakka vajoaa pohjalle, eikä aiheuta painehäviöitä. Dirtvec-lianerottimissa on huuhteluyhteys (kuvassa 12 pohjalla oleva venttiili), jonka avulla pohjalle kertynyt sakka voidaan poistaa myös järjestelmän ollessa käytössä. (16) Sakkaa kertyy todennäköisimmin eniten asennusten yhteydessä, joten lianerottimet on syytä puhdistaa ensimmäisen vuosihuollon yhteydessä. Tämän jälkeen puhdistusväliä voidaan pidentää tarpeen mukaan. Tukkeutumisesta indikoivia merkkejä on virtauksen aleneminen ja sitä kautta tehon aleneminen. Muita lianerottimen mahdollisia häiriötilanteita on suodatinverkon rikkoutuminen, jolloin kaikki kertynyt lika pääsee putkistoon.

4 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kattavan kunnossapitosuunnitelman luominen hybridikaukolämpöjärjestelmälle. Laitteiden käyttöohjeista ei löytynyt tarkkoja aikatauluja tiettyjen toimenpiteiden luomiselle, mutta alan artikkelien tietojen pohjalta luotiin alustava, ajan ja käyttökokemuksen mukaan joustava aikataulu kunnossapitotoimille. Päivittäiset tarkastukset saadaan toimitettua kattavasti etänä, joten todellisia aktiivisia toimenpiteitä tulee vastaan kohtalaisen harvoin. Eniten aktiivisia kunnossapitotoimenpiteitä kohdistuu lämpöpumppuihin ja se näkyy määräaikaishuoltosuunnitelmassa (Liite 3). Määräaikaishuoltojen aikatauluttaminen toteutettiin siten, että kunnossapitotoimenpiteet aiheuttivat mahdollisimman vähän häiriötä asiakkaan palvelunsaantiin. Kokonaisuuden hahmottamista varten luotiin laitehierarkia sekä annettiin jokaiselle oleelliselle komponentille toimintakuvaus. Laittehierarkiassa eri kiertopiirien jaottelu auttaa ymmärtämään prosessia ja jos havaitaan ongelmallanne tietyssä kiertopiirissä, voidaan ongelman paikantaminen kohdistaa kyseisen piirin laitteistoon. Laittehierarkian avulla lämmönjakohuoneessa aiemmin otetut kuvat ja videot aukenivat paremmin.

Vähäisestä huollontarpeesta huolimatta kunnossapidon suunnittelu pidentää laitteiston käyttöikää ja antaa selvät askelmerkit kunnossapitotoimenpiteitä suorittaville henkilöille. Vaikka tarvittava tieto on aina internetistä löydettävissä, on tietojen yhteen kokoaminen selvästi kunnossapitoa sujuvoitettava toimenpide. Fiksu-ohjausjärjestelmä vähentää paikan päällä käymisen tarvetta entisestään, kun systeemin arvot ovat luettavissa etänä. Suunnitelmassa edellytetään kuitenkin vähintään viikoittaista tarkastuskierrosta, jotteivat anturien ulottumattomissa olevat havainnot jäisi huomaimatta. Häiriötilanteiden hallintaohje jäi suppeaksi ja se sisällytettiin toteutuneilta osin laitekohtaisiin kunnossapito-ohjeisiin. Esimerkiksi lämpöpumppujen kylmäainevuodoista löytyi hyvin tietoa internetin ja puhelinhaastattelujen avulla. Vihreän siirtymän johdosta Karjasillan Kulman hybridijärjestelmän kaltaiset ratkaisut tulevat yleistymään, joten kunnossapitosuunnitelmasta pyrittiin tekemään yleiskattava ja helposti muokattava seuraavien kohteiden tarpeita ajatellen. Kunnossapitosuunnitelmaan jäi täydentämisen varaa esimerkiksi juuri häiriötilanteiden toimintaohjeisiin.

LÄHTEET

1. Oulun energia. Energiantuotanto. Saatavilla: <https://www.oulunenergia.fi/oulun-energia/energiantuotanto/voimalaitokset/> Hakupäivä 19.5.2022
2. Oilon. Oilon -lämpöpumpun asennus ja käyttöohje. Saatavilla: https://oilon.com/wp-content/uploads/2020/03/Oilon_kiinteist%C3%B6l%C3%A4mp%C3%B6pumppujen_asennus-ja_k%C3%A4ytt%C3%B6ohje_kaikki_mallit_FI.pdfv Hakupäivä 6.6.2022
3. Kunnossapito. Perusteet: Mitä on kunnossapito? Opetushallitus. Saatavilla: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html Hakupäivä 16.3.2022
4. SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Saatavilla: <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/840250.html.stx> Hakupäivä 16.3.2022
5. Fiksu säästää energiaa. Näin toimii moderni älyohjausjärjestelmä. Högfors. 2020. Saatavilla: <https://hogforsgst.com/fi/ajankohtaista/fiksu-saastaa-energiaa-nain-toimii-moderni-alyohjaus-jarjestelma> Hakupäivä: 16.3.2020
6. Belimo. Belimo H7125N. Saatavilla: https://www.belimo.com/mam/Datasheets/fi-fi/belimo_H7.N_datasheet_fi-fi.pdf Hakupäivä 10.6.2022
7. Schneider. Valves & Actuators Catalog. 2022. Saatavilla: <https://iportal2.schneider-electric.com/Contents/docs/F-27878.PDF> Hakupäivä 10.6.2022
8. Energiateollisuus. Rakennusten kaukolämmitysmääräykset ja ohjeet. Saatavilla: <https://www.fortum.fi/files/rakennusten-kaukolammitys-maaraykset-ja-ohjeet-julkaisuk1/2021/download?attachment=> Hakupäivä 10.6.2022
9. Wilo. Wilo-Stratos/-D/-Z/-ZD FIN. Asennus- ja käyttöohje. Saatavilla: https://wilo.com/fi/fi/Tuotteet-ja-k%C3%A4ytt%C3%B6alueet/fi/tuotteet-ja-asiantuntemus/wilo-stratos-giga?t=0#c40288a8a54ce361f0154de082bab048eTL4_range_advantages Hakupäivä 7.6.2022
10. Asiantuntijahaastattelu. 2022. Oilonin huoltopäällikön puhelinhaastattelu 25.5.2022.
11. Oilon Chillheat. Vuosihuollon sisältö; P-sarja. Oilon. 2020.
12. Oilon Chillheat. Vuosihuollon sisältö; S-sarja. Oilon. 2020.

13. Högfors. GST-lämmönjakokeskus. Saatavilla: <https://productsheet.hogforsgst.com/fi/print-pdf/51> Hakupäivä 10.6.2022
14. Promaint-lehti. Lämmönsiirtimen huolto on asiantuntijatyötä. Saatavilla: <https://promaint-lehti.fi/Laite-ja-korjaustekniikat/Lammonsiirtimen-huolto-on-asiantuntijatyota> Hakupäivä 10.6.2022
15. Energiateollisuus. Kaukolämpöverkot. Saatavilla: <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot> Hakupäivä 10.6.2022
16. Högfors. Dirtvec. Saatavilla: <https://productsheet.hogforsgst.com/fi/printpdf/49> Hakupäivä 10.6.2022
17. Suomen kylmäyhdistys. Kylmäainetilanne 2017 Saatavissa: <https://iisoy.fi/wp-content/uploads/2021/07/Kylma%CC%88ainetilanne-2017-final.pdf> Hakupäivä 10.6.2022

LIITTEET

LIITE 1: LAITEHIERARKIA

- Karjasillan kulman energijärjestelmä
 - Kaukolämpöpiiri
 - Pumppu (Wilo Stratos Giga 50)
 - Säätoventtiili (Schneider V222)
 - Säätoventtiili (Schneider V232/50)
 - Sääto moottori
 - Säätoventtiili (Schneider V232/40)
 - Sääto moottori
 - Yhteys autohalliin
 - Pumppu (Wilo Stratos 50)
 - Sääto moottori
 - Säätoventtiili (Schneider V232)
 - Sääto moottori
 - Lämpöpumppulauhteen vastaanotto
 - Pumppu (Wilo Stratos Giga 50)
 - Sääto moottori
 - Säätoventtiili (1400VA02)
 - Sulkuventtiili (1400V002)
 - Aluelämmitysverkko (lauhdutinpiiri)
 - Lianerotin (Dirtvec)
 - Pumput
 - (Wilo Stratos Giga 80)
 - Sääto moottori
 - Kolmitieventtiili (Belimo H7125N)
 - Sääto moottori (Belimo RV24A-SZ)
 - Lämmönsiirrin (Högfors B247 Hx280)
 - Lämminvesivaraaja
 - Lauhdutus kaukolämpöön
 - Pumppu (Wilo Stratos Giga 40)
 - Sääto moottori
 - Lämmönsiirrin (Högfors B320LTHx120)
 - Säätoventtiili (1400VA01)
 - Sulkuventtiili (1400V001)
 - Yksisuuntaventtiili (1400VB01)
 - Lianerotin (Dirtvec)
 - Pumppu
 - Sääto moottori
 - Paineenpitojärjestelmä
 - Paisunta-astia
 - Jousiventtiili 1
 - Jousiventtiili 2

- Lämpöpumput
 - Oilon Chillheat P380
 - Kiertopiiri 1
 - Höyrystin 1
 - Mäntäkompressori 1
 - Mäntäkompressori 2
 - Mäntäkompressori 3
 - Lauhdutin 1
 - Paisuntaventtiili 1
 - Kiertopiiri 2
 - Höyrystin 2
 - Mäntäkompressori 4
 - Mäntäkompressori 5
 - Lauhdutin 2
 - Paisuntaventtiili 2
 - Oilon Chillheat S380
 - Kiertopiiri
 - Höyrystin 3
 - Ruuvikompressori
 - Lauhdutin 3
 - Paisuntaventtiili 3
- Höyrystinpiiri
 - Aluejäähdytysverkko
 - Pumppu (Wilo Stratos Giga 80)
 - Säättömoottori
 - Kolmitieventtiili (Belimo 7100N-145)
 - Säättömoottori (Belimo RV24A-SZ)
 - Kaukolämmön paluu (priimaus)
 - Lämmönsiirrin (Högfors B427M1x247)
 - Pumppu (Wilo Stratos Giga 100)
 - Kolmitieventtiili (Belimo H7100N)
 - Säättömoottori
 - Kylmävesivaraaja
 - Lianerotin (Dirtvec)
 - Pumppu
 - Säättömoottori
- Autohallin lämmityspiiri
 - Lämmönsiirrin (Högfors B427)
 - Lianerotin (Dirtvec)
 - Pumppu (Wilo Stratos 65)
 - Säättömoottori
 - Paineenpitojärjestelmä
 - Paisunta-astia
 - Jousiventtiili 1
 - Jousiventtiili 2

LIITE 2: VIIKOITTAINEN TARKASTUSKIERROS

- Lämpöpumput
 - Silmämääräinen vuototarkastus
 - Silmämääräinen kuntotarkastus
- Kiertovesipumput
 - Silmämääräinen vuototarkastus
 - Silmämääräinen kuntotarkastus
 - Moottorin kotelon ilmansyötön silmämääräinen tarkastus
- Säätoventtiilit
 - Silmämääräinen vuototarkastus
- Putkisto
 - Silmämääräinen vuototarkastus
 - Eristeiden kunnon silmämääräinen tarkastus
- Lämmönsiirtimet
 - Silmämääräinen vuototarkastus
- Järjestelmän arvot (Fiksu) (joka päivä etänä)
 - Paine-erojen tarkastaminen
 - Veden lämpötilojen tarkastaminen
 - Hälytysten tila

LIITE 3: MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT

- Oilon ChillHeat P380 lämpöpumppu
 - Ensimmäinen määräaikaishuolto vuosi käyttöönoton jälkeen (kuitenkin aikavälillä toukokuu-syyskuu)
 - Tämän jälkeen vuoden välein
 - Määräaikaishuollon toimenpiteet
 - öljyn happotesti
 - kompressoreiden virranmittaukset,
 - käyntirajoitusten tarkastus,
 - ohjausantureiden tarkastus,
 - kylmäaineen kosteus-, vuoto- ja määrätarkastus,
 - sähkökaapeleiden tarkastus,
 - kompressorin koneikon kunnan tarkastus.
 - koneikon öljynvaihto (toisesta määräaikaishuollosta lähtien vain, jos öljyn happotesti sitä vaatii)
 - kuivainkivien uusiminen (toisesta määräaikaishuollosta lähtien vain, jos öljyn happotesti sitä vaatii)
 - varoventtiilien tarkastus 5 vuoden välein (2027)
- Oilon Chillheat S380 lämpöpumppu
 - Määräaikaishuollot pitkässä juoksussa 10 000 käyttötunnin välein (yksittäisten määräaikaishuoltojen välillä voidaan joustaa ± 2000 h)
 - Sama sisältö ja periaate kuin P380
 - +ruuvikompressorin laakereiden tarkastus 30 000h välein
 - Tähdätään aikavälille toukokuu-syyskuu
- Lämmönsiirtimet
 - Ensimmäinen tarkastus ja puhdistus viiden vuoden kuluttua käyttöönotosta
 - Aluelämpöverkkosiirrin
 - kesä 2027
 - Autohallin siirrin
 - kevät 2027
 - Lauhteenpurkusiirrin
 - talvi 2027
 - Kaukolämpö paluupriimaus

- kesä 2027
- Säätojärjestelmä
 - Askelvastekoe kerran vuodessa
- Lianerottimet
 - Ensimmäinen tyhjennys vuoden käytön jälkeen. Sen jälkeen kolmen vuoden päästä arvioidaan sopiva säännöllinen tyhjennysväli