



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Saku-Petteri Metsäranta

SAVUKAASUJÄRJESTELMÄN TEKNI-
SEN RAKENTEEN SUUNNITTELU JA
KÄYNNISSÄPITO-OPERAATTORIN
KIERROKSEN LAATIMINEN

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Saku-Petteri Metsäranta
Opinnäytetyön nimi	Savukaasujärjestelmän teknisen rakenteen suunnittelu ja käynnissäpito-operaattorin kierroksen laatiminen
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	32+10
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Opinnäytetyön tarkoitus oli laatia Metsä Board Kaskisille tekninen rakenne savukaasulämmönvaihtimelle, sekä laatia operaattoreille ennaltaehkäisyä parantava tarkistuskierros. Opinnäytetyölle oli tarvetta, koska vanhan savukaasulämmönvaihtimen tilalle tuli uudentyypinen tyhjiöputkilämmönvaihdin. Uuteen savukaasulämmönvaihtimeen tarvittiin uusi tekninen rakenne SAP-toiminnanohjausjärjestelmään ja käynnissäpito-operaattorin kierros kyseiselle järjestelmälle.

Työssä esittelen teollisuudessa käytettäviä lämmönvaihtimia ja niiden toimintaperiaatteita, sekä kaukolämmön toimintaa. Kunnossapitolajit käyn läpi omassa kapaleessaan.

SAP:n tekninen rakennetta käytetään päivittäin tehtaalla, joten työ oli tärkeä toimeksiantajalle. Rakenteen avulla pystytään selvittämään tehtaan kaikissa laitteissa käytettävät komponentit. Käynnissäpito-operaattorin kierroksella voidaan ennaltaehkäistä isoimmat viat ja saada tieto etukäteen kunnossapidolle, jotta pystytään suunnittelemaan huolto etukäteen.

Avainsanat	Lämmönvaihdin, kaukolämpö, kunnossapitolajit, operaattorin kierros ja tekninen rakenne.
------------	---

ABSTRACT

Author	Saku-Petteri Metsäranta
Title	Introduction of Flue Gas System
Year	2019
Language	Finnish
Pages	32+10
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

The aim of this thesis was to establish a technical structure for a flue gas heat exchanger for Metsä Board in Kaskinen, as well as to create an improved preventing control round for the operator. This work was needed because of the replacement of the old heat exchanger to a new version of vacuum tube heat exchanger. The new flue gas heat exchanger required a new technical structure for the SAP- enterprise resource planning system. For the operators it therefore also required control rounds for this particular system.

I present in this thesis different heat exchangers used in the industry and also the different heat exchanger's policies. I will also briefly describe the function of district heating. Maintenance types will be presented in their own chapter.

In the factory the SAP technical structure is used on a daily basis, which is why this work was essential for the client. The structure enables to interpret all of the components in the units that are used in the factory. The operator's rounds can prevent bigger faults and obtain the information beforehand for the maintenance and therefore even plan the upkeep ahead.

Keywords Heat exchanger, district heat, maintenance types, operator control round and technical structure

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	TOIMEKSIANTAJA JA LÄHTÖKOHDAT	9
	2.1 Metsä Board	9
	2.2 Lähtökohdat	10
3	LÄMMÖNVAIHTIMET	12
	3.1 Lämmönvaihtimet ja lämmön siirtymisen eri muodot.....	12
	3.1.1 Johtuminen	12
	3.1.2 Konvektio.....	12
	3.1.3 Terminen säteily.....	12
	3.2 Kaksoisputkilämmönvaihdin	13
	3.3 Levylämmönsiirrin.....	14
	3.4 Lämpöputket	15
	3.5 Putkilämmönvaihdin	16
	3.6 Kaskisissa käytettävä HPHE-tyhjiöputkilämmönvaihdin.....	17
4	KAUKOLÄMPÖ.....	19
	4.1 Kaukolämmön toiminta	19
5	KUNNOSSAPITOLAJIT	21
	5.1 Suunniteltu kunnossapito	22
	5.1.1 Ehkäisevä kunnossapito	23
	5.1.2 Jaksotettu kunnossapito.....	23
	5.1.3 Kuntoon perustuva kunnossapito	23
	5.2 Parantava kunnossapito.....	24
	5.3 Häiriökorjaukset.....	25
6	KÄYNNISSÄPITO-OPERAATTORIN KIERROS	26
7	TEKNISEN RAKENTEEN LAATIMINEN	28
	7.1 HPHE-Lämmönvaihdin	28
	7.2 Kiertovesipumput ja kiertovesipumppujen moottorit	28

7.3	Lämpötilailmaisimet	29
7.3.1	Veden lämpötilailmaisimet	29
7.3.2	Savukaasun lämpötilailmaisimet.....	29
7.4	Veden virtausmittaukset.....	30
8	TYÖN TULOKSET	31
8.1	Työn tulos	31
	LÄHTEET.....	32

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Metsä Groupin rakenne. /1/	9
Kuva 2. MetsäBoardin tuotantokapasiteetit. /3/	10
Kuva 3. Myötävirtalämmönsiirrin. /8/.....	13
Kuva 4. Vastavirta lämmönsiirrin. /8/	14
Kuva 5. Levylämmönvaihtimen toimintaperiaate. /10/.....	15
Kuva 6. Lämpöputken toimintaperiaate. /7/	15
Kuva 7. Putkilämmönvaihtimien toimintaperiaate. /5/	16
Kuva 8. Kaskisissa käytettävän lämpöputken toiminta. /11/.....	18
Kuva 9. Tyhjiöputkilämmönvaihtimen rakenne. /11/	18
Kuva 10. Kaukolämpöverkon komponentit. /12/	20
Kuva 11. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010. /13/	21
Kuva 12. Kunnossapitolajit PSK 7501:2010. /13/	22
Kuva 13. Kunnossapitolajit PSK-6201:2011. /13/	22
Kuva 14. Käynnissäpito-operaattorin apuna käytettävä kirjallinen lomake.....	27
Kuva 15. Positiot ajokaaviossa.....	30

LIITELUETTELO

LIITE 1. Tekninen rakenne SAP-järjestelmään.

LIITE 2. Smart Art -toiminnolla tehty tekninen rakenne.

LIITE 3. Kiertovesipumpun tekninen rakenne.

LIITE 4. Kiertovesipumpun moottorin tekninen rakenne.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella Metsä Board Kaskisten kemihierretehtaalle käynnissäpito-operaattorille suunniteltu tarkistus kierros. Toisena aiheena luodaan tekninen rakenne SAP-järjestelmään uudelle HPHE, eli (*heat pipe / heat exchanger*) tyhjiöputkilämmönvaihtimelle.

Savukaasun vanhasta lämmönvaihtimesta puuttui komponentteja SAP-rakenteesta, joka oli yksi syy kokoonpanon uudistamiselle. Toisena syynä olivat uudet komponentit, mikä joudutaan vaihtamaan rakenteeseen. HPHE-lämmönvaihtimelle ei myöskään ollut suunniteltu käyttäjien tarkistuskierrosta, joten käyttäjille laaditaan HPHE-vaihtimelle oma lomake mitä täytetään, kun käydään kierroksella. Tavoitteena on suunnitella tekninen rakenne ja operaattorikierros, mitkä olisivat hyödyksi toimeksiantajalle jokapäiväisessä työnteossa.

Aloitin esittelemällä työn toimeksiantajan Metsä Board Kaskisen ja Metsä Group -konsernin. Seuraavaksi käyn läpi teoriaosuuden, missä esittelen erilaisia lämmönvaihdin konsepteja, sekä Kaskisissa savukaasussa käytettävän lämmönvaihtimen. Luvussa käsittelen myös kaukolämmön toimintaperiaatteen ja erilaiset kunnossapitolajit.

Työosuudessa käyn läpi käynnissäpito-operaattorin kierroksen, mikä sisältää operaattoreiden kierroksella tarkistettavat asiat, sekä lomakkeen mitä käytetään kierroksen aikana. Edellä mainittuun työosuuteen kuuluu myös teknisen rakenteen laatiminen, jossa on kerrottu teknisen rakenteen jäsentely ja käytettävät komponentit rakenteessa. Lopuksi teen lyhyen yhteenvedon ja esittelen työn lopputuloksen.

2 TOIMEKSIANTAJA JA LÄHTÖKOHDAT

Metsä Groupin liikevaihto on 5,7 miljardia euroa. Henkilöstöä työskentelee yrityksellä yhteensä noin 9 300. Metsä Groupilla on toimintaa 30 maassa ja tuotantoa tehdään 7 eri valtiossa. Konsernin emoyhtiö on Metsäliitto Osuuskunta, joiden omistajina toimii 103 000 Suomalaista metsänomistajaa. Kuvassa 1 on esiteltynä kaikista tytäryhtiöistä tarkempia tietoja. /1/

METSÄ GROUP				
		LIIKEVAIHTO 5,7 MRD. EUROA		HENKILÖSTÖÄ 9 300
METSÄ FOREST	METSÄ WOOD	METSÄ FIBRE	METSÄ BOARD	METSÄ TISSUE
PUUNHANKINTA JA METSÄPALVELUT	PUUTUOTTEET	SELLU- JA SAHATEOLLISUUS	KARTONKI	PEHMO- JA RUOANLAITTOPAPERIT
LIIKEVAIHTO 2,0 MRD. EUROA	LIIKEVAIHTO 0,4 MRD. EUROA	LIIKEVAIHTO 2,5 MRD. EUROA	LIIKEVAIHTO 1,9 MRD. EUROA	LIIKEVAIHTO 1,0 MRD. EUROA
HENKILÖSTÖ 840	HENKILÖSTÖ 1 500	HENKILÖSTÖ 1 200	HENKILÖSTÖ 2 400	HENKILÖSTÖ 2 800
METSÄLIITTO OSUUSKUNTA OMISTAA 100 %	METSÄLIITTO OSUUSKUNTA OMISTAA 100 %	METSÄLIITTO OSUUSKUNTA OMISTAA 50,1 %, METSÄ BOARD 24,9 %, ITOCHU CORPORATION 25,0 %	METSÄLIITTO OSUUSKUNTA OMISTAA 41,17 % (OSUUS ÄÄNIMÄÄRÄSTÄ 61,87 %)	METSÄLIITTO OSUUSKUNTA OMISTAA 100%
METSÄLIITTO OSUUSKUNTA		KONSERNIN EMOYRITYS		OMISTAJINA 103 000 SUOMALAISTA METSÄNOMISTAJAA

Kuva 1. Metsä Groupin rakenne. /1/

2.1 Metsä Board

Metsä Board on yksi viidestä Metsä Groupin tytäryhtiöstä. Kaikki viisi tytäryhtiötä ovat sijoittuneet eri liiketoiminta-alalle. Metsä Board tuottaa kartonkia, Metsä Wood keskittyy puutuotteiden valmistukseen, Metsä Tissue on keskittynyt pehmo- ja ruoanlaittopapereihin, Metsä Fibre valmistaa sellua ja Metsä Forest on vastuussa puunhankinnasta ja metsäpalveluista. /1/

Metsä Board -yhtiön päätuote on korkealuokkainen kartonki. Yritys panostaa puun ensikuidusta valmistettuihin taive- ja linerkartoinkeihin. Näitä voidaan käyttää esimerkiksi tarjoilu-, lääke- ja ruokapakkauksiin. Metsä Boardilla on yhteensä 8 tuotantoyksikköä. Seitsemän yksikköä sijaitsee Suomessa ja yksi Ruotsissa. Suomen

tuotantoyksiköt sijaitsevat Äänekoskella, Kemissä, Kyröskoskella, Simpeleellä, Tampereella, Joutsenossa ja Kaskisissa. Ruotsin tuotantoyksikkö sijaitsee Husumissa. /2,3/

Valkaistua kemihierrettä, eli BCTMP massaa (*Lyhenne sanoista bleached chemithermomechanical pulp*) valmistetaan kahdessa yksikössä Kaskisissa ja Joutsenossa. Kemihierrettä käytetään taivekartongin valmistukseen, jota valmistetaan Äänekoskella, Kyröskoskella, Simpeleellä, Tampereella ja Husumissa. Lainerikartontia valmistetaan Kemissä ja Husumissa. Kaikkien tehtaiden tuotantomäärät näkyvät kuvasta 2. /2/

Metsä Boardin tuotantokapasiteetit (1000 tn/v)

Lisätietoa tehtaista löytyy alla olevasta karttakuvasta painamalla + kohtia

TEHDAS	KONEET	TAIVE-KARTONKI	LAINERI-KARTONKI	KEMIALLINEN SELLU	KEMI-HIERRE
Husum	2	400	270	730	
Kemi	1		420		
Kyro	1	190			
Simpele	1	290			
Tako	2	210			
Äänekoski	1	240			
Joutseno					330
Kaskinen					370
Yhteensä	8	1330	690	730	700

Kuva 2. MetsäBoardin tuotantokapasiteetit. /3/

2.2 Lähtökohdat

Aikaisemmin Metsä Board Kaskisten tehtaalla käytettiin Economizer-savukaasujen lämmön talteenottoon suunniteltua lämmönvaihdinta. Tämän tyyppinen ratkaisu ei ollut toimiva vaihtoehto, koska lämmönvaihdin syöpyi puhki monesta kohdasta. Vanha lämmönvaihdin ei kestänyt kylmien kohtien muodostumista lämpöpinnoille, josta syntyi happaman savukaasun kondensoituminen, kun lämpötila laski alle 125 °C, eli kastepisteen alapuolelle. Economizer-lämmönvaihdinta yritettiin korjata vielä vuonna 2015, mutta laite alkoi vuotamaan melkein heti uudestaan. /4/

Metsä Board Simpeleellä on ollut vastaavanlainen Economizer-lämmönvaihdin. Se uusittiin vuonna 2005 ja viiden vuoden päästä samat ongelmat kuin Kaskisissa tu-

livat esiin. Tämän takia vaihdin jouduttiin poistamaan käytöstä. Aiemmin mainitussa lämmönvaihtimessa savukaasuvirtauksen lämpöasteet joudutaan varmuussyistä pitämään paljon korkeammalla, koska lämpöjakauma ei ollut tarpeeksi hyvä. /4/

Aikaisempien ongelmien takia lähdettiin ratkaisua hakemaan uudentyyppisen HPHE-tyhjiöputkilämmönvaihtimen avulla. Spirax Sarco toi Suomen markkinoille lämmönsiirtimen, jonka lämpöjakauma pinnoilla on harvinaisen tasainen. Laitetta valmistaa Econotherm UK. /4/

Lämpöjakauman ansiosta vaihtimen lämpötilaa pystytään laskemaan lähemmäksi kastepistettä kuin aiemmin käytetyssä Economizer-lämmönvaihtimessa. Jos uuteen laitteeseen ollaan tyytyväisiä Kaskisissa, HPHE-lämmönvaihdin on implementoitavissa muille Metsän yhtiöille. Metsä Board on myös sallinut toimittajan käyttää laitetta omiin asiakasvierailuihin. /4/

3 LÄMMÖNVAIHTIMET

Lämmönvaihtimet ovat laitteita, jotka vaihtavat lämpöä kahden erilämpöisen aineen välillä, niiden silti sekoittumatta. Väliaine on yleensä kaasua tai nestettä. Teollisuudessa lämmönvaihtimia käytetään paljon energiantuotannossa, mutta niitä käytetään myös kotitalouksien lämmitys- ja ilmastointijärjestelmissä. /5/

3.1 Lämmönvaihtimet ja lämmön siirtymisen eri muodot

Lämmön siirtymisen edellytyksenä on lämpötilaero. Kun lämpötilaero löytyy, pystytään alhaisempaan lämpötilaan siirtämään korkeammasta lämpötilasta lämpöä. Tämä on itsestään palautumaton prosessi. Lämmön siirtymisessä esiintyy kolme eri muotoa: johtuminen, konvektio ja säteily. /6, 7/

3.1.1 Johtuminen

Johtuminen on lämpötilaeron ja molekyylien välittämää lämmönsiirtoa kylmempään aineeseen. Lämmön johtuminen voi tapahtua nesteessä, kaasussa tai kiinteässä aineessa. Lämmönjohtavuus on fysikaalinen ominaisuus, jonka perusteella voidaan määrittää aineen kyky johtaa lämpöä. /6, 7/

3.1.2 Konvektio

Konvektio on lämmön luovuttamista liikkuvasta kaasusta tai nesteestä kiinteään aineeseen. Mahdollista konvektiossa myös on, että kiinteä aine liikkuu ja luovuttaa lämpöä paikallaan olevaan nesteeseen. Konvektiota voi tapahtua pakotettuna tai vapaana. Pakotettuna nesteen virtaus saadaan aikaiseksi puhaltimen tai pumpun ansiosta. Jos liikkeen aiheuttaa lämpötilaero, kysymyksessä on vapaa konvektio. /5, 6/

3.1.3 Terminen säteily

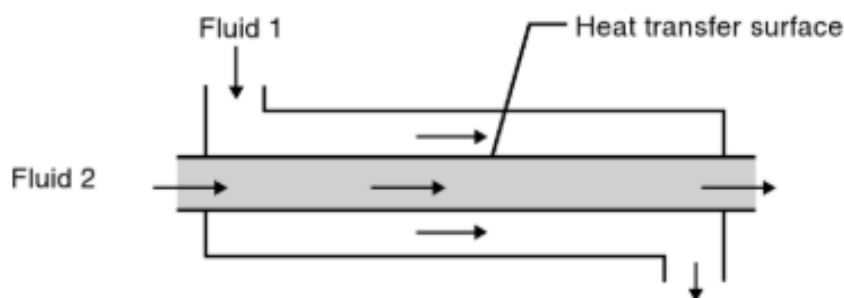
Terminen säteily, eli lämpösäteily on energian siirtymistä sähkömagneettisten aaltojen avulla. Kaikki kappaleet lähettävät säteilyä ainoastaan lämpötilansa perusteella. Yleensä jos aallonpituus on $\lambda = 0,8 \dots 400 \mu\text{m}$ kutsutaan sitä lämpösäteilyksi. Edellä mainittu lämmönsiirtymismuoto ei tarvitse väliainetta lämmön siirtymiseen. /6, 7/

3.2 Kaksoisputkilämmönvaihdin

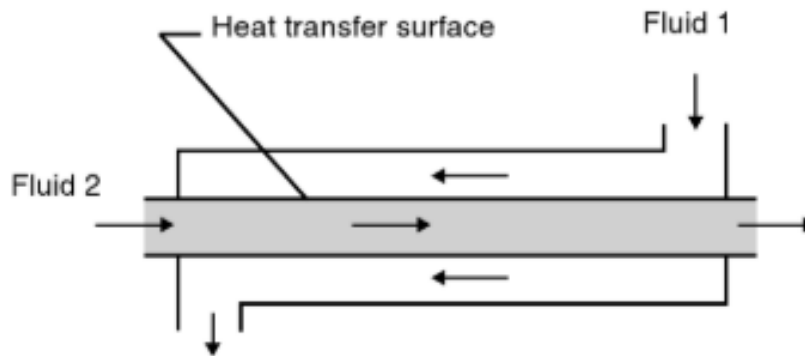
Yksinkertaisin kaikista lämmönvaihtimista toiminnaltaan on kaksoisputkilämmönvaihdin. Lämmönvaihdin koostuu vaakatason suuntaisesta putkesta, jonka sisällä on pienempi samansuuntainen putki. Pienemmän putken sisällä virtaa kuuma vesi, joka luovuttaa lämpöä suuremmissa putkessa kulkevaan kylmään veteen. Edellä mainittu lämmönvaihdin voi toimia kahdella eri tyylillä, myötävirta- tai vastavirtaperiaatteella. /5, 8, 9/

Kuvassa 3 on myötävirtaperiaatteella toimiva lämmönvaihdin. Väliaine ja neste liikkuvat samaan suuntaan sekoittumatta lämmönsiirtimen sisällä. Vastavirtaperiaatteessa virtaukset tulevat kohtisuorasti toisiaan kohtaan. Kuvassa 4 on esitetty vastavirtalämmönvaihtimen periaate. /5, 8, 9/

Edellä mainittujen lämmönsiirtimien ero on, että myötävirta-periaatteella toimivan lämmönsiirtimen lämmitettävää vettä ei pystytä saamaan kuumemmaksi kuin lämmittävän veden lähtevä lämpötila. Toisin kuin vastavirta-periaatteella toimivan siirtimen lämmitettävä vesi on mahdollista saada lämpimämmäksi kuin, poistuvan lämpöä jakavan aineen ja lämpö saadaan siirrettyä myös pienemmällä pinta-alalla. /9/



Kuva 3. Myötävirtalämmönsiirrin. /8/



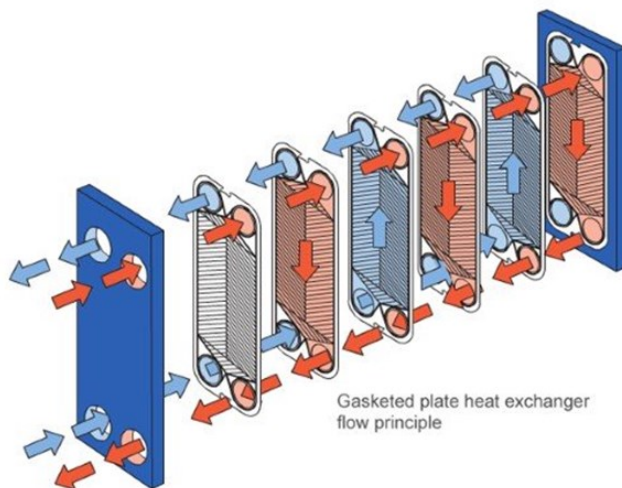
Kuva 4. Vastavirta lämmönsiirrin. /8/

3.3 Levylämmönsiirrin

Tämä lämmönvaihdin muodostuu monesta ohuesta levystä, jotka on kiinnitetty toisiinsa (kuva 5). Levyjen päädyissä on virtauskanavat kuumalle ja kylmälle nesteelle, jossa väliaine levyssä kulkee eri suuntiin. Kuuma vesi tulee lämmönsiirtimen sisään yläputkesta ja virtaa levyä pitkin alaputkeen. Putkea pitkin vesi virtaa ulos vaihtimesta samalta puolelta mistä on syötetty sisään. Kylmä vesi tekee kierron eri suuntaan, eli vettä syötetään vaihtimeen alhaalta. Kun vesi pääsee levyille, kylmä vesi nousee ylöspäin levyä pitkin ja lähtee yläputkesta pois lämpimämpänä. /5, 8/

Koska kylmä vesi lämpenee lämmönvaihtimessa ja haluaa nousta ylöspäin, on tarpeetonta syöttää vettä yläputkesta sisään. Kuuma vesi toimii samoin mutta päinvastoin verrattuna kylmään veteen. On hyödytöntä lisätä pumpun energiantarvetta pakottamalla vettä virtaamaan ns. väärään suuntaan. /5, 8/

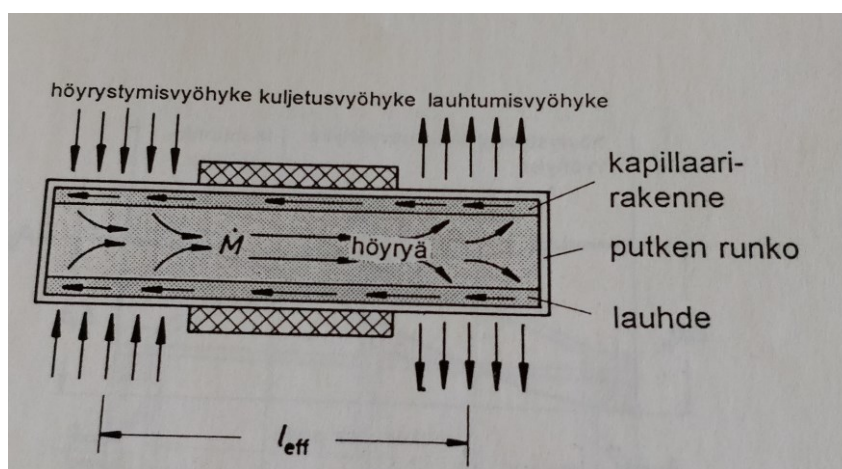
Levyt ovat tiivisteiden avulla liitetty toisiinsa, joten kylmä ja kuuma vesi eivät pääse sekoittumaan. Levyparit ovat asennettu siten, että kuuma aine ja kylmä aine virtaavat joka toisessa levyssä. Tarkoituksena on siirtää lämpöä levyjen avulla. Alla olevasta kuvasta selkeytyy levylämmönvaihtimen toimintaperiaate (kuva 5). /5, 8/



Kuva 5. Levylämmönvaihtimen toimintaperiaate. /10/

3.4 Lämpöputket

Lämpöputken toiminta perustuu tyhjiössä olevan lämmönsiirtoaineen höyrystymiseen ja lauhtumiseen (kuva 6). Putken höyrystymisvyöhykkeeseen viedään lämpöä, mikä höyrystää lämmitysainetta. Aine virtaa kuljetusvyöhykkeen läpi lauhtumisvyöhykkeelle. Lauhtumisvyöhykkeellä lämmitysaine luovuttaa lämpöä putken ympärillä olevaan väliaineeseen. Kun lämpö on luovutettu väliaineeseen, lauhtuminen on tapahtunut. Aine virtaa takaisin höyrystymisvyöhykkeelle seinämässä olevan kapillaarirakenteen kautta ja kiertoprosessi alkaa uudelleen. /7/



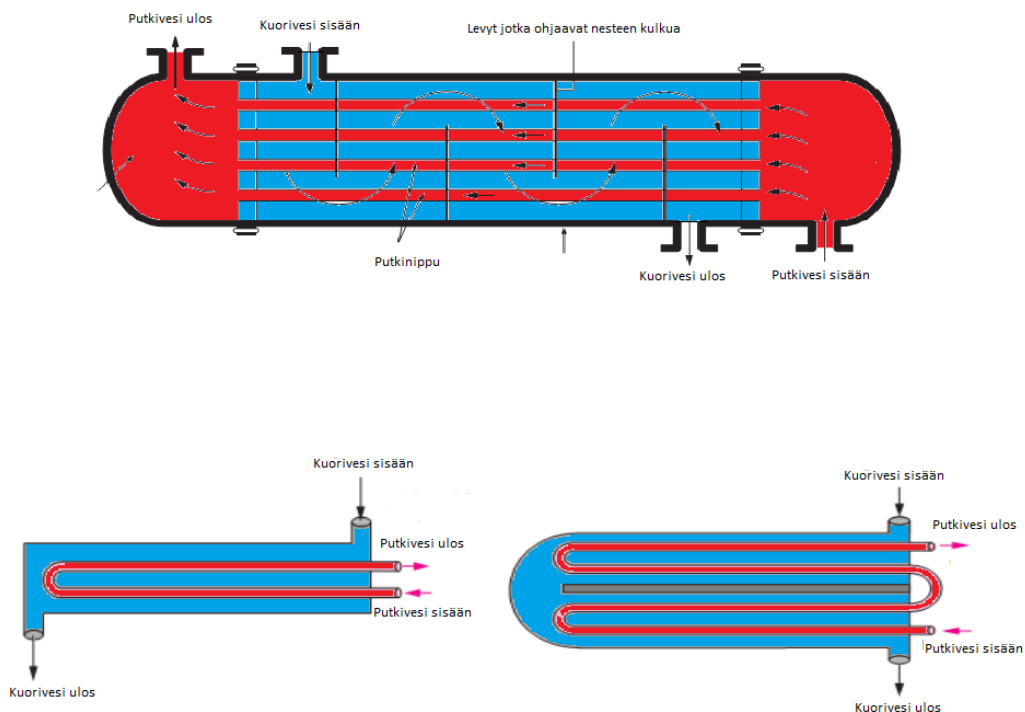
Kuva 6. Lämpöputken toimintaperiaate. /7/

3.5 Putkilämmönvaihdin

Yleisin teollisuudessa käytetty vaihdintyyppi on putkilämmönvaihdin. Lämmönvaihdin koostuu putkinipusta, joka on aseteltu kuoren sisälle x-akselin suuntaisesti. Näiden putkien sisällä virtaa putkineste. /5, 8/

Putkineste saapuu lämmönvaihtiminen alkupäähän ja virtaa läpi vaihtimen, jonka jälkeen menee ulos lämmönsiirtimen ulostuloaukon kautta. Kylmempää ainetta oleva kuorineste virtaa putkien ulkopuolella koskettaen edellä mainittuun pinnaan. Kuoren sisällä olevat ohjauslevyt muodostavat kuorinesteen läpikulkuun aaltomaisen radan. Lämpö siirtyy nipun välityksellä kuumasta putkinesteestä kylmempään kuorinesteeseen. /5, 8/

Putkilämmön vaihtimista löytyy myös erilaisia kuori- ja putkinesteen kiertoprosesseja. Putkivesi voi tehdä U:n muotoisen lenkin kuoren sisällä tai tehdä kolme U:ta. Kuvassa 7 on esitetty kolme erityyppistä putkilämmönvaihdinta ja nesteiden virtaussuunnat. /5, 8/



Kuva 7. Putkilämmönvaihtimien toimintaperiaate. /5/

3.6 Kaskisissa käytettävä HPHE-tyhjiöputkilämmönvaihdin.

Kaskisten Metsä Board -tehtaalla käytetään tyhjiöputkilämmönvaihdinta, jonka toiminta perustuu tyhjiöputkiin. Energia siirtyy veteen n. 1500 yksittäisen ruostumatomasta teräksestä valmistetun tyhjiölämpöputken avulla. /4, 11/

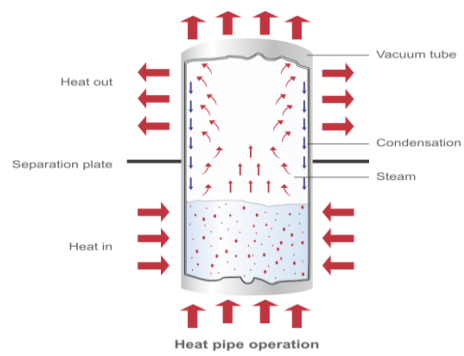
Lämmönvaihdin on sijoitettu savupiipun ja leijupetikattilan väliin, missä tuotetaan höyryä tehtaan omaan tuotantokäyttöön. 70 – 90 % lämmitettävästä vedestä käytetään tehtaalla puunkuorinnan prosessiin. Loppumäärä käytetään tehtaan omaan kaukolämpöpiiriin. /4, 11/

Kun kuuma savukaasu virtaa läpi lämmönsiirtimen, lämpöputkissa oleva työaine, eli vesi, höyrystyy ja nousee putken kylmempään päähän. Yläpäässä putken päät ovat lämmittävässä vesikierrossa. Kylmempi vesikierto tiivistää höyryn vedeksi ja luovuttaa lämmön veteen. Kondensoitumisen jälkeen vesi valuu takaisin lämpöputken alapäähän, jossa kierto jatkuu lämpöeron vaikutuksella. /4, 11/

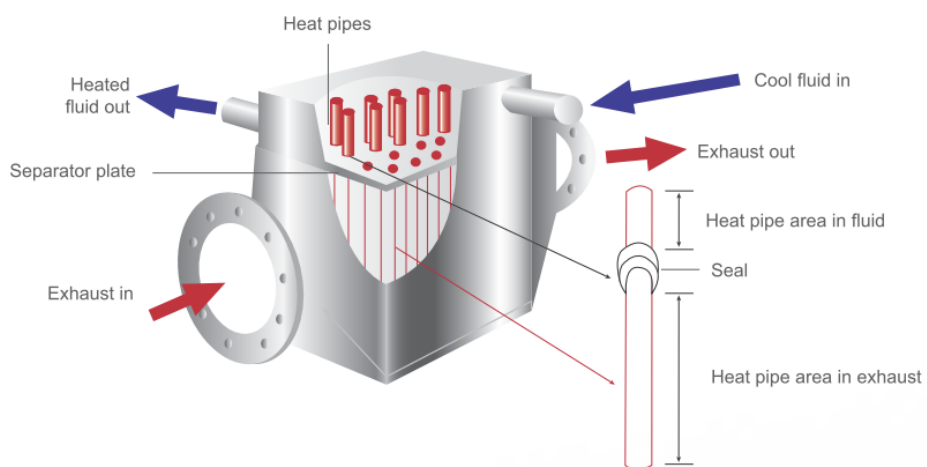
HPHE-lämmönvaihtimen toimintaperiaate on samanlainen kuin kuvassa 6 esitellyllä lämpöputkella. Eroa Kaskisissa käytettävään vaihtimeen on 1500 yksittäistä kuvan 8 mukaista putkea lämmönvaihtimessa. Täten jokainen putki toimii yksittäisenä lämmönvaihtimena. Jos putki syöpyy puhki, silloin menetetään vain yhden putken teho. Putket pystytään vaihtamaan yksittäin. /4, 11/

HPHE-vaihtimen tasaisen lämpöjakauman ansiosta pystytään lämpötilaa laskemaan lähemmäksi kastepistettä. Kuvassa 9 näkyy koko lämmönvaihtimen rakenne. /1, 11/

Lämmön siirtimelle tuleva savukaasun vaihteluväli on 150 – 175 celsiusastetta. Kun savukaasu on mennyt vaihtimen läpi, lämpötila on laskenut noin 20 celsiusastetta. Tulevan veden lämpötila vaihtelee 65 – 85 celsiusasteen välillä ja lähtevä on 10 – 20 celsiusastetta lämpimämpää. Lähtevän veden lämpötila riippuu ajotilanteesta. /4, 11/



Kuva 8. Kaskisissa käytettävän lämpöputken toiminta. /11/



Kuva 9. Tyhjiöputkilämmönvaihtimen rakenne. /11/

4 KAUKOLÄMPÖ

Vuonna 1622 Cornelius Drebbel suunnitteli lämpimän veden jakeluun perustuvaa verkon rakentamista. 255 vuotta myöhemmin, vuonna 1877, Yhdysvalloissa rakennettiin ensimmäinen kaupallisesti toimiva kaukolämpöjärjestelmä. Suomeen kaukolämpö saapui vasta vuonna 1940, kun Helsingin olympiakylään rakennettiin tällöin ensimmäinen asuinalueen kattava kaukolämmitysjärjestelmä. 1980-luvulla kaukolämpöä ruvettiin Suomessa laajentamaan paljon, koska sähkön ja lämmityksen yhteistuotanto mahdollistui. 1990-luvulla kaukolämpö oli vakiintunut lämmitysmuoto taajama-alueilla. /12/

4.1 Kaukolämmön toiminta

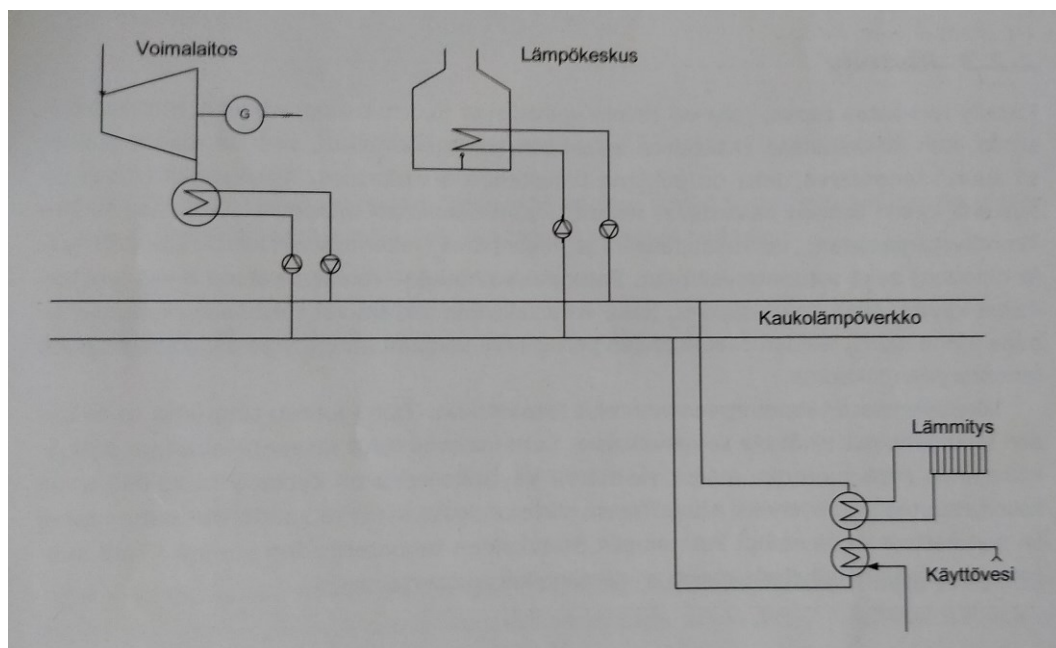
Kaukolämpöä tuotetaan rakennuksien tai käyttöveden lämmittämiseen. Lämpöä tuotetaan erillisessä kohteessa ja siirretään asiakkaalle kaukolämpöverkon avulla. Lämmitysaineena käytetään höyryä tai vettä. /12/

Vesikaukolämmössä lämpö siirtyy putkistoissa kiertävän veden avulla. Vedestä on poistettu mekaanisesti epäpuhtaudet, jotta ne eivät kerrostu putkiston sisäpinnoille. Happi ja muut kaasut poistetaan myös kiertävästä vedestä. Voimalaitokset tai lämmityslaitokset lämmittävät veden lämmönvaihtimissa tai kattiloissa. Veden lämpötilaa säädellään lämmityslaitoksen päässä ulkolämpötilan mukaan, jotta lämpöhäviöt olisivat mahdollisimman pienet. /12/

Asiakas siirtää lämpöä lämmönvaihtimien avulla rakennuksen omaan kiertopiiriin. Asiakkaan kiertopiirit eivät ole mitenkään yhteydessä kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpö vesi kylmenee lämmönvaihtimessa käytyään. Kun vesi on luovuttanut lämmön asiakkaan kiertopiiriin, se palautuu takaisin lämmityslaitokselle. /12/

Pumput kierrättävät vettä meno- ja paluuputkessa. Paine puolestaan pysyy kaukolämpöverkossa pumppujen avulla. Putkistossa pitää olla riittävän korkea keskipaine, ettei höyrystymistä tapahdu. Paineita korotetaan menojohdossa tuotantolaitosten pumpuilla. Jos paine ei riitä tuotantolaitosten pumpuissa, sitä voidaan korot-

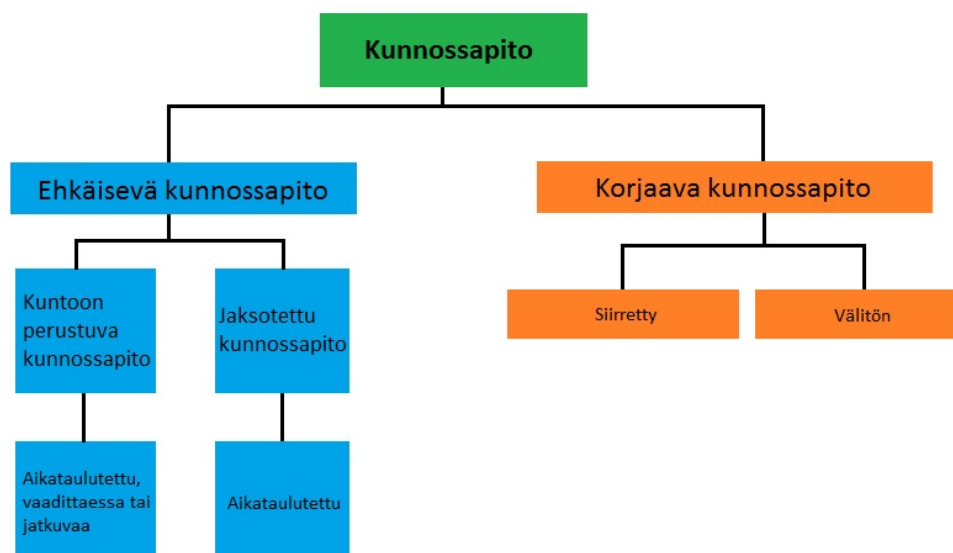
taa myös paineenkorotuspumpulla. Tarpeen vaatiessa paluuputkessa on myös mahdollista käyttää paineenkorotuspumppua. Kuvan 10 mukaisesti kokonaisuuteen kuuluu siis lämmityslaitokset jotka tuottavat lämpöä, kaukolämpöverkko eli putkisto jota pitkin siirretään lämpöä ja asiakkaan laitteet jotka vastaanottavat lämmön. /12/



Kuva 10. Kaukolämpöverkon komponentit. /12/

5 KUNNOSSAPITOLAJIT

Kunnossapitostandardeja löytyy paljon, mutta keskityn kolmeen eri standardiin, joissa käsitellään kunnossapitolajeja. SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapitolajit havaitsemisen mukaan (kuva 10). Aikaisemmin vika todettiin tilaksi, jossa komponentti ei pystynyt enää täyttää vaadittua prosessia. Täten ehkäisevään kunnossapitoon luokitettiin kaikki kunnossapitotyöt, jotka suoritettiin ennemmin kuin vika pysäytti komponentin. /13/

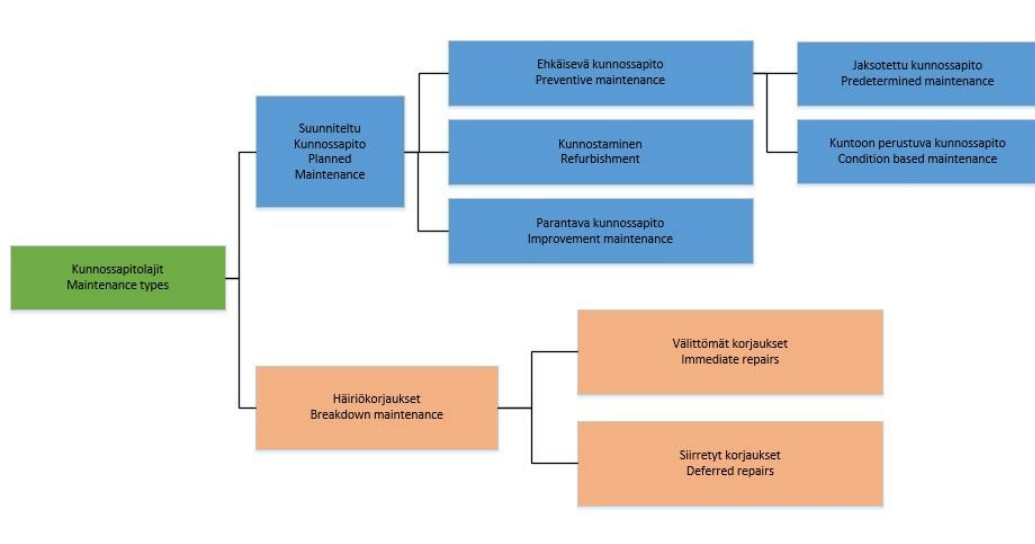


Kuva 11. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010. /13/

PSK 7501:2010 (kuva 11) ja PSK-6201:2011 (kuva 12) kunnossapitolajit ovat jaettu samalla lailla, mutta standardit käyvät läpi aihealuetta eri perspektiivistä kuin SFS-EN 13306:2010 (kuva 11). Standardit 7501 ja 6201 jakavat lajit kahteen osioon: johtavatko ne tuotannon häiriöön, vai onko kunnossapito ennalta määrätty. Ainoa ero näillä kahdella on, että PSK-6201:een yhdistettiin kunnonvalvonta ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus yhdeksi alueeksi. Tätä kutsutaan kuntoon perustuvaksi kunnossapidoksi. Näistä kolmesta standardista PSK-7501 julkaistiin ensimmäisenä. /13/



Kuva 12. Kunnossapitolajit PSK 7501:2010. /13/



Kuva 13. Kunnossapitolajit PSK-6201:2011. /13/

5.1 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito voidaan jakaa kolmeen eri pääryhmään:

- kunnostaminen
- parantava kunnossapito
- ehkäisevä kunnossapito.

Ehkäisevä kunnossapito jaetaan lisäksi kahteen eri alaosiin:

- jaksotettu kunnossapito
- ja kuntoon perustuva kunnossapito.

Kaikkien edellä mainittujen kunnossapitolajien yhteinen tekijä on, että huolto- tai kunnossapitotoimenpidettä on harkittu etukäteen. /13/

5.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa kahteen eri alakategoriaan: jaksotettu kunnossapito ja kuntoon perustuva kunnossapito. Näillä muodoilla pidetään toimintavarmuus tai ylläpidetään kunnossapitokohteen käyttöominaisuus. Tavoitteena ehkäisevällä kunnossapidolla on supistaa koneiden vikaantumisen riskiä tai komponenttien kyvykkyyden heikkenemistä. Tätä tehdään suunnitellusti tai keskeytymättömästi. /13/

5.1.2 Jaksotettu kunnossapito

Kun kunnossapitoa suoritetaan suunnitelluin ajanjaksoin, on kyse jaksotetusta kunnossapidosta. Jaksotuksien perusteita voivat olla esimerkiksi päivämäärä, tuotantomäärä tai käyttötunnit. Kun sovitut määrät tai ajankohdat umpeutuvat, toteutetaan huollot ilman toimintakunnon tarkistamista. /13/

5.1.3 Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito toteutetaan tietoisesti, kun tarkastuskierroksella on havaittu tarvetta huollolle. Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa kuulo-, näkö- ja hajuaistein sekä mittalaittein tapahtuvalla tarkastuksella. Käyttäjäkunnossapito kuuluu tähän kategoriaan. Koneen käyttäjät toimivat ensisijaisesti tarkastajina, koska ovat jatkuvasti niiden luona. He myös tuntevat koneiden tavanomaisen ja tavallisesta poikkeavan toiminnan. Käyttäjien tehtävät on määritelty laitekohtaisesti. Operaattoreiden tärkeimpiä tehtäviä käyttäjäkunnossapidon kannalta ovat:

1. Laitteiden tarkastaminen aistein ja mittalaittein, puhdistaminen ja käynnin-aikaiset pienet huollot.

2. Suoritetaan ennalta määrätyt huollot, jotka on merkitty tehtäväksi päivittäin, viikoittain tai kuukausittain.
3. Hälytetään kunnossapito paikalle, kun tilanne sitä vaatii.
4. Raportoidaan kunnossapitojärjestelmään tehdyt työt. Kunnossapitojärjestelmään ilmoitetaan myös työt jotka eivät ole akuutteja.

Kunnonvalvonnalla yritetään etsiä tulevia vikoja tai pyritään toteamaan, että laite on kunnossa. Tätä toimenpidettä tehdään koneiden käydessä tai seisokin yhteydessä. /13, 14/

5.2 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapitolaji pystytään pilkkomaan kolmeksi eri pääryhmäksi.

- a. Uudistaminen
Koneeseen tai laitteeseen laitetaan uudempia osia kuin mitä kohteessa on alun perin ollut, säilyttämällä silti kohteen toiminta ja suorituskyky samana kuin aiemmin.
- b. Luotettavuuden säilyttäminen
Pyritään muuttamaan kohdetta siten, että komponentteja muuttamalla kohteesta tulisi vakaampi ja luotettavampi. Suorituskykyä ei tarkoituksenmukaisesti pyritä nostamaan korkeammalle tasolle.
- c. Modernisaatiot
Tarkoitus on muuttaa koneen suorituskykyä. Useimmiten uudistetaan valmistusprosessia ja konetta. Koneen toiminnan uudistamisella pyritään siihen, että koneeseen saataisiin uusia ominaisuuksia. Uudistaminen on mahdollista ja järkevää ainoastaan silloin, jos koneella on vielä käyttöikä jäljellä.

Kunnostamista tehdään, kun kulunut tai vaurioitunut on poistettu käytöstä ja osa korjataan takaisin käyttökuntoon. /13/

5.3 Häiriökorjaukset

Vikaantunut laite pyritään korjaamaan toimintakuntoon siten, että laite on käyttöturvallinen. Häiriökorjaukset voidaan jakaa kahteen eri osaan: välittömät korjaukset ja siirretyt korjaukset.

Välittömissä korjauksissa tarvittavat toimenpiteet suoritetaan heti kun vika havaitaan. Tällä tavoin pystytään joko rajaamaan vian aiheuttamat seuraukset siedettävälle tasolle, tai palauttamaan toimintakunto. Siirrettyjä korjauksia ei suoriteta heti vian tunnistamisen jälkeen, vaan vasta yhtiön tai tuotannon tilan salliessa. /15/

6 KÄYNNISSÄPITO-OPERAATTORIN KIERROS

Yhtenä opinnäytetyönosana oli laatia käynnissäpito-operaattorin kierros HPHE-tyhjiöputkilämmönvaihtimelle. Operaattorin kierros kuuluu kunnossapitolajeista käyttäjäkunnossapitoon. Käyttäjäkunnossapidon tärkeimpiä tehtäviä olen esitellyt luvussa 5.2.

Tarkoituksena operaattorin on käydä kerran vuoron aikana tarkastamassa seuraavat asiat.

1. Tyhjiöputkilämmönvaihtimen yleissilmäily:
 - a. Tyhjiöputkien päällä olevien laippojen tiiveys ja silmämääräinen tarkistus.
 - b. Vesikierrossa olevien laippojen tiiveys.
 - c. Savukaasunvuodot.
2. Alueen yleisen siisteyden ylläpitäminen.
3. Kulkuväylien avoinna pitäminen.
4. Kiertovesipumpun, paineenkorotuspumpun ja niiden moottoreiden yleissilmäily ja kuulostelu.
5. Tulevan ja lähtevän veden lämpötila mittareiden tarkistus: näyttävätkö lämpötilamittarit saman lämpötilan lämmönvaihtimella, kuin valvomon tietokoneella.

Kierroksesta laadittiin kirjallinen lomake (kuva 14), mitä voidaan käyttää apuna, kun operaattori käy tarkistamassa savukaasulämmönvaihdinta. Kaikki kohdat tulee suorittaa kerran vuoron aikana. Siihen pystytään myös merkitsemään, jos laitteelta tai ympäristöstä löytää jotakin huomioimisen arvoista. SAP-toiminnanohjausjärjestelmään täytyy myös muistaa kirjata havainnot, koska tieto siirtyy sieltä suoraan kunnossapidolle.

Operaattorikierroksella käytävät kohteet	Huomioita kohteesta
Lämmönvaihtimen laippojen tiiveys	
Savukaasuvuodot	
Kiertovesipumpun toiminta	
Kiertovesipumpun moottorin toiminta.	
Paineenkorotus pumpun toiminta	
Paineenkorotus pumpun moottorin toiminta	
Roskat pois	
Kulkuväylät avoinna	
Lämpötila anturien toimivuus. Lämpötilan vertailu valvomon tietokoneella ja lämmönvaihtimella.	

Kuva 14. Käynnissäpito-operaattorin apuna käytettävä kirjallinen lomake.

7 TEKNISEN RAKENTEEN LAATIMINEN

Kaskisten Metsä Board -tehtaalla on käytössä SAP-toiminnanohjausjärjestelmä, johon tekninen rakenne laadittiin. Koostumusta laadittaessa käytin tehtaan piirikaa- vioita ja asiakirjoja, joista selviää laitteiden tyypit ja toimittajat. Laadin pohjaver- sion mitä pystytään käyttämään, kun SAP:n käyttäjä siirtää tiedot järjestelmään. SAP-järjestelmään on laitettu kaikki tehtaan komponenttien tiedot.

Rakenteesta tein kaksi versiota. Ensimmäinen on hierarkiajärjestyksellä tehty Word-tiedosto (LIITE 1). Toisesta tein visuaalisemman version Excel-sovelluksella käyttäen Smart art -toimintoa (LIITE 2).

Keskeisenä osana rakenteessa toimii savukaasulämmönvaihdin, joka on jaoteltu viiteen osioon.

7.1 HPHE-Lämmönvaihdin

Ensimmäisenä alaosiona on HPHE-lämmönvaihdin, jossa on tyhjiöputket, grafiitti- nen tiiviste sekä Graphoil-tulppa. Graphoil-tulppa on sijoitettu tyhjiöputken keski- kohtaan, jossa se tiivistää välin. Savukaasu ja vesi eivät saa sekoittua keskenään. Grafiittinen tiiviste on kannentiiviste, joka vaihdetaan, kun seisakissa lämmönvaihi- timelle suoritetaan huolto.

7.2 Kiertovesipumput ja kiertovesipumppujen moottorit

Toisena alaosiona on kiertovesipumppujen moottorit. Moottori 1 on ABB:n valmis- tama 15 kw:n M3BP 160MLB 2 -sähkömoottori. Moottori 2:sta ei löytynyt tietoa. Moottoreiden jälkeen tulee kiertovesipumput. Kiertovesipumppu 1 on Sulzerin val- mistama A20-65 O, minkä tilavuusvirta on 30 l/s ja veden nostoteho riittää 20 met- riin. Kiertovesipumppu 2 on Serlachiuksen valmistama DC-50/200. Pumpun tila- vuusvirta on 15 l/s ja nostokorkeus 25 m. Kiertovesipumppu 2 on varalla ja otetaan käyttöön vain tarvittaessa.

Moottorin tarkoitus on pyörittää pumppua, mikä kierrättää vettä lämmönvaihti- melle. Tämä pumppu toimii apupumppuna vedenkierrätyksessä. Kaukolämpöveden

kierrätyspumppua, joka toimii pääpumppuna vedenkierrätyksessä, ei ole mainittu liitteissäni, koska se on aikaisemmin lisätty tekniseen rakenteeseen. Moottorista ja pumpusta tein erillisen oman teknisen rakenteen, missä on eritelty kaikki pumpun ja moottorin osat (LIITE 3 ja LIITE 4).

7.3 Lämpötilailmaisimet

Osion neljä alla on neljä eri TIC-positiota. TIC tulee sanasta (*temperature indicator controller*), eli lämpötilailmaisin. Ensimmäiset kaksi positiota on tarkoitettu savukaasulle ja loput kaksi vedelle.

7.3.1 Veden lämpötilailmaisimet

TIC-8310 mittaa kaukolämpöveden lämpötilaa ennen HPHE-lämmönvaihtimelle menoa. Positiossa on Metson toimittama PM 50AT-BC10-ND9103HN -säätöventtiili, joka säätelee syötettävän veden määrää lämmönvaihtimelle. Samassa positiossa on myös PR electronics:n PRETOP 5331 A3 B1 -lämpötilalähetin, sekä Rösselin 46116/45191 R1/2 -lämpötila-anturi. Lämpötilalähetin toimii 0 – 100 celsiusasteen välillä.

Kaukolämpöveden lämpötilan mittaus HPHE-lämmönvaihtimen jälkeen suoritetaan positiossa TIC-8324. Positiossa on sama lämpötilalähetin kuin 8310:ssa. Lämpötilalähttimen toimintaväli on 0 – 150 °C. Toimintaväli on isompi kuin TIC-8310 -positiossa olevalla lähttimellä, koska lämmönvaihtimelta lähtevän veden lämpötila voi olla yli 100 °C astetta. Samassa paikassa on myös 45191 PT100 -elementtilämpötila-anturi, joka on aiemmin mainitun Rössel-yrityksen toimittama.

7.3.2 Savukaasun lämpötilailmaisimet

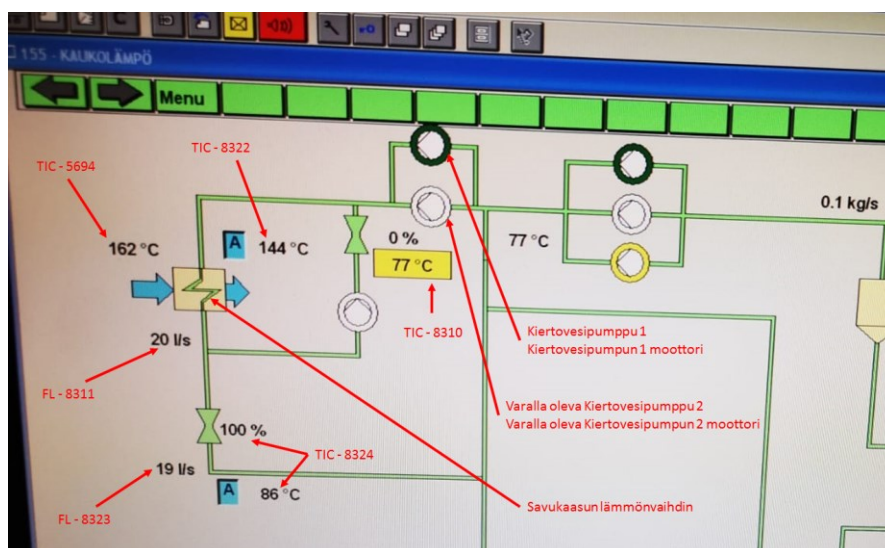
Savukaasulle tarkoitetut positiot TIC-5694 ja TIC-8322 sijaitsevat ennen lämmönvaihdinta ja sen jälkeen. Lämmönvaihtimelle tulevan savukaasun lämpötilailmaisin on merkitty positiolla TIC-5694. Positiossa on H&B-organisaation Sensycon contrans S11 -lämpötilalähetin. Lähttimellä pystytään mittaamaan savukaasun lämpötilaa 0 – 300 °C välillä. Lämpötila-anturin toimittaja on Rössel ja laitetyyppi on 55181/53135 FE-KO BUZH-24. Vaihtimen jälkeen mitattavassa savukaasussa on

käytetty Metson PL80AS-BC10-ND9103HN -säätöventtiiliä, Rosemount:n lämpötilalähetintä 248HANANOXA, sekä lämpötila-anturia 0065L21Z0130Y0160G20XA. Kaikki edellä mainitut komponentit sijaitsevat TIC-8322 -positiossa.

7.4 Veden virtausmittaukset

Viimeisessä osiossa on virtausmittaukset. Virtausmittaus suoritetaan paine-erolähettimellä. Putkea kavennetaan rengaskammiolla, että saadaan aikaiseksi paine-ero. Paine-erosta pystytään laskemaan veden virtaus. FL-8311-positiossa mitataan Rosemount:n 1151 DP4S22C2L4Q4 -paine-eromittarilla veden virtausta, lämmönsiirtimen jälkeen, mutta ennen venttiiliä. Paine-erolähetin toimii 0 – 30 l/s ja 0 – 270,9 Mbar-asteikkojen välillä. Samassa positiossa on myös rengaskammio.

FL-8323-positiossa veden virtaus mitataan venttiilin jälkeen. Paine-erolähetin on samalta toimittajalta kuin positiossa 8311. Paine-eromittareilla oli asiakirjoissa sama tyyppinumero, mutta positiossa 8323 mittari ei pysty mittaamaan kuin 0 – 20 litraa sekunnissa. Molempien positioden rengaskammioiden tietoja ei löytynyt. Kuvassa 14 on esitetty kiertovesipumppujen, moottoreiden ja positioden paikat ajokaaviossa.



Kuva 15. Positiot ajokaaviossa.

8 TYÖN TULOKSET

8.1 Työn tulos

Työllä saatiin valmistettua toimeksiantajalle tekninen rakenne ja käynnissäpito-operaattorin kierros savukaasulämmönvaihtimelle. Teknisen rakenteen avulla sain tehostettua merkittävästi prosessia, jolla toimeksiantaja selvittää savukaasulämmönvaihtimen komponentit.

Käynnissäpito-operaattorin kierroksen ansiosta voidaan mahdollisesti vähentää välittömiä häiriökorjauksia, joita savukaasulämmönvaihtimelle mahdollisesti muodostuu. Jos kierroksella löydetään pieni ongelma, mikä ei vaadi heti korjausta, ilmoitetaan viasta kunnossapidon järjestelmään. Tieto välittyy kunnossapidolle ja tulevat korjaamaan vian, ennen kun ongelma pahenee. Tällöin säästytään ylimääräisiltä kunnossapidon hälytyksiltä ja pystytään suunnittelemaan huoltoja ennakkoon.

Haasteellista oli löytää tietoperäistä materiaalia lämmönvaihtimista ja niiden toimintaperiaatteista. Kirjastoista ei löytynyt paljoa kirjallisuutta, mitkä olisivat sisältäneet lämmönvaihtimista tietoa.

LÄHTEET

/1/ Organisaatio ja johto. Metsä Group. Viitattu 30.11.2019. <https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx#Organisaatio-ja-johto>.

/2/ Metsä Board. Usein kysytyt kysymykset. Viitattu 30.11.2019. <https://www.metsaboard.com/Sijoittajat/Usein-kysytytja-kysymyksiä>.

/3/ Metsä Board. Sijoittajat. Viitattu 30.11.2019. <https://www.metsaboard.com/Sijoittajat/Metsa-Board-kartalla>

/4/ Korhonen, M. & Rissanen, T. 2018. Kaskisten CTMP-massatehtaan voimalaitoksen savukaasujen lämmöntalteenotto. Yksityinen dokumentti.

/5/ Çengel, Y. A. & Ghajar, A. J. 2015. Heat and mass transfer. Fundamentals & Applications. Sivut 649 – 653. Viitattu 3.1.2020. E-Kirja. New York. McGraw-Hill Education. https://www.academia.edu/28446752/Cengel_heat_and_mass_transfer_5ed

/6/ Fagerholm, N-E. 1986. Termodynamiikka. Sivut 255 – 259. Jyväskylä. Gummerus Oy:n kirjapaino.

/7/ Wagner, W. 1988. Lämmönsiirto. Sivut 15 – 16, 51, 117. Suomentanut O. Ranta. Helsinki. Painatuskeskus Oy.

/8/ Kakaç, S. & Liu, H. 2002. Heat Exchangers. Selection, Ratings, and Thermal desing. Sivut 1 – 7. Viitattu 5.1.2020. E-Kirja. Boca Raton. CRC Press. https://books.google.fi/books?id=pATVUSj0IjgC&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true

/9/ Kettunen, A. Nurminen, P. Pakkanen, H. & Huhtinen, M. 2000. Höyrykattila tekniikka. Sivut 202 – 203. Uusittupainos. Helsinki. Edita.

/10/ ALFA LAVAL. How GPHEs works. Viitattu 25.1.2020. <https://www.alfalaval.fi/microsites/tiivisteelliset-levylammonvaihtimet/tyokalut/levylammonvaihtimen-toiminta/>

/11/ Vainio, J. Uutta tekniikkaa likaisten virtojen lämmönsiirtoon. Yksityinen dokumentti.

/12/ Koskelainen, L. Saarela, R. & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Sivut 25 – 48. Helsinki. Kirjapaino Libris Oy.

/13/ Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Sivut 37 – 69, 99 – 114. 6. täydennetty painos. Kerava. Savion kirjapaino Oy.

/14/ Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito. Tuottavuutta käynnissäpidolla. Sivut 217 – 230. 1. painos. Kerava. Savion kirjapaino Oy.

/15/ PSK-6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. PSK Standardisointiyhdistys ry. 2011. 30 s

/16/ Juustovaara, A. 2013. Low voltage cast iron motors M3BP160-250 (Gen. G, K, L, M), M3GP 160-250 (Gen. D, K, L). Spare parts list. Viitattu 25.1.2020. <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3GZF500716-292&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>.

LIITE 1

- **HPHE lämmönvaihdin**
 - HPHE lämmönvaihdin
 - Tyhjiöputket
 - Grafiittinen tiiviste
 - Graphoil tulppa

 - **Kiertovesipumppujen moottorit**
 - Kiertovesipumpun 1 moottori
 - M3BP 160MLB 2 15KW
 - Kiertovesipumpun 2 moottori
 - Moottorista ei löytynyt tietoja

 - **Kiertovesipumput**
 - Kiertovesipumppu 1
 - Sulzer A20-65 O Tilavuusvirta 30l/s, nostokorkeus 20m
 - Kiertovesipumppu 2
 - Serlachius DC-50/200 Tilavuusvirta 15 l/s, nostokorkeus 25m

 - **Lämpötilailmaisimet**
 - **TIC – 5694 Savukaasun lämpötila ennen HPHE lämmönvaihdinta**
 - Lämpötilalähetin
 - H&B SEBSYCON CONTRANS S11
 - 0-300 °C
 - Lämpötila-anturi
 - RÖSSEL 55181/53135
 - Fe-Ko + BUZH-24
 - **TIC – 8310 Kaukolämpöveden lämpötila ennen HPHE lämmönvaihdinta**
 - Säätoventtiili
 - Metso,
 - PM 50AT-BC10-ND9103HN
 - 0-100 %
 - Lämpötilalähetin
 - PR electronics,
 - PRETOP 5331 A3 B1

0-120 °C

- Lämpötila-anturi
 - Rössel
46116/45191 R1/2

- **TIC – 8322 Savukaasun lämpötila HPHE lämmönvaihtimen jälkeen**
 - Säätoventtiili
Metso, PL80AS-BC10-ND9103HN
0-100 %

 - Lämpötilalähetin
 - Rosemount,
248HANANOXA
100–200 °C

 - Lämpötila-anturi
 - Rosemount,
0065L21Z0130Y0160G20XA

- **TIC – 8324 Kaukolämpö veden lämpötila HPHE lämmönvaihtimen jälkeen**
 - Lämpötilalähetin
 - PR electronics
PRETOP 5331 A3 B1
0-150 °C

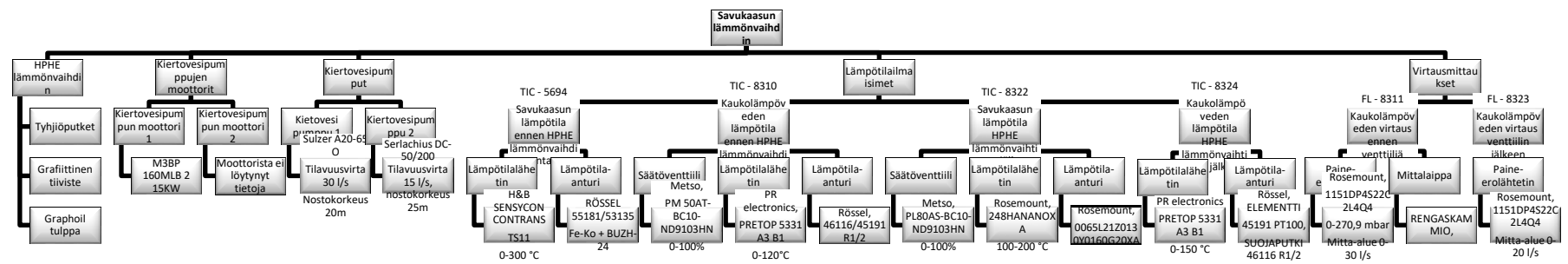
 - Lämpötila-anturi
 - Rössel, ELEMENTTI
45191 PT100,
SUOJAPUTKI 46116 R1/2

- **Virtausmittaukset**
 - **FL – 8311 Kaukolämpöveden virtaus ennen venttiiliä**
 - Paine-erolähetin
 - Rosemount,
1151DP4S22C2L4Q4
0-270,9 mbar
Mitta-alue 0-30 l/s

 - Mittalaippa
 - RENGASKAMMIO

- **FL – 8323 Kaukolämpöveden virtaus venttiilin jälkeen**
 - Paine-erolähetin
 - Rosemount,
1151DP4S22C2L4Q4
Mitta-alue 0-20 l/s

LIITE 2



LIITE 3

Kiertovesipumpun tekninen rakenne				
Osa numero	Lajimerkki	Määrä	Nimi	Materiaali
102.11	9176020141-C	1 kpl	SPIRAALIPESÄ A20-65	(41) A890 3A
			Materiaali ja NDT testit: Materiaalitestit EN 10204-2.1	
			Laippaporaus: EN 1092-1:2007 PN10	
			Spiraalipesän yhteet: Kyllä, pump.os.tyhj. C40 pohja	
			Pump.os.sisä.pint.käsit.: Standardi pintojen käsittely	
			Spir.pesän ulkopinn. käsittely: Stand. 1xEP pintam. (pohjus	
102V	9175980141-1	1 kpl	SPIRAALIPESÄ VALUAI A20-65	(41) A890 3A
135.11	9176060141-1	1 kpl	SIVULEVY O A20-65	(41) A890 3A
161.21	9180920141-1	1 kpl	PESÄN KANSI MA20	(41) A890 3A
183.31	9175870152	1 kpl	TUKIJALKA H 67,5	(52) A48 CL 30 B
183V	9175860152	1 kpl	TUKIJALAN VALUAIHIO H 67,5	(52) A48 CL 30 B
210.31	941247018M-1	1 kpl	AKSELI A2	(BM) EN 1.4460
230.11	9172560141-C	1 kpl	JUOKSUPYÖRÄ OB 175 B26 Z6 A20-65	(41) A890 3A
			Materiaali ja NDT testit: Materiaalitestit EN 10204-2.1	
			Juoksupyörän halkaisija: 157,5 mm	
			Juoksupyörän max.halkaisija: 175,0 mm	
			Juoksupyörän min.halkaisija: 140,0 mm	
			Pump.os.sisä.pint.käsit.: Standardi pintojen käsittely	
320.31	G433000309	1 kpl	VIERINTÄLAAKERI NUP 309 ECJ	
320.32	G325007310	2 kpl	VIERINTÄLAAKERI 7310 BECBM	
330.31	9319400153	1 kpl	LAAKERIPESÄ A2	(53) A48 CL 35 B
339.31	A2-33913-1	1 kpl	LAAKEROINTI A 13/ 2	
344.31	931345015H	1 kpl	VÄLIKAPPALE A20	(5H) A395 60-40-18
360.31	9174200152-1	1 kpl	LAAKERIN KANSI 2	(52) A48 CL 30 B
400.21	E8051975V6	1 kpl	TASOTIIVISTE 197(-2/-3)/185(-1/-2)X0,5	(U0515) REINZ AFM 34
411.21	ESC2191701	1 kpl	TIIVISTYSRENGAS UA 16-10-1,5 / FKM75+SUS304 FKM 75 + SUS304	
412.11	E11H164392	1 kpl	O-RENGAS 164,3X5,7 SMS1586	(92) EPDM
412.12	E11801039F	3 kpl	O-RENGAS 10,3X2,4 SMS 1586	(9F) FFKM
412.14	E113012194	1 kpl	O-RENGAS 12,1X1,6 SMS1586	(94) PTFE
412.21	E118029294	1 kpl	O-RENGAS 29,2X3 SMS1586	(94) PTFE
412.31	E118104591	1 kpl	O-RENGAS 104,5X3 SMS1586	(91) NBR
412.32	E118059591	2 kpl	O-RENGAS 59,5X3 SMS1586	(91) NBR
423.31	9268260131	2 kpl	SOKKELORENGAS A2	(31) SS2303
433.21	FD25140019	1 kpl	LUUKURENGASTIIVISTE JCS1-40-GRMO-309141	
507.31	EL1204506M	2 kpl	HEITTORENGAS 9RB 45	(6M) AISI304/NBR
554.11	B310013037	12 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.21	B310010537	2 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-10-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.23	B380006437	1 kpl	ALUSLAATTA 6,4 DIN 9021	(37) A4 ISO3506
554.31	B310008437	4 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-8-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.32	B310013037	2 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.33	B310013037	4 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.51	B310010537	6 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-10-200 HV-A4	(37) A4 ISO3506
554.61	B31001301K	4 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV	(1K) S+Z EN10025
554.62	B31001301K	2 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV	(1K) S+Z EN10025
554.63	B31001301K	8 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV	(1K) S+Z EN10025
554.64	B31001301K	4 kpl	ALUSLAATTA ISO 7089-12-200 HV	(1K) S+Z EN10025
556.61	918711071K	4 kpl	KOROKE IEC160-180 130 X 100 X 20	(1K) S+Z EN10025
559.61	9194730032	4 kpl	ASETUSLEVY IEC100-180	(32) SS2333
571.21	9267240132	1 kpl	PIDIN A1-A6	(32) SS2333
636.31	GH140201B8	2 kpl	VOITELUNIPPA A R1/8K DIN 71412	(88) EN10088-31.4305
644.31	9184520112	1 kpl	VOITELURENGAS A2	(12) Fe P01 EN10130
683.21	93321401BG	1 kpl	SUOJUS A20	(BG) EN 1.4301
683.22	93321401BG	1 kpl	SUOJUS A20	(BG) EN 1.4301
683.23	93745501BG	1 kpl	SUOJUS A1-A3 T	(BG) EN 1.4301
685.51	2840310111	1 kpl	SUOJIAN PÄÄTY D180/D95,S4	(11) S235JRG2EN10025
686.51	931286011K	1 kpl	SUOJIAN VAIPPA D180 L340	(1K) S+Z EN10025
686.52	384475011K	1 kpl	SUOJIAN VAIPPA D180 L110	(1K) S+Z EN10025
840.51	KA32032042	1 kpl	KYTKIN VS125-R FBH D32H7/D42H7 DIN6885	
			REX VIVA VS 125-R FBH d1/d2=32H7/42H7+ISO R773 (SFS2636)	
860.51	KA22500000	1 kpl	KYTKINOSA HIGH SPEED RING SET VS125	(2H) C45 EN10083-2
861.51	KA22H03200	1 kpl	KYTKINLAIPPA FBH 125 D32H7+ KEY WAY JS9	(2H) C45 EN10083-2
861.52	KA22H04200	1 kpl	KYTKINLAIPPA FBH 125 D42H7+ KEY WAY JS9	(2H) C45 EN10083-2
869.51	KA22F00000	1 kpl	JOUSTO-OSA REX VIVA VS125	
			JOUSTO-OAAN KUULUU: JOUSTO ELEMENTIT MALLI VS. METRISSET PULTIT.	
890.61	931261011K	1 kpl	PERUSTUSLEVY STD3 PM21 IEC160M42-55	(1K) S+Z EN10025
897.61	918914014C	4 kpl	OHJAIN IEC160 - 225	(4C) A743 CF-8
901.11	A121123539	12 kpl	KUUSIORUUVI M12X35 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.21	A121104039	2 kpl	KUUSIORUUVI M10X40 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.22	A111103539	1 kpl	KUUSIORUUVI M10X35 ISO4014	(39) A4-80 ISO3506
901.23	A121063039	1 kpl	KUUSIORUUVI M6X30 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.31	A121083039	4 kpl	KUUSIORUUVI M8X30 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.32	A121123039	2 kpl	KUUSIORUUVI M12X30 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.33	A121123539	4 kpl	KUUSIORUUVI M12X35 ISO4017	(39) A4-80 ISO3506
901.61	A12112401E	4 kpl	KUUSIORUUVI M12X40 ISO4017	(1E) 8.8 ZnK ISO898
901.62	A12112351E	2 kpl	KUUSIORUUVI M12X35 ISO4017	(1E) 8.8 ZnK ISO898
901.63	A12112401E	8 kpl	KUUSIORUUVI M12X40 ISO4017	(1E) 8.8 ZnK ISO898
901.64	A12112401E	4 kpl	KUUSIORUUVI M12X40 ISO4017	(1E) 8.8 ZnK ISO898
901.65	A12112651E	4 kpl	KUUSIORUUVI M12X65 ISO4017	(1E) 8.8 ZnK ISO898
903.11	CC14040034	1 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 3/8 SCC101	(3K) AISI 316L
903.21	CC14040034	1 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 3/8 SCC101	(3K) AISI 316L
903.22	CC14040034	3 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 3/8 SCC101	(3K) AISI 316L
903.31	CC14050034	1 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 1/2 SCC101	(3K) AISI 316L
903.32	CC14050034	1 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 1/2 SCC101	(3K) AISI 316L
903.33	CC14030034	2 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 1/4 SCC101	(3K) AISI 316L
903.36	CC14050034	2 kpl	KIERRETULPPA ISO 7/1-R 1/2 SCC101	(3K) AISI 316L
909.11	9168640133	3 kpl	SÄÄTÖRUUVI M10X25	(33) SS2324
914.11	3842750233	1 kpl	KUUSIOKOLORUUVI M12X30	(33) SS2324
914.51	A611103539	3 kpl	KUUSIOKOLORUUVI M10X35 ISO4762	(39) A4-80 ISO3506
920.11	B111100039	3 kpl	KUUSIOMUTTERI M10 ISO4032	(39) A4-80 ISO3506
920.51	B222704030	3 kpl	KUUSIOMUTTERI M10 - PTROM-1040	(30) SS
923.31	GA11001010	1 kpl	AKSELIMUTTERI KM10	(10) S EN10025
931.31	C10001010	1 kpl	VARMISTINLAATTA MB10	(10) S EN10025
932.51	B710001030	3 kpl	VARMISTINRENGAS Ø10 - DIN471	(30) SS
940.31	B810705015	1kpl	KHILAB-10X8X50ISO/R773	(15) CK45KD

LIITE 4 /16/

Kiertovesipumpun moottorin tekninen rakenne

Osa numero	Lajimerkki	Määrä	Nimi	Huomio
11			Staattori	
12	3GZF213718-78	1	Laakerikiilpi D	
13	3GZF203716-93	1	Laakerikiilpi N	
17	9ADA183-39	4	Laakerikiilven kiinnitysruuvi D	
18	3GZF234064-309	1	Kuulalaakeri D	
19	9ADA183-39	4	Laakerikiilven kiinnitysruuvi N	
20	3GZF243216-7	1	Imurengas D	
24	3GZF234016-314	1	Kuulalaakeri N	
26	3GZF243216-8	1	Imurengas N	
30	3GZV334001-52	1	Laakeroinnin esikuormitusjousi	
36	3GZV244001-J	1	Laakeripohja N	
40	3GZF244716-23	1	Rasvanpoistiventtiili D-päähän	B5,V1, B35 moottoreihin tulee laji merkki 3GZF244716-27
42	3GZF264730-77	1	Gamma rengas, D	
43	3GZF244716-26	1	Rasvanpoistiventtiili N-päähän	
47	3GZF264730-77	1	Gamma rengas, N	
49	9ABA450016P0161	4	Laakerikannen ruuvi D	
50	9ABA450016P0161	4	Laakerikannen ruuvi N	
51	3GZF334230-217	1	Voitelunippa D	
53	3GZF334230-217	1	Voitelunippa D,	
57	3GZF414030-1	1	SPM-nippa, D	
58	3GZF414030-7	1	SPM-nippa, N	
61	3GZF303116-5	1	Tuuletin	Napaluku 8 ja GP/BP(D)
64	9ABA135-26	1	Lukitusrengas	
65	9ABA135-27	1	Lukitusrengas	
67	3GZV314053-B	1	Tuulettimensuojus	
69	3GZF334033-411	1	Tuulettimen suojuksen kiinnitysruuvi	
70	3GZF334030-56	1	Aluslaatta tuulettimen suojuksen kiinnityksessä	
73	3GZF443230-249	1	Tasakiila	
75			Arvokiilpi	
89	3GZF334130-13	2	Läpivientikumi	
92	3GZF334030-591	1	Lautasjousi staattorirungon maadoitusruuvin alle	
93	3GZF334001-9	1	Aluslaatta staattorirungon maadoitusruuvin alle	
94	3GZF334033-413	1	Staattorirungon maadoitusruuvi	
306	GZF334033-413	1	Liitinsuojuksen rungon kiinnitysruuvi	
308	3GZF334033-413	2	Liitinalustan kiinnitysruuvi	
314	3GZF102716-59	1	Liitinosat	
331	3GZV272004-E	1	Liitinsuojuksen kansi	
335	3GZV272004-F	1	Liitinsuojuksen runko	
336	9ABA450017P0161	4	Liitinsuojuksen kannen kiinnitysruuvi	
390	3GZF294730-1064	1	Laippa	

