

Jarkko Mylläri

SYÖTTÖVESISÄILIÖN HÖNKÄ- HÖYRYN ENERGIAN TALTEENOTTO

Opinnäytetyö
Energiatekniikka

Syyskuu 2015



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Jarkko Mylläri	Insinööri	Syyskuu 2015
Opinnäytetyön nimi		
Syöttövesisäiliön hönkähöyryn energian talteenotto		38 sivua 8 liitesivua
Toimeksiantaja		
Kotkan Energia Oy		
Ohjaaja		
Tutkimusinsinööri Tuomo Pimiä, käyttöinsinööri Jarmo Ritola		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitoksen syöttövesisäiliön hönkähöyrylle lämmöntalteenotto. Tarkoituksena on ottaa hyötykäyttöön höyryn sisältämä energia, joka toistaiseksi menee hukkaan. Lämmöntalteenotto parantaisi voimalaitoksen energiatehokkuutta ja talviaikaan ehkäisisi jään muodostumista ulospuhallusputken päähän.</p> <p>Suunnitelmaan sisältyi lämpöenergian käyttökohteiden valinta, laitteiston suunnittelu, PI-kaavion piirtäminen, Metso-DNA operointinäytön suunnittelu sekä automatiikka lämmöntalteenottolaitteistolle. Kaikista laitteista ja asennuksista tehtiin tarjouspyynnöt, joiden perusteella pystyttiin laskemaan projektille hinta ja takaisinmaksuaika. Näistä tiedoista voitiin päätellä projektin kannattavuus.</p> <p>Teoriaosuudessa käydään ensin läpi Kotkan Energia Oy yrityksenä ja esitellään sen päätuotantolaitokset. Seuraavaksi kuvaillaan työn kannalta oleellisia käsitteitä kuten syöttövesisäiliön toiminta, kaasunpoisto, lämmönvaihtimet, PI-kaavio ja Metso-DNA.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi valmis suunnitelma lämmöntalteenottolaitteistolle. Takaisinmaksuajan jälkeen on hyvin todennäköistä, että lämmöntalteenottolaitteisto toisi säästöjä Kotkan Energia Oy:lle.</p>		
Asiasanat		
energiatehokkuus, lämmöntalteenotto, hönkähöyry, suunnittelu		

Author (authors)	Degree	Time
Jarkko Mylläri	Bachelor of Engineering	September 2015
Thesis Title		
Energy Recovery from Feedwater Tank Relief Gas		38 pages 8 pages of appendices
Commissioned by		
Kotkan Energia Ltd		
Supervisor		
Tuomo Pimiä, Research Engineer, Jarmo Ritola, Plant Engineer		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to plan energy recovery for feedwater tank relief gas at Kotkan Energy Hovinsaari Powerplant. At the moment, relief gas is directed outside and the objective was to recover energy from the relief gas. Heat recovery would improve efficiency of the powerplant and during winter less ice would form over the blowdown line.</p>		
<p>The plan included the selection of targets for thermal energy use, hardware design, the PI diagram drawing, MetsoDNA operating screen design, as well as automation for the heat recovery system. Requests for quotations were prepared for all the equipment and installations, which enabled calculating the costs of the project and payback time. Based on this information it was possible to estimate profitability of the project.</p>		
<p>The theoretical part first presents Kotkan Energia Ltd as a company and its main production plants. Next, relevant concepts of the work are described, such as operation of feedwater tank, degassing, heat exchangers, PI diagram and MetsoDNA.</p>		
<p>As a result of the thesis, complete plan for the heat recovery system was prepared. After the payback period, it is likely that the heat recovery system would generate considerable savings for Kotkan Energia Ltd.</p>		
Keywords		
energy efficiency, energy recovery, relief gas, planning		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KOTKAN ENERGIA OY.....	6
2.1	Korkeakosken hyötyvoimalaitos.....	7
2.2	Hovinsaaren voimalaitos.....	8
2.2.1	Biokattila.....	9
2.2.2	Kaasuturbiini ja kombikattila.....	11
2.3	Karhulan biolämpökeskus.....	12
3	SYÖTTÖVESISÄILIÖ	13
4	LÄMMÖNSIIRTIMET	14
4.1	Rekuperattorit	15
4.2	Regenerattorit.....	16
5	PI-KAAVIO.....	16
5.1	KKS- tunnuksset.....	17
6	METSO-DNA	19
7	HÖNKÄHÖYRYN ENERGIAN TALTEENOTTO.....	20
7.1	Lämmönvaihtimien mitoitus ja putkistot	21
7.2	PI-kaavio ja KKS-tunnukset	24
7.3	Metso-DNA kuvapäivitys ja toimintakuvaukset	25
8	KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS	26
9	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET.....	29

LIITTEET

Liite 1 KKS-tunnukset taulukko

Liite 2 PI-Kaavio Biokattilan syven hönkä

Liite 3 Metso-DNA säätökaavio Syöttövesisäiliön happisäätö

Liite 4 Toimintakuvaus 6LAA13AA001

Liite 5 Toimintakuvaus 6LAA13AA101

Liite 6 Toimintakuvaus 6LAA13AA102

Liite 7 Toimintakuvaus 6LAA13AA103

Liite 8 Toimintakuvaus 6LAA13AA104

1 JOHDANTO

Tänä päivänä energiatehokkuus on kovassa nosteessa, eikä turhaan, sillä kaikki hukkaan heitetty energia on luonnonvarojen tuhlaamista. Voimalaitoksilla suurimmat hukkaenergiat syntyvät ulospuhallushöyryistä, jotka johtuvat kattilaveden puhdistusprosesseista. Yksi näistä on syöttövesisäiliön terminessä kaasunpoistossa syntyvä ulospuhallushöyry, joka tässä opinnäytetyössä on aiheena.

Kotkan Energian Hovinsaaren voimalaitoksen biokattilan syöttövesisäiliön hönkähöyry puhalletaan tällä hetkellä suoraan ulos ilman lämmöntalteenottoa. Opinnäytetyön aiheena on etsiä tälle höyrylle käyttökohteet ja suunnitella laitteisto. Talviaikana höyry tarttuu lauhtuessaan voimalaitoksen ulkopintoihin ja jäätyy. Jää aiheuttaa vahinkoa voimalaitoksen ulkopinnoille ja aiheuttaa pudotessaan vaaratilanteen ihmisille. Jään muodostuminen pieneni talteenoton myötä. Suunnitelmiin sisältyy käyttökohteiden valinta, lämmönvaihtimien mitoitus, putkistovedot, PI-kaavio, Metso-DNA:n kuva sekä venttiilien automatiikka.

Työn alussa esitellään Kotkan Energia yrityksenä ja sen päätuotantolaitokset. Päätuotantolaitoksien prosessit käydään läpi pääpiirteittäin. Tämän jälkeen paneudutaan työn kannalta oleellisiin aiheisiin, kuten mitä ovat syöttövesisäiliö, terminen kaasunpoisto, lämmönvaihtimet, PI-kaavio, KKS-tunnus ja Metso-DNA. Työn loppuosassa käydään läpi aikaansaadut suunnitelmat ja tulokset.

2 KOTKAN ENERGIA OY

Kotkan Energia Oy on vuonna 1993 perustettu Kotkan kaupungin kokonaan omistama energiayhtiö, jonka pääliiketoimintaa ovat kaukolämmön jakelu, lämmön ja sähkön tuotanto sekä jätteiden hyötykäyttöpalvelun myynti. Vuonna 2013 Kotkan Energia työllisti keskimäärin 92 henkilöä sekä tarjosi useille opiskelijoille harjoittelupaikan. (1.)

Päätoimipiste sijaitsee Hovinsaarella, missä Hovinsaaren voimalaitoksen viereen valmistui vuonna 2014 uusi toimisto- ja korjaamorakennus. Tuotantolaitoksia Kotkan Energialla on Hovinsaaren lisäksi Hyötyvoimalaitos Korkeakoskella, biolämpökeskus Karhulassa ja muutamia kaasui- tai öljykäyttöisiä lämpökeskuksia ympäri Kotkaa. Tämän lisäksi Kotkan Energialla on 2 kpl 2,35 MW:n tuulivoimaloita Mussalon satamassa ja kolmas samanlainen valmistuu loppuvuodesta 2015. Kaukolämpöverkkoa oli vuoden 2013 lopussa 186 km, asiakkaita 2015 kpl ja liittymisteho yhteensä 209 MW. (1.)

Taulukko 1: Kotkan energian vuoden 2013 tuotantomäärät (2.)

Tuote	Tuotantomäärä
Sähkö	113 GWh
Kaukolämpö	376 GWh
Höyry	188 GWh
Jätteen hyötykäyttö	101 t

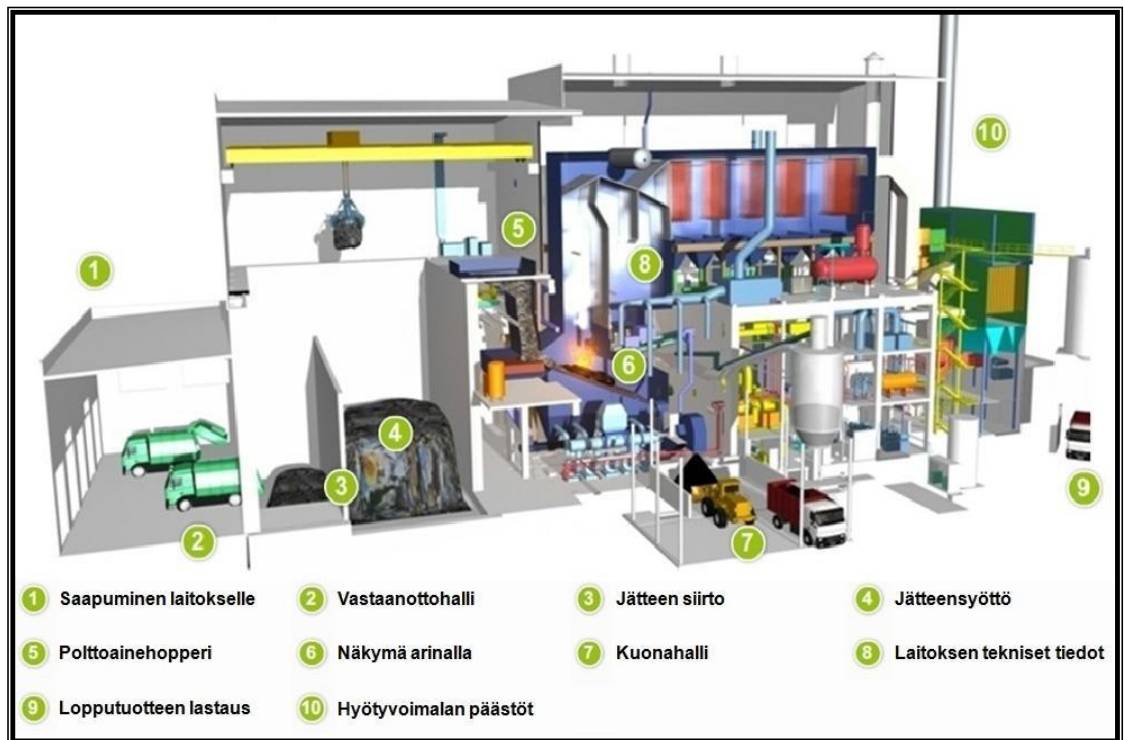


Kuva 2: Hovinsaarella sijaitseva korjaamorakennus ja toimitalo. (3.)

2.1 Korkeakosken hyötyvoimalaitos

Hyötyvoimalaitos on vuonna 2009 kaupalliseen käyttöön otettu CHP (Combined Heat and Power) voimalaitos. Polttoaineenaan voimalaitos käyttää 92 % syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä ja loput 8 % teollisuusjätettä (kartonkitehtaan liete). Voimala käy aina 100 % teholla ja sen vuosittainen käyntiaika on 11 kk. Polttoainetta palaa vuosittain noin 100 000 tonnia ja energiaa siitä tuotetaan 260 GWh. Energian tuotanto jakautuu seuraavasti: prosessihöyry 50 %, kaukolämpö 30 % ja sähkö 20 %. Prosessihöyryä tuotetaan voimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevalle Sonoco-Alcoren omistamalle kartonkitehtaalle. (1.)

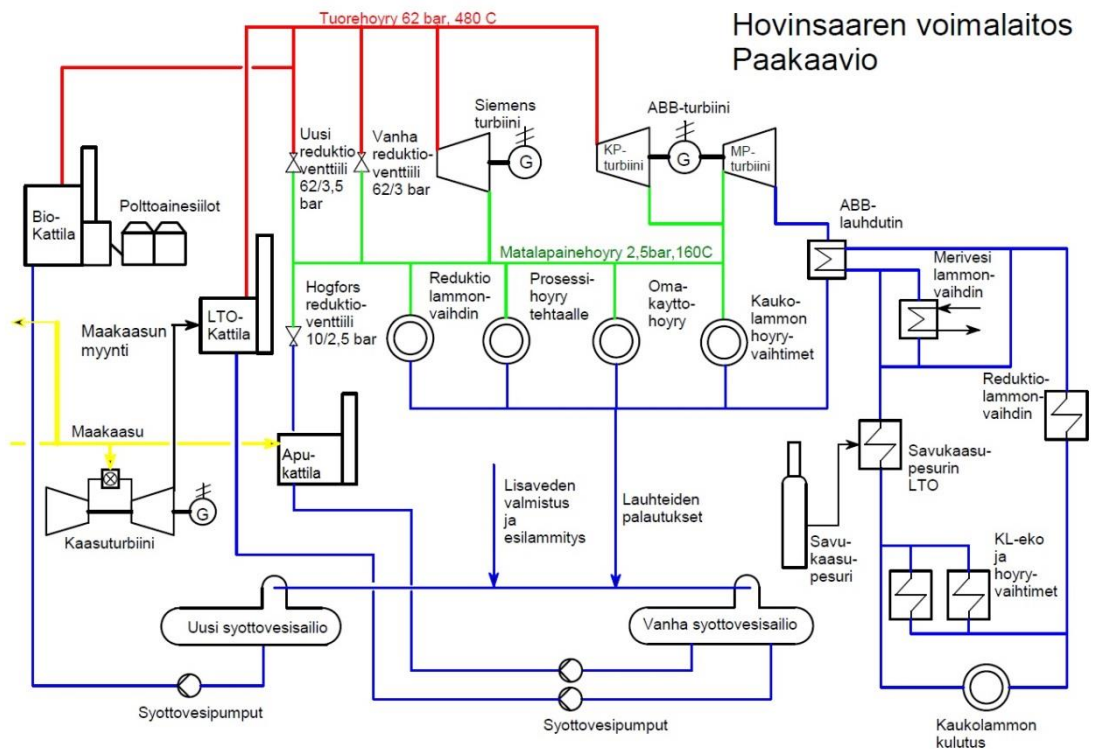
Hyötyvoimalaitoksen kattila on vinoarina, joka soveltuu yhdyskuntajätteen polttamiseen. Kattilalla tuotetun höyryn arvot ovat paine 40 baaria, lämpötila 400 °C ja virtaus 40 t/h. Jätteenpoltossa syntyy pohjakuonaa keskimäärin 16 % saapuneen jätteen määrästä eli noin 16 000 tonnia vuodessa. Kuona toimitetaan eteenpäin käsiteltäväksi, jonka jälkeen sitä voidaan käyttää erilaisissa maarakennuskohteissa. Savukaasut puhdistetaan nykyaikaisella puolikuivalla puhdistusmenetelmällä, jossa käytetään kalkkia ja aktiivihiltä. (1.)



Kuva 3: Hyötyvoimalaitoksen periaatekaavio. (3.)

2.2 Hovinsaaren voimalaitos

Hovinsaaren voimalaitos on Kotkan Energian päätuotantolaitos, joka tuottaa suurimman osan Kotkan kaukolämmöstä. Voimalaitos tuottaa sähköä yhteistuotantona lämmön kanssa (CHP), sekä toimittaa tehdashöyryä viereiselle Danisco Sweeteners Oy:n tehtaalle. Polttoaineenaan voimalaitos käyttää metsähaketta, kuorta, purua, metsäteollisuuden sivutuotteita, jyrshinturvetta, kierrätyspolttoaineita (Recycled Fuel 1) ja maakaasua. Vara- ja tukipolttoaineena käytetään maakaasua, mutta kevyttä polttoöljyä (POK) on myös mahdollista käyttää varapolttoaineena. Hovinsaaren voimalaitos on moderni ja ympäristöystävällinen laitos, jossa on erityisesti kiinnitetty huomiota savukaasujen puhdistukseen ja ympäristöhaittojen minimointiin. (1.)



Kuva 4: Hovinsaaren voimalaitoksen pääkaavio. (3.)

Hovinsaaren voimalaitos sisältää 66 MW:n tehoisen biokattilalaitoksen, jota ajetaan läpi vuoden. Talvisin kovilla pakkasilla ajetaan myös kombivoimalaitosta, joka käsittää 27 MW sähkötehoa tuottavan GT-10-kaasuturbiinin ja 60 MW:n lämmöntalteenottokattilan. Bio- ja kombikattilalaitos tuottavat höyryä samaan tuorehöyryverkkoon, jonka arvot ovat 475 °C ja 61 baaria. Tätä höyryä käytetään pyörittämään kahta höyryturbiinia, toinen 17 MW:n sähkötehoisen

ABB Stal VAX -höyryturbiini ja vanhempi 5 MW:n Siemens -höyryturbiini. Voimalaitoksella on myös 22 MW:n tehoinen maakaasua polttoaineenaan käytävä apukattila, jota käytetään biokattilan seisokkien aikana tuottamaan tehdashöyryä ja tarvittaessa kaukolämmön tuotantoon. (1.)

Taulukko 5: Hovinsaaren voimalaitoksen vuotuinen tuotanto (1.)

Sähkö	100-150 GWh
Kaukolämpö	300-350 GWh
Tehdashöyry	120 GWh



Kuva 6: Hovinsaaren voimalaitos (3.)

2.2.1 Biokattila

Biokattila on Fortum Engineering Oy:n toimittama kupliva leijukerroskattila (BFB Bubbling Fluidized Bed), joka valmistui vuonna 2003. Leijukerrospolton hyötöihin kuuluu eri ominaisuuksilla varustettujen polttoaineiden poltto samassa kattilassa hyvällä hyötysuhteella. Tämän lisäksi typen oksidit saadaan pieniksi alhaisen polttolämpötilan takia.

Hovinsaaren biokattilassa käytetään polttoaineina metsähaketta, kuorta, pua, metsäteollisuuden sivutuotteita, jyrshinturvetta ja kierrätyspolttoaineita

(Recycled Fuel 1). Lisäksi kattila on varustettu maakaasua käyttävällä kahdella starttipolttimella ja kahdella kuormapolttimella. Starttipolttimia käytetään kattilan ylösajossa ja kuormapolttimia ylösajossa sekä kiinteän polttoaineen syötön häiriötilanteissa. Polttimet on myös varustettu mahdollisuudella käyttää polttoaineena kevyttä polttoöljyä. (1.)



Kuva 7: Biokattilan periaatekuva (3.)

Kattilan pohjalla on noin 500 mm paksu hiekkapeti, jonka keskiraekoko on 1 – 3 mm. Hiekkapedin alapuolelta puhalletaan ilmaa niin, että peti fluidisoituu, eli alkaa kuplia. Hiekan leijutusnopeus pidetään kuitenkin sen verran alhaisena, ettei hiekkaa pääse karkaamaan savukaasujen mukana. Polttoaine pudotetaan hiekkapetiin, jonka lämpötila ajon aikana on noin 850 °C. Korkean lämpötilan ja suuren lämpökapasiteetin ansiosta kosteimmatkin polttoaineet kuivuvat nopeasti ja syttyvät hiekkapedissä. (4, 157–159.)

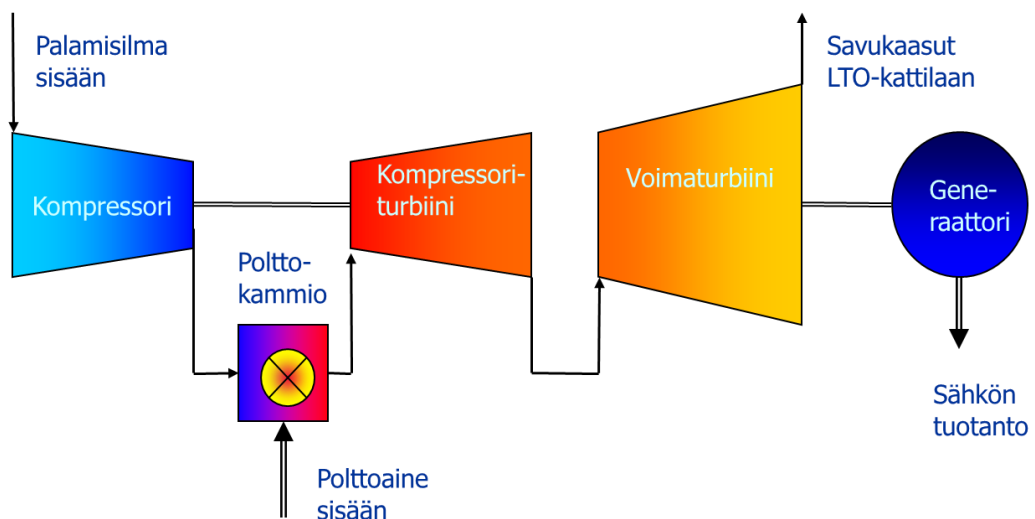
Biokattilan savukaasut puhdistetaan tehokkaasti sähkösuodattimella. Sähkösuodatin varaa savukaasuissa olevat hiukkaset ja johtaa ne alapuolella oleviin suppiloihin. Suppiloista hiukkaset lähetetään paineilmalla lentotuhkasiiloon. Jälkimmäisessä vaiheessa savukaasut johdetaan savukaasupesurin läpi, joka

perustuu märkäpesutekniikkaan. Savukaasupesurista saadaan kaukolämpö-
veteen talteen energiaa 18 MW, mikä parantaa kattilalaitoksen hyötysuhdetta.
(1.)

2.2.2 Kaasuturbiini ja kombikattila

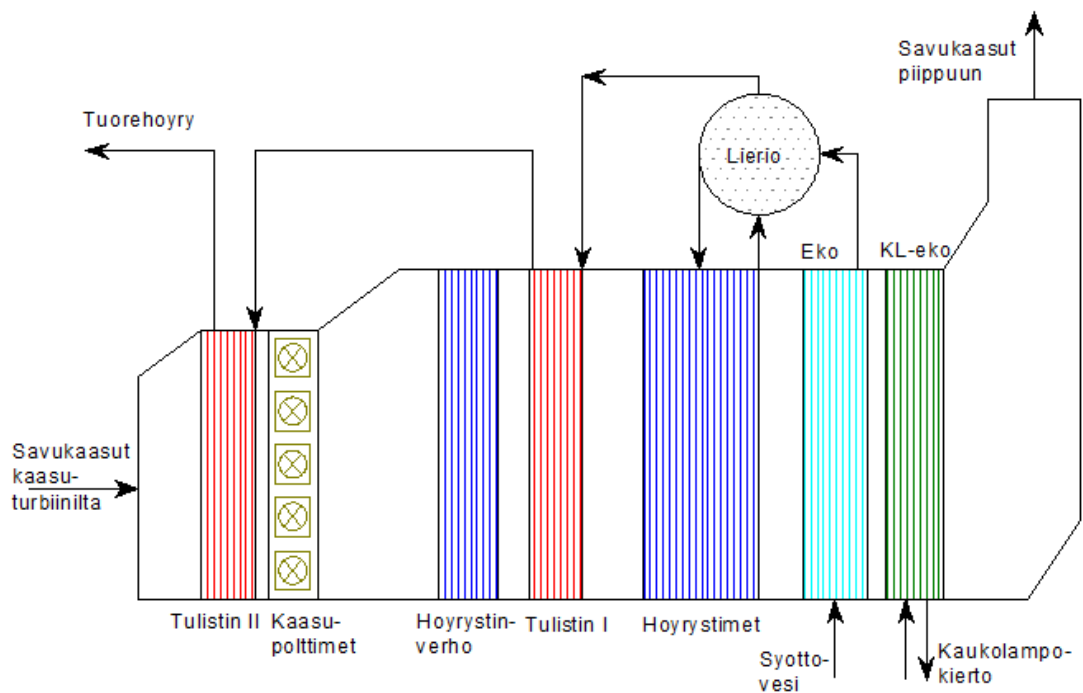
Vuonna 1997 Hovinsaaren voimalaitokselle valmistui ABB Stalin toimittama GT-10-kaasuturbiini ja Foster Wheeler Energia Oy:n toimittama lämmöntalteenottokattila. GT-10-kaasuturbiinin polttoaineteho on 75 MW ja sähköteho 25 MW. Polttoaineena kaasuturbiini käyttää maakaasua, mutta sitä voidaan käyttää myös kevyellä polttoöljyllä. Lämmöntalteenottokattilalla on mahdollista tuottaa 60 MW:n höyryteho, josta noin 30 MW tuotetaan maakaasun lisäpoltolla. Kattilalla tuotettu höyry käytetään pyörittämään höyryturbiineja. (1.)

Kaasuturbiini muodostuu kolmesta pääosasta: kompressorista, polttokammio-
sta ja turbiinista. Kompressorilla tuotetaan korkeapaineista ilmaa polttokammioon,
missä se sekoittuu polttoaineeseen ja syttyy. Polttokammion jälkeen kuumat
kaasut johdetaan turbiiniin, missä ne laajenevat siirtäen energiaa turbiinin pyö-
rittämiseen. Turbiinin tehosta saadaan noin kolmannes hyötytehona ulos,
koska kompressorin ja generaattorin käyttämiseen vaaditaan suunnilleen yhtä
suuri teho. (5, 204.)



Kuva 8: Kaasuturbiinin toimintaperiaate (3.)

Hovinsaaren voimalaitoksen lämmöntalteenottokattila on altatuettu luonnonkiertokattila, missä savukaasut virtaavat vaakasuoraan kattilan läpi. Kaasuturbiinin jälkeisen pakokaasun lämpötila on yli 500 °C, mikä otetaan talteen kattilassa. Savukaasujen sisältämällä energialla tuotetaan höyryä ja hyötysuhdetta parantamaan on kattila varustettu kaukolämpöekonomaisella (KL-eko). Kaasuturbiinissa käytetään huomattavasti enemmän ilmaa, kuin palamiseen tarvitsiin. Korkea ilmamäärä johtuu siitä, että tällä ylijäämäilmalla jäähdytetään kaasuturbiinin siipiä. Hyötysuhdetta saadaan parannettua maakaasun lisäpoltolla, mikä käyttää palamisilmana kaasuturbiinin pakokaasua.



Kuva 9: Lämmöntalteenottokattilan toimintaperiaate (3.)

2.3 Karhulan biolämpökeskus

Karhulan biolämpökeskus (Karbion) on vuonna 2013 käyttöön otettu Metso Oy:n toimittama kekoarinakattila. Kattilan maksimiteho on 19 MW ja sillä tuotetaan kaukolämpöä Karhulan alueelle. Karbion vuosittainen käyttöaika 5 – 6 kk ajoittuu lämmityskaudelle ja seisakkien ajalle.

Karbion onkin Kotkan Energian tärkein kaukolämpökeskus, koska se käyttää polttoaineenaan edullisia biopolttoaineita. Karbiolla käytetään pääasiassa puuperäisiä polttoaineita, mutta kattilassa pystytään polttamaan myös turvetta.

Polttoaine syötetään kattilaan keskeltä arinan alapuolelta. Näin arinan päälle muodostuu keko ja polttoaine valuu pyöriville arinoille tasaisesti. Palamisilma syötetään arinoiden läpi mahdollistaen polttoaineen tasaisen palamisen. Karhulan biolämpökeskusta ohjataan Hovinsaaren voimalaitoksen valvomosta käsin.



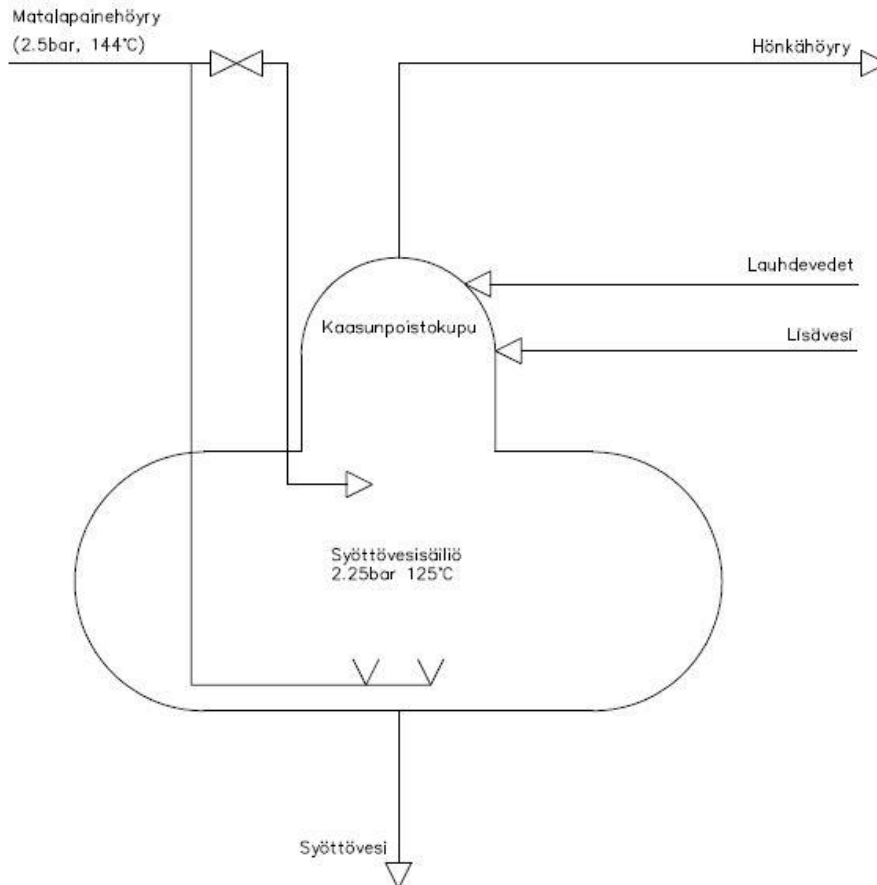
Kuva 10: Karhulan biolämpökeskuksen periaatekuva. (3.)

3 SYÖTTÖVESISÄILIÖ

Syöttövesisäiliö eli syvesäiliö, varaa kattilaan syötettävää vettä. Syvesäiliö on myös osa voimalaitoksen vedenkäsittelyä, sillä sen päälle on sijoitettu kaasunpoistokupu. Kaasunpoistokuvun tehtävänä on poistaa syöttövedestä termisellä kaasunpoistolla pääasiassa happea ja hiilidioksidia (CO_2). Kaasujen liukeneminen veteen on riippuvainen paineesta ja lämpötilasta. Esimerkiksi jos syöttövesisäiliön paine on 2.2(a) bar niin lämpötilan tulee olla noin $123\text{ }^\circ\text{C}$, jotta vesi kiehuisi. Veden kiehuessa kaasut ei pääse liukenemaan veteen. Kaasunpoisto toimii sitä paremmin, mitä nopeammin vesi saadaan kiehumispisteeseensä. (5, 23.)

Kaasunpoistinkuvun sisällä on reikälevyistä valmistettuja välipohjia. Lauhdevedet ja lisävesi johdetaan kaasunpoistokuvun päälle ja matalapaineista höyryä johdetaan kaasunpoistokuvun pohjalle. Näin vesi pisaroituu kulkiessaan reikälevyjen läpi ja höyryn noustessa kaasunpoistokupua ylöspäin kiehahtaa

vesi nopeasti poistaen vedestä korroosiota aiheuttavat kaasut. Kaasunpoistimen päältä lähtee hönkähöyryputki, mitä kautta vedestä liuenneet kaasut johdetaan normaalisti katolle ulos. Seuraavassa kuvassa on esitetty syöttövesisäiliön periaate. (4, 305–306.)



Kuva 11: Syöttövesisäiliön periaatekuva

4 LÄMMÖNSIIRTIMET

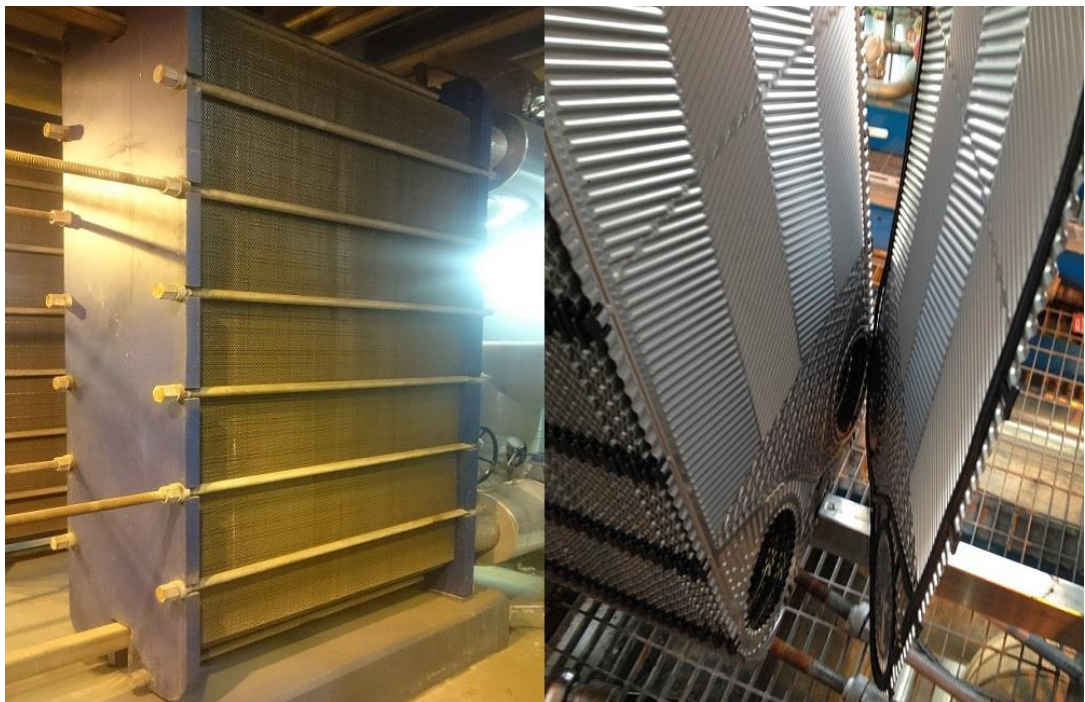
Lämmönsiirtimien tarkoitus on nimensä mukaisesti siirtää lämpöenergiaa ainevirrasta toiseen. Lämmönsiirto voidaan toteuttaa myös sekoittamalla kaksi ainevirtaa keskenään. Tässä tapauksessa yleensä toisessa ainevirrassa tapahtuu olomuodon muutos, jottei lämpötilaero ja siten hyötysuhde pienene. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi veden lämmitystä lauhtuvalla höyryllä. Tässä käsitellään pintalämmönsiirtimiä, joissa ainevirrat eivät sekoitu keskenään. Toimintaperiaatteeltaan ne voidaan jakaa kahteen eri ryhmään eli rekuperaattoreihin ja regeneraattoreihin. (6, 289.)

4.1 Rekuperaattorit

Rekuperattoreissa kulkee jatkuvasti kaksi ainevirtaa ja niitä erottaa lämpöä hyvin johtava seinämä. Kahden ainevirran lämpötilaeron takia lämpöä siirtyy kuumasta ainevirrasta kylmään. Rekuperaattorit jaetaan virtaussuunnan mukaan vasta-, myötä- ja ristivirtalämmönsiirtimiin.

Vastavirtalämmönsiirtimessä aineet virtaavat vastakkaisiin suuntiin, jolloin kylmempi virta saadaan lämmitettyä kuumemmaksi kuin kuumemman virran poistolämpötila. Virtojen välinen lämpötilaero pysyy lähempänä vakiota ja johdtaa yleensä suurempaan lämmönsiirtoon kuin myötävirtalämmönsiirtimissä. Myötävirtalämmönsiirtimissä ainevirrat kulkevat samansuuntaisesti ja alussa ainevirtojen lämmönsiirto on suurimmillaan, mutta tasoittuu loppua kohti. Tämä on käytännöllistä silloin, kun halutaan kontrolloida ainevirtojen lämpötilamuutosta esimerkiksi kiehumisvaaran takia.

Ristivirtalämmönsiirtimessä ainevirrat liikkuvat toistensa suhteen ristiin. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää auton jäähdytintä. Edellä mainittuja kolmea eri ryhmää voidaan myös yhdistellä ja näin saada haluttuja tuloksia. Rekuperaattoreita ovat tavallisesti kaikki jäähdyttimet, lämmittimet, lauhduttimet ja höyrystimet. (6, 289–290.)



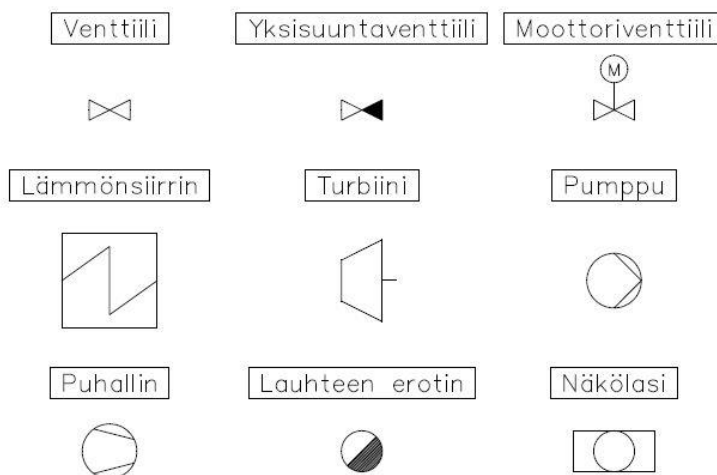
Kuva 12: Vastavirta levylämmönsiirrin kasattuna ja auki.

4.2 Regeneraattorit

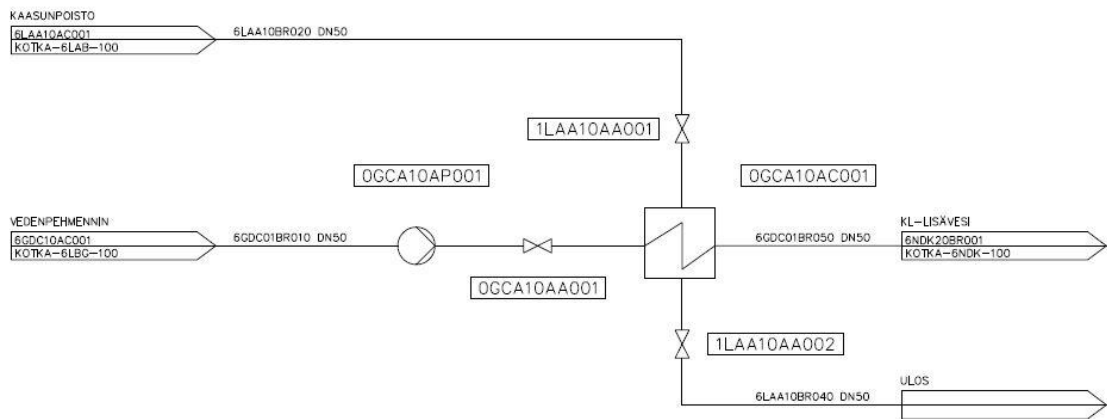
Regeneraattoreissa lämmönsiirtimen rakenne on lämpöä varastoivaa ja sen sisällä kulkee vuoronperään vastakkaisiin suuntiin kuuma ja kylmä ainevirta. Ainevirrat voivat kulkea lämmönsiirtimen läpi samaa kanavaa pitkin vuorotellen tai lämpöä varastoiva osa voi pyöriä kylmän ja kuuman virran kulkiessa eri osien läpi. Lämmönsiirtimet ovat yleensä tilaa paljon vieviä rakennelmia. Regeneraattorit ovat tässä suhteessa rekuperaattoreita edullisempia, mutta regeneraattoreiden vaikeutena on virtojen välisten vuotojen hallinta. Regeneraattoreita käytetään mm. kattilalaitoksen palamisilman esilämmittiminä. (6, 290–291.)

5 PI-KAAVIO

PI-kaavio eli prosessi- ja instrumentointikaavio kuvaa voimalaitoksen putkistoa, laitteistoa ja instrumentointia. PI-kaaviosta selviää putkiston ja laitteiston ohella myös virtaavat aineet sekä niiden virtaussuunnat. PI-kaavioilla on huomattava merkitys prosessin hoidon ja kunnossapidon työn hoidon kannalta. PI-kaaviot toimivat pohjana kaikelle prosessiin liittyvälle suunnittelulle ja ne kuuluvat olennaisesti koulutusmateriaalina prosessiin perehdytykselle. PI-kaavioissa käytettävät merkit ja symbolit on standardisoitu. Seuraavissa kuvissa on esitelty PI-kaavioissa käytettäviä laitesymboleja ja yksinkertainen esimerkki PI-kaaviosta.



Kuva 13: Muutamia PI-kaavioissa käytettyjä symboleja.



Kuva 14: Kuvitteellinen yksinkertainen PI-Kaavio.

5.1 KKS- tunnukset

Jotta voimalaitoksen monet rakennukset, osajärjestelmät ja komponentit voitaisiin tunnistaa, niin niille on luotu kirjaimista ja numeroista muodostuva tunnistusjärjestelmä. Tätä voimalaitosprosessien tunnistusjärjestelmää kutsutaan KKS-järjestelmäksi (KraftwerkKennzeichen-System, Identification System for Power Plants). Alla on esitetty esimerkki ja selitykset saksalaisen KKS-järjestelmän tunnuksesta. Esimerkkitunnus on Kotkan Energian Hovinsaaren voimalaitoksen biokattilan höyryn pääsulkuventtiili 6LBA10AA101. Sulkuihin merkityt osat ovat KKS-järjestelmän lisämerkintöjä, joita ei esimerkkitunnuksessa käytetä. (5, 336–337.)



Kuva 15: KKS-tunnuksen selitys.

Laitososatunnus (6)

Laitososatunnuksilla jaetaan voimalaitos eri laitoskokonaisuuksiin. Laitososatunnus voi olla numero tai kirjain ja se on vapaasti määrättävissä esimerkiksi suunnittelijan toimesta. Esimerkki KKS-tunnuksen numero 6 tarkoittaa että venttiili löytyy Biokattilan alueelta. Seuraavaksi on esitetty kuvitteellinen laitososien jakaantuminen: (5, 336.)

1. Höyryturbiini 2. Höyrykattila 3. Apukattila 4. Kaukolämpö

Järjestelmätunnuksen tunnusosa ((5))

Tunnusosaa käytetään erittelemään järjestelmät toisistaan, jos laitoksella esiintyy useita saman järjestelmätunnuksen omaavia järjestelmiä. Useissa tapauksissa numeroa ei käytetä. (5, 336.)

Järjestelmätunnus (LBA10)

Järjestelmätunnus kertoo merkkisarjan viittaamaan järjestelmäkokonaisuuteen, mikä voi olla esimerkiksi matalapainehöyryjärjestelmä, syöttövesijärjestelmä tai vaikka jäähdytysjärjestelmä. Esimerkkিতunnus LBA viittaa pähöyryputkistoon. Tunnuksen kirjainosa on standardin mukainen ja numero-osa tarkoittaa järjestelmän osan. (5, 336.)

Laitteistotunnus (AA101)

Laitteistotunnusta käytetään järjestelmän laitteiston, kuten pumppujen ja venttiilien nimittämiseen. Merkintä koostuu standardin mukaisesta kirjainosasta ja numerotunnuksesta. Esimerkkিতunnuksen AA tarkoittaa venttiiliä. (5, 336.)

Laitteistotunnuksen tunnusosa ((A))

Tunnusosassa käytetään yhtä kirjainta, joka on esimerkiksi suunnittelijan vapaasti määriteltävissä. Sillä tarkennetaan laitteistotunnusta, esimerkiksi erilaisien apulaitteiden tapauksissa. (5, 336–337.)

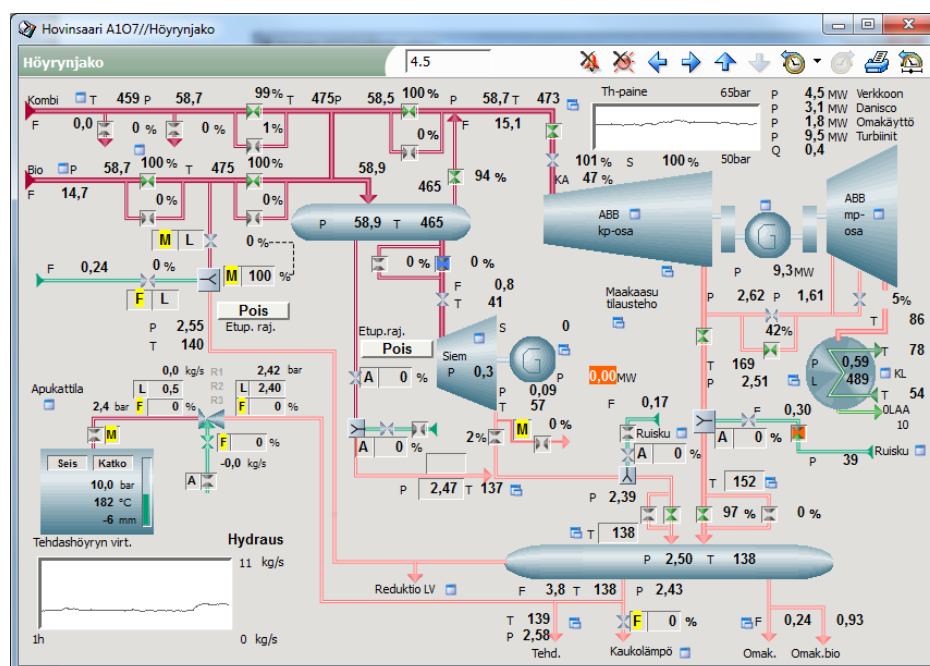
Laitetunnus ((AANN))

Laitetunnus määrittelee tiettyyn laitteistoon kuuluvan laitteen tyytin ja numeron. Tunnus koostuu kahdesta standardin mukaisesta kirjaimesta ja kahdesta numerosta. (5, 337.)

6 METSO-DNA

Metso-DNA on teollisuuden tarpeisiin räätälöity automaatio- ja informaatiojärjestelmä. Se on nykyaikainen hajautettu automaatiojärjestelmä DCS (Distributed Control System), jossa mittaus-, säätö-, ohjaus- ja asetusarvotiedoilla tietokoneet automatisoivat prosessia. Järjestelmä voi kattaa esimerkiksi koko voimalaitosprosessin polttoaineen vastaanotosta turbiinin pyörittämiseen.

Käyttäjä eli operaattori saa reaaliaikaista tietoa prosessin toiminnasta ja pystyy tekemään säätöjä tarpeen mukaan DNA-operointinäytöltä. Operaattori pystyy esimerkiksi muuttamaan polttoaineen syöttönopeutta kattilaan. Metso-DNA järjestelmään luodaan yksittäisiä ikkunoita, joihin voidaan piirtää eri prosessin osia ja lisätä niihin tarvittavia mittauksia, säätöpiirejä, pumppuja, venttiilejä ym. Seuraavaksi on esitelty esimerkkikuva Hovinsaaren voimalaitoksen Metso-DNA operointikuvasta.



Kuva 16: Hovinsaaren höyrynjako Metso-DNA operointinäyttö. (7.)

7 HÖNKÄHÖYRYN ENERGIAN TALTEENOTTO

Tällä hetkellä Hovinsaaren voimalaitoksen biokattilan syöttövesisäiliön hönkähöyry ajetaan suoraan katolle ilman lämmöntalteenottoa. Koska hönkähöyryn mukana poistuu korroosiota aiheuttavia kaasuja, ei höyryä sellaisenaan voida ottaa talteen voimalaitoksen käyttöveteen. Työn tehtävänä oli suunnitella hönkähöyrylle käyttökohteet ja toteutus.

Hönkähöyryllä lämmitettäväksi kohteeksi valikoitui ensimmäisenä Kaukolämmön lisävesi. Kaukolämpöverkossa on pieniä vuotoja, joiden takia kaukolämmön paisuntasäiliöön valmistetaan lisävettä tarpeen mukaan. Paisuntasäiliön tehtävänä on varata verkkoon syötettävää vettä vuotojen varalta, mutta se myös ottaa vastaan verkon lämpötilavaihteluista johtuvaa tilavuuden muutosta. Kaukolämmön lisävesi otetaan kaupungin vesijohtoverkosta ja sen lämpötila on noin 8 °C. Ennen paisuntasäiliötä vesi kulkee sille tarkoitetun kaasunpoistimen läpi. Veden esilämmittäminen hönkähöyryllä vähentäisi selvästi kaasunpoistimen käyttämää höyryn määrää. KL-lisävesilinja ja kaasunpoistin sijaitsevat biokattilahallissa melko lähellä syöttövesisäiliötä, joten putkivedot saadaan pidettyä maltillisina.

Koska kaukolämmön lisävettä ei valmisteta jatkuvasti, oli löydettävä toinen kohde minkä lämmittämiseen hönkähöyryä voitaisiin käyttää. Ensimmäinen vaihtoehto oli ABB-turbiinilta palaava lauhde. Lähes poikkeuksetta ABB-turbiini on päällä samalla kun biokattila on toiminnassa, eli hönkähöyrylle olisi tässä hyvä käyttökohde. Turbiinilauhdelinja liittyy suoraan syöttövesisäiliöön, joten pitkiltä putkivedoilta säästyttäisiin tässäkin tapauksessa. Turbiinilauhteen lämpötila on kesäkuukausina huomattavasti alhaisempi kuin talvikuukausina, tämä johtuu kaukolämmön ajotavasta. ABB-turbiinin lauhtutin toimii myös lämmönvaihtimena kaukolämpövedelle.

Toinen tarkasteltava vaihtoehto oli Danisco Sweeteners Oy:n tehtaalta palaava lauhde. Tehdas käyttää matalapaineista höyryä ympäri vuoden ja osa lauhtuneesta höyrystä palautetaan takaisin Hovinsaaren voimalaitoksen prosessiin. Tämä lauhteen virta on lähes jatkuvaa ja soveltuisi myös erinomaisesti hönkähöyryn lämmityskohteeksi. Vuoden 2013 keskiarvoja tarkasteltaessa voitiin kuitenkin huomata lauhteen lämpötilan olevan selvästi korkeampi

kuin turbiinilauhteen. Eli energiaa oli siirrettävissä keskimäärin enemmän turbiinilauhteeseen kuin tehdaslauhteeseen. Tehtaalta palaavan lauhteen putkijinja sijaitsee myös huomattavasti kauempana, mikä johtaisi pidempiin putkivetoihin ja näin nostaisi kustannuksia.

Eli hönkähöyryyn lämmityskohteiksi valikoitui ABB-turbiinilauhde ja kaukolämmön lisävesi. Seuraavassa taulukossa on vielä esitetty edellä mainittujen lauhdeiden virtaukset ja lämpötilat vuoden 2013 kuukausittaisilla keskiarvoilla.

Taulukko 17: Hönkähöyryllä lämmitettäviä vesivaihtoehtoja.

Aika	6GDC10CF001 KL-LISÄVESI	3LCA40CF001 TURBIINILAUHDE	3LCA40CT001 LAUHTEEN LT.	1LCA60CF001 TEHDASLAUHDE	1LCA60CT001 TEHDASLAUHDE LT.
	kg/s ka	kg/s ka	C ka	kg/s ka	C ka
01.01.2013 00:00	0,31	14,29	92,53	3,61	82,12
01.02.2013 00:00	0,31	11,80	91,87	4,12	83,70
01.03.2013 00:00	0,18	11,48	92,43	4,06	83,49
01.04.2013 00:00	0,26	11,82	90,43	3,92	84,33
01.05.2013 00:00	0,35	6,56	75,10	3,82	86,68
01.06.2013 00:00	0,41	4,89	54,40	3,72	87,68
01.07.2013 00:00	0,66	5,04	46,20	3,45	82,58
01.08.2013 00:00	0,28	5,90	49,99	3,13	83,43
01.09.2013 00:00	0,22	9,22	72,59	3,00	78,92
01.10.2013 00:00	0,27	9,91	88,61	2,50	78,65
01.11.2013 00:00	0,27	11,41	89,31	3,34	76,73
01.12.2013 00:00	0,29	12,03	90,75	3,35	85,43
Keskiarvo	0,32	9,53	77,85	3,50	82,81

7.1 Lämmönvaihtimien mitoitus ja putkistot

Lämmönvaihtimien tehon laskemiseksi oli jo olemassa tarvittavat tiedot paitsi hönkähöyryyn virtausmäärä. Koska hönkähöyryyn virtausta ei mitata, jouduttiin virtausmäärää selvittämään muuta kautta. Lopulta biokattilalaitoksen toimittajan dokumenteista löytyi syöttövesisäiliölle luvatut arvot. Normaalitylanteessa, jolloin syöttöveden happi on alle 0,01 mg/kg ja lauhdevirtauksen vaihdella välillä 7 – 24 kg/s on höngän virtausmäärä 0,05 kg/s. Hönkähöyryyn virtausmäärä kasvaa, mitä enemmän happea pitää syöttövedestä poistaa. Lämmönvaihtimet tulee kuitenkin mitoittaa normaalin ajotilanteen mukaan, ettei turhaan ylimitoiteta lämmönvaihtimia.

Höyryn lauhtuessa vedeksi eli olomuodonmuutoksessa, vapautuu suurin osa höyryn sisältämästä energiasta. Tämän vuoksi lämmönvaihtimien mitoituksen lähtökohdaksi asetettiin hönkähöyryn lauhtuminen 125 °C:sta 100 °C:een. Seuraavaksi on eritelty lämmönvaihtimen tehon laskemiseen tarvittavat arvot. Arvot h_1 ja h_2 tarkoittavat entalpiaa. Entalpia on termodynamiikassa energiaa ilmaiseva suure. Entalpia arvot saadaan höyryn paineen ja lämpötilan avulla Mollier diagrammista.

$$\dot{m} = 0,05 \frac{kg}{s}$$

$$\text{Höyryn entalpia: } 125 \text{ } ^\circ\text{C}, 1,25 \text{ bar} = h_1 = 2724 \frac{kJ}{kg}$$

$$\text{Lauhtuneen höyryn entalpia: } 100 \text{ } ^\circ\text{C}, 1,25 \text{ bar} = h_2 = 419 \frac{kJ}{kg}$$

Näillä arvoilla saadaan laskettua lämmönvaihtimen teho kaavasta:

$$\phi = \dot{m}(h_1 - h_2) \quad (1.)$$

$$\phi = 0,05 \frac{kg}{s} \left(2724 \frac{kJ}{kg} - 419 \frac{kJ}{kg} \right) = 115,25 kW = 110 kW$$

Mitoituksellisista syistä käytetään tehon arvoa 110 kW. Tehon avulla pystytään laskemaan kaukolämmön lisäveden sekä turbiinilauhteen lämpötilan nousu. Laskuissa käytetään taulukon 17 vuoden 2013 keskiarvoja. Lämpötilat saadaan laskettua seuraavalla kaavalla.

$$t_{loppulämpö} = \frac{\phi}{\dot{m} \cdot c_p} + t_{alkulämpö} \quad (2.)$$

$$\text{Veden ominaislämpökapasiteetti: } c_p = 4,182 \frac{kJ}{K \cdot kg}$$

$$\text{Kaukolämmön lisävesi: } t_{KLalkulämpö} = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

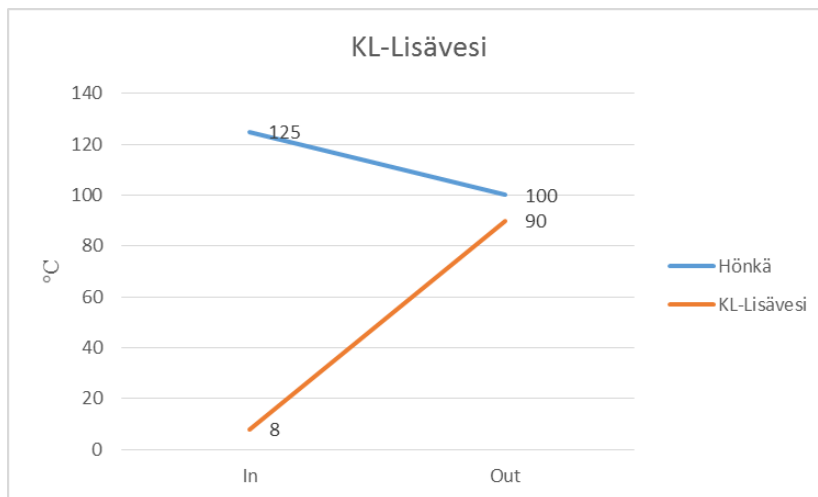
Turbiinilauhde: $t_{TLalkulämpö} = 77,85 \text{ } ^\circ\text{C}$

Kaukolämmön lisävesi:

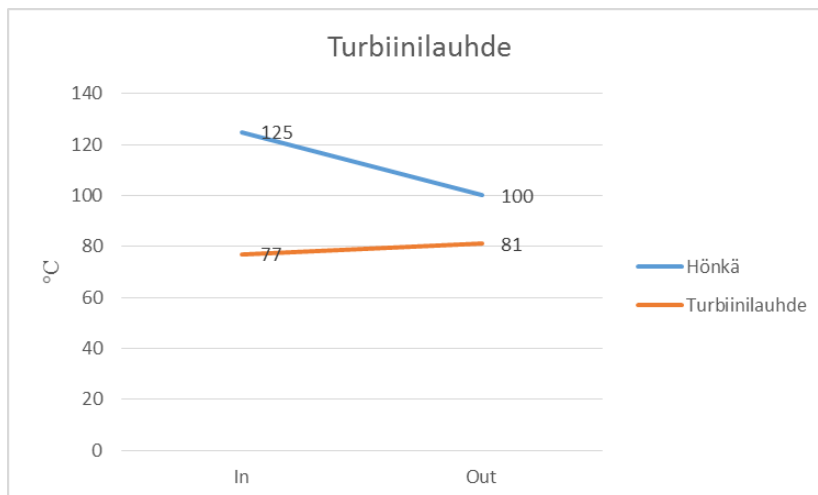
$$t_{KLloppulämpö} = \frac{110 \text{ kW}}{0,32 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}} + 8 \text{ } ^\circ\text{C} = 90,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Turbiinilauhde:

$$t_{TLloppulämpö} = \frac{110 \text{ kW}}{9,53 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}} + 77,9 \text{ } ^\circ\text{C} = 80,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Kuva 18: KL-lisävesi lämpötiladiagrammi.



Kuva 19: Turbiinilauhde lämpötiladiagrammi.

Lämmönvaihtimien sijoituspaikka löytyi biokattilan tasolta +14.400 suoraan syöttövesisäiliön alapuolelta. Tässä paikassa on sopivasti tilaa ja se on oivallinen kohde myös putkivetojen kannalta. Hönkähöyry lauhtuu lämmönvaihtimissa ja tämä laude päätettiin ottaa talteen biokattilan syöttövesipumppujen jäähdytysvesialtaaseen, mistä lauhteet jatkaa matkaa raakavesisäiliöön ja vedenkäsittelyyn. Tarvittavat putkistovedot mitattiin mittanauhan ja lasermittarin avulla. Tulokset olivat seuraavia:

Taulukko 20: Mitatut putkistovedot.

Hönkähöyry DN50	35,5 m
L-Haara	10 kpl
T-haara	2 kpl
Kaukolämmön lisävesi DN50	46,5 m
L-haara	10 kpl
Turbiinilauhde DN150	3 m
L-haara	2 kpl
T-haara	2 kpl
Hönkähöyryn lauhde DN25	20 m
L-haara	3 kpl

7.2 PI-kaavio ja KKS-tunnukset

Työn suorittamisen aikaan Hovinsaaren voimalaitoksella oli meneillään PI-kaavioiden tarkastus ja korjaus projekti. Uutta PI-kaaviota lähdettiin piirtämään uusittujen PI-kaavioiden ulkonäköä mukaillen. PI-kaavio piirrettiin CADS Planner -ohjelmistolla. Valmis PI-kaavio on nähtävissä työn lopussa liitteenä 2.

Uusiin putkilinjoihin, laitteille ja venttiileille oli luonnollisesti keksittävä KKS-tunnukset. Liitteessä 1 on eritelty kaikki uudet putkilinjat, laitteet ja niiden KKS-tunnukset.

7.3 Metso-DNA kuvapäivitys ja toimintakuvaukset

Koska uusi laitteisto tulee sisältämään automaattiventtiileitä, tuli Metso-DNA järjestelmään suunnitella uusi operointinäyttö ja venttiileille automatiikka. Laitteistoon tulee 4 sulkuventtiiliä, joilla ohjataan hönkähöyryn kulkua. Hönkähöyry ohjautuu jatkuvasti turbiinilauhteen hönkälämmönvaihtimen läpi. Aina kaukolämmön lisävettä valmistettaessa, ohjataan höyry ensin turbiinilauhteen hönkälämmönvaihtimen läpi ja tämän jälkeen kaukolämmön lisäveden hönkälämmönvaihtimen läpi. Venttiileitä voidaan myös ajaa valvomosta käsin manuaalisesti. Venttiileiden toimintaa rajoitetaan siten, että höyry pääsee jatkuvasti kulkemaan ulos. Tällä varmistetaan syöttövesisäiliön normaali toiminta ja ettei syöttövesisäiliön paine pääse nousemaan liian korkeaksi. Hönkähöyryn ulospuhalluksen säätöventtiili tulee toisteiseksi toimimaan ainoastaan manuaalisesti. Venttiiliä voi säätää käsin valvomosta sillä rajoituksella, että venttiilin alaraja on 20 %. Tämä myös sen takia, ettei syöttövesisäiliö pääse paineistumaan liikaa.

Metso-DNA järjestelmässä on kaikille laitteille ja piireille olemassa toimintakuvaukset. Toimintakuvauksista selviää kyseisen piirin/laitteen toiminta automaattitilassa. Uuden laitteiston venttiilien automatiikka toteutetaan toimintakuvauksen perusteella. Toimintakuvaukset löytyvät työn lopusta liitteinä 4, 5, 6, 7 ja 8.

Metso-DNA järjestelmään tuli suunnitella uusi operointinäyttö, mistä operattori pystyy ohjaamaan uuden laitteiston venttiileitä. Operointinäyttö piirrettiin CADS Planner -ohjelmalla ja siihen on merkitty kaikki tarvittavat venttiilit, mittaukset ja säätimet KKS-tunnuksilla. Kuvassa on syöttövesisäiliö, uudet lämmönvaihtimet, automaattiventtiilit, muutamia mittauksia ja kiinteä trendi syöttöveden hapen määrästä. Trendistä operattori näkee nopeasti mihin suuntaan hapen määrä on menossa ja hönkähöyryn ulospuhalluksen säätöventtiilin asentohistorian. Kuvassa on myös syöttövesisäiliön paineensäädin, mikä säätelee syöttövesisäiliöön menevän höyryn määrää. CADS Planner -ohjelmalla luotu kuva löytyy työn lopusta liitteenä 3.

8 KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS

Projektin kannattavuuden takia selvitettiin paljonko laitteiston hankinta ja asennus tulisi maksamaan. Laitteista ja asennuksista tehtiin tarjouspyynnöt, jotta saataisiin projektille investointikustannus. Työn kirjoittamisvaiheessa ei ollut vielä täysin varmaa milloin hönkähöyryn lämmöntalteenotto tullaan toteuttamaan, joten laitteet ja asennukset tullaan vielä kilpailuttamaan uudestaan. Tästä syystä ei tarjosten antaneita tahoja paljasteta. Laskelmissa on mukana ainoastaan hankittavat laitteet ja Kotkan Energia Oy:n ulkopuolelta hankittavan työn kustannukset.

Lämmönvaihtimet tulevat olemaan rekuperaattori lämmönvaihtimia ja molemmat lämmönsiirtoteholtaan 110 kW. Turbiinilauhteen lämmönvaihdin tulee olemaan hitsattu malli ja kaukolämmön lisäveden tiivisteellinen levylämmönvaihdin.

- | | |
|--|-------|
| • Lämmönvaihdin turbiinilauhde/hönkähöyry | XXX € |
| • Lämmönvaihdin kaukolämmön lisävesi/hönkähöyry | XXX € |
| • Hönkähöyryn säätöventtiili | XXX € |
| • Sulkuventtiilit 4 kpl | XXX € |
| • Putkistot, käsiventtiilit, asennus ja eristykset | XXX € |

Yhteensä: XXX €

Investoinnin takaisinmaksuaika saadaan laskemalla saavutettu säästö höyryntuotannossa. Biokattilan vuotuinen käyntiaika on noin 8200 h. Lasketaan saatu säästö 110 kW:n jatkuvalla teholla. Biokattilalla tuotettu höyry maksaa noin XXX €/MWh.

Vuotuinen energiasäästö

$$8200h/a \cdot 0,11MW = 902MWh/a$$

Vuosittainen säästö rahassa

$$902\text{MWh}/a \cdot \frac{\text{XXX}\text{€}}{\text{MWh}} = \text{XXX}\text{€}/a$$

Investoinnin takaisinmaksuaika

$$\frac{\text{XXX}\text{€}}{\text{XXX}\text{€}/a} = 2,06a$$

Investointi maksaisi itsensä takaisin noin 2 vuodessa ja 22 päivässä. Tässä ei ole otettu huomioon säästyneen energian hyödyntämistä esimerkiksi kaukolämmöntuotantoon, mikä taas lyhentäisi takaisinmaksuaikaa selvästi. Kaukolämmöstä saadaan noin XXX €/MWh, kun tästä vähennetään höyryntuoton kustannukset XXX €/MWh saadaan XXX €/MWh. Jos säästetty höyrymäärä käytettäisiin kaukolämmöntuotantoon, olisi takaisinmaksuaika seuraava.

Vuotuinen kaukolämmöntuotannosta saatu raha

$$902\text{MWh}/a \cdot \frac{\text{XXX}\text{€}}{\text{MWh}} = \text{XXX}\text{€}/a$$

Investoinnin takaisinmaksuaika

$$\frac{\text{XXX}\text{€}}{\text{XXX}\text{€}/a} = 1,05a$$

Säästetyn energian hyödyntäminen muussa tuotannossa lyhentää siis selvästi takaisinmaksuaikaa. Mikäli energia käytettäisiin kaukolämmön tuotantoon, olisi takaisinmaksuaika noin 1 vuosi ja 18 päivää.

9 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kotkan Energian Hovinsaaren voimalaitokselle. Työn tarkoituksena oli suunnitella biokattilan syöttövesisäiliön hönkähöyrylle lämmöntalteenotto. Työssä kartoitettiin käyttökohteet höngän sisältämälle energialle, suunniteltiin lämmöntalteenoton laitteisto, piirrettiin PI-kaavio, suunniteltiin Metso-DNA kuva sekä automatiikka venttiileille.

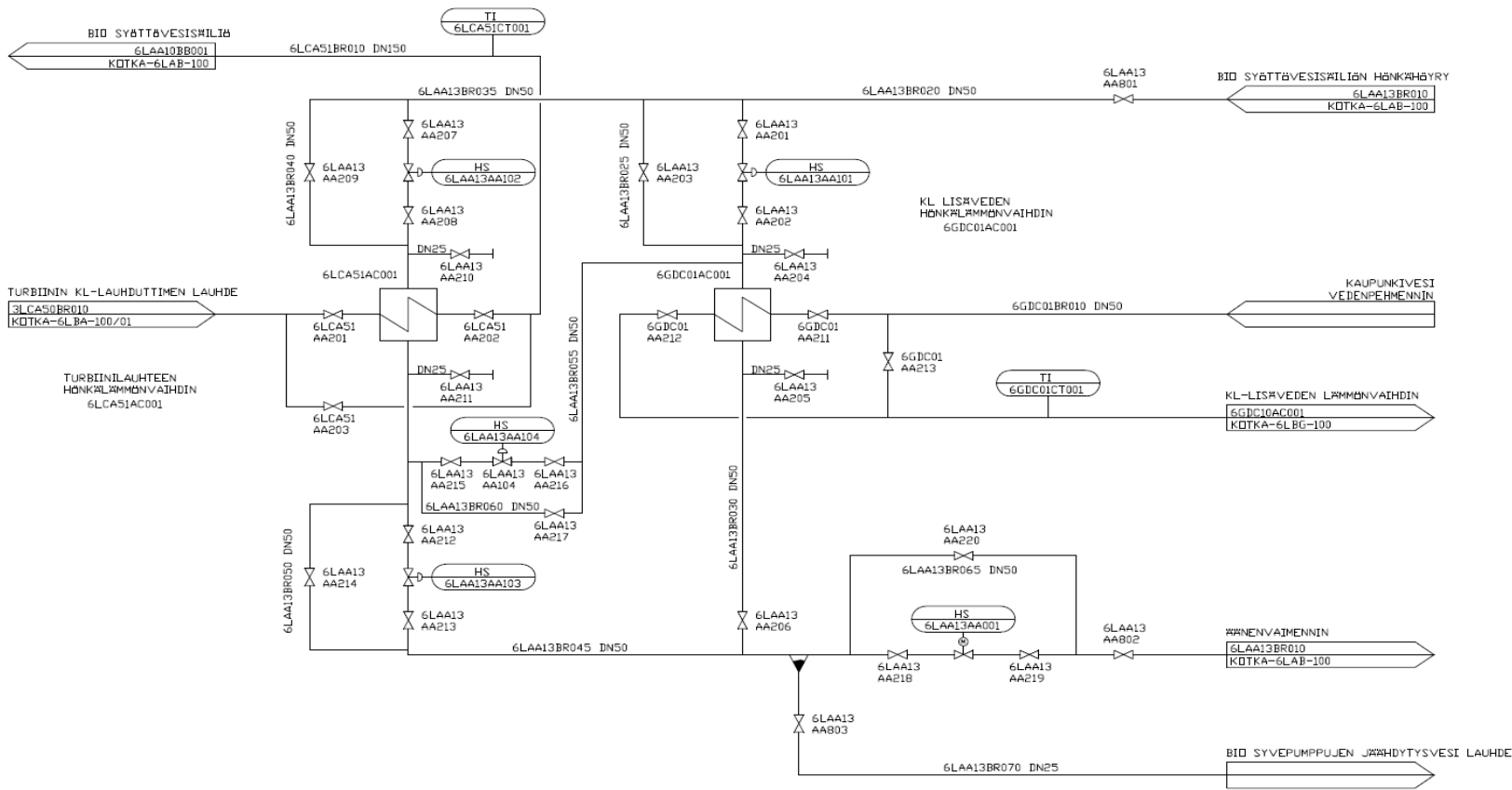
Hönkähöyrystä on mahdollista saada vähintään 110 kW:n jatkuva teho turbiinilauhteeseen ja/tai kaukolämmön lisävedeen. Tämä vähentää syöttövesisäiliön lämmityshöyryn määrää ja kaukolämmön lisäveden kaasunpoistimen käyttämän höyryn määrää. Säästetty höyry voitaisiin jatkossa ohjata esimerkiksi kaukolämmön tuottamiseen, mikä lyhentäisi takaisinmaksuaikaa merkittävästi. Tämä kuitenkin mahdollista vain silloin kun biokattila käy täydellä teholla, muuna aikana tuo 110 kW:n teho näkyisi säästönä. Pelkästään säästettynä höyrymääränä laskettuna olisi takaisinmaksuaika noin 2 vuotta, minkä jälkeen laitteisto alkaisi tuottamaan tulosta. Koska lämmöntalteenotto laitteisto on yksinkertainen, niin se on huoltovapaa eikä näin aiheuta merkittäviä huoltokustannuksia.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli erittäin hyvä jatkumo koulussa opitulle tiedolle. Varsinkin koulutuslinjalla opitut matemaattiset taidot tulivat tarpeeseen ja opettajien tuki läpi opiskelujen ansaitsee kiitosta. Menneet 4 vuotta Kotkan Energian palveluksessa ovat myös antaneet paljon tietoa ja taitoa voimalaitoksista. Ilman tätä työkokemusta opinnäytetyön tekeminen olisi ollut huomattavasti vaikeampaa.

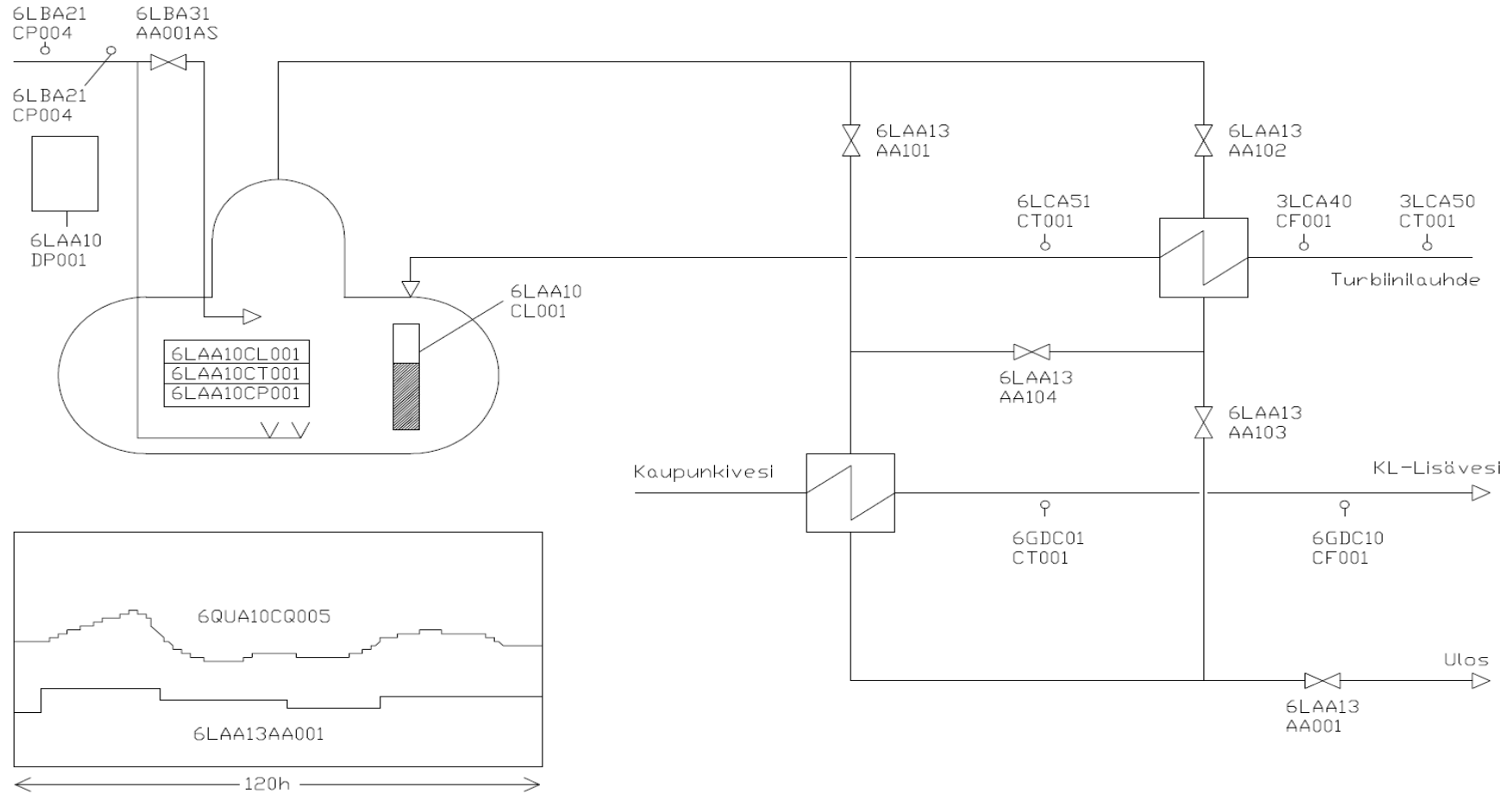
LÄHTEET

1. Kotkan Energia Oy. 2014 Kotisivut. Saatavissa: <http://www.kotkanenergia.fi/> [Viitattu 25.3.2015]
2. Kotkan Energia Oy. 2013 Vuosikertomus. Saatavissa: http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/vuosikertomus_2013.pdf [Viitattu 25.3.2015]
3. Kotkan Energia Oy. 2013. Esittelykalvot. Sisäinen materiaali, ei saatavilla.
4. Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Edita Prima Oy
5. Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, T., Urpalainen S. 2008. Voimalaitostekniikka. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy
6. Fagerholm, N. 1994. Termodynamiikka. Tampere: Tammer-Paino Oy
7. Kotkan Energia Oy. 2015. Metso-DNA. Sisäinen materiaali, ei saatavilla.

KKS-Tunnus	Laite	Linja
6LAA13AA201	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA202	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA203	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA204	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA205	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA206	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA207	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA208	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA209	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA210	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA211	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA212	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA213	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA214	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA215	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA216	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA217	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA218	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA219	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA220	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA101	Sulkuventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA102	Sulkuventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA103	Sulkuventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA104	Sulkuventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA001	Säätöventtiili	Hönlähöry
6LAA13AA803	Käsiventtiili	Hönlähöry
6LCA51AA201	Käsiventtiili	Turbiinilauhde
6LCA51AA202	Käsiventtiili	Turbiinilauhde
6LCA51AA203	Käsiventtiili	Turbiinilauhde
6LCA51CT001	Lämpötilamittaus	Turbiinilauhde
6GDC01AA211	Käsiventtiili	KL-Lisävesi
6GDC01AA212	Käsiventtiili	KL-Lisävesi
6GDC01AA213	Käsiventtiili	KL-Lisävesi
6GDC01CT001	Lämpötilamittaus	KL-Lisävesi
6LCA51AC001	Lämmönvaihdin	Turbiinilauhde
6GDC01AC001	Lämmönvaihdin	KL-Lisävesi
6LAA13BR020	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR025	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR030	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR035	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR040	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR045	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR050	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR055	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR060	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR065	Putkilinja	Hönlähöry
6LAA13BR070	Putkilinja	Hönlähöry



Muutospäiväys	Muutos	Muuttaja	Hyv.	Muutos				
Päiväys	4.3.2015	Toimitajan pili.no./tiedostonimi		Toimitajan nimi	Suunn.	Tark.	Hyv.	Suhde
Stajnti/taso		Piirustuslaji	KKS-tunnus	Osakoodi	JMy			
Kotka Energia Avoimena huomiseen.	HOVINSAAREN VOIMALAITOS				Liittyy		Osaluettelo	
	BIOKATTILAN SYVEN HÖNKÄ				Sivu/sivuja		Ohjelma/tiedosto/versio	
	PI-KAAVIO				1/1			
					LT	Piirustusnumero/tiedostonimi		Muutos
					KEO-6LAA-100			



Kuvas	
Hyväksyjä	
Tarkastaja	
Suunnittelija/pvm	

Kotka Energia Avoimena huomiseen.		HOVINSAAREN VOIMALAITOS			Otsikko HOVINSAAREN VOIMALAITOS BIOKATTILA SYÖTTÄVESISÄILIÖN HAPPIKÄÄTÖ SÄÄTÖKAAVIO		Toimintaryhmä		Laitetunnus	
		Korvaa	Korvaaja				Mittakaava	Taso	Sivu	Koko
		Tiedostonimi						AFC	1	
Organisaatio	Suunnittelija/pvm	Piirtäjä	Tarkastaja	Hyväksyjä		Projekti - Asiatunnus - Numero/Sivu		Muutos		M

6LAA13AA001 BIO syöttövesisäiliön kaasunpoistoventtiili

Toiminta ja tarkoitus

- Piirin tarkoitus
 - Hönkähöyryn ulospuhallus määrän säätäminen
- Toiminta:
 - M-tila:
 - Operaattori säätää venttiilin haluttuun asentoon.
 - Lukitukset toimivat myös manuaalilla ajettaessa.

Lukitukset ja käynnistysehdot

- Syöttövesisäiliön suojaamiseksi yli-/alipaineelta venttiilin minimi rajaksi on asetettu 20% auki.
- Venttiili pakko-ojautuu 100% auki, jos venttiili 6LBA31AA001 (syöttövesisäiliön paineen-säätö) on kiinni JA

Ensimmäisenä tullut lukitus:	Lukitus Päällä:	Lukituksen aiheuttaja	Lukituksen syy:
		6LAA10CT001	syöttövesisäiliön LPT on > max (140C) tai
		6LAA10CP001	syöttövesisäiliön paine > max (1.5 bar)

Tiedot muihin piireihin

Piirin hälytykset

Kommentit

Muutoshistoria

Versio	Pvm	Tekijä	Hyväksyjä	Muutos
1	5.2.2015	JMy		Ensimmäinen versio

6LAA13AA101 KL-lisäveden hönkälämmönvaihtimen sulkuventtiili

Toiminta ja tarkoitus

- Piirin tarkoitus
 - Hönkähöyryn ohjaaminen KL-lisäveden hönkälämmönvaihtimelle
- Toiminta:
 - Venttiilillä M/A toiminto.
 - M-tila:
 - Operaattori avaa/sulkee venttiilin näytöltä.
 - Lukitukset toimivat myös manuaalilla ajettaessa.
 - A-tila:
 - Venttiili on kiinni

Lukitukset ja käynnistysehdot

- Syöttövesisäiliön suojaamiseksi yli-/alipaineelta venttiili pakko-ohjautuu auki, mikäli venttiili 6LAA13AA102 ja/tai venttiilit 6LAA13AA103 ja 6LAA13AA104 ovat kiinni.
- Venttiili pakko-ohjautuu 100% auki, jos venttiili 6LBA31AA001 (syöttövesisäiliön paineen-säätö) on kiinni JA

Ensimmäisenä tullut lukitus:	Lukitus Päällä:	Lukituksen aiheuttaja	Lukituksen syy:
		6LAA10CT001	syöttövesisäiliön LPT on > max (140C) tai
		6LAA10CP001	syöttövesisäiliön paine > max (1.5 bar)

Tiedot muihin piireihin

Piirin hälytykset

Kommentit

Muutoshistoria

Versio	Pvm	Tekijä	Hyväksyjä	Muutos
1	5.2.2015	JMy		Ensimmäinen versio

6LAA13AA102 Turbiinin KL-Lauhduttimen lauhteen hönkälämmönvaihtimen sulkuventtiili

Toiminta ja tarkoitus

- Piirin tarkoitus
 - Hönkähöyryn ohjaaminen turbiinin KL-lauhduttimen hönkälämmönvaihtimelle
- Toiminta:
 - Venttiilillä M/A toiminto.
 - M-tila:
 - Operaattori avaa/sulkee venttiilin näytöltä.
 - Lukitukset toimivat myös manuaalilla ajettaessa.
 - A-tila:
 - Venttiili on auki

Lukitukset ja käynnistysehdot

- Syöttövesisäiliön suojaamiseksi yli-/alipaineelta venttiili pakko-ohjautuu auki, mikäli venttiili 6LAA13AA101 on kiinni.
- Venttiili pakko-ohjautuu 100% auki, jos venttiili 6LBA31AA001 (syöttövesisäiliön painesäätö) on kiinni JA

Ensimmäisenä tullut lukitus:	Lukitus Päällä:	Lukituksen aiheuttaja	Lukituksen syy:
		6LAA10CT001	syöttövesisäiliön LPT on > max (140C) tai
		6LAA10CP001	syöttövesisäiliön paine > max (1.5 bar)

Tiedot muihin piireihin

Piirin hälytykset

Kommentit

Muutoshistoria

Versio	Pvm	Tekijä	Hyväksyjä	Muutos
1	5.2.2015	JMy		Ensimmäinen versio

6LAA13AA103 Hönkälämmönvaihtimen säätöventtiili 1

Toiminta ja tarkoitus

- Piirin tarkoitus
 - Hönkähöyryn ohjaaminen ulos äänenvaimentimelle
- Toiminta:
 - Venttiilillä M/A toiminto.
 - M-tila:
 - Operaattori avaa/sulkee venttiilin näytöltä.
 - Lukitukset toimivat myös manuaalilla ajettaessa.
 - A-tila:
 - Venttiili ohjautuu auki mikäli KL-Lisäveden virtaus alle 0.2kg/s
 - KL-Lisäveden virtauksen noustessa yli 0.2kg/s ja venttiilin 6LAA13AA104 saavuttaessa aukirajan ohjautuu venttiili 6LAA13AA103 2s. viiveellä kiinni.

Lukitukset ja käynnistysehdot

- Syöttövesisäiliön suojaamiseksi yli-/alipaineelta venttiili pakko-ohjautuu auki, mikäli venttiili 6LAA13AA101 ja 6LAA13AA104 on kiinni.
- Venttiili pakko-ohjautuu 100% auki, jos venttiili 6LBA31AA001 (syöttövesisäiliön paineen säätö) on kiinni JA

Ensimmäisenä tullut lukitus:	Lukitus Päällä:	Lukituksen aiheuttaja	Lukituksen syy:
		6LAA10CT001	syöttövesisäiliön LPT on > max (140C) tai
		6LAA10CP001	syöttövesisäiliön paine > max (1.5 bar)

Tiedot muihin piireihin

Piirin hälytykset

Kommentit

Muutoshistoria

Versio	Pvm	Tekijä	Hyväksyjä	Muutos
1	5.2.2015	JMy		Ensimmäinen versio

6LAA13AA104 Hönkälämmönvaihtimen säätöventtiili 2

Toiminta ja tarkoitus

- Piirin tarkoitus
 - Hönkähöyryn ohjaaminen KL-Lisäveden lämmönvaihtimelle 6GDC01AC001 turbiinilauhteen hönkälämmönvaihtimen 6LCA51AC001 jälkeen
- Toiminta:
 - Venttiilillä M/A toiminto.
 - M-tila:
 - Operaattori avaa/sulkee venttiilin näytöltä.
 - Lukitukset toimivat myös manuaalilla ajettaessa.
 - A-tila:
 - Venttiili ohjautuu auki mikäli KL-Lisäveden virtaus yli 0.2kg/s
 - KL-Lisäveden virtauksen laskiessa alle 0.2kg/s ja venttiilin 6LAA13AA103 saavuttaessa aukirajan ohjautuu venttiili 6LAA13AA104 2s. viiveellä kiinni.

Lukitukset ja käynnistysehdot

- Syöttövesisäiliön suojaamiseksi yli-/alipaineelta venttiili pakko-ohjautuu auki, mikäli venttiili 6LAA13AA101 ja 6LAA13AA103 on kiinni.
- Venttiili pakko-ohjautuu 100% auki, jos venttiili 6LBA31AA001 (syöttövesisäiliön paineen säätö) on kiinni JA

Ensimmäisenä tullut lukitus:	Lukitus Päällä:	Lukituksen aiheuttaja	Lukituksen syy:
		6LAA10CT001	syöttövesisäiliön LPT on > max (140C) tai
		6LAA10CP001	syöttövesisäiliön paine > max (1.5 bar)

Tiedot muihin piireihin

Piirin hälytykset

Kommentit

Muutoshistoria

Versio	Pvm	Tekijä	Hyväksyjä	Muutos
1	5.2.2015	JMy		Ensimmäinen versio