



Huolto- ja pesuohjeen laatiminen

Opinnäytetyö

Jaani Mäkinen

Opinnäytetyö, AMK

04/2023

Energia- ja ympäristötekniikka

Mäkinen Jaani

Huolto- ja pesuohjeen laatiminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2023, 21 sivua.

Tekniikan ala. Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia selkeät ja yksityiskohtaiset ohjeet lämmöntalteenottolaitoksen huoltokierroksella huomioitavista asioista, sekä lämmönvaihtimien pesusta. Kumpuniemen Voima Oy:lle suoritettun tutkimuksen tavoitteena oli parantaa laitoksen käyttövarmuutta kehittämällä tehokkaampia ja yhteisiä toimintatapoja.

Laadullinen tutkimus toteutettiin käyttäen tiedonkeruumenetelminä haastatteluja, havainnointia ja dokumenttianalyysiä. Tutkimuksen tuloksena syntyi kaksi erillistä ohjetta, jotka sisältävät yksityiskohtaiset ohjeet lämmöntalteenottolaitoksen huoltokierroksella huomioitavista asioista, sekä lämmönvaihtimien pesusta. Ohjeet ovat hyödyllisiä sekä uusille, että vanhoille työntekijöille, ja niitä voidaan käyttää ohjeistuksessa ja yhtenäistämään toimintatapoja.

Kirjalliset ohjeet ovat erinomainen ja kustannustehokas tapa perehdyttää työntekijä tehtävään työhön. Tämä opinnäytetyö tarjoaa erinomaisia ohjeita lämmöntalteenottolaitoksen huoltokierroksen suorittamiseen ja auttaa parantamaan laitoksen käyttövarmuutta.

Avainsanat (asiasanat)

Lämmöntalteenotto, lämmönvaihdin, lauhteenkäsittely, ohje

Mäkinen Jaani

Creating of maintenance and washing instructions

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2023, 21 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The purpose of the thesis was to create clear and detailed instructions for maintenance routes of a heat recovery plant, as well as for cleaning heat exchangers. The aim of the research conducted for Kumpuniemi Voima Oy was to improve the plant's reliability by developing more efficient and consistent operating procedures.

Qualitative research was conducted using data collection methods such as interviews, observation, and document analysis. As a result of the research, two separate instructions were created, containing detailed guidance on the maintenance rounds of the heat recovery plant and the cleaning of the heat exchangers. The instructions are useful for both new and old employees and can be used for guidance and standardization of procedures.

Written instructions are an excellent and cost-effective way to introduce employees to their job tasks. This thesis provides excellent guidance for performing maintenance routes of a heat recovery plant and helps to improve the plant's reliability.

Keywords/tags (subjects)

Heat recovery, heat exchanger, condensate treatment, instructions

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Kumpuniemen Voima Oy	6
3	Tutkimusasetelma	6
4	Kunnossapito	7
5	Ohje	7
6	Lämmöntalteenottolaitos	8
6.1	Lauhteenkäsittely	8
6.2	Tukkiallasvesikierto	10
6.3	Levylämmönvaihdin	12
7	Työn toteutus	13
7.1	Työn lähtötilanne	13
7.2	Työn toteutus	14
7.3	Työn tulokset.....	14
8	Pohdinta	15
	Lähteet	16
	Liitteet	17
	Liite 1. Kierroksella huomioitavat asiat: lamellisuodatin	17
	Liite 2. Kierroksella huomioitavat asiat: hiekkasuodatin	18
	Liite 3 Mammutpumput paineilmaventtiili	20
	Liite 4 Lämmönvaihdinten pesuohje	21
	Kuviot	
	Kuvio 1 Lamelliselkeytin.....	9
	Kuvio 2 Hiekkasuodatin.....	10
	Kuvio 3 Itsepuhdistava suodatin	11
	Kuvio 4 Levypakka asettelun periaate	12

1 Johdanto

Ohjeiden merkitys työpaikoilla on korostunut viime vuosina erityisesti digitalisaation myötä. Nopeasti kehittyvä teknologia ja monimutkaiset järjestelmät vaativat entistä enemmän selkeitä ja yksityiskohtaisia ohjeita, jotta työntekijät voivat suoriutua tehtävistään tehokkaasti ja turvallisesti. Lisäksi ympäristöasiat ovat tulleet entistä tärkeämmiksi ja yritysten on kiinnitettävä huomiota esimerkiksi energiatehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Tässä työssä lämmöntalteenottolaitoksen käyttövarmuuden parantaminen liittyy juuri näihin aiheisiin, sillä toimiva ja energiatehokas järjestelmä on toimiva osa kestävästä kehityksestä. Ohjeiden avulla varmistetaan, että järjestelmää käytetään oikein ja huolletaan säännöllisesti, jolloin häiriötilanteet ja ympäristöhaitat voidaan minimoida.

Ohjeet ovat tärkeä työkalu työpaikalla monella tavalla. Ne auttavat takaamaan työn laadun, koska ne kertovat mitä pitää tehdä ja miten. Ne ohjaavat kaikkia työntekijöitä toimimaan samalla tavalla, jolloin tehtävien suorittaminen tapahtuu tehokkaasti ja turvallisesti. Ohjeet auttavat selkeyttämään vastuita, sillä ne kertovat mitä kukin tekee ja milloin. Ohjeet auttavat myös uusia työntekijöitä oppimaan nopeasti työpaikan toimintatavat. Ohjeiden tavoitteena oli parantaa LTO-laitoksen käyttövarmuutta, jolla tarkoitetaan järjestelmän kykyä toimia vaaditulla tavalla ilman häiriöitä tai vikatilanteita silloin kuin sitä tarvitaan. Käyttövarmuutta voidaan parantaa esimerkiksi säännöllisellä huollolla ja ylläpidolla.

Työn ensimmäinen tehtävä oli laatia lämmöntalteenottolaitokselle ohjeet huoltokierroksella tehtävistä asioista. Voimalaitoksen lämmöntalteenottolaitoksella kierretään kaksi huoltokierrosta vuoron aikana ja ohje opastaa mitä kierroksilla tehdään ja kuinka usein. Toisena tehtävänä oli laatia lämmönvaihtimille pesuohje. Lämmönvaihtimet likaantuvat ajoittain ja voimalaitokselle oli tarve hankkia pesulaitteisto pesun suorittamiseen, jonka takia ohjeelle oli tarvetta. Pesuohjeella kuka tahansa työntekijä pystyisi suorittamaan pesun. Ohjeet laadittiin mm. havainnoimalla laitteistoja ja putkilinjastoja, tutkimalla kirjallista aineistoa sekä haastatteleamalla voimalaitoksen käyttöhenkilökuntaa.

2 Kumpuniemen Voima Oy

Kumpuniemen Voima Oy on osakeyhtiö, joka perustettiin vuonna 1991. Yritys sijaitsee Suolahden vaneritehtaan yhteydessä ja tuottaa tehtaan tarpeisiin prosessihöyryä, sähköä ja lämpöä. Lisäksi kumpuniemen Voima Oy:n valmistamaa kaukolämpöä käytetään lähialueen kaukolämpöverkossa ja sähköä voidaan syöttää valtakunnan sähköverkkoon. Lähes kaikki kattiloiden polttoaine saadaan vanerituotannon sivutuotteista.

Kumpuniemen Voima Oy:llä on käytössä kolme höyrykattilaa, joista kaksi on kiinteän polttoaineen kattiloita. Ne ovat Ahlströmin valmistama 20 MW Pyroflow-kiertopetikattila ja Standard-kesselin 26 MW arinakattila (biokattila). Vara- ja huipputehokattilana toimii FosterWheelerin 22 MW kevyt-polttoöljykattila. Voimalaitoksella on myös Peter Brotherhoodin valmistama 3,7 MW turbiini ja kaukolämpövaihdin.

3 Tutkimusasetelma

Työn tehtävänä oli laatia ohjeet huoltokierroksella huomioitavista asioista sekä lämmönvaihtimille pesuohjeet. Työn tutkimuskysymykset ovat seuraavanlaiset. Mitä kierroksella huomioitavia asioita LTO-laitoksella on? Kuinka lämmönvaihtimet pystytään pestä? Ohjeet rajataan toimimaan vain toimeksiantajan tiloissa ja laitteistolle, sillä vastaavanlaidet järjestelmät ja kokonaisuudet sisältävät aina eroavaisuuksia, eikä samat ohjeet välttämättä päde kaikille.

Yleisimmät laadullisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmät ovat haastattelut, havainnointi, kysely ja erilaisiin dokumentteihin perustuva tieto. Juuri näitä menetelmiä käytettiin tässä työssä. Niitä voidaan käyttää joko rinnan tai eri tavoin yhdisteltynä tutkimusongelman ja resurssien mukaan. Haastatteluiden etuna on käydä keskustelua tiedonantajan kanssa. Haastattelijalla on mahdollisuus selventää tai tarkentaa kysymystä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 71.)

Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu, että tutkijat noudattavat rehellisyyttä, tarkkuutta ja yleistä huolellisuutta tutkimustyössä, tutkimuksen tallentamisessa sekä tulosten arvioinnissa ja esittämisessä. Tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmien täytyy olla tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia. Muiden tutkijoiden töitä on kunnioitettava ja työn saavutukset ovat otettava huomioon. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 132.)

4 Kunnossapito

Käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä toimia vaaditulla tavalla vaadittaessa. Voimalaitoksella kierretään niin sanottuja kattilakierroksia, joiden aikana suoritetaan kunnonvalvontaa sekä erilaisia kunnossapitotöitä käyttövarmuuden parantamiseksi. Yksi tämän opinnäytetyön tehtävä oli laatia lista lämmöntalteenottolaitoksen kierroksella huomioitavista asioista. Käyttövarmuuteen sisältyy muunmuassa käsitteet: käytettävyys, toimintavarmuus, kunnossapidettävyys, sekä kunnossapitovarmuus. (Järviö & Lehtiö 2017, 54.)

Perinteisesti vikaantumisen on ajateltu johtuvan joko laitteen huonosta suunnittelusta tai kestävydestä. Näin ei kuitenkaan ole. Vikaantumista on tutkittu perusteellisesti ja sille voidaan nimetä viisi pääsyitä.

1. Laitetta käytetään väärin: oikeita tapoja ei tiedetä, eikä ole ohjeistettu.
2. Kunnossapitäjien ja käyttäjien ammattitaito on liian vähäinen. Tarkastuksissa ei huomata laitteiden oireilua. Tämä on usein tahatonta, joten sitä on vaikea huomata.
3. Laitteen ikääntymisen myötä tapahtuva toimintakyvyn heikkeneminen hyväksytään tai sitä ei huomata tai korjata.
4. Laitteen käyttöolosuhteet ei ole optimaaliset.
5. Laitteen suunnittelussa ei ole huomioitu riittävästi todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. (Järviö & Lehtiö, 2017, 85.)

5 Ohje

Ohjeella pyritään muuttamaan, vaikuttamaan tai ohjaamaan jonkun yksilön tai ryhmän toimintaa. Ohjeen tehtävä on luoda mahdollisimman selkeä kuva ohjeistettavasta asiasta. Kaikille ohjeille on yhteistä, että ne kertovat miten päästä haluttuun lopputulokseen. Hyvien ohjeiden täytyy esittää juuri tarpeelliset asiat ja ne on esitettävä parhaiten palvelevassa järjestyksessä, sekä ilmaisutavan täytyy olla lukijoille sopiva. Ohjetta tekevän kannattaa huomioida kolme asiaa: tunnista ohjattavan toiminnan olennaiset tiedot ja vaiheet, käytä käskymuotoa ja esitä ohjeet helposti hahmottuvassa muodossa. (Paakkunainen 2021, 4.)

Havainnollistamisen tarkoitus on auttaa ymmärtämään asiaa, selventää tietoa ja lisätä mielenkiintoa aiheesta. Havainnollistamisen voi tehdä kuvien, kaavioiden tai taulukoiden avulla. Havainnollistamisen käyttö vaatii harkintaa ja suunnittelua, sillä ohjetta pitää ajatella kokonaisuutena. Ohjeen yleisilme voi kärsiä, jos käytät paljon erilaisia elementtejä ja sivut erottuvat paljon

toisistaan. Ohjeen ensimmäinen sivu tai kansi vaikuttaa myös paljon kiinnostavuuteen. (Paakkunainen 2021, 7.)

6 Lämmöntalteenottolaitos

6.1 Lauhteenkäsittely

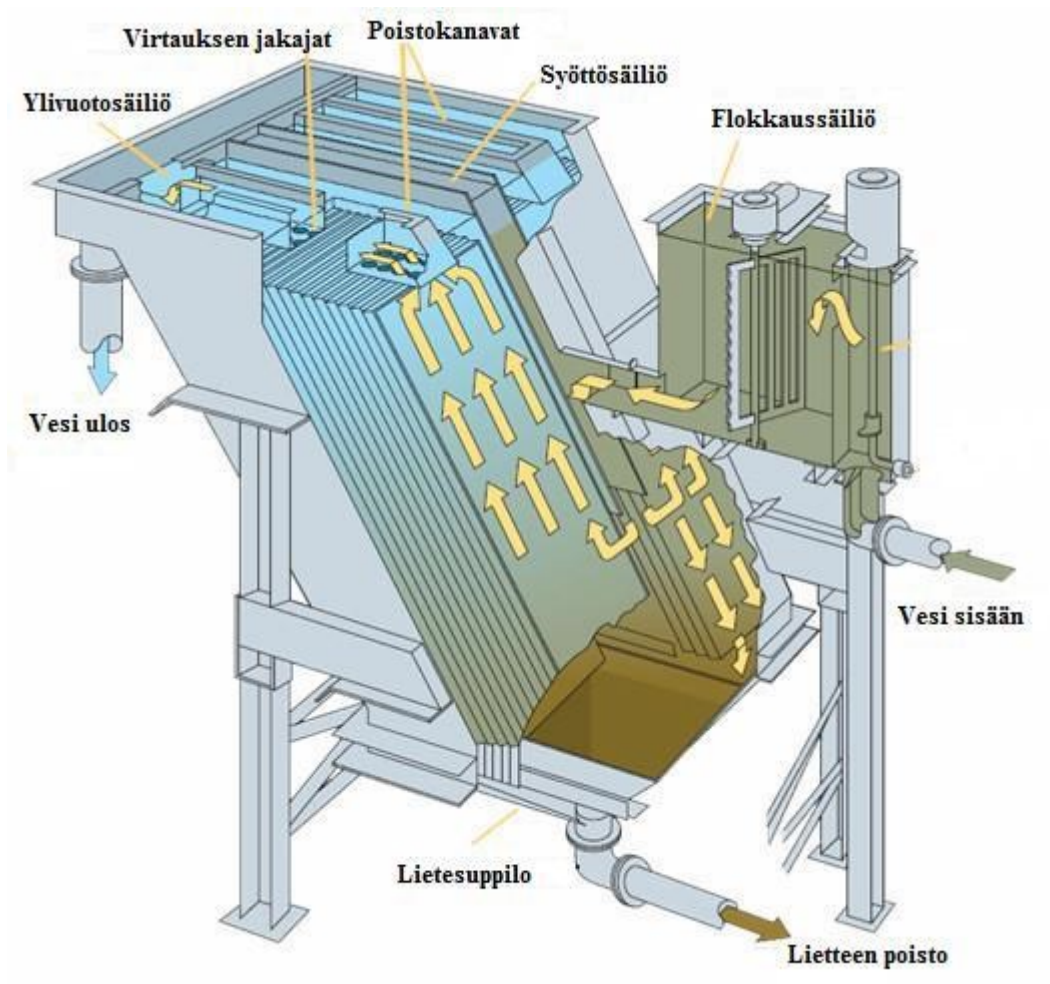
Lämmöntalteenottolaitoksella tarkoitetaan savukaasupesureiden lauhteenkäsittelyä, tukkiallasvedenkäsittelyä ja niitä yhdistäviä lämmönvaihtimia. Savukaasupesureiden korkeassa lämpötilassa olevaa pesunestettä kierrätetään pesureilta lämmönvaihtimille, jossa lämpö siirtyy vaihtimen läpi tukkiallasveteen. Pesunestettä poistetaan jatkuvasti pieni osa lauhteenkäsittelyyn, jossa lauhde puhdistetaan saostus-, selkeytys- ja suodatusmenetelmällä. Puhdistettu vesi johdetaan viemäriin. Lauhteenkäsittelyllä neutraloidaan veden pH ja poistetaan kiinto- sekä muita haitta-aineita.

Savukaasupesuri on päästöjenhallintalaite, jossa kiertävää pesunestettä suihkutetaan savukaasuihin päästöjen vähentämiseksi. Alunperin savukaasupesurit ovat suunniteltu hiukkaspäästöjen vähentämistä varten, mutta nykyään lämmöntalteenottoa pidetään yhtä tärkeänä ominaisuutena. Puhdistetut savukaasut johdetaan savupiippuun ja jätevedet käsitellään. Tyypillisesti puhdistettavia epäpuhtauksia ovat rikkioksidi, vetykloridi, hiukkaset ja raskasmetallit. (Energiateollisuuden ympäristöpooli 2016, 2.)

Lauhteenkäsittely vaatii kemikaalien käyttöä. Kemikaalien lisäystä varten on hämmennyslohko eli saostussäiliö, jossa kasvatetaan kiintoaineen ja saostuskemikaalin muodostamaa flokin kokoa. Lisäämällä lauhdeveteen saostuskemikaalia saadaan pienet hiukkaset törmäämään toisiinsa ja muodostamaan isompia hiukkasia, joka parantaa prosessin seuraavassa vaiheessa kiintoaineen laskeutumista lamelliselkeyttimen pohjalle. Saostuskemikaalina on yleensä rauta- tai alumiinipohjainen sulfaatti- tai kloridiyhdiste PIX tai PAX. (Energiateollisuuden ympäristöpooli 2016, 12.)

Lamelliselkeyttimiä (ks. kuvio 1) käytetään kiinteän aineen ja nesteen erotukseen laskeutuksen avulla. Kiintoaine laskeutuu lamellilevyjen päälle ja valuu painovoiman vaikutuksesta kohti lamelliselkeyttimen pohjaa. Lamellan pohjaan kertynyt liete poistetaan lamellalta ja sekoitetaan lentotuhkaan. Selkeytetty vesi eli ylite johdetaan prosessissa eteenpäin hiekkasuodattimelle. Tässä

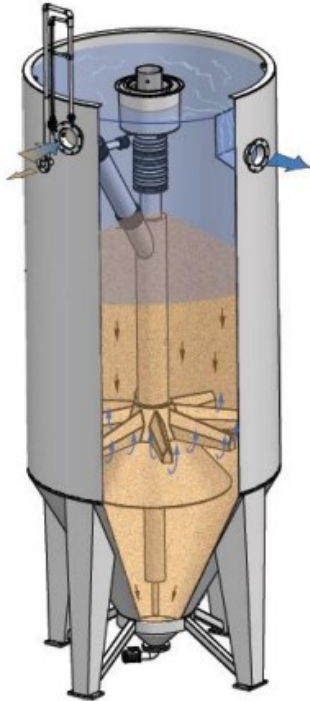
vaiheessa kiintoainepitoisuus on tyypillisesti 30mg/l. (Energiateollisuuden ympäristöpooli 2016, 12.)



Kuvio 1 Lamelliselkeytin. (N0016 Kumpupesä. 2021,17)

Hiekkasuodattimessa (ks. kuvio 2) lauhde kulkee alhaalta ylös hiekkapatjan läpi. Kiintoainehiukkaset tarttuvat hiekkaan ja hiekan läpäissyt lauhde on lähes puhdas kiintoaineesta (< 10mg/l). Suodattimessa käytetään paine-ilmaa, joka kierrättää hiekkaa alhaalta ylös. Hiekka likaantuu, kun lauhteen epäpuhtaudet siirtyvät siihen, joten likainen hiekka pestään suodattimen yläosassa olevalla

hiekkapesurilla ja johdetaan takaisin suodattimen alaosaan. (Energiateollisuuden ympäristöpooli 2016, 12.)



Kuvio 2 Hiekkasuodatin (N0016 kumpupes. 2021, 26)

6.2 Tukkiallasvesikierto

Tukkeja höyrytetään tai haudutetaan kuumassa vedessä puuaineen pehmentämiseksi, jotta siitä saadaan sorvattua käyttökelpoista viilua. Lämpötila on n. 60-80°C välillä ja aika vaihtelee vuorokaudesta viikkoon. (Viilun valmistus n.d.) Haudutusaltaita on kaksi ja niissä on yhteys toisiinsa, jo-

ten ne pystyvät luovuttamaan ja tasapainottamaan nesteitä toistensa välillä. Allasveden kemiallinen koostumus vaihtelee altailla olevien puulajien mukaan ja koostumukseen vaikuttaa myös puun ikä ja kasvupaikka.

Pieni määrä tukkiallasvettä kierrätetään jatkuvasti lämmöntalteenottolaitoksella. Tämä pieni määrä kulkee rumpusuodattimen läpi, joka poistaa suurimmat kiintoainepartikkelit, kuten kuoren palaset. Suodatettu vesi virtaa seuraavaksi itsepuhdistuvan suodattimen (kuvio 3) läpi, jonka tehtävä on poistaa kaikki lämmönvaihtimen solaa suuremmat partikkelit, sillä seuraavaksi vesi kulkee lämmönvaihtimen läpi takaisin tukkialtaille ottaen samalla lämpöä vaihtimilta. Osa lämmöntalteenottolaitoksella kiertävästä vedestä otetaan vielä tarkempaan puhdistukseen. Vesi saostetaan samoilla kemikaaleilla kuin savukaasupesurien kierrossa, mutta kemikaalikulutukset ovat suurempia korkeamman kiintoainepitoisuuden sekä tukkiallasveden ominaisuuksien johdosta. Saostettu tukkiallasvesi ohjataan flokkaustankkiin, viirarumpusuodattimelle ja flotaatiosäiliöön. Flotaatiosäiliöstä puhdistettu vesi ohjataan viemäriin ja prosessista poistettu liete ohjataan rejektisäiliön kautta arinalle polttoon. (N0016 Kumpupesu, 2021, 29.)



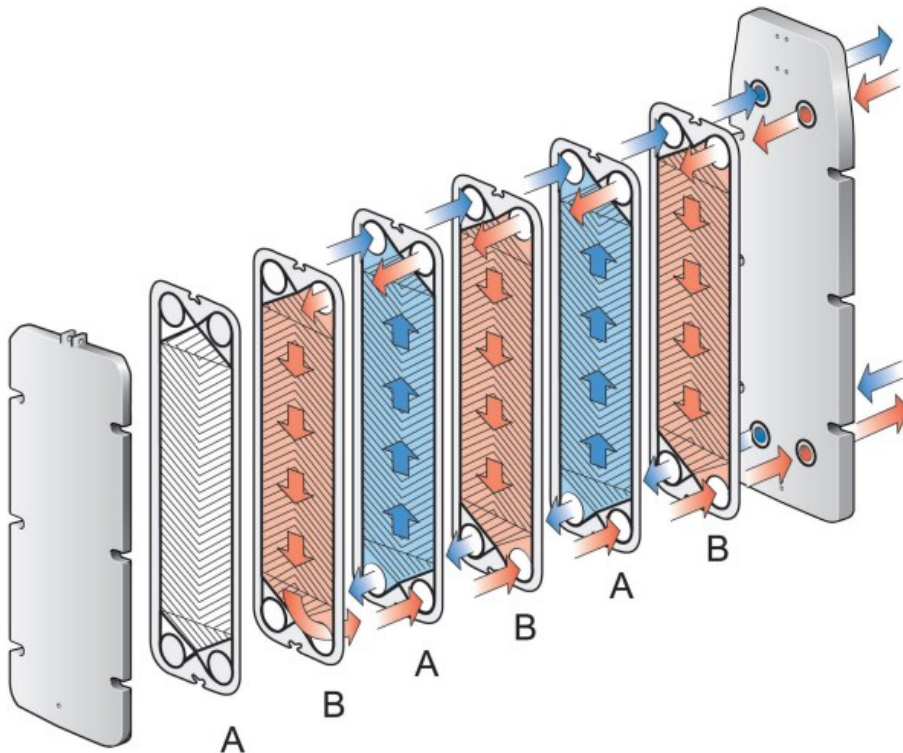
Kuvio 3 Itsepuhdistava suodatin. (N0016 Kumpupesu. 2021, 20)

Flotaatiosäiliötä käytetään kiinteiden hiukkasten erottamiseen nesteestä. Se perustuu painovoiman ja kellumisen periaatteisiin. Vesi kemikaalisoidaan ennen flotaatiosäiliötä, jotta hiukkaset alkavat muodostaa flokkeja eli hiukkaskönttejä. Hiukkasten yhdistyessä toisiinsa säiliön pohjasta päästetään ilmakuplia, jotka nostava flokit säiliön pinnalle. Sieltä kiintoaine poistuu

prosessissa eteenpäin rejektisäiliöön joko kaapimella tai täysin automaattisesti. (Ainali, Juuso & Sorsa. 2001, 7; Prosessijätevesien puhdistaminen flotaation avulla 2010, 6.)

6.3 Levylämmönvaihdin

Lämmönvaihdin tai lämmönsiirrin on laite, jolla eri lämpöisten aineiden energiaa siirretään toisiinsa ilman niiden sekoittamista keskenään. Lämmönvaihtimissa aineet voivat virrata samansuuntaisesti, vastavirtaan tai poikittain. Levylämmönvaihtimet koostuu pakasta ohuita levyjä, jotka ovat poimutettuja mahdollisimman suuren lämmönsiirto pinta-alan vuoksi. Levyt ovat lajiteltu siten, että joka toisessa levyssä virtaa neste, josta lämpö otetaan talteen ja joka toisessa neste johon lämpö halutaan siirtää. Kuvio 5 esittää levylämmönvaihdinta. (Lämmönvaihtimien perusteet 2016; heat exchanger 2023.)



Kuvio 4 Levypakka asettelun periaate. (Tiivisteelliset levylämmönvaihtimet. 2019, 15)

Lämmönvaihtimien likaantuminen tarkoittaa epäpuhtauksien kertymistä lämmönsiirtopinnoille. Se huonontaa lämmönsiirtoa sekä voi aiheuttaa vaurioitumista. Yleisiä likaantumismekanismeja, joita voi esiintyä useassa tapauksessa myös samanaikaisesti on mm. hiukkaslikaantuminen,

saostuminen, kemiallinen likaantuminen, biologinen likaantuminen ja virtausnopeus. (Energiatehokas lämmönsiirto 2016, 16.)

Lämmönsiirtopinnoille kerääntynyt lika pienentää virtauksen poikkipinta-alaa ja lisää pinnan karheutta aiheuttaen aiempaa suuremman painehäviön. Jotta lämmönsiirtopintojen läpi saataisiin sama lämpömäärä kuin ennenkin, on virtausnopeutta kasvatettava, mikä taas kasvattaa painehäviötä entisestään. Yleisin syy lämmönvaihtimien puhdistukselle onkin kohonnut painehäviö eikä huonontunut lämmönsiirto, jota pystyy kompensoimaan tiettyyn rajaan saakka. (Energiatehokas lämmönsiirto 2016, 9.)

Lämmönvaihtimet voi puhdistaa kemiallisesti tai mekaanisesti. Kemiallinen tapa tarkoittaa pesunesteen kierrätystä lämmönvaihtimen sisällä. Sen hyviä puolia on tehokas lopputulos, kohtuulliset kustannukset, helppous ja ei kuluta lämmönvaihtimien tiivisteitä. Mekaaninen tapa tarkoittaa lämmönvaihtimen avaamista ja pesemistä painepesurilla. Vaihtimen avaaminen on kuitenkin työlästä, kuluttaa tiivisteitä ja lopputulos voi vaihdella olennaisesti eri pesijöiden välillä. (Kierrätyspesulla tehoa merivesilämmönvaihtimiin 2017, 2.)

7 Työn toteutus

7.1 Työn lähtötilanne

Lämmöntalteenottolaitoksella suoritetaan kaksi huoltokierrosta vuoron aikana. Työn lähtötilanteessa työntekijät tiesivät, mitä kierroksella pitää huomioida, mutta mitään kirjallista ohjetta asiasta ei ollut. Vanhemmat työntekijät opettivat asiat uusille ja asioita opittiin myös kokemusten avulla. Kirjalliset ohjeet on hyödyllisiä varsinkin uusille työntekijöille, sillä ne tarjoavat selkeät ja yksityiskohtaiset ohjeet, joita on helppo kerrata tarpeen mukaan, kun työntekijöiltä kysyttäessä voi unohtua tärkeitä yksityiskohtia tai he voivat olla liian kiireisiä vastataksaan.

Lämmönvaihtimet likaantuvat ajoittain ja ne joudutaan puhdistamaan, jotta lämmönsiirto pysyy hyvällä tasolla ja paine-ero vaihtimen ympärillä ei nouse liian isoksi. Vaihtimien likaantuessa ulkopuolinen toimija on tullut pesemään ne. Laitokselle oli suunniteltu hankittavaksi oma pesulaitteisto, jotta vaihtimet pystyttäisiin pesemään itse ja ulkopuolista toimijaa ei enää tarvittaisi. Lähtötilanteessa pesulaitteistoa ei ollut hankittu, mutta sellaista oli joskus lainattu. Pesuohje tarvittiin,

jotta vaihtimien peseminen onnistuisi keneltä tahansa, sitten kun kyseinen laitteisto on saatu hankittua. Lähtötilanteessa tuli myös selville, että vaihtimille halutaan nimenomaan ohje kemiallisesta pesusta.

7.2 Työn toteutus

Huoltokierros ohjeen tekemiseen hyödynnettiin ensin kaikki kokemuksesta syntynyt tieto omilta huoltokierroksilta. Seuraavaksi seurattiin erään työntekijän suorittamaa huoltokierrosta ja listattiin ylös kaikki suoritettavat toimenpiteet ja haastateltiin samalla miksi asiat tehtiin niin kuin ne tehtiin. Lopuksi tutkittiin laitokselta löytyvää käyttöohjetta, josta löytyi muutama lisättävä asia. Toimenpiteet ryhmitettiin suoritettaviksi joko jokaisella huoltokierroksella, kerran vuorossa, kerran viikossa tai kerran kuukaudessa sen mukaan, kuinka usein käyttöohje haastateltavat työntekijät perustelivat sen suoritettavaksi. Kun ohjeen runko oli valmis, siihen otettiin reilusti kuvia selkeyttämään ja havainnollistamaan sitä. Ohje kirjoitettiin aikaisempaa ohje kappaletta huomioiden mm. käskymuodossa. Lopuksi työhön lisättiin muutama varoitus, jotta välttyttäisiin mahdollisilta onnettomuuksilta.

Pesuohjeen tekeminen alkoi havainnoimalla lauhde- ja tukkiallasveden putkistoja lämmönvaihtimien ympärillä ja haastatteleamalla samalla erästä laitoksen työntekijää. Laitteistoa havainnoitiin useaan eri otteeseen, sillä iso kokonaisuus teki siitä monimutkaisen. Tietoa puhdistuksesta ja oikeaan venttiileiden avaamis- ja sulkemisjärjestykseen koitettiin etsiä monista eri tietolähteistä, mutta lopulta parhaat ratkaisut löydettiin kokemusten avulla. Ohje laadittiin aikaisemman ohje kappaleen oppien mukaisesti.

7.3 Työn tulokset

Työn ensimmäisenä tuloksena on yksitoista sivuinen wordilla tehty ohje kierroksella huomioitava asioista. Tuloksiin päästiin lamelliselkeyttimen osalta (Liite 1) pitkälti käyttöohjeen avulla. Tiedossa oli, että selkeyttimen päältä tulee tarkastella veden sakeutta joka kierroksella, mutta käyttöohjeesta selvisi tarkalleen miten pitää tilanteessa toimia. Hiekkasuodattimen (Liite 2) osalta

tuloksiin päästiin sekä omien kokemusten avulla, sekä seuraamalla työntekijän suorittamaa kierrosta. Suodattimen päällä olevasta luukusta täytyy tarkastaa joka kierroksella, että hiekka kiertää normaalisti. Oma kokemus oli, että hiekkaa saattaa olla niin reilusti, että se on aivan tukossa. Silloin täytyy käyttää lähistöllä olevaa vesilettoa tukon aukaisuun. Toinen vaihtoehto on, että suodattimessa kiertää pelkkä vesi, eikä lainkaan hiekkaa. Haastateltaessa toista työntekijää selvisi, että silloin on mentävä suodattimen alapäähän kääntämään mammutpumpun paineilmaventtiiliä muutaman kerran auki ja kiinni (Liite 3).

Työn toisena tuloksena on yhdeksän sivuinen wordilla tehty ohje lämmönvaihtimien pesulle (liite 4). Ohje sisältää yksityiskohtaiset ohjeet varavaihtimen käyttöönotosta ja puhdistettavan vaihtimen erottamisesta linjasta, joka on myös pesuprosessin työläin osa, sillä venttiileitä on paljon ja kävelyä tulee venttiileiden sijaintien vuoksi. Ohje sisältää myös lyhyesti ja pintapuolisesti pesuprosessin muitakin vaiheita, kuten esim. vaihtimen tyhjennys, täyttö pesuaineella ja kierrätys, vaikka ohjeen pääpainona oli varavaihtimen käyttöönotto ja puhdistettavan vaihtimen erotus.

8 Pohdinta

Tavoitteena oli laatia ohje lämmöntalteenottolaitokselle kierroksella huomioitavista asioista ja lämmönvaihtimille pesuohje. Kierrokselle tehdyn ohjeen tavoitteena oli parantaa laitoksen käyttövarmuutta ja myös ohjata ja yhtenäistää käyttäjien toimintatapoja. Lämmönvaihtimien pesuohjeen tavoitteena on mahdollistaa vaihtimien pesu itse, kun pesulaitteisto on hankittu. Työn tulokseksi valmistui kaksi erillistä noin. 10sivuista wordilla laadittua ohjetta. Työssä onnistuttiin laatimaan visuaaliset ja selkeästi kirjoitetut ohjeet, jotka antavat hyvin selkeitä ja yksityiskohtaisia ohjeita, jotta uudetkin työntekijät saisivat ohjeiden avulla työt hoidettua. Työn toteuttamismenetelmiin liittyi joitakin rajoituksia, kuten että kaikkea mahdollista ei osata vielä välttämättä kierroksella ennakoita, sillä laitokseen tehdyt isommat muutokset ovat vasta pari vuotta vanhoja ja jotkut ongelmat voi tulla esille vielä myöhemmin. Toisena rajoituksena tietoperustan kerääminen oli osittain hankalaa, koska laitokset ovat kaikki erilaisia ja tietoa löytyi niukasti. Ohjeita ei ole vielä ehditty hyödyntää, koska ne ovat vasta valmistuneet. Niitä kuitenkin voidaan hyödyntää tallentamalla ne työpaikan tietokoneelle yhteiselle asemalle, jossa muutkin vastaavanlaiset ohjeet ovat ja

tiedottamalla niistä nykyisille ja uusille työntekijöille. Ne voidaan myös tarvittaessa tulostaa ja laittaa näkyviin laitokselle. On todennäköistä, että ohjeille tulee jossakin vaiheessa päivittämistarvetta, kun esim. uusia ongelmia esiintyy tai teknologia muuttuu. Ohjeet ovat kuitenkin helposti päivitettävissä sähköisessä muodossa.

Lähteet

Autio, A. 2010. Prosessijätevesien puhdistaminen flotaation avulla. Opinnäytetyö. Keski-pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.3.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16362/oppari.pdf?sequence=1>

Ekocoil, J. 2016. Lämmönvaihtimien perusteet. Nettisivu. Viitattu 3.4.2023. <https://ekocoil.wordpress.com/2016/02/28/lammonvaihtimien-perusteet/>.

Energiatehokas lämmönsiirto. 2016. Opas. Helsinki. Motiva. Viitattu 15.3.2023. https://www.motiva.fi/files/11078/Energiatehokas_lammonsiirto_opas.pdf

Energiäteollisuuden ympäristöpooli. 2016. Raportti. Pöyry. Viitattu 15.2.2023. https://energia.fi/files/1442/Savukaasupesurit_raportti_201216.pdf

Heat exchanger. 2023. Artikkel. Britannica. Viitattu 6.4.2023. <https://www.britannica.com/technology/heat-exchanger>

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. p. Kerava: Promaint ry.

Kierrätyspesulla tehoa merivesilämmönvaihtimiin. 2016. Opas. Helsinki. Motiva. Viitattu 15.3.2023. <https://www.kl-lampo.com/uploaded/files/fin/kl-lampo-case-helen-oy.pdf>

Käyttö- ja huolto-ohje. 2020. Käyttö- ja huolto-ohje. Valmet. Viitattu 20.3.2023.

Levylämmönvaihtimen toiminta. N.d. Opas. Opetushallitus. Viitattu 2.3.2023
<https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/levylammonvaihtimen-toiminta.pdf>

N0016 kumpupesä. 2021. Koulutusmateriaali. Valmet. Viitattu 11.2.2023.

Paakkunainen, T. 2021. Opinnäytetyö. Poliisi ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.3.2023.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/496184>

Rumpu- ja kiekkosuodattimet. N.d. Nettisivu. Viitattu 10.3.2023. <https://filterit.fi/c/tuoteryhmat/suodatus/rumpu-ja-kiekkosuodattimet>

Sorsa, A., Juuso, E. & Ainali, I. 2001. Vesikemikaalien annostelutyökalun kehittäminen. Raportti B No 35. Viitattu 15.3.2023. <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514275403.pdf>

Tiivisteelliset levylämmönvaihtimet. 2019. Käyttöohje. Ruotsi: Alfa laval. <https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/products/heat-transfer/plate-heat-exchangers/gasketed-plate-and-frame-heat-exchangers/instruction-manuals/instruction-manual-alfa-laval-clipline-and-front-line-finnish.pdf>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Tammi.

Liitteet

Liite 1. Kierroksella huomioitavat asiat: lamellisuodatin

LTO-Laitoksen kierroksella huomioitavat asiat

Joka kierroksella huomioitavat asiat

- Tarkasta lamelliselkeyttimen (kuvio 1) veden sakeus. Veden pitää olla niin kirkasta, että selkeyttimen päältä katsottuna lamellilevyt näkyvät selkeästi. Ylitteen ollessa joko pitkään ruskeaa tai huomattavan ruskeaa, tulee kemikaalien annostelua säätää. Jos ylitte on muuten kirkasta, mutta sen pinnalla kelluu valkoisia polymeeri klönttejä tai PAX-flokkeja, täytyy kemikaaliannostelua vähentää. Annosmääriä ja kemikaalipitoisuutta joudutaan joskus säätämään esim. polttoaineen muuttuessa tai lauhteen kiintoainepitoisuuden vaihdeltaessa.
- Tarkista, että lamelliselkeyttimen puhtaan lauhteen ylijuoksukouruissa ei ole leväkasvustoa tai kiintoainetta. Puhdista tarvittaessa.



Kuvio 1 Lamelliselkeyttin

- Tarkasta hiekkasuodattimesta (kuvio 2), että hiekka kiertää normaalisti. Mikäli hiekasta on muodostunut tukko, käytä läheisyydessä olevaa vesiletkua (kuvio 3) tukon aukaisemiseen.



Kuvio 2 Hiekkasuodatin



Kuvio 3 Vesiletku

Liite 3 Mammutpumpun paineilmaventtiili

- Jos hiekka ei kierrä lainkaan, avaa ja sulje mammutpumpun paineilmaventtiiliä (kuvio 4) muutama kerta. Kopautus kumilekalla suodattimen alaosaan voi myös auttaa.



Kuvio 4 Mammutpumpun paineilmaventtiili

Liite 4 Lämmönvaihdinten pesuohje

Lämmönvaihdinten pesuohje

CIP- Pesu sisältää seuraavat vaiheet:

1. Varalämmönvaihtimen käyttöönotto
2. Puhdistettavan lämmönvaihtimen erottaminen linjasta
3. Vaihtimen tyhjennys
4. Vaihtimen täyttö pesuliuksella
5. Pesuliuksen kierrätys
6. Pesuliuksen talteen keräys
7. Vaihtimen huuhtelu
8. Vaihtimen otto takaisin käyttöön
9. Varavaihtimen erotus linjasta

1. Varalämmönvaihtimen käyttöönotto

- Avaa ensin varalämmönvaihtimen eli keskimmäisen vaihtimen tukkiallasvesi puolen venttiilit (kuviot 2,3,4), ja sitten pesurin puolen venttiilit (kuviot 5,6,7). Kuvio 1 kuvaa merkkauksia.



Kuvio 1 Vaihtimiin on merkitty, mitä milläkin puolella kiertää ja kierron suunta.