



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Mäki

BIOVOIMALAITOS

Tekniikka ja liikenne
2014

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ville Mäki
Opinnäytetyön nimi	Biovoimalaitos
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	36
Ohjaaja	Juha Nieminen

Työn tarkoitus oli selvittää, kuinka Oy Polar Mills Ab voisi hyödyntää prosessin sivutuotteena syntyvän kaurankuoren ja osallistua biovoimalaitoksen rakentamiseen tilaajan edustajana. Työn tarkoitus oli myös johtaa projektia. Haasteellisen työstä teki se, että vastaavia järjestelmiä ei ollut käytössä kuin muutamia ja nekin oli hieman eritavalla toteutettu. Tavoitteena oli rakentaa toimiva järjestelmä kaurankuoren polttamiselle ja sen hyödyntäminen tehtaan energiatarpeissa.

Työ aloitettiin kartoittamalla suomalaisia valmistajia ja konsultoimalla ammattilaisia, joilla oli kokemusta tai tietoa kaurankuoren polttamisesta. Työssä kartoitettiin myös mahdolliset tukijärjestelmät, joita yritykset voivat hakea investointien rahoittamiseen. Työssä tuli huomioida myös tehtaan tulevaisuuden energian tarve ja laitoksen sijoittaminen tontille. Projektille tuli laskea takaisinmaksuaika sekä selvittää kuinka sen tuoma säästö vaikuttaisi tuotteiden omakustannehintoihin.

Selvitystöiden jälkeen työ eteni biovoimalaitoksen rakentamiseen ja sen käyttöönottamiseen. Työssä on kerrottu projektin eri vaiheet ja niiden tarkoitus. Työn lopputuloksena syntyi toimiva biovoimalaitos ja osaava organisaatio. Työn tilaaja saa suuren höydyn biovoimalaitoksesta ja heidän kilpailukykynsä paranee kiristyvillä markkinoilla.

ABSTRACT

Author	Ville Mäki
Title	Bio Power Plant
Year	2014
Language	Finnish
Pages	36
Name of Supervisor	Juha Nieminen

The purpose of this thesis was investigate, how Oy Polar Mills Ab can exploit their oat husk which was produced during the production of oat. Most challenging task was to choose the right devices for burning the husk. The objective was to build a system which is cable of burning the husk and exploit that in factory's consumption of energy.

The thesis was started by investigating Finnish suppliers and having many discussions with professionals about the burning of husk. Very important was clarify all support systems which were given for these types of projects. In this project it was important to plan the needed energy in future, because it affects the size of bio power plant and also the place of bio power plant should be decided. The payback time was calculated and also the savings which this projects gives for the price of products in this factory.

After the investigations the task continued by building the bio power plant. In this thesis the project different phases are told and also purpose of each phase. The result of this thesis was is a good working bio power plant with good organization. The bio power plant will give good benefits for company and also keeps the growing product prices moderate.

Keywords husk, burning, investigate, energy

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
2	TUTKIMUS- JA SELVITYSTYÖT	7
	2.1 Polttotekniikka ja toimivuus	7
	2.2 Kiinteä polttoaine.....	9
	2.2.1 Kalorimetrinen lämpöarvo	9
	2.2.2 Tuhka.....	9
	2.2.3 Kaurankuoren spesifikaatio.....	10
	2.3 Ympäristölupa ja rakennusvalvonta.....	10
	2.4 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika	11
	2.5 Tarjouskyselyt.....	12
	2.6 Investointiesitys	12
	2.7 Energiatukihakemus.....	13
	2.8 Urakoitsijoiden valinta.....	13
	2.9 Hankintasopimukset.....	14
3	BIOVOIMALAITOKSEN RAKENTAMINEN	15
	3.1 Aloittaminen ja organisaatio	15
	3.2 Perustaminen ja sijoitus	15
	3.2.1 Öljysäiliöiden poistaminen.....	16
	3.2.2 Perustusten valaminen.....	17
	3.3 Polttoaineen siirto biovoimalaitokselle.....	18
	3.3.1 Kaurankuorisiilo.....	18
	3.3.2 Pintarajat siilossa.....	18
	3.3.3 Kaurankuoren siirtolinja.....	19
	3.4 Suunnitelmat ja asennukset.....	21
	3.4.1 Laitoksen suunnittelu	21
	3.4.2 Laitoksen asentaminen	21
	3.5 Biovoimalaitoksen päälaitteet ja toiminta.....	22

3.5.1	Höyrykattila.....	22
3.5.2	Porrasarina.....	22
3.5.3	Ekonomaiseri.....	23
3.5.4	Multisyklooni	23
3.6	Viranomaistarkastukset.....	24
3.6.1	Dekra Industrial Oy.....	24
3.6.2	Pohjanmaan pelastuslaitos	24
4	AUTOMAATIO JA SÄHKÖTYÖT	25
4.1	Sähköasennukset	25
4.2	Automaatio.....	25
4.3	Etävalvonta ja hälytykset	26
4.4	Testaukset	26
4.5	Energiamittaukset	27
5	KÄYTTÖÖNOTTO JA KOULUTUS	28
5.1	Tarkastukset	28
5.1.1	Painekokeet	28
5.1.2	Ensimmäinen määräaikaistarkastus	28
5.2	Käyttöönotto	29
5.3	Koekäyttö.....	29
5.4	Henkilöstön kouluttaminen.....	30
5.5	Käytönvalvonta.....	30
5.6	Vesikemia ja analyysit	31
5.6.1	Syöttövesi.....	31
5.6.2	Mitattavat suureet.....	32
6	DOKUMENTOINTI	33
6.1	Käyttöohjeet.....	33
6.2	Huoltosuunnitelma.....	33
6.3	Projektkirjanpito	34
7	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	36

1 JOHDANTO

Työn tilaaja on erikoistunut viljatuotteiden valmistukseen ja prosessissa käytetään höyryä, jolla tuote esikypsennetään ja kuivataan. Tehtaan tuotantoa ajetaan ympäri vuorokauden ja työntekijöitä on 22 henkilöä. Pääraaka-aine on kaura, jota kuuluu vuodessa noin 24 000 tonnia. Muita viljoja kuten ohraa, ruista ja vehnää käytetään huomattavasti vähemmän. Tuotteista tunnetaan parhaiten Myllärin merkillä myytävät luomutuotteet, mutta suurin osa tuotannosta myydään jatkojalostettuna ympäri maailmaa. Yritys on Suomen suurin luomukaurankäyttäjä.

Nykyinen höyrykattila on teholtaan 0,75 MW ja tuottaa höyryä 1000kg/h. Kiinteistön lämmitys hoidetaan kahdella öljykattilalla, joiden yhteisteho on 0,36 MW. Sekä höyrykattila, että kiinteistökattilat toimivat kevytpolttoöljyllä, jota kuluu vuodessa noin 260 000 litraa eli yrityksen energiantarve lämmitykseen ja prosessihöyryyn on noin 2600 MWh vuodessa. Käytössä olevat järjestelmät ovat vanhoja ja uusimistarve tulee kymmenen vuoden sisällä. Yritys on myös investoimassa uuteen höyrytyslinjaan, joka käyttää energiaa noin 350 kW eli noin 500 kg höyryä tunnissa lisää.

Kauran jalostuksessa syntyy kaurankuorta, jolla on hyvä lämpöarvo 4,36 MWh / t, mutta se myydään pääsääntöisesti rehuteollisuuteen. Kaurankuori syntyy, kun kaura kuoritaan kauramylyssä. Irronnut kuori siirretään pneumaattisesti vasaramylyyn, jossa kuori jauhetaan tasalaatuiseksi kaurankuorijauhoksi. Sen jälkeen se siirretään varastosiiloihin, josta se luovutetaan irtolastauksena autoihin. Jatkossa osa kaurankuoresta siirrettäisiin pneumaattisesti varastosiiloista biovoimalaitoksen siiloon, josta se annosteltaisiin poltettavaksi.

2 TUTKIMUS- JA SELVITYSTYÖT

Työ lähti käyntiin selvittämällä mahdolliset tekijät Suomessa ja konsultoimalla uusiutuvan energian käyttöön perehtyneitä ammattilaisia. Projektin kannattavuus ja mahdolliset tukijärjestelmät kuten Työ- ja elinkeinoministeriön myöntämät rahalliset tuet tuli selvittää ennen projektin esittelemistä Oy Polar Mills Ab:n hallitukselle. Aluksi piti selvittää myös mahdolliset ympäristöluvut ja Vaasan kaupungin suhtautuminen kyseiseen projektiin. Suurin työ oli selvittää ja varmistua kaurankuoren polttotekniikasta ja toimivuudesta.

2.1 Polttotekniikka ja toimivuus

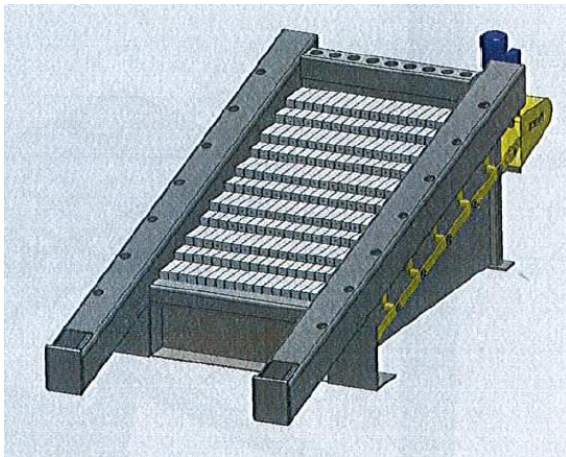
Kaurankuoren polttaminen on hankalaa, koska tuhka sulaa alhaisessa lämpötilassa ja se aiheuttaa ongelmia polttoalustalla. Kaurankuorelle on vain yksi polttotekniikka ja se on täysliikkuva arina vesijähdytyksellä. Polttoaine on hyvin hienojakoista ja sen polttaminen vaatii hyvin rauhallisen käsittelyn. Sähkömoottorikäyttöillä varustettu arinan liike on hyvin rauhallinen ja sen takia polton aikana ei tapahdu räjähdyspaloa palokammion yläosissa.

Kuten lähteessä /13/ todetaan, että polttotekniikka tulee valita tapauskohtaisesti ja valintaan vaikuttaa polttoaine ja tuhkan koostumus.

Leijupetikattila soveltuu paremmin kosteille polttoaineille, kuten hakkeelle ja turpeelle, kuten Wikipediassa todetaan. On myös riski, että kaurankuoren polttaminen leijupetikattilassa aiheuttaa räjähdyspaloa leijupetikattilan palokammiossa, koska palaminen tapahtuu leijumalla polttokammiossa. Polttoalustalla on hiekkapeti, jonka päälle polttoaine annostellaan. Hiekkapetin läpi johdetaan ilmaa ja se aiheuttaa polttoaineen leijumisen. /7/

Kävimme tutustumassa moneen kohteeseen eri puolella Suomea, joissa oli arinatekniikalla toimiva polttolaitos, mutta näissä laitoksissa ei kuitenkaan tehty höyryä. Suomesta ei löydy montaa höyrykattila kohdetta, joidenka teho on alle 2 MW ja laitoksissa poltetaan kaurankuorta. Tulimme vakuuttuneeksi polttotekniikasta ja hyvänä referenssinä toimi tieto siitä, että kyseiset polttolaitokset käyttivät meidän kaurankuortamme polttoaineena. Projektiin sisältyi kuitenkin riski, että kaurankuorta poltettaessa tasalaatuisen prosessihöyryn muodostamien tulisi vaikeaksi.

Kuvassa 1 näkyy arina, jolla kaurankuoren polttaminen on mahdollista. Portaita liikutetaan sähköisesti vaihdemoottoriin kiinnitetyllä epäkeskomekanismilla. Polttoaine syötetään ruuvilla arinan ylimmille rappusille ja siitä se levittyy koko arinan leveydelle. /14/



Kuva 1. Vesijäähdytteinen täysin liikkuva arina /14/

2.2 Kiinteä polttoaine

2.2.1 Kalorimetrinen lämpöarvo

Ilmakuivasta (tasapainokostea) analyysinäytteestä punnitaan noin 1 g, joka poltetaan nesteeseen upotetussa kalorimetripommissa happiatmosfäärissä ja vapautuva lämpö mitataan. Lämpöarvo ilmoitetaan yleensä megajouleina polttoainekiloa kohti (MJ/kg, 1 MJ = 0,27885 kWh) /1/

Kaurankuorelle saimme arvoksi noin 15,6 MJ/kg eli 4,35 kWh/kg. Tämän arvon perusteella suoritettiin kannattavuuslaskelmat.

2.2.2 Tuhka

Kuten lähteessä /10/ todetaan, että toiminnanharjoittajan tulee olla tietoinen syntyvän tuhkan määrästä ja laadusta sekä tuhkan ympäristö- ja terveysvaikutuksista. Käytettävä polttoaine kaurankuori on orgaanista ja ei sisällä merkittävästi haitallisia aineita.

Tuhkan käyttöä metsälannoitteena säätelee lannoitevalmistelaki (539/2006) ja asetukset (MMM Asetus 24/11). Haitallisten metallien enimmäispitoisuudet ovat kadmium (Cd) 25 mg/kg ja arseeni (Ar) 40 mg/kg. /3/

Tuhkasta teetettiin analyysi Eurofins Scientific Finland Oy laboratoriossa Tampereella. Haitallisten metallien määrät esim. kadmium oli < 0.8 mg/kg ja arseeni oli < 0.2 mg/kg eli täyttää metsälannoitteen vaatimukset haitallisten metallien osalta. Tällä hetkellä tuhka toimitetaan kaatopaikalle, mutta olemme lähettäneet näytteen FA Forest Oy:lle Kuopioon. He analysoivat näytteen ravintoaineet ja sen jälkeen poltosta syntyvä tuhka voidaan toimittaa heille lannoitteen valmistukseen. Tuhkaa syntyy noin 7 %, joka on noin 56 tonnia vuodessa.

2.2.3 Kaurankuoren spesifikaatio

Kaurankuori on tasalaatuista ja tämän vuoksi soveltuu hyvin biovoimalaitoksen polttoaineeksi. Tehtaassa syntyvää kaurankuorta on poltettu vastaavanlaisella ari-nalla ja tulokset ovat hyviä. Kaurankuoren kosteus on 10 - 11 % ja ominaispaino 32 - 34 kg/hl. Toimivuuden kannalta on tärkeää, että polttoaine on tasalaatuista. Biovoimalaitoksen säädöt on ollut helppo toteuttaa, eikä ajonaikaista säätämistä tarvitse tehdä. Tämä siis eroaa esim. hakkeella ja turpeella toimivista laitoksista, joissa polttoaine ei ole tasalaatuista.

2.3 Ympäristölupa ja rakennusvalvonta

Projektin alkuvaiheessa oltiin yhteydessä Vaasan kaupungin rakennusvalvontaan ja Vaasan kaupungin ympäristöosastoon. Hankkeen ympäristöluvan tarve määritetään paikallisesti, kun laitoksen teho on alle 5 MW. Ympäristösuojelulaki 86/2000 sanotaan, että toiminnan harjoittajan on oltava riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuudesta. Tähän hankkeeseen ei tarvittu ympäristölupaa.

Projektissa varauduttiin kuitenkin tiukkeneviin päästörajoituksiin jättämällä tilaa suuremmalle pussisuodattimelle. Projektille haettiin normaalisti rakennuslupaa, joka myönnettiin 11.6.2014.

2.4 Kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Kaurankuori myydään yleensä rehuteollisuuteen ja hinta määräytyy kauran markkinahinnan mukaan. Keskimäärin hinta on ollut 20 – 30 €/t. Tehtaassa syntyy vuosittain 6500 – 7000 tonnia kaurankuorta, joka toimitetaan lähialueen rehuvalmistajille. Nykyään kaurankuorta myydään myös kasvihuonetarhoille, joissa se poltetaan samantyyppisellä arinatekniikalla.

Kaurankuoren polttamisesta saadaan energiaa noin 4,35 MWh/t, josta saadaan kiinteän polttoaineen kustannus 4,6 – 6,9 €/t. Biovoimalaitoksen arvioitu kokonaiskustannus oli noin 1,5 miljoonaa euroa ja laskettu takaisinmaksuaika jäänösarvolla 0 € oli neljä vuotta. Laskelmassa on huomioitu myös ylläpitokustannukset.

Projektin kannattavuutta lisäsi se, että kaurankuori syntyy tehtaallamme, eikä polttoainetta näin ollen tarvitse kuljettaa muualta. Samoin tuleva laajennuksemme tarvitsee höyryä tuotantoon ja kaukolämpöä rakennuksen lämmitykseen.

Tuotanto ja kiinteistön lämmitys kuluttaa kevytpolttoöljyä 2013 volyymilla noin 260 000 litraa. 1 litra öljyä = 10 kWh eli vuotuinen tehon tarpeemme on 2600 MWh. Öljyn veroton hinta on noin 0,85 €/l = 0,085 €/kWh. Kaurankuoren hinta on 0,02 €/kg = 0,005 €/kWh. Kaurankuorta tarvitaan noin 700 tonnia, kun hyötysuhde on 84 %. Polttoaineen hinnaksi tulee 14 000 €/vuosi, kun öljyllä se oli 221 000 €/vuosi. Laitoksen ylläpitokulut ovat noin 35 000 €/vuosi. Puhdasta säästöä tulee noin 172 000 €/vuosi.

Kun huomioimme saadun investointituen 15 % ja säästön vanhan järjestelmän uusimisesta, takaisinmaksuaika lähenee neljää vuotta. Biovoimalaitteiston taloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta. Investointi oli helposti perusteltu, koska säästöt olivat merkittäviä. /14/

2.5 Tarjouskyselyt

Projekti jaettiin kolmeen osaan: biovoimalaitos, perustaminen ja liittyminen tehtaaseen. Pyysimme kattavasti tarjouksia ja urakoitsijat valittiin tietyin kriteerein. Kriteereinä olivat hinta, aikataulu ja tarjottu kokonaisuus. Tarjouksien perusteella tehtiin vertailut ja perusteet valinnoille. Tarjouksen antajille ilmoitettiin kirjallisesti valinnan tuloksista perusteluineen.

Tarjouksista saatuja hintoja käytettiin investointiesitykseen yhdessä kannattavuuslaskelman kanssa. Tarjouskyselyiden perusteella saimme tarkemman kuvan projektin kokonaiskustannuksien määrästä.

2.6 Investointiesitys

Biovoimalaitoshankkeesta tuli valmistella investointiesitys hallitukselle. Esitys laadittiin käyttäen dokumentaatiota, joka syntyi selvitys- ja tutkimustyön aikana. Hallitukselle oli tärkeää hankkeen kannattavuus, toimivuus ja imago. Projektin riskit tuotiin selvästi esille ja todettiin niiden olevan hallittuja. Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto budjetista.

Taulukko 1. Investointibudjetti yhteenveto. (Oy Polar Mills Ab)

INVESTOINTI	alv 0%
Maa- ja aluetyöt sekä perustukset	80 000
Biohöyrykattila 1500 kW varusteineen	1 250 000
Rakennukset	40 000
Liityntä vanhaan järjestelmään	68 000
Lämpöputket ja lämmönsiirtolaitteet	40 000
Suunnittelu, rakennuttaminen, valvonta, luvat	20 000
YHTEENSÄ	1 498 000

2.7 Energiatukihakemus

Ennen urakoitsijan valintaa tuli tehdä energiatukihakemus Työ- ja elinkeinoministeriölle. Tukihakemuksia jätettäessä on erityisen tärkeää, että hakemus jätetään ennen urakkasopimuksen allekirjoittamista. Tukihakemusta laadittaessa tulee liitteiksi laittaa mm. kustannusarvio, hankkeen taloudellisuuslaskelma ja projektisuunnitelma. Yritimme hakea projektiin ns. korotettua tukea, joka myönnetään projekteille, joissa on suuri taloudellinen riski tai tehdään jotakin uutta ja uniikkia. Korotetun tuen suuruus voi olla 20 - 25 % hankkeen loppusummasta.

Energiatukea myönnetään seuraavin perustein. Tukea voidaan myöntää harkinnan perusteella yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät /4/

- 1) uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä
- 2) energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista
- 3) vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja.

Tuen maksatusta haettiin projektin päätyttyä ja saimme projektille 15 % tukea.

2.8 Urakoitsijoiden valinta

Kun energiatukihakemus oli leimattu vastaanotetuksi, valittiin urakoitsijat. Urakoitsijat valittiin tarjouksien perusteella ja pyrimme työllistämään mahdollisimman paljon paikallisia yrityksiä. Projektin pääurakoitsija tuli Pöytyältä, muuten projektiin osallistuvat urakoitsijat tulivat Pohjanmaalta.

2.9 Hankintasopimukset

Pääprojektista tehtiin todella tarkka hankintasopimus biovoimalaitoksen toimittajan kanssa. Hankintasopimukseen merkittiin arvot prosessihöyrylle ja myös käytettävälle polttoaineelle. Sopimuksessa tuli käydä ilmi, että polttoaineena käytetään jauhettua kaurankuorta. Hankintasopimuksen sisällöstä ja projektin kokonaisuudesta käytiin useita neuvotteluita.

Kuten Ympäristöministeriön selvityksessä /10/ todetaan, että hankintasopimus on tärkein ja sitovin asiakirja. Selvityksessä ohjeistetaan myös, että hankinnan tekninen sisältö ja muut vastuut tulee eritellä sopimuksessa yksityiskohtaisesti ja mahdollisimman selkeästi. Teknisen sisällön tärkeimpiä asioita ovat mm. hankintarajat, takuut, polttoaineet, speksit, käyttöturvallisuus.

Hankintarajat olivat tärkeitä tietoja hankintasopimuksissa, koska projektiin osallistui useita urakoitsijoita. Projektin hallinta on helpompaa, kun hankintarajat ovat selkeät ja urakoitsijat ovat tietoisia omasta vastuualueestaan.

3 BIOVOIMALAITOKSEN RAKENTAMINEN

Kun urakoitsijat ja valvoja oli valittu, projekti käynnistettiin ensimmäisellä työmaakokouksella, jossa käytiin läpi projektiorganisaatio ja aikataulu. Projektiin osallistui kolme urakoitsijaa, joista kukin vastasi tietystä osa-alueesta. Pääurakoitsija Kyrö Lämpökeskus vastasi biovoimalaitoksen toimittamisesta ja rakentamisesta. Muut urakoitsijat vastasivat perustamisesta ja kaurankuorensiirtolinjan rakentamisesta. Sähköurakointi tuli pääurakoitsijalta ja tilaaja hoiti sähkönsyötön rakentamisen uudelle laitokselle.

3.1 Aloittaminen ja organisaatio

Projekti aloitettiin pitämällä aloituspalaveri, johon osallistuivat kaikki projektiin osallistuvat avainhenkilöt. Palaverissa kävimme läpi kohteelle myönnetyn rakennusluvan ja sovimme niistä velvoitteista, jotka tuli hoitaa ennen rakentamisen aloittamista. Tutustuimme kohteeseen ja määritimme työmaa alueet.

Teimme rakennusvalvontaan ilmoitukset vastaavista työnjohtajista ja ilmoitimme myös päivämäärän, jolloin rakentaminen aloitetaan.

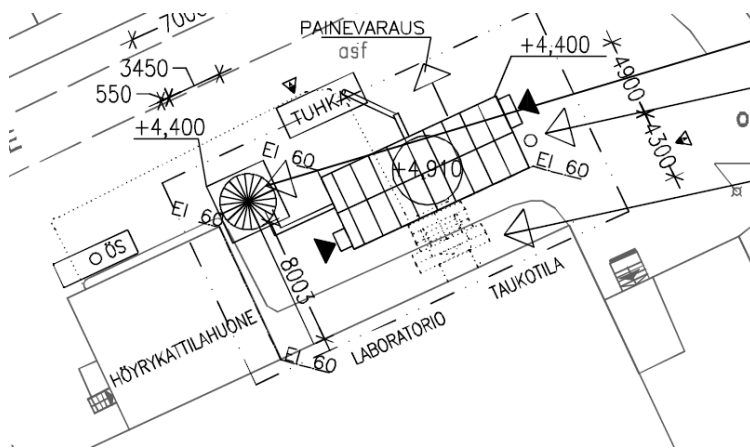
3.2 Perustaminen ja sijoitus

Ennen biovoimalaitoksen asentamista tilaajaa huolehti, että perustaminen oli tehty asianmukaisesti. Haasteellisen työstä teki vanhat öljysäiliöt, jotka olivat sijoitettu punkkeriin maan alle. Samoin biovoimalaitoksen sijoittaminen oli tärkeä työvaihe. Biovoimalaitos sijoitettiin hyvin lähelle tehdasta, koska halusimme lyhyet siirtomatkat höyrylle ja kaurankuorelle. Sijoitus paikkaan vaikutti myös se, että liittynät höyrylle ja kaukolämmölle olivat lähellä.

Höyryn siirtolinjoja rakennettaessa tulee huomioida siirtolinjojen vesittäminen. Spirax Sarcon Höyry- ja lauhdelinjojen suunnitteluoppaassa todetaan, että höyryputkissa aiheutuvat ongelmat johtuvat useimmiten lauhteesta, joka jää putkeen

huonon vesityksen takia. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, kylläisen vesihöyryn siirtolinjat tulee vesittää 30 - 50 m välein. /15/

Sijoitukseen vaikutti myös viranomaisten vaatimukset mm. painelaitteasetukset ja paloturvallisuus. Ennen paikan valintaa teetettiin muutama sijoituskuva ja sijoituspaikalle laitettiin keppejä merkitsemään laitoksen sijoitusaluetta. Alueella liikkuu päivittäin paljon viljarekkoja ja oli hyvin tärkeää, että turvallinen liikenne pystyttiin säilyttämään.



Kuva 2. Asemakuva 2013. Kyrö Lämpökeskus. /14/

3.2.1 Öljysäiliöiden poistaminen

Ennen perustamista päätimme poistaa vanhat öljysäiliöt maan alta bunkkerista. Tukesin hyväksymä yritys huolehti säiliöiden poistamisesta. Asiasta ilmoitettiin Tukesille ja Pohjanmaan pelastuslaitokselle. Bunkkerista löytyi jäämiä raskaspolttoöljystä, jota kiinteistön aikaisempi omistaja oli käyttänyt polttoaineena. Tämä aiheutti ylimääräisiä kustannuksia projektille, koska raskaspolttoöljyn poistaminen vaati erityiskalustoa. Bunkkeri pestiin ennen purkamista ja jätteet kuljetettiin Ekokem Oy:lle. Työ dokumentoitiin tarkasti mahdollisten tiedustelujen takia.

Tehtaalle hankittiin maanvarainen 9000 litran öljysäiliö, joka oli varustettu 100 % valuma-altaalla. Vanhaa höyrykattilaa käytetään edelleen varajärjestelmänä, kun biovoimalaitos on huollossa tai teknisenvian takia poissa käytöstä. Säiliölle haettiin myös rakennus- ja sijoituslupaa.

3.2.2 Perustusten valaminen

Perusta valettiin pääurakoitsijan ohjeiden mukaisesti. Tilaajan vastuulla oli osoittaa liityntäpaikat viemärielle, vedelle ja sähkönsyötölle. Nämä liitynnät tehtiin vanhaan kiinteistöön. Pääurakoitsija toimitti tulevalle savupiipulle pulttikehän, joka asennettiin valu vaiheessa paikalleen. Biovoimalaitoksen rungon pistekuormia tasaamaan asensimme metallipalat valunpintaan sovituille paikoille.

Perustustöihin päästiin heinäkuussa 2013 ja perusta oli asennuskuiva syyskuun puolessa välissä.

3.3 Polttoaineen siirto biovoimalaitokselle

3.3.1 Kaurankuorisiilo

Syyskuussa 2013 alkoi siilon rakentaminen. Kaurankuorisiilo tuli pääurakoitsijalta ja hankintasopimuksessa olimme määritelleet siilon tilavuudeksi 100 m³, johon mahtuu kaurankuorta noin 30 tonnia. Tarvitsemme kaurankuorta noin 2000 kg päivässä ja laajennuksen jälkeen noin 3000 kg. Siilon polttoaine riittää noin kymmenen päivää.

Hankintavaiheessa määriteltiin siilon purkausaukko ja siihen tarvittava laitteisto hyvin tarkasti. Kaurankuori voi holvata siilon ja aiheuttaa pahoja tukoksia järjestelmässä. Siilo tulee varustaa tärypohjalla tai usealla vierekkäisellä ruuvikuljettimella. Nyt valittiin ruuvikuljettimet. Siilon pohja ei saa olla kartiomainen, vaan mahdollisimman suoraseinäinen. Siiloon tehtiin ATEX-suunnittelu ja siilo varustettiin kolmella räjähdysluukulla.

Siiloon ei saanut syntyä ylimääräistä painetta, koska ylipaine tulisi aiheuttamaan ongelmia polttoaineen syötössä. Siiloon katolle asennettiin pussisuodatin, jonka läpi imettiin ylimääräinen ilma siilosta pois. Siiloon syntyy painetta, koska tehtaan puolelta tuleva kaurankuori siirretään paineellisena.

3.3.2 Pintarajat siilossa

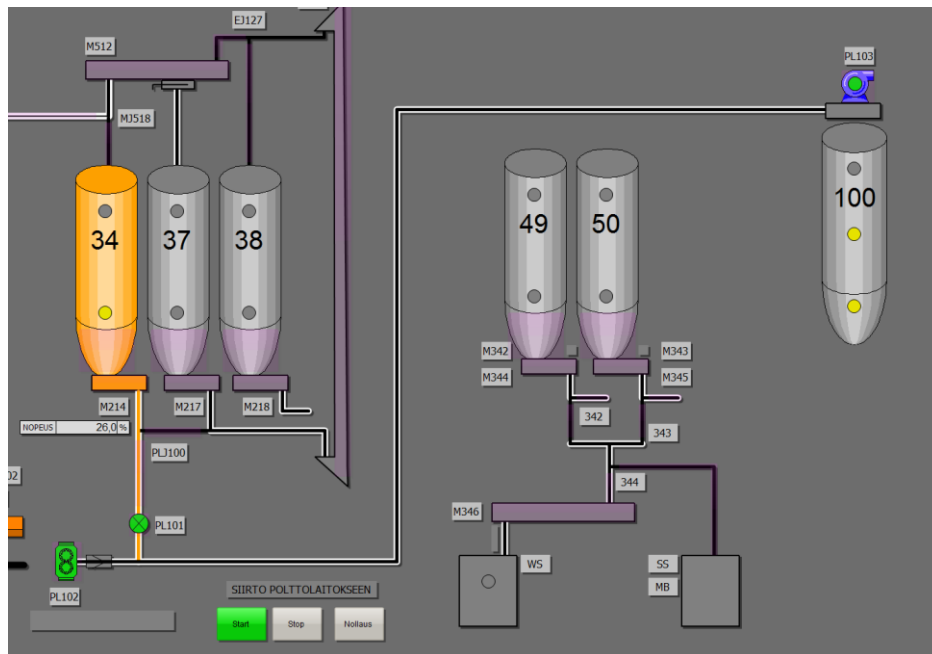
Siiloon asennettiin kolme Mollet DF 27-rotaatiopintakytkintä, jotka sijoitettiin eri korkeuksille siiloon. Nämä kolme rajakytkintä liitettiin myllyn logiikkaan ja ne toimivat myös rajapintana projektille eli rajoista eteenpäin vastaa biovoimalaitoksen logiikka. Kyseinen pintaraja on yleinen myllyteollisuuden käytössä ja valintaan vaikutti rajojen häiriötön toiminta.

Rotaatiopintakytkimen toiminta perustuu momenttiin, jonka täyttöaine aiheuttaa estäessään hitaasti pyörivän mittauslavan liikkeen. Lapa pyörittävä moottori kytkeytyy pois päältä samalla, kun ”peittynyt” tieto kytkeytyy päälle. Vastajousi kytkee tilatiedon ”tyhjä”- asentoon ja moottorin päälle, kun lapa vapautuu täyttöateriaalista. /12/

3.3.3 Kaurankuoren siirtolinja

Biovoimalaitoksen polttoainesiilossa oleva keskiraaja antaa hälytyksen myllyn valvomoon ja pyytää siirtämään kaurankuorta siiloon. Siirtoa varten tehtiin oma sekvenssi myllynlogiikka järjestelmään, jolla käynnistetään tarvittavat laitteet. Samaa linjastoa käytetään myös kaurankuoren uloslastaamiseen (rehuteollisuudelle) ja sen takia päätettiin, ettei laitata siirtoa käynnistymään automaattisesti, vaan mylynhoitajan tulee käynnistää linja itse.

Linjastoon ruuvikuljetin ja kiertomäntäkompressori varustettiin VACON NXS-taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajan säätöalue tuli olla laaja, koska esim. ruuvikuljetin tuli pyöriä nimellinopeutta, kun kaurankuorta lastataan autoon. Kun kaurankuorta siirretään biovoimalaitoksen siiloon, ruuvikuljetin pyörii 13 Hz nopeudella. Näin siirtolinja saa tuotetta noin 5000 kg /h. Ruuvikuljettimen taajuusmuuttajalle otettiin käyttöön virtaraja ja näin ruuvikuljetin ei mene koskaan täysin jumiin, koska kun virta nousee virtarajalle, taajuusmuuttaja alentaa taajuutta ennen kuin ruuvikuljetin menee tukkoon. Kuvassa 4 on valvomokuva kaurankuorensiirtolinjasta. Valvomo kuvat ja toiminnat toteutettiin yhdessä Apex Automation kanssa.



Kuva 3. Kaurankuoren siirtolinja. Oy Polar Mills Ab:n valvomo

3.4 Suunnitelmat ja asennukset

3.4.1 Laitoksen suunnittelu

Biovoimalaitos suunniteltiin vastaamaan tehtaan energian tarvetta ja höyry kapasiteetti mitoitettiin kattamaan myös tulevaisuuden investoinnit. Tehdas tarvitsee höyryä noin 500 kg/h ja kiinteistön lämmitys kuluttaa noin 120 kW. Yksi höyrykilo vastaa 0,7 kW:a. Kokonaistehon tarve on noin 470 kW. Biovoimalaitoksen tehoksi valittiin 1500 kW = 1,5 MW.

Päätökseen vaikutti kasvava tehon tarve ja mahdollisuus myydä ylijäämä tehoa naapureille tai Vaasan kaupungin kaukolämpöverkkoon. Tuleva linjastomme tarvitsee myös höyryä 500 kg/h ja laajennuksen lämmitykseen kuluu noin 50 kW. Tuleva kokonaistehontarve on 870 kW, joka on 58 % biovoimalaitoksen nimellistehosta. Tämänkin jälkeen tehoa riittää myyntiin.

3.4.2 Laitoksen asentaminen

Laitoksen rakentamien tehtiin Kyrö Lämpökeskuksen tiloissa Pöytyällä. Rakentamisen aikana tilaajan edustajat tutustuivat laitoksessa käytettävien laitteiden valmistamiseen ja niiden asentamiseen. Käyntien aikana sovittiin myös projektin etenemisestä ja hyväksyttiin mahdolliset muutokset toimituksessa.

Laitos saapui Vaasaan Oy Polar Mills Ab:n tehtaalle kolmessa osassa. Ensin asennettiin 20 m korkea savupiippu ja itse biovoimalaitos tuli kahdessa osassa. Pääkoneet olivat asennettu valmiiksi Kyrö Lämpökeskuksen toimitiloissa, mutta suuri osa putkilinjoista ja kaikki eristystyöt tehtiin paikan päällä.

Asennuksen aikana ei tullut suurempia ongelmia ja laitos saatiin harja korkeuteen muutamassa päivässä. Suunnittelu oli onnistunut kaikilla osa-alueilla.

3.5 Biovoimalaitoksen päälaitteet ja toiminta

Biovoimalaitoksen päätarkoitus on tuottaa laadukasta prosessihöyryä tehtaan tuotantoon. Höyrykattilajärjestelmä toimii annostelemalla käsiteltyä syöttövettä kattilaan, joka höyrystyy kattilassa höyryksi. Syntynyt höyry siirretään tehtaan prosessiin ja suuri osa palaa järjestelmään takaisin lauhteena. Palaava lauhde menee takaisin syöttövesisäiliöön ja kulkeutuu taas höyrystettäväksi kattilaan.

Tehtaan prosesseissa osa höyrystä menee suoraan tuotteeseen ja osa käytetään esim. kuivaimissa ensiöpuolen lämmitysenergiana.

3.5.1 Höyrykattila

Biovoimalaitoksen yksi tärkeimmistä laitteista on suurvesikattila höyryn tuottamiseen. Kattilaa käytetään yleisesti matalapaineisen (< 10 Bar) prosessihöyryn tuottamiseen. Vesimassaa lämmitetään kuljettamalla savukaasut ensi tulitorvenläpi ja sen jälkeen tuliputkiin. Vesi höyrystyy niiden ulkopuolella ja näin syntyy höyryä kattilan yläosan höyrykammioon. /2/

Projektissa käytetyn höyrykattilan valmistaja oli Danstoker Tanskasta. Kattila on tyypiltään kaksivetoinen tulitorvi-tuliputki kattila. Kattilan teho on 1,5 MW ja höyryä saadaan 2000 kg/h. Höyrykattila oli mitoitettu projektissa käytettävään arinaan.

3.5.2 Porrasarina

Arinana käytettiin Kyrö Lämpökeskuksen kehittämää uuden tyyppistä täysin liikkuvaa arinaa, jossa on tehokas vesijäähdytys. Arinan alkupäähän syötetään polttoainetta, joka levittyy koko arina leveydelle. Arinaa liikutetaan hitaasti sähkömoottoreilla, joilla saavutetaan erittäin rauhallinen liike ja kaurankuori poltetaan halutulla tavalla. /14/

Tehtaaseen tuleva kaukolämpö tulee osittain arinan ja kattilanvaipan jäähdytysvedestä. Jos jäähdytysveden teho ei riitä lämmittämään kiinteistöä, lisätään tehoa höyrypiiristä käyttäen lämmönvaihdinta.

3.5.3 Ekonomaiseri

Ekonomaiserin tehtävä on esilämmittää syöttövettä ennen kattilaan menoa. Lämmitukseen käytetään polttamisessa syntyvää savukaasua. Savukaasu johdetaan ekonomaiserin sisällä oleviin putkiin, josta lämpö siirtyy johtumalla syöttöveeten.
/5/

Projektissa käytettiin Danstokerin ekonomaiseria teholtaan 1200 kW.

3.5.4 Multisyklooni

Multisyklooni poistaa savukaasuista karkeat fraktiot ennen kuin savukaasut menevät savukaasuimurin kautta piippuun. Sykloonin alakartioon on asennettu ilmasara, joka antaa iskun kartioon. Näin varmistetaan, että tuhka ei jää jumiin kartiossa, vaan poistuu lokerosyöttimen kautta tuhkaruuviin.

Kuten lähteessä /10/ todetaan, että multisyklonit sopivat hyvin pienen kokoluokan arinakattiloihin. Pienillä hiukkasilla multisykloonin keräysteho on heikompi. Multisyklooni on kuitenkin kustannustehokkain ratkaisu, kun savukaasuista poistetaan pääsääntöisesti karkeita hiukkasia.

Tässä projektissa käytettiin multisykloonia, mutta tulevaisuudessa joudutaan harkitsemaan pussisuodattimen hankintaa, koska kattilan automaattinuohouksen aikana piipusta tulee hieman liikaa hiukkasia ulos. Tämä ei ole kuitenkaan vaarallista, koska tuhka ei sisällä ympäristölle vaarallisia ainesosia.

3.6 Viranomaistarkastukset

Biovoimalaitos projektissa viranomaistarkastukset ovat suuressa roolissa. Tilaajan tulee huolehtia, että palo- ja räjähdysvaaralliset tilat ovat oikein suunniteltuja ja toteutettuja. Tässä projektissa oli tärkeätä saada sijoituslupa ja lausunto pelastusviranomaisilta.

3.6.1 Dekra Industrial Oy

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta (953/1999) velvoittaa anomaan sijoituslupaa valtuutetulta tarkastajalta. Sijoituslupaa anottiin Dekra Industrial Oy:ltä. Hakemuksesta tuli käydä ilmi painelaitteen teho, paine ja sijoitus tontilla. Tarkastaja tuli paikan päälle tekemään arvion hankkeesta.

3.6.2 Pohjanmaan pelastuslaitos

Pelastuslaitokselta pyydettiin erityistä palotarkastusta kohteelle, koska kyseessä oli biovoimalaitos, jossa energia muodostetaan polttamalla kuivaa kaurankuorta. Muutenkin projektin kokonaisuus vaati harkitsemaan paloteknillisiä asioita tarkemmin kuin yleensä. Tarkastaja antoi ohjeistusta urakoitsijalle ja tilaajalle. Heiltä tuli myös virallinen pöytäkirja, jossa havaitut puutteet olivat esillä.

4 AUTOMAATIO JA SÄHKÖTYÖT

4.1 Sähköasennukset

Tilaaajan vastuulla oli järjestää sähkönsyöttö biovoimalaitokselle. Sähkön syöttö otettiin myllyn kiinteistön vapaasta 3 x 125 A lähdöstä. Kaapelointi tehtiin MCMK 3 x 35/16- kaapelilla, joka tuotiin biovoimalaitoksen verkonvaihtokytkimelle. Biovoimalaitos on varustettu polttoainekäyttöisellä generaattorilla, jonka teho on 65 kVA:ta. Generaattorin syöttää tarvittaessa sähkötehoa biovoimalaitokselle. Generaattorin ja ulkoisen sähköverkon tilaa valvoo verkonvaihtokytkin FG Wilson CTI.

Biovoimalaitoksen sähköasennukset tehtiin pääurakoitsijan kautta. Sähkösuunnitelmat teki ALTE Visetec Seinäjoelta. Moottorilähdöt toteutettiin Siemens DS1-X moduuleilla ja moduuleita ohjattiin PROFINET-väylän kautta.

4.2 Automaatio

Automaatiosuunnittelusta ja toteutuksesta vastasi ALTE Visetec ja Kyrön Lämpökeskus. Tilaaaja osallistui käyttöönotossa säätöjen hakemiseen ja pieniin muutostöihin automaatioissa. Automaatio räätälöitiin laitokselle sopivaksi ja uusia asioita opittiin projektin aikana.

Laitoksen automaatiojärjestelmä toteutettiin Siemens ET 200S-käyttöliittymä moduulilla, jossa on CPU toiminta. Logiikkaa ohjataan SIMATIC HMI TP900 COMFORT-paneelin kautta. Logiikka kaapin komponentit moottorilähtöineen on yhdistetty PROFINET-kaapelin kautta.

4.3 Etävalvonta ja hälytykset

Etävalvontaan käytettiin Siemens S612-moduulia, jonka avulla avattiin yhteys biolaitoksen logiikkaan. Etävalvontaa varten hankittiin kiinteä IP osoite, joka tuotiin Siemens S612 laitteeseen ja siitä logiikkaverkkoon. Myllyn ohjaamoon asennettiin Siemens Simatic Microbox PC, joka toimii pääsääntöisesti valvomona, mutta sisältää tarvittavat työkalut ja ohjelmat laitoksen ohjelmointiin. Etäyhteyden luontiin käytetään VPN-protokollaa.

Biovoimalaitoksen tilaa voi tarkkailla myös puhelimen näytöltä. Puhelimeen tulee ladata VNC-sovellus. ”VNC (Virtual Network Computing) on protokolla tietokoneen graafisen käyttöliittymän etäkäyttöön ” /8/

Biovoimalaitokseen asennettiin GSM-lähetin, joka lähettää tekstiviestit hälytyksistä. Viestit lähetetään biovoimalaitoksesta vastuussa oleville henkilöille.

4.4 Testaukset

Kun kaikki asennukset olivat valmiina, aloitettiin laitteiden testaaminen. Ensimmäiseksi testattiin kaikkien laitteiden pyörimissuunnat. Testaukset tehtiin suunnitellusti ja avuksi käytettiin toimilaitekaaviota ja sähkökuvia. Pääurakoitsija oli laatinut käyttöönottosuunnitelman, jota käytettiin testauksissa.

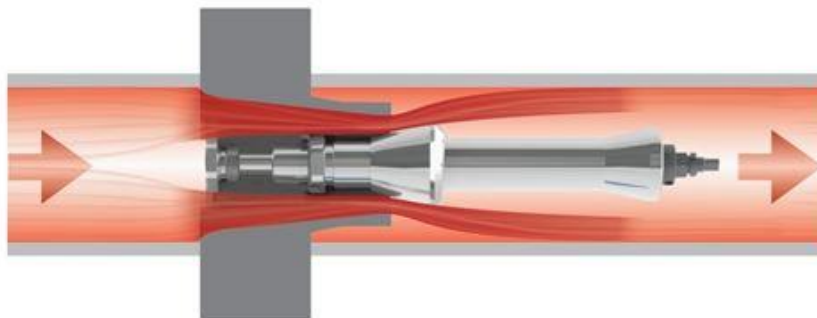
Testauksien aikana ilmeni hyvin vähän asennusvirheitä. Muutamissa moottoreissa oli kytkentäliuskat kytketty väärin ja jotain johdotuksia tehtiin uudestaan.

4.5 Energiamittaukset

Kiinteistön kuluttamaa energiaa mitataan Sharky 775-mittalaitteella. Mittaaminen perustuu ultraääneen. Kyseinen mittari varustetaan myöhemmin analogiakortilla. Mittalaitteen tietoa käytettiin biovoimalaitoksen tehon ohjaukseen. Tieto tuodaan PID-säätimelle, jolla ohjataan laitoksen polttotehoa.

Tuotantoon menevä höyrymäärä mitataan Spirax Sarcon TVA-virtausmittarilla. Mittaustekniikka perustuu kartion asennon muuttumiseen höyryn virtauksen voimasta. Kartion poikkeamatieto vietään elektroniseen yksikköön laskentaan varten. Tuloksena mittari ilmoittaa höyryn virtausmäärän kg/h tai kW/h. /9/

Kuvassa 4 on periaate kuva TVA-mittarin toiminnasta.



Kuva 4. TVA-virtausmittari. Spirax Sarco

5 KÄYTTÖÖNOTTO JA KOULUTUS

Biovoimalaitoksen käyttöönotto ja koulutus aloitettiin projektin loppu vaiheessa. Laitoksen käyttöönotto aloitettiin heti, kun painekoe ja määräaikaistarkastus oli suoritettu. Projektin kannalta tämä osio oli todella tärkeässä asemassa, koska laitos luovutettiin onnistuneen koekäytön jälkeen tilaajalle. Koekäytön yhteydessä pidettiin tarkasti kirjaa laitoksen toiminnasta ja koekäyttö katsottiin hyväksytyksi suoritetuksi, kun laitosta oli ajettu kaksi viikkoa häiriöttömästi.

5.1 Tarkastukset

5.1.1 Paineokeet

Ennen käyttöönottoa tuli laitokselle suorittaa hyväksytysti kattilan ja siihen liittyvien painelaitteiden koeponnistus. Tarkistuksen suoritti Dekra Industrial Oy. Tarkistuksesta saatiin laitekokonaisuuden vaatimustenmukaisuustodistus painelaitedi-
rektiivin 97/23/EY mukaisesti. Samalla saatiin ohjeet tulevista tarkastuksista.

5.1.2 Ensimmäinen määräaikaistarkastus

Ensimmäinen määräaikaistarkastus pidettiin 27.11.2013. Tarkastus tulee tehdä käyttöönoton yhteydessä ja tilaaja on vastuussa järjestää paikalle valtuutettu tarkastaja. Tarkastuksella käydään läpi sijoitus, käytönturvallisuus, vahvistetaan käytönarvot ja ilmoitetaan painelaite Tukesin rekisteriin. /6/

Jatkossa laitoksen haltijan tulee huolehtia, että asianmukaiset tarkastukset tulee tehtyä ja ne kirjataan kattilakirjaan.

5.2 Käyttöönotto

Biolaitoksen käyttöönotto aloitettiin marraskuun 2013 lopussa ja hankintasopimuksen mukaisesti laitos voitiin luovuttaa tilaajalle kahden viikon häiriöttömän koekäytön jälkeen. Käyttöönoton yhteydessä viimeisteltiin keskeneräisiä töitä, tehtiin säätöjä ja muutoksia ohjausjärjestelmään. Käyttöönottoon osallistui toimitajan edustajien lisäksi tehtaan henkilökuntaa ja lähinnä ne henkilöt, jotka olivat vastuussa laitoksen toiminnasta. Käyttöönottoon osallistui myös käytönvalvoja ja varavalvoja.

Käyttöönottoon tehtiin suunnitelma, jotta kaikki toimilaitteet tuli testattua ja varmistettua laitteen oikea toiminta. Samalla höyrykattila keitettiin puhtaaksi käyttäen siihen tarkoitettuja kemikaaleja. Puhtaaksi keittäminen tarkoittaa sitä, että kattilan sisäpinnat saadaan puhdistettua ja pinnoille tehdään ns. peittäminen.

5.3 Koekäyttö

Hankintasopimuksessa oli määritelty koekäyttöjakso, joka oli kahden viikon mittainen. Koekäytön ajaksi höyrylinjastoon asennettiin kaksi 110 kW höyrypuhallinta. Näin saatiin linjastoon kuormaa ja laitosta voitiin koekäyttää kuin se olisi ollut tehtaan käytössä. Koekäytön aikana laitosta ajettiin eri tehoalueilla ja haettiin vielä säätöjä ohjauksiin. Toisella viikolla laitos kytkettiin tehtaan käyttöön ja prosesihöyry tuli yksinomaan uudesta laitoksesta. Koekäyttö sujui ongelmitta ja laitos hyväksyttiin vastaanotetuksi 5.12.2014.

5.4 Henkilöstön kouluttaminen

Henkilökunta sai koulutusta käyttöönoton yhteydessä ja lisäksi järjestettiin kahden päivän erillinen koulutus. Koulutukseen osallistui tehtaan myllärit, huolto ja esimiehet. Koulutuksesta vastasi pääurakoitsija.

Oppimateriaalina käytettiin ohjekirjaa ja biovoimalaitoksen toimintakaaviota. Aluksi pidettiin aloitustesti, jotta saatiin parempi käsitys koulutettavien lähtötasosta. Koulutuksen aikana käytiin koko prosessi läpi ja toimintakaavioon viitattiin, joka laitteen kohdalla. Näin toiminta tuli tutuksi ja koulutettavat saivat hyvän käsityksen toimilaitteiden sijainnista ja toimintaperiaatteesta.

Toisena koulutuspäivänä käytiin biovoimalaitoksessa päälaitteet läpi ja kerrattiin niiden toiminta kentällä.

5.5 Käytönvalvonta

Biovoimalaitoksen käytönvalvojaksi valittiin ServPro Oy ja varavalvojaksi Oy Polar Mills Ab:n työntekijä. Hakemus laitettiin Tukesille. Käytönvalvonta sisältää kuu-kausikokeilut ja täyttää lain vaatimat asiat. Varavalvojaksi nimettiin henkilö, jolla on pitkä kokemus vastaavista laitteistoista ja oli jo toiminut pienemmän höyrykattilan 0,75 MW käytönvalvojana. Osaamista lisättiin Spirax Sarcon järjestämällä kahden päivän höyrytekniikkaan perehdyttävällä kurssilla. Kurssille osallistui varavalvoja ja laitoksen hoitaja.

Jos kattilalaitoksessa on rekisteröitävä höyry- tai kuumavesikattila, on kattilalaitoksen omistajan ja haltijan nimettävä käytönvalvojaksi henkilö, jolla on tehtävään vaadittu pätevyys ja riittäväksi katsottava kattilan rakennetta, käyttöä, ja kunnossapitoa koskeva asiantuntemus. Omistajan ja haltijan on huolehdittava, että nimettävä henkilö täyttää nämä vaatimukset. /17/

5.6 Vesikemia ja analyysit

Höyrykattilan toiminnalle ja kestävyydelle on erityisen tärkeää, että vesikemia toimii tarkoituksenmukaisesti. Raakavesi käsitellään ennen kattilaan menoa ja laitoksen hoitaja vastaa pikavesianalyyseista ja arvojen perusteella tekee tarvittavat muutokset esim. kemikaaliannostelussa. Vesikemiaa hoitaa myös kemikaalitoimitajan edustaja.

5.6.1 Syöttövesi

Syöttövesijärjestelmän päälaitteet ovat: vedenpehmennyslaitteet, suola-annostelu, kemikaaliannostelu, esilämmitin ja syöttövesisäiliö kaasunpoistotorneineen. Syöttöveden laatu on koko järjestelmän hyvinvoinnin kannalta tärkein elementti.

Syöttövesisäiliöön tuleva pehmenetty raakavesi johdetaan syöttövesisäiliön päällä olevan termisen kaasunpoistotornin läpi säiliöön. Kaasunpoistotornissa on reiätettyjä levyjä päällekkäin ja syötettävä vesi hajoaa pisaroiksi levyjen vaikutuksesta. Syötettävä vesi kohtaa alhaalta tulevan höyryn, joka keittää veteen liuenneet kaasut. Haitallisia kaasuja ovat happi, typpi ja hiilidioksidi. /16/

Projektissa käytettiin Eurowater vedenkäsittelylaitteita, jotka toimitti Hyxo Oy. Järjestelmä on täysin automaattinen ja toimii kahdella säiliöllä. Yksi säiliö tuottaa pehmeää vettä ja toinen on elvytyksessä. Tämä ratkaisu on tarkoitettu jatkuvalla vedenkäytölle. Myllyn prosessi tarvitsee koko ajan uutta höyryä eli veden kulutus on jatkuvaa.

Vedenkäsittelylaitteet vaihtavat raakaveden pehmenneet kalsium- ja magnesiumsuolat vastaaviin natrium-suoloihin, jolloin vesi pehmenee. Kun kalsium- ja magnesiumsuolat ovat kyllästäneet massan, on massa elvytettävä suolaliuoksella, joka poistaa Ca- ja Mg-ionit ja korvaa ne Na-ioneilla. Näin massa elvytetään uutta pehennys kertaa varten. Eli yksi yksikkö elvyttää toinen pehmentää. /11/

5.6.2 Mitattavat suureet

Mitattavia suureita ovat mm. pH, Johtokyky ($\mu\text{S}/\text{cm}$), p-luku (mmol/l) ja kovuus ($^\circ\text{dH}$). Edellä mainitut suureet mitataan syöttövedestä, kattilavedestä, lauhteesta ja höyrystä. Laitoksen hoitaja kirjaa arvot kattilapäiväkirjaan ja tekee tulosten perusteella tarvittavat säädöt. Suomen Standardisoimisliiton SFS 5549-standardi määrittelee kattilalaitosten vedenkäsittelyn ja antaa ohjearvot. Kuvassa 5 on taulukoitu suositusarvoja kattilavedelle.

Muuttuja	Yksikkö	Paine, bar			
		Käytettäessä pehmenettyä lisävetä ⁽⁶⁾			Käytettäessä suolatonta lisävetä
		< 1	1 ... 20	20 ... 40	
Ulkonäkö		Väritön, kirkas, ei liukenemattomia aineita, eikä pysyvää vaahtoa			
pH ₂₅ -arvo ⁽⁵⁾		9,5 - 11,0	9,5 - 11,0	9,5 - 10,5	9,2 - 10,5
HK _{0,2} -arvo	mmol/kg	1 - 6	1 - 6	0,5 - 6	0,5 - 2
Sähkönjohtavuus ⁽⁷⁾	mS/m	< 350	< 400	< 350	≤ 2,5
Suolat ⁽⁸⁾	mg/kg	< 1750	< 2000	< 1750	≤ 12,5
Fosfaatti ⁽⁹⁾	mg PO ₄ /kg	< 15	< 15	< 15	< 5
Silikaatti ⁽¹⁰⁾	mg SiO ₂ /kg	Ei määritelty	60 + 6 x HK _{0,2}	35 + 3,5 x HK _{0,2}	< 3
KMnO ₂ -luku ⁽¹¹⁾	mg KMnO ₂ /kg	< 200	< 300	< 200	< 20

Kuva 5. Höyrykattilan kattilaveden suositusarvot

6 DOKUMENTOINTI

Projektista tehtiin kattava dokumentaatio, joka sisälsi käyttöohjeet, huoltosuunnitelman ja kirjanpidon projektin kustannuksista. Samoin projektista laadittiin dokumentaatio mm. piirustuksista, toimilaitteista, todistuksista ja sähkökuvista. Dokumentaatiota tehtiin kaksi samanlaista sarjaa.

6.1 Käyttöohjeet

Biovoimalaitokselle laadittiin kattavat käyttöohjeet, joiden avulla laitoksen hoitaja, varavalvoja ja käytönvalvoja voi operoida laitoksessa. Käyttöohjeet käytiin läpi henkilöstökoulutuksessa ja niitä säilytetään laitoksessa ja kopiot tehtaan arkistossa. Käyttöohjeisiin tutustuttiin koulutuksen aikana.

6.2 Huoltosuunnitelma

Pääurakoitsija teki kattavan huoltosuunnitelman ja sitä noudattaen laitoksen taloudellinen käyttöikä saavutetaan. Laitoksen haltija on vastuussa huolto-ohjelman toteuttamisesta ja isot huollot päätettiin ottaa laitoksen toimittajalta, koska heillä oli kokemusta ja välineet sujuvaan huoltoon. Vanha höyryjärjestelmämme (kevyt polttoöljy) toimii edelleen varajärjestelmänä ja sitä käytetään, kun biovoimalaitos on huollossa.

Kuten pääurakoitsijan huolto-ohjelmassa sanotaan, että tärkeimmät laitteet kuten arina ja kattila tulee huoltaa suunnitellusti. Tärkeitä kohteita ovat tulipesä, tuliputket, arina, tuhkan poistamien arinan alta. /14/

6.3 Projektikirjanpito

Projektin kustannuksista tuli pitää tarkkaa kirjanpitoa ja eri projekteja kirjattiin omiin suorantoihin. Projektiin oli myönnetty Työ- ja elinkeinoministeriön myöntämää energia tukea ja aikanaan tulevaa maksatushakemusta varten projektikirjanpito tuli järjestää. Onnistuneen projektin tae on tarkka kustannusten seuranta ja analysointi. Projektia budjetoitaessa arvoimme kustannuksia ja sitten toteutuneita verrattiin budjettiin.

Kaikki projektin aikana syntynyt dokumentaatio kerättiin kansioihin ja myös yrityksen verkkolevylle perustettiin kansio tietoja varten. Projektin aikana yrityksen johto pidettiin ajan tasalla kustannuksista ja aikataulusta.

7 YHTEENVETO

Oy Polar Mills Ab sai projektin jälkeen toimivan biovoimalaitos järjestelmän ja kevytpolttoöljyn käyttäminen lopetettiin joulukuussa 2013. Projekti meni suunnitellusti ja pysyimme budjetissa todella hyvin. Projekti ylitti myös median kynnyksen ja avajaispäivänä paikalle saapui paljon median edustajia. Asiasta uutisointiin myös paikallisissa uutisissa ja näin saimme kaivattua näkyvyyttä. Työni oli mielenkiintoinen ja koko projektin ajan sain mahdollisuuden työskennellä alan ammattilaisten kanssa.

Opin projektin aikana todella paljon biovoimalaitoksen toiminnasta, automaatiosta ja ennen kaikkea projektin johtamisesta. Pääsin osallistumaan sähkötöihin ja niiden suunnitteluun. Projektin tilaajan edustajana olen tyytyväinen, että aikataulu, kustannukset ja toimivuus saavutettiin, kuten olimme suunnitelleet.

Päättötyötä kirjoittaessani projektista on kulunut nyt puolisen vuotta ja tämän ajan laitos on toiminut, kuten oli suunniteltu. Muutamia asioita tehtäisiin erilailla, kuten laitoksen perustamis- ja suunnittelu vaiheessa olisi pitänyt huomioida, että laitoksen tulee asentaa yhdestä kolmeen lattiakaivoa. Samoin laitoksen ilmanvaihto jäi hieman puutteelliseksi ja sisälämpötila kohoaa liian korkeaksi. Nämä kuitenkin korjataan myöhemmin

Työni oli johtaa koko projektia ja toimin vastuuhenkilönä tilaajan edustajana. Toimin projektissa projektipäällikkönä ja vastasin mm. suunnittelusta, tarjouskyselyistä, aikatauluttamisesta, hankintarajojen toteutumisesta ja toimin yhteyshenkilönä, joka koordinoi projektin eri vaiheita. Tilaajan edustajana vastasin myös kustannuksista ja kirjanpidosta. Opinnäytetyöni on kuvaus projektin eri vaiheista ja samalla myös tiivistelmä koko projektista.

LÄHTEET

- /1/ Alakangas E. 2000 Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedote 2045.
- /2/ Huhtinen M. Höyrykattilatekniikka. Helsinki 1994.
- /3/ Huotari N. 2012 Tuhkan käyttö metsänlannoitteena. Metla.
- /4/ <https://www.tem.fi/energia/energiatuki> (Viitattu 15.5.2014)
- /5/ <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ekonomaiseri> (Viitattu 16.5.2014).
- /6/ <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Esitteet-ja-opaat/> (Viitattu 18.5.2014).
- /7/ <http://fi.wikipedia.org/wiki/Leijukerroskattila> (Viitattu 18.5.2014).
- /8/ <http://fi.wikipedia.org/wiki/VNC> (Viitattu 16.5.2014).
- /9/ <http://www.spiraxsarco.com/us/products-services/products/flowmeters/tva-meter.asp> (Viitattu 16.5.2014).
- /10/ http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet (Viitattu 19.5.2013). Raportti. Kotimaista polttoainetta käyttävien 0,5...30 MW kattilalaitosten tekniset ratkaisut sekä palamisen hallinta.
- /11/ <http://www.hyxo.fi/esitteet/> (Viitattu 20.5.2014). Vedenkäsittely.
- /12/ <http://hantor.fi/tuotteet/pinta/mollet-df-rotaatiopintakytkimet> (Viitattu 16.5.2014)
- /13/ Jalovaara J. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW polttolaitoksissa Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 2003.
- /14/ Kyrö Lämpökeskus. Projektidokumentaatio 2013.
- /15/ Spirax Sarco. Opas Höyry- ja lauhdelinjoiden suunnitteluun (Höyry- ja lauhdejärjestelmien kurssimateriaali 22.5.2013).
- /16/ Suomen Standardisoimisliitto. SFS 5549. Vahvistettu 18.9.1989
- /17/ Tukes. Kattilalaitosten käytönvalvojien pätevyysvaatimukset.