

Sami Pesonen

Pähkinärinteen lämpökeskuksen
mekaanisen modernisoinnin
kustannuslaskelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyö
12.01.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sami Pesonen Pähkinärinteen lämpökeskuksen mekaanisen modernisoinnin kustannuslaskelma 23 sivua + 2 liitettä 12.01.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Konetekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Ympäristö- ja energiatekniikka
Ohjaajat	Käyttöinsinööri Josi Laulajainen Lehtori Jarmo Perttula
<p>Tarve tälle insinöörityölle tuli Vantaan Energian kaukolämmön käyttö -organisaatiosta. Työn tavoitteena oli määrittää Pähkinärinteen lämpökeskuksen mekaanisen modernisoinnin kustannusarvio. Modernisoinnin päätavoitteena oli muuttaa lämpökeskus miehittämättömäksi. Työssä oli myös otettava huomioon prosessiin halutut muutokset ja tulevat päästövaatimukset.</p> <p>Työssä laskettiin karkea kustannusarvio mekaaniselle modernisoinnille ja kartoitettiin siihen tarvittavaa laitteistoa. Työssä käytiin tarkasti läpi halutut muutokset ja niihin tarvittavat laitteistot. Tarjouspyyntöjä lähetettiin yrityksiin laitteiston kustannuksien määrittämiseksi. Työssä on myös tarkasteltu mahdollisen uuden lämpökeskuksen kustannuksia, jotta voidaan arvioida modernisoinnin kannattavuutta. Yhteenvedossa esitetään työn aikana ilmenneitä ongelmia ja työn pohjalta tehtyjä päätelmiä.</p>	
Avainsanat	kaukolämpö, lämpökeskus, modernisointi, kustannusarvio

Author Title Number of Pages Date	Sami Pesonen Pähkinärinne Heating Plant's Mechanical Modernization Cost Estimate 23 pages + 2 appendices 12 January 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Josi Laulajainen, Operation Engineer Jarmo Perttula, Senior Lecturer
<p>This graduate study was commissioned by Vantaa Energy district's heating operating organization. The Aim of this Bachelor's thesis was to determine a cost estimate for the mechanical modernization of Pähkinärinne heating plant. The main objective of the modernization is to change the heating plant and make it unmanned. The desired process changes- and future emission standards were also taken into account.</p> <p>Firstly, a rough cost estimate for the mechanical modernization was calculated and the equipment needed was identified. Furthermore, the desired changes and the necessary equipment were carefully analyzed. Also, Requests for quotations were sent to companies to determine the hardware costs. In addition, this Bachelor's thesis examines the potential costs of a new heating plant in order to assess the profitability of the modernization. In conclusion, The summary explains the difficulties encountered during the project work and- the conclusions made.</p>	
Keywords	district heating, heating plant, modernization, cost estimate

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kaukolämpö	2
3	Pähkinärinteen lämpökeskus	3
4	Nykyinen laitteisto	5
4.1	Kattila	5
4.2	Poltin	6
4.3	Pumput	7
4.3.1	Kaukolämpö	7
4.3.2	Kattilakierto	8
4.3.3	Öljy	8
4.4	Puhaltimet	8
5	Suunnitellut muutokset	9
5.1	Poltin	9
5.1.1	Tyyppi	9
5.1.2	Paineilmajärjestelmä	10
5.1.3	Päästöt	11
5.2	Pumput	11
5.2.1	Kaukolämpö	11
5.2.2	Öljy	13
5.2.3	Sunttaus	13
5.3	Puhaltimet	14
5.4	Putkisto	14
5.5	Lämmönvaihtimien poisto	17
5.7	Muu purkutyö	18
5.8	Työkustannukset	18
6	Kustannukset	19
6.1	Laitteisto	19
6.2	Kokonaiskustannus	20
7	Uusi lämpökeskus	21

8	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Hakunilan prosessikuvaus	
	Liite 2 Kattilapiirustus	

1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehtiin Vantaan Energia Oy:lle 15.09.2011 ja 09.01.2012 välisenä aikana.

Vantaan Energia Oy on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä. Yhtiön omistavat Vantaan (60 %) ja Helsingin (40 %) kaupungit. Vantaan Energia tuottaa ja myy sähköä ja kaukolämpöä. Lisäksi se tarjoaa maakaasua teollisuuden tarpeisiin. Yhtiö vastaa kaukolämpöverkostojen rakentamisesta ja huollosta Vantaalla [1.]

Merkittävä osa sähköstä syntyy tehokkaasti sähkön ja lämmön yhteistuotantona Martinlaakson voimalaitoksessa, joka käyttää pääpolttoaineina maakaasua ja kivihiiltä. Martinlaakson voimalaitos tuottaa noin kaksi kolmasosaa Vantaan Energian tuottamasta sähköstä ja suurimman osan kaukolämmöstä. Voimalaitoksen muodostaa kolme yksikköä. Martinlaakso 1:een ja Martinlaakso 2:een kuuluu kumpaankin höyrykattila ja turbiinilaitos. Kolmas yksikkö on kaasuturbiinilaitos ja lämmöntalteenottokattila. Voimalaitoksen yhteenlaskettu sähköteho on noin 195 MW ja lämpöteho 330 MW [1.]

Voimalaitoksella ympäristöarvojen huomioonottaminen toteutuu ennen kaikkea siten, että tuotantomuotona on yhteistuotanto. Siinä Hyötysähkön tuotannossa syntyvä lämpö hyödynnetään kaukolämpönä. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto hyödyntää pääpolttoaineena käytettävän maakaasun ja sen lisäksi käytettävän kivihiilen tehokkaasti ja taloudellisesti. Yhteistuotannossa päästöt vähenevät noin kolmanneksella verrattuna siihen, että sähkö ja lämpö tuotettaisiin erikseen. Kaukolämmön tuotannossa polttoaineen energiasta hyödynnetään yli 90 prosenttia [1.]

Tämä työ keskittyy Pähkinärinteeseen lämpökeskukseen. Se on rakennettu vuonna 1975. Lämpökeskuksella on kaksi Högfors 55 höyrytyynykattilaa. Kattiloiden yhteislämpöteho on 46,6 MW.

Tämän työn tarkoitus on kartoittaa modernisointiin liittyviä kustannuksia. Kustannuksissa keskitytään mekaanisten komponenttien modernisointiin.

Modernisoinnin tarkoitus olisi saada laitos toimivaksi ja päästöarvot nykyisien vaatimusvaatimusten tasolle. Modernisoinnin yhteydessä halutaan myös purkaa kattilan sisäinen kierto, joten kaukolämpövesi kiertäisi suoraan kattilan läpi.

2 Kaukolämpö

Kaukolämpö on lämmitystekniikka, jossa voimalaitoksessa tai lämpökeskuksessa lämmitetään vettä, johdetaan se kiinteistön lämmönjakokeskukseen ja sen jälkeen taas voimalaitokseen tai lämpökeskukseen takaisin. Jäähdyntynyt kaukolämpövesi palaa asiakkaalta takaisin lämmitettäväksi 40 - 60-asteisena. Lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimissä osa kaukolämpöveden lämpöenergiasta siirretään kiinteistön lämmitysverkoston veteen [2.]

Martinlaakson voimalaitoksen lisäksi kaukolämpöä tuotetaan Vantaalla useissa lämpökeskuksissa. Lämpökeskusten pääpolttoaine on myös maakaasu. Öljy on polttoaineena lämpökeskuksissa, joita käytetään kovimmilla pakkasilla sekä varalaitoksina.

Lämmin kaukolämpövesi siirretään asiakkaalle lämpöeristetyssä putkistossa. Veden lämpötila vaihtelee ulkolämpötilan mukaan 70 - 115 asteen välillä. Alimmillaan se on kesällä, jolloin lämpöä tarvitaan pääasiassa vain lämmintä käyttövetä varten. Kaukolämpöverkossa ei saa syntyä yli 5 barin eroa meno- ja paluupuolen välille. Liian suuresta paine-erosta syntyy tärinää talojen lämmönsiirtimiin ja se voi vaurioittaa niitä [1.]

3 Pähkinärinteen lämpökeskus

Pähkinärinteen lämpökeskus on rakennettu vuonna 1975 tuottamaan kaukolämpöä Pähkinärinteen asukkaille. Pähkinärinne sijaitsee Länsi-Vantaalla lähellä Espoon rajaa. Lämpökeskus on nykyään käytössä ainoastaan kovilla pakkasilla ja voimalaitoksella tapahtuvien häiriöiden aikana. Lämpökeskuksella sijaitsee kaksi 23.3 MW:n Högforsin kattilaa, joiden pääpolttoaine oli raskas polttoöljy alunperin. Raskaan polttoöljyn sytytykseen on ennen käytetty kevyttä polttoöljyä. Tällä hetkellä raskas polttoöljy on korvattu kevyellä polttoöljyllä kokonaan. Kuvassa 1 on esitetty lämpökeskuksen julkisivu ja öljysäiliö näkyy kuvassa vasemmalla.

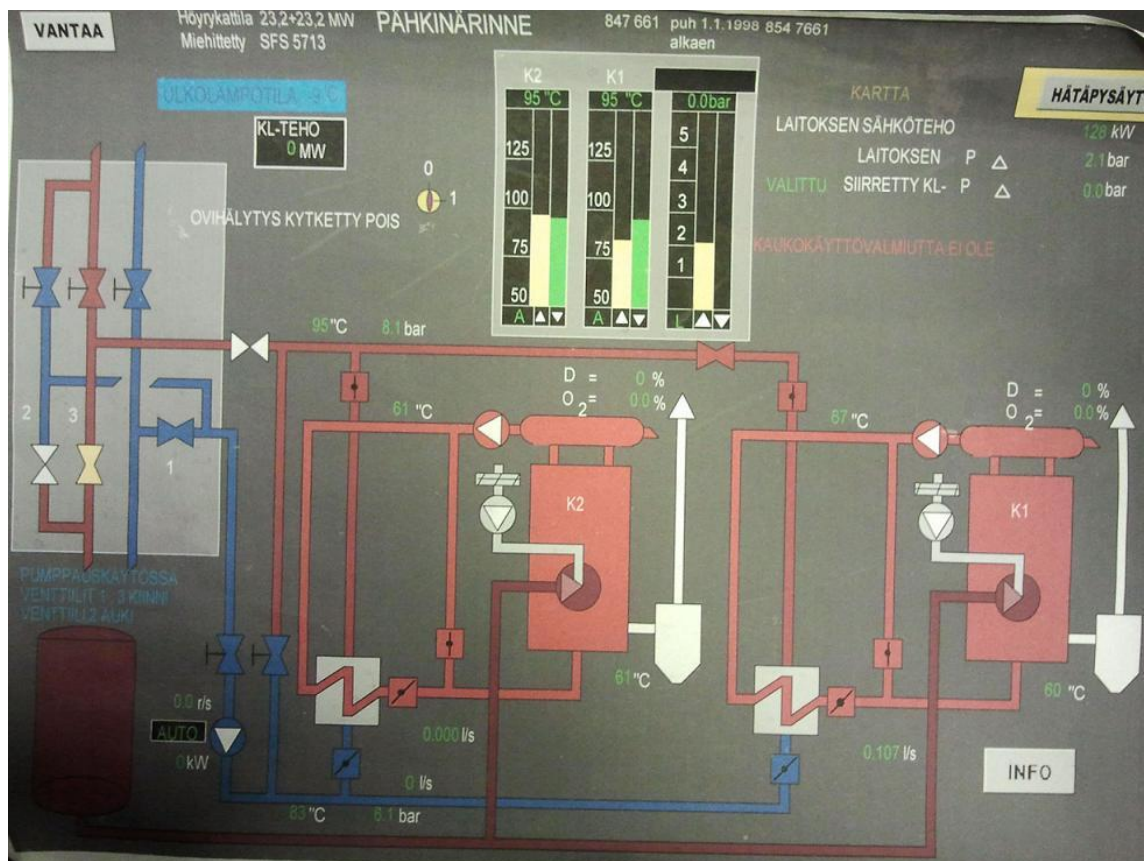


Kuva 1. Lämpökeskuksen julkisivu

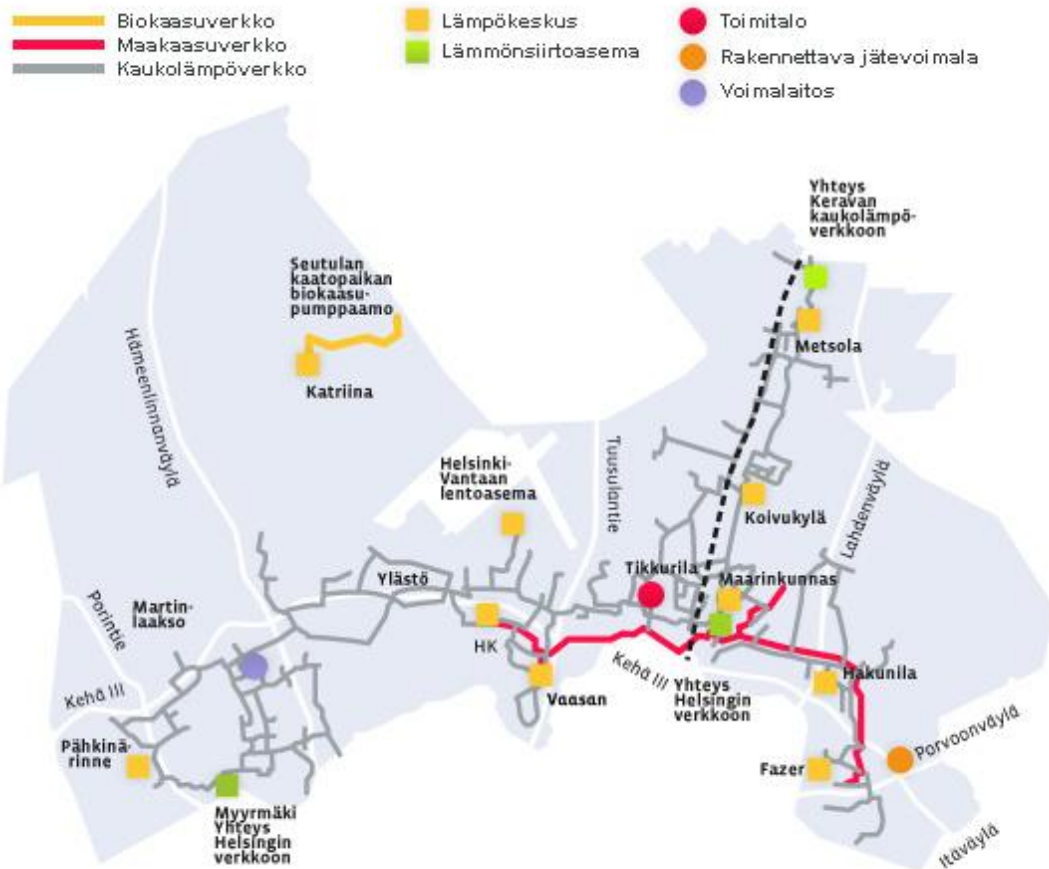
Kattila toimii niin sanotulla sisäisellä kierrolla. Sisäisellä kierrolla tarkoitetaan, että kattilavesi ja kaukolämpövesi eivät sekoitu vaan virtaavat erikseen. Lämmönsiirto tapahtuu lämmönvaihtimessa kattilavedestä kaukolämpövedeen. Kattiloissa on myös lieriöt, joista saatua höyryä on käytetty raskaan polttoöljyn lämmitykseen. Raskaasta

polttoöljystä luovuttaessa höyryn tuotantoa ei enää tarvita. Kattilapiirustus on liitteessä 2.

Lämpökeskus on erittäin vanhanaikainen, ja siitä halutaan nykyaikainen toimiva kokonaisuus. Kuvassa 2 on esitelty vanha kytkentä ja liitteessä 1 on modernisoitu Hakunilan lämpökeskuksen kytkentä. Hakunilan kytkentä on melkein samanlainen kuin Pähkinärinteeseen suunniteltu paitsi Hakunilassa on vedenkäsittely- ja maakaasulinja. Tarkoitus on laskea kustannusarvio lämpökeskuksen prosessin mekaanisen kokonaisuuden modernisoinnille. Modernisoinnin pääkohtana on tehdä lämpökeskuksesta miehittämätön, poistaa lämmönvaihtimet prosessista ja vaihtaa pääpolttoaine. Kustannusten kasvaessa suuriksi myös uuden lämpökeskuksen rakentaminen voi tulla vaihtoehdoksi. Tehdään lämpökeskukselle mitä tahansa, sen käyttötunnit jäävät erittäin pieneksi, kun voimalaitos sijaitsee lähialueella ja päätoimisesti toimittaa kaukolämmön alueelle. Kuvassa 3 on esitetty Vantaan kaukolämpöverkko ja Pähkinärinteen lämpökeskuksen sijainti siinä.



Kuva 2. Nykyinen prosessikaavio



Kuva 3. Vantaan kaukolämpöverkko [1].

4 Nykyinen laitteisto

4.1 Kattila

Kattilat ovat mallia Högfors 55–20000–16bar höyrytyynykattila. Kattilan ilmoitettu teho on 23.3 MW. Kattila on itsekantava kertakiertoinen vesiputkikattila, joka on tarkoitettu öljyn ja kaasun polttoon. Kattilan pääosat ovat tulipesä, konvektio-osa, alusrakenne ja eristys sekä apulaitteet. Höyrytyyny kattilassa on kattilan päällä olevassa erillisessä lieriössä höyryntuotantoa varten. Liitteessä 2 on piirustus kattilasta.

Kattilan vesikierto tapahtuu ohjaamalla paluuvesi pakkokiertoisena konvektiosaan ylhäältä alaspäin. Alatukissa vesi jakaantuu seinäputkiin, kohoten ylöspäin menoputkeen, mikä tapahtuu osittain luonnonkiertona ja pakkokiertona.

4.2 Poltin

Kattilan polttimena on toiminut petro pb 24, jonka on valmistanut Petrokraft. Poltin on valmistettu 1974 ja sen on toimittanut Oilon Oy. Poltin on ilmahajoitteinen ja suunniteltu pääosin raskaan polttoöljyn polttoon. Se on vanhanaikainen ja se ei pääse uusiin päästörajoituksiin. Polttimen ohjaus tarvitsee myös päivitystä. Kuvassa 4 näkyy poltin ja ilmakehanavat.

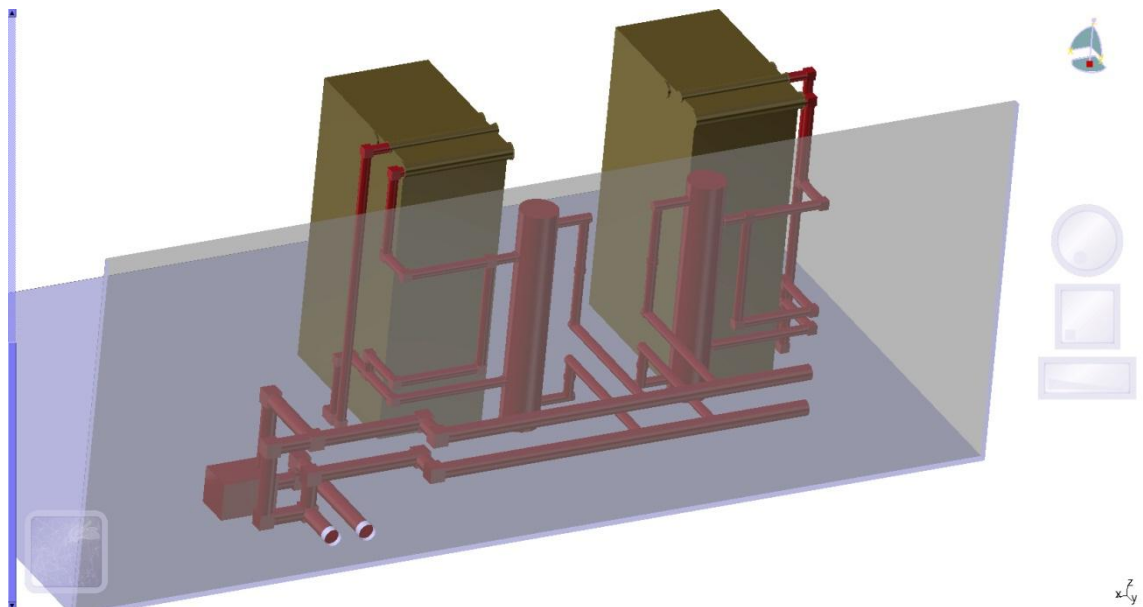


Kuva 4. Poltin Petrokraft petro pb 24

4.3 Pumput

4.3.1 Kaukolämpö

Kaukolämpöpumppuna on toiminut alkuperäisesti keskipakopumppu. Valmistaja on G A Serlachius Oy, tyypiltään se on DCKK-200/400 jonka tuotto on 126 kg/s ja nostokorkeus 15 m. Ilmeisesti pumppu on vaihdettu vuosien varrella isompaan, kun lämpökeskus on yhdistetty samaan kaukolämpöverkkoon voimalaitoksen kanssa. Kuvassa 5 on esitelty putkiston, kaukolämpöpumpun ja lämmönvaihtimien sijainnit kattilahuoneissa.



Kuva 5. Vanha putkisto ja lämmönvaihtimet (ei mittakaavassa)

Tällä hetkellä pumppuna toimii G A Serlachius Oy:n valmistama DCKK-300/510 keskipakopumppu. Pumpun nostokorkeus on kasvanut 45 metriin. Pumppu on kuitenkin rapistunut ja huonokuntoinen vuosien käyttämättömyyden takia. Sitä ei myöskään voida käyttää tällä hetkellä, jos voimalaitos pumppaa. Voimalaitoksen pumppausteho on niin suuri, että nykyisessä pumpussa ei riitä nostokorkeus pumppaukseen [6.]

Pumppuja on tällä hetkellä vain yksi, mikä on riskitekijä lämpökeskuksen varmuudelle ongelmatapauksissa. Uuden pumpun tulee päästä korkeammalle painetasolle, koska

verkon paineet ovat nousseet aikaisemmasta. Toinen pumppu eli niin sanottu standby pumppu tarvitaan viereen turvaamaan pumppaus [6.]

4.3.2 Kattilakierto

Kattilakierrossa on yksi pumppu kattilaa kohden. Pumpun tarkoitus on kierrättää kattilavettä kattilan ja lämmönvaihtimen välissä. Pumppu on imenyt kuumaa kattilavettä ja työntänyt sitä lämmönvaihtimeen. Pumppu on Strömberg valmistama HXUR 452G3B3. Näitä pumppuja ei enää tarvita, kun sisäinen kierto poistuu kattilasta.

4.3.3 Öljy

Kevyelle polttoöljylle on Sundstrand j-3CAB1000 3 / 2800 pumppu, jonka pumppausteho max 2,5 dm³/s. Imupaine max 3 bar ja paineensäätöalue 8 – 13 bar. Pumpun kunto tulee tarkastaa sen selvittämiseksi että voiko pumppua vielä käyttää vai onko myös se vaihdettava uuteen.

Raskasöljypumppuina toimivat IMO-Industri AB:n valmistamat ruuvipumput. Tyyppi on ACG-52 2N2F/60 ja näitä on kaksi kappaletta. Pumput on tarkoitettu POR 650-polttöljylle, joten nämä pumput täytyy vaihtaa uusiin, jotka on tarkoitettu kevyelle polttoöljylle.

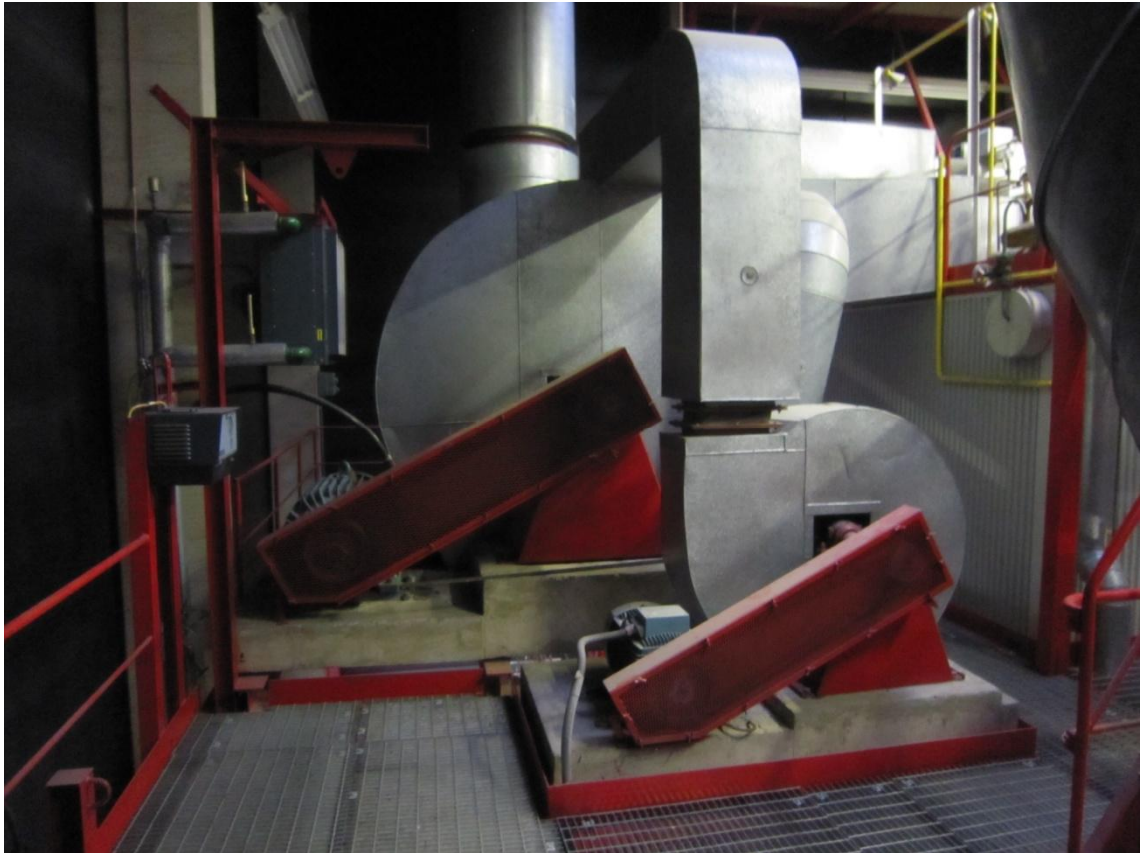
4.4 Puhaltimet

Kattilalla on kaksi puhallinta jotka syöttävät palamis- ja hajoitusilmaa kattilalle (kuva 6). Ilman lämpötila on 30 °C ja ilma otetaan kattilahallin yläosasta. Puhaltimien kunto on aika huono ja ne halutaan vaihtaa.

Pääilmapuhaltimena on toiminut AB Bahco Ventilation Enköpingin valmistama FHA-71-328-puhallin. Puhaltimen ilmavirraksi on ilmoitettu 9,25 m³/s. Puhallin on tuottanut staattista painetta 6500 Pa ja dynaamista 400 Pa. Se on kytketty hihnoilla sähkömoottoriin.

Hajoitusilmapuhallin ottaa ilman pääilmapuhaltimen kaavusta ja toimittaa ilman polttimeen. Polttimessa ilma hajoittaa öljyvirran sumuksi. Puhaltimena on toiminut AB Bahco Ventilation Enköpingin valmistama FHA-40-327, jonka ilmavirta on 1,45 m³/s. Paineet ovat 9000 Pa staattista ja 170 Pa dynaamista painetta. Polttimien

uudistuksessa hajoitusilmapuhallinta ei enää tarvita, kun polttimet ovat paineilma-
paineilmahajoitteisia.



Kuva 6. Pääilmapuhallin takana ja hajoitusilmapuhallin edessä

5 Suunnitellut muutokset

5.1 Poltin

5.1.1 Tyyppi

Uusien polttimien tulisi olla low-nox-mallisia. Uusia polttimia tiedusteltiin Oilon Oy:ltä ja Saacken myyntiedustajilta. Polttimien mitoitukseen käytettiin kattilapiirustusta ja vanhan polttimen teknisiä tietoja. Lähtökohtana pidettiin että ilmamäärä tullaan pitämään samana kattilaan ja poltin sopii poltinaukkoon. Poltinaukko tuottaa ongelmia, koska siitä ei ole piirustuksia ja sitä ei pääse mittaamaan. Tästä johtuen polttimen asennuksessa voi tulla yllättäviä kustannuksia, jos poltinaukkoa joudutaan suurentamaan.

Oilon tarjosi KT-35 S paineilmahajoitteista kevytöljypoltinta, jonka säätösuhde on 1:6. Poltin toimitetaan ilman palamisilmapuhallinta. Sen asennus, testaus, käynnistys, säätö

ja käyttöhenkilökunnan koulutus tapahtuu tuntihinnoilla. Polttimen hinta olisi 79 000 €. Tarjouksesta puuttui venttiiliasema ja ohjausyksikkö.

Saacke tarjosi kahta eri poltinta suoraan oheislaitteineen. Ensimmäinen tarjous oli pelkästä kevytpolttoöljypolttimesta mallista DDZ LN. Mukaan kuului LFO-venttiiliasema, paikallinen polttimen ohjauskeskus, hapen ohjaussysteemi LS2/LT2 ja dokumentaatio. Tälle valmiille paketille tuli hintaa 95 000,00 € kattilaa kohden. Tähän koko poltintilaukseen tulee vielä komissiopalkkio 15 000,00 € lisäksi.

Toinen tarjous Saackelta oli kevytpolttoöljyä/kaasua polttoaineena käyttävästä niin sanotusta yhdistelmäpolttimesta. Tilaus sisälsi DDZG LN 300-mallisen polttimen, joka on heidän niin sanottua ultra low-nox-sarjaansa. Lisäksi kun maakaasun polttomahdollisuus lisättiin, niin tarjouksessa oli myös venttiiliryhmä maakaasulle mukana. Tämän paketin hinnaksi tuli 130 000,00 € kattilaa kohden. Poltintilaukseen tässä tapauksessa tulee komissiopalkkio 22 000,00 € lisäksi.

5.1.2 Paineilmajärjestelmä

Polttimille tarvitaan kompressori tuottamaan ilmaa, jolla hajotetaan öljy polttimessa. Paineilmajärjestelmän mitoitusparametrit ovat Saacken kevytöljypolttimen mukaiset. Kaukolämpölaitoksessa ei tarvita paineilmaa muuhun käyttötarkoitukseen kuin hajoitusilmaksi polttimelle. Polttimien ilmantarve on 4 – 9 m³/min ja painealue 7 – 10 bar. Paineilmajärjestelmä sijoitettaisiin kattilahalliin perimmäiseen nurkkaan, jossa tällä hetkellä sijaitsee pölynkuljetuslaitteistoa.

Paineilmajärjestelmästä tarjouksen lähetti Kaeser kompressorit Oy. Tarjous sisälsi seuraavat tarvittavat komponentit: kompressori, absorptiokuivain ja paineilmasäiliö. Kompressorina toimisi vakiotuottoinen on/off Kaeser CDS 122, jonka tuotto on 10,0 m³/min ja painesäätöalue 5,5 - 11 bar. Kompressorin hinta oli 17 000,00 €. Absorbtiokuivainta tarvitaan kuivaamaan paineilma mahdollisimman kuivaksi, mikä säästää laitteistoa korroosiolta ja parantaa sen kestoaikaa. Absorbtiokuivain olisi Kaeser DC108 jonka, hinta oli 6 000,00 €. Laitteisto tarvitsi myös säiliön johon, paineilmaa varastoidaan. Kaeser tarjosi 2000 l:n säiliötä varusteineen, jonka hinta oli 2 280,00 €. Laitteiston yhteiskustannukset olivat 25 280,00 €.

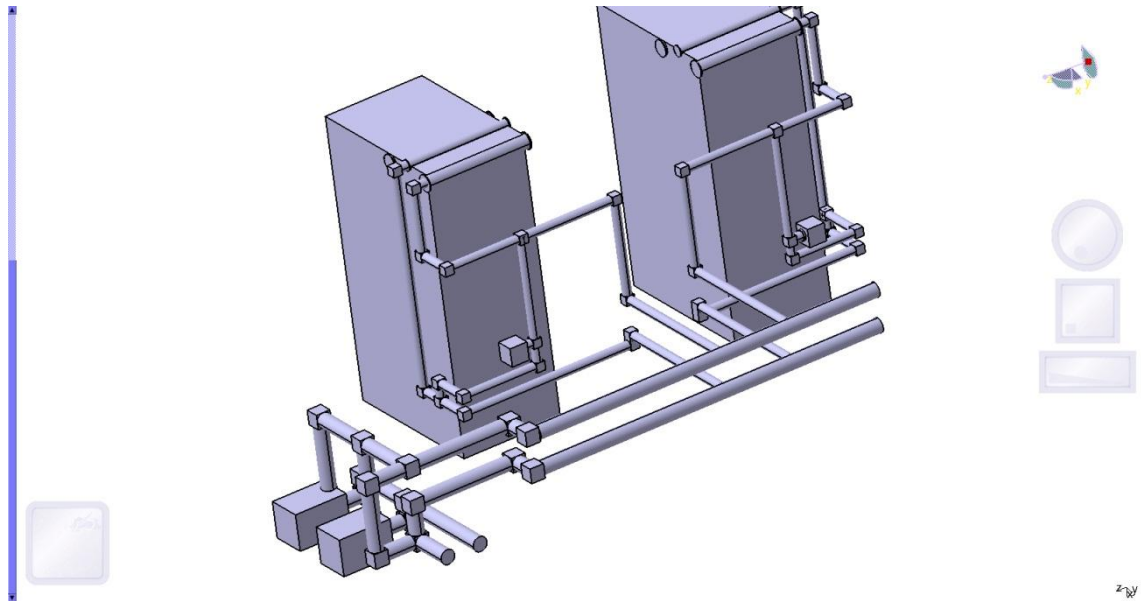
5.1.3 Päästöt

Vantaan Energia haluaa vähentää päästöjä voimaan tulevan Industrial Emissions direktiivin (IED) vuoksi. Uudet määräykset tulevat voimaan 2016, ja se tarkoittaa, että lämpökeskuksen NOX-päästöt on saatava 450 mg/Nm³ tason alapuolelle kevyessä polttoöljyssä. Halvin tapa päästä näiden päästöarvojen alapuolelle on uusia polttimet. Hiukkaspäästöt ja rikkipäästöt ovat olemattomat, kun polttoaineena on kevyt polttoöljy raskaan polttoöljyn sijasta. Tästä syystä laitoksella olevat hiukkaserottimet voidaan purkaa pois ja yhdistää savukaasukanava suoraksi kanavaksi. Lisää päästädirektiivistä löytyy lähteestä 3.

5.2 Pumput

5.2.1 Kaukolämpö

Uusia pumppuja tiedusteltiin KSB-, Axflow- ja Kolmeks-yhtiöiltä. Tarjoukset tulivat KSB:n ja Axflowin toimittajilta. Pumppujen mitoitusarvot tulevat kaukolämpöverkon suurimmasta paineesta alueella. Työnohjaaja selvitti painealueen. Pähkinärinteen kohdalla pumppujen nostokorkeus täytyy olla ainakin 11 bar ja tiedusteluissa lähellä 12 bar arvoa. Massavirta pumpulla täytyy olla noin 250 kg/s. Pumpun arvoja voidaan muuttaa taajuusmuuttajan avulla joka asennetaan kumpaankin pumppuun. Pumput asennettaisiin rinnakkain vanhan pumpun kohdalle kattilahalliin. Toinen pumpuista on varapumppu jolla ajetaan vain jos toinen on huollossa. Kuvassa 7 on esitetty uusi kytkentä ja pumppujen sijainnit [6.]



Kuva 7. Uusi putkisto ja pumput

KSB:n tarjous tuli nopeasti ja he ehdottivat pumppua HPK-LS 250–500. Pumppu oli varmasti erittäin hyvä kyseiseen tarkoitukseen. Tarjous sisälsi pumpun, koeajon ja sähkömoottorin paketin. Yhden pumpun hinnaksi selvisi 43 219,00 €. Pumpuninvestointi kustannuksia voi saada vähän pienennettyä, kun tiedustelee kaksi pumppua kerralla ja suoraan yrityksen edustajana. Tämä hinta on karkea kustannus ja se riittää tähän tarkasteluun.

Axflow tarjosi myös aika nopeasti uutta pumppua. Toimittajana Axflow oli tuntematon yrityksen sisällä, mutta siltä otettiin kuitenkin tarjous. Pumppu oli tyypiltään 250-LNN-600-A1 keskipakopumppu. Pumpputarjous sisälsi pumpun, sähkömoottorin ja kytkimen suojineen asennettuna teräsalustalle. Pumpusta ei tullut tarjouksen mukaista minkäänlaista teknistä piirustusta, mutta sen saa tarvittaessa tilattua. Pumpun hinnaksi selvisi 53 000,00 € eli se oli selvästi kalliimpi kuin KSB:n vastaava. Tästä johtuen ei jatkettu tiedusteluja.

5.2.2 Öljy

Öljypumppua tarjosi Sulzer Pumps Finland Oy. Tekniset parametrit oli 464 kg/h – 4400 kg/h ja 13 bar painetta. Pumpattava aine on kevyttä polttoöljyä. Mitoitusarvot oli Saacken polttimille suunniteltu. Pumppu oli varustettava taajuusmuuttajalla, jotta polttoainevirtaa on helpompi kontrolloida. Pumppu syöttäisi polttoainetta kumpaankin kattilaan. Pumppu oli mallia A22-32 ja se on tarkoitettu kevyen polttoöljyn pumppaukseen. Pumpun hankintakustannus oli 6 150,00 € ja sähkömoottori 4 190,00€. Pumpun painetaso oli 13 bar, joten pumpulle on järjestettävä painepuolelta paluukierto takaisin säiliöön ja näin myös varmistetaan pumpulle pienellä tuotolla tarvittava läpivirtaus. Öljypumpun kokonaiskustannus tuli olemaan 10 400,00 €.

5.2.3 Sunttaus

Sunttauspumppujen tarkoitus on säätää laitokselta lähtevää kaukolämpöveden lämpötilaa. Pumppu pumpkaa tulopuolella olevaa kaukolämpövettä kuumempaan paluulinjaan erillistä yhdyslinjaa pitkin. Pumpun tuottoa on pystyttävä säätämään taajuusmuuttajalla. Pumpun nostokorkeuden ja tilavuusvirran ei tarvitse olla suuria, joten tähän voidaan käyttää suhteellisen pientä pumppua kattilaa kohden. Pumppujen tilavuusvirta olisi oltava noin 150 l/s ja nostokorkeus 1,5 bar. Pumppuja tarjosi Sulzer Pumps Finland Oy. Pumput ovat mallia A31-150 ja kappalehinta 11 120,00 €. Lisäksi sähkömoottori taajuusmuuttajalla pumppua kohden oli 3 350,00 €. Pumppujen asennuksessa täytyy tehdä putkistomuutoksia. Muutokset koskevat pumpun asennusta ja jotta virtaussuunta saadaan linjassa alapäin. Sunttauspumppujen kustannukseksi tuli näin 28 900,00 € [6.]

5.3 Puhaltimet

Pääilmapuhaltimet uusitaan ja hajotusilmapuhaltimet puretaan, pois kun polttimet ovat jatkossa paineilmahajotteisia. Pääilmapuhaltimia tiedusteltiin samoilla arvoilla olevia kuin vanhat puhaltimet. Puhaltimista lähetettiin tarjouspyynnöt seuraaville toimittajille Intervent, Ourex ja Ebmpapst. Ebmpapst ilmoitti että heidän tuotekategoriassaan ei ole tämänlaista puhallinta. He ovat nykyään keskittyneet pienempiin ilmanvaihtopuhaltimiin.

Intervent vastasi nopeasti ja tarjosi puhallinta. Puhaltimena olisi FERRARI industrial fan technologyn valmistama puhallin lanStr911. Tarjouksen mukana tulivat myös tekniset tiedot. Puhaltimeen oli myös saatavana lisävarusteita. Puhaltimen hinta oli 14 000,00 €.

Ourex tarjosi RV-90-keskipakopuhallinta, joka voidaan toimittaa kummankin kätisenä ja paineaukon suuntaa voidaan säätää 90 asteen verran. Tarjouksen mukana tuli puhaltimesta tarkat tiedot ja käyrästöt. Yhden puhaltimen hinnaksi selvisi 5 740,00 €, joka oli yllätys.

Puhaltimeksi tulisi valita Interventin puhallin, vaikka se olikin kalliimpi. Puhaltimien tarkempia tietoja tarkasteltaessa huomaa, että Ourexin RV-90-puhaltimen teho ja paine eivät vastaa tarvittavia määriä. RV-90 pystyy tuottamaan ainoastaan tarvittavan ilmamäärän. Komplikaatioiden välttämiseksi Interventin puhallin on suositeltava. Tarkempien laskelmien jälkeen Ourexin puhallinkin voisi käydä, koska savukaasukanavasta poistetaan puhdistuslaitteisto ja se vähentää virtausvastusta savukaasukanavassa. Tästä johtuen puhaltimen tuottaman paineen tarve vähenee. Kokonaiskustannuksiin suhteutettuna tämän kokonaisuuden osuus on aika marginaalinen.

5.4 Putkisto

Putkistoa joudutaan muokkaamaan kahdesta eri syystä, jotka ovat toisen kaukolämpöpumpun lisäys järjestelmään ja lämmönvaihtimien poisto. Putkea voidaan tilata monelta eri toimittajalta ja sitä löytyy suoraan varastosta. Putki on niin sanottua mustaa terästä. Nykyiset putket ovat eristeiden peitossa ja muutoksen jälkeen uudet

putket täytyy myös eristää. Hinnat on otettu Ahlsell Oy:n ja Saint-Gobain pipe systems Oy:n internetkuvastoista. Lähteistä 4 ja 5 löytyvät kuvastot.

Kaukolämpöpumpun asennukseen tarvitaan DN400/PN16-putkea noin 10 metriä mutta koska putkea myydään vaan 6 metriä pitkissä pätkissä, mitä joudutaan ottaa suoraan 2 kappaletta. Putkea tulisi 12 m. Materiaali on Teräsputki P235TR1 hitsattu 406,4 X 6,3 L=6M Raakamusta. Lisäksi tarvitaan 90 asteen mutkia kaksi kappaletta, ja myös putken kauluksia kahdeksan kappaletta. T-haarayhteitä tarvittiin 2 kappaletta. Supistuskappaleet KSB:n pumpuille tarvitaan 400x350 mm kaksi kappaletta ja 400x300 mm kaksi kappaletta. Putkisto-osan kustannus 16 380,00€. Kustannuserittely esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Putkisto DN400 kustannukset [4], [5].

Putkisto-osat DN400 PN16	Hinta [€]	Määrä [€/kpl]	Kokonaishinta [€]
P235TR1 406,4 x 6,3 HITSATTU 6 m	230,00 €	2	460,00 €
Mutka 90°	980,00 €	2	1 960,00 €
Kaulus	376,00 €	8	3 008,00 €
T-haara	2 994,00 €	2	5 988,00 €
DN400/DN350 supituskappale	1 595,00 €	2	3 190,00 €
DN400/DN300 supituskappale	887,00 €	2	1 774,00 €
Yhteensä			16 380,00 €

Lämmönvaihtimen poiston jälkeen tarvitaan uutta putkea yhdistämään kattila ja kaukolämpöveden oksaputket. Tähän tarvittiin DN250/PN16 putkea ja muita tarvikkeita. Tähän valittiin teräsputki P235TR1 HITSATTU 6 m:n pätkissä. Tarvitaan noin 18 metriä kyseistä putkea. 90 asteen mutkia tarvitaan noin 10 kappaletta ja kahdeksan kaulusta. Tästä syntyi kustannuksia yhteensä noin 4.550,00 €. Kustannuserittely esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. DN250 kustannukset [4], [5].

Putkisto-osat DN250 PN16	Hinta [€]	Määrä [€/kpl]	Kokonaishinta [€]
P235TR1 HITSATTU 6 m	130,00 €	3	390,00 €
Mutka 90°	288,00 €	10	2 880,00 €
Kaulus	160,00 €	8	1 280,00 €
Yhteensä			4 550,00 €

Venttiilöinti tullaan tekemään laipallisilla venttiileillä. Venttiiliohjaukseen tässä työssä ei oteta kantaa, koska se kuuluu automaatio suunnittelijan vastuualueeseen. Kaukolämpöpumpuille venttiilöinti tulee olemaan sellainen että pääpumpulle laitetaan yksi läppäventtiili, imupuolelle DN400 laipallinen. Painepuolelle tulee laipallinen läppäventtiili ja takaisku DN400. Stand-by-pumpulle tulee painepuolelle samalla tavalla mutta imupuolelle tulee kaksi läppäventtiiliä DN400. Linjastossa olevat nykyiset kuusi venttiiliä vaihdetaan uusiin palloventtiileihin DN250. Takaiskuventtiili väärän virtaussuunnan estämiseksi asennetaan kattilaveden kuumalle puolelle ennen sunttaushaaraa. Säätoventtiiliksi kattiloiden ohitukselle tarvitaan palloventtiili DN400. Venttiileistä tarjouksen lähetti Högfors Oy ja takaiskuventtiileistä tuli tarjous LVI-Dahlilta. Taulukossa 3 on esitetty venttiilien lukumäärät ja hinnat.

Taulukko 3. Venttiilien lukumäärä ja hinnat

Venttiilit PN16 Laippaliitântä	Hinta [€/kpl]	Määrä [kpl]	Kokonaishinta [€]
Palloventtiili DN400	6 215,00 €	1	6 215,00 €
Läppäventtiili DN400	5 470,00 €	5	27 350,00 €
Takaiskuventtiili DN400	5 000,00 €	2	10 000,00 €
Palloventtiili DN250	1 326,00 €	6	7 956,00 €
Takaiskuventtiili DN250	2 000,00 €	2	4 000,00 €
Yhteensä		16	55 521,00 €

Kokonaiskustannus putkistolle on 20 930,00 € ja venttiileille 55 520,00 €. Tähän tulee varmasti vielä lisäkustannuksia, koska sunttauspumppujen supistuskartiot imu- ja painepesään puuttuvat.

5.5 Lämmönvaihtimien poisto

Lämmönvaihtimen purkaminen toteutetaan yksinkertaisesti katkomalla putket lämmönvaihtimen kyljistä (4 kpl). Lämmönvaihdin painaa 4 tonnia, joten sen turvallisessa poistossa pitää ottaa huomioon iso paino ja pohjatuennan riittävyys. Tästä ei tule muita kuin työkustannuksia. Lämmönvaihtimet sijaitsevat kattiloiden välissä keskellä kattilahallia. Kuvassa 8 näkyvät molemmat lämmönvaihtimet. Lämmönvaihtimien poistolla säästetään määräaikaistarkastuksissa.



Kuva 8. Lämmönvaihtimet ja niiden haarat kaukolämpötukkeihin

5.7 Muu purkutyö

Lämpökeskuksesta pitää purkaa myös vanha pölynerotus- ja pölynkuljetuslaitteisto. Öljynlämmityshuoneesta poistetaan vanha öljynlämmitysasema turhana, koska ei enää polteta raskasta polttoöljyä. Kattilaan tulevia vanhoja syöttövesi- ja höyryputkia katkotaan ja liitännät sokeoidaan. Paisunta- ja vedenkäsittelylaitteisto poistetaan, koska niille ei ole enää tarvetta. Nuohouslaitteisto poistetaan ja kemikaalit varastoidaan voimalaitokselle tai viedään hävitettäväksi.

5.8 Työkustannukset

Työkustannusten arviointiin kutsuttiin HTT high tech tubing-yrityksestä edustaja. Arvioimaan tulivat Mika Rasi ja hänen kollegansa. He tutustuivat kohteeseen rauhassa ja olivat erittäin kiinnostuneita urakasta. He lähettivät kustannusarvion myöhemmin sähköpostilla. He arvioivat työkustannukseksi 200 000 € - 250 000 €, ja tämä summa sisältää vain työn. Urakkaan sisältyvät seuraavat kokonaisuudet: KL-pumput/putkisto, sunttauspumppujen asennus, höyrypiirin purku, pölypiirin purku, polttimien asennus ja puhaltimien asennus. Tarvikkeet toimittaa tilaaja esimerkiksi putkiosat, hitsauspuikot ja muut tarvikkeet. Lisätöinä tulee tehtäväksi muun muassa uusi öljylinja ja paineilmajärjestelmän asennus.

6 Kustannukset

6.1 Laitteisto

Laitteiston osalta kustannukset ovat suuret, ja kalleimpia ovat polttimet. Laitteiston kustannuksiin voi vaikuttaa vielä yrityksen mieltymykset tiettyihin toimittajiin ja tilauskäytännöt. Huomioitava on, että kaikki toimittajat eivät myöskään tarjoa kuljetusta perille ilman maksua. Laitevalikoimassa päädyttiin seuraaviin toimittajiin: Saacke, Sulzer Pumps Finland Oy, KSB, Intervent ja Kaeser kompressorit. Taulukossa 4 on laskettu laitteistokustannukset kevyttä polttoöljyä polttavalle poltintyyppille. Yhdistelmäpoltin tulisi liian kalliiksi, koska kaasua ei poltettaisi vuosiin. Kustannusero kevytpolttoöljy- ja yhdistelmäpolttimen välillä kokonaisuudessaan oli 77 000€ [6.]

Taulukko 4. Laitteisto- ja materiaalikustannukset

Laitteisto- ja materiaalikustannukset	Hinta €/kpl	Määrä kpl	Kokonaishinta €
Saacke poltin	95000,00	2	190 000,00 €
Saacke komissio	15000,00	1	15 000,00 €
KSB kaukolämpöpumppu	43219,00	2	86 438,00 €
Öljypumppu	10340,00	1	10 340,00 €
Sunttauspumppu	14470,00	2	28 940,00 €
Intervent pääilmapuhallin	14000,00	2	28 000,00 €
Putkisto	20930,00	1	20 930,00 €
Venttiilit	55521,00	1	55 521,00 €
Paineilmajärjestelmä	25280,00	1	25 280,00 €
Yhteensä			460 450,00 €

6.2 Kokonaiskustannus

Kokonaiskustannukset koostuvat pääosin laitteistosta ja työstä. Lisäksi on huomioitava piilevät kustannukset. Kaikkia kustannuksia ei voi arvioida tarkasti tällaisessä hankkeessa ja varsinkaan, kun kaikkia piirustuksia ei ole edes saatavilla. Piileviin kustannuksiin ja tarvikkeisiin tulisi varata ainakin 150 000,00 €. Suurimmat piilevät kustannukset voivat tulla esimerkiksi poltinaukon laajennuksesta, kattilassa ilmentyvistä poikkeamista ja lisätöistä urakassa. Taulukossa 5 on laskettu kokonaiskustannuksia.

Taulukko 5. Kokonaiskustannukset

Kustannusalueet	Hinta €
Laitteisto ja materiaalit	460 450,00 €
Työkustannukset	250 000,00 €
Piilevät kustannukset ja tarvikkeet	150 000,00 €
Yhteensä	860 450,00 €

7 Uusi lämpökeskus

Tiedusteltiin uuden lämpökeskuksen hintoja jotka olisivat niin sanotulla avaimet käteen periaatteella. Vanhaan kiinteistöön ei oltaisi sijoittamassa uusia laitteita vaan haluttaisiin kokonaan uusi lämpökeskus. Tarjouspyynnöt lähetettiin seuraaville toimittajille: Renewa ja Kpaunicon. Karkeat arviot kustannuksista tulivat kummaltakin toimittajalta. Tarjouspyyntö sisälsi tiedot 2x25 MW kokoisesta laitoksesta. Tarkempia tietoja laitteistosta tai piirustuksista ei ollut ja se menisikin jo tämän työn ulkopuolelle. Kustannuksia syntyy vanhan purkamisesta ja uuden perustuksien tekemisestä. Hinnat antavat suuruusluokan uuden hankintaan tähtäämisestä. Tarjouksiin ei kuulunut vanhan lämpökeskuksen purkamisesta aiheutuvia kustannuksia vaan nämä tulevat vielä lisäksi.

Renewan tarjous sisälsi kuumavesikattilat, joiden teho on 2x 25 MW, savupiipun, kaukolämpöpumput, automaation, teräsrunkoisen kattilarakennukset ja 800 m³ kokoisen öljysäiliön. Tarjous periaatteessa sisälsi kaiken mitä tarvittiin. Tämän paketin hinta olisi 3 - 3,5 M€. Lisäkustannuksia syntyy vanhan purkamisesta, uuden perustuksista, lämpöverkon parametreista, rakennusluvan asettamista rajoituksista. Rakennuskustannukset olivat karkeasti noin 500 000,00 €.

KPAunicon tarjous oli tulitorvituliputkikattiloita 2x25 MW ja se sisälsi myös rakennuksen asennuksineen. Tarjouksessa eivät selvinneet tarkemmat tiedot. Tarjosi myös 1 x 50 MW kuumavesikattilaa vaihtoehdoksi tulitorvituliputki kattiloille. Tämänkin kustannukset olivat noin 3 M€. Rakentamiskustannukset eivät sisälly hintaan.

8 Yhteenveto

Aloite tähän insinööriyöhön tuli Vantaan Energian kaukolämmön käyttö - organisaatiolta. Työ oli tarpeen, koska lämpökeskuksesta on kova tarve tehdä jotain päätöksiä. Lämpökeskus on erittäin vanha ja melkeen käyttökelvoton tällä hetkellä. Kustannusarvio, joka tässä karkeasti laadittiin, tulee auttamaan päätöksessä siitä, aletaanko modernisoida vai rakennetaanko kokonaan uusi lämpökeskus. Tässä työssä oli tarkoitus laskea karkea hintalappu modernisoinnille mekaanisten komponenttien kohdalta. Työtä vaikeuttivat puuttuvat piirustukset ja tarkat laitteistokirjastot.

Työssä esitetyt kustannukset ovat pääosin suuntaa antavia toimittajien hintoja, jotka voivat vielä laskea, kun tarjouskysely tehdään yrityksen nimissä. Työ oli erittäin haasteellinen heti lähtökohdassa, jossa piti ensiksi selvittää kokonaisuus ja muutosten vaikutus. Tulevat päästömääräykset tuovat omat haasteensa ja ne oli otettava työssä huomioon. Hankaluutena oli myös joidenkin toimittajien väliinpitämättömyys lähettää tarjouksia tai edes hintatietoja laitteistoistaan. Päälaitteiston toimittajiksi valittiin Saacke, KSB, Kaeser kompressorit, Sulzer Pumps Finland Oy, Intervent ja Högfors.

Mekaanisten laitteistojen modernisoinnin kokonaiskustannusarvio olisi noin 860 000,00 €. Kustannusarvio tukee modernisointia laitokselle. Mekaanisen modernisoinnin jälkeen jää vielä 2,2 M€ eroa uuteen lämpökeskukseen. Tähän kustannusarvioon on lisättävä vielä uusi öljysäiliö, piippu, kiinteistö sekä automaatio- ja sähkölaitteiden kustannukset, niin saadaan koko laitoksen modernisoinnin kustannus. Koko modernisointikustannus jää paljon uuden lämpökeskuksen hankintahinnasta. Uudelle lämpökeskukselle tulee vielä hankintahinnan päälle lupa-asiat ja vanhan lämpökeskuksen purkamiskustannukset, joita tässä työssä ei tarkemmin käsitelty.

Lähteet

- 1) Tietoa konsernista. 2011. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy.
<www.vantaanenergia.fi>. Luettu 7.10.2011.
- 2) Kaukolämmön toimintaperiaate. Verkkodokumentti. Energiateollisuus.
<<http://www.energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/toimintaperiaate>>. Luettu 27.3.2012.
- 3) Industrial Emissions –direktiivi. 2010. Verkkodokumentti. Euroopan unionin virallinen lehti.<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:FI:PDF>>. Luettu 14.10.2011.
- 4) Ahlsell Oy LVI-Hinnasto 1.2.2010. Verkkodokumentti. Ahlsell Oy
<http://www.ahlsell.fi/upload/2011_12/LVI%20Hinnasto%201.12.2011.xls>. Luettu 26.10.2011.
- 5) Saint-Gobain Pipe Systems Oy vesihuollon ja mittaustekniikan hinnasto 2010. Verkkodokumentti. Saint-Gobain Pipe Systems Oy.
<<http://www.sgps.fi/linkkitiedosto.asp?taso=1&id=77&nimi=tiedosto.pdf>>. Luettu 12.12.2011
- 6) Laulajainen Josi, Käyttöinsinööri. Vantaan Energia Oy. Suulliset kommentit.
15.09.2011 – 09.01.2012.

Hakunilan prosessikuvaus

