



ARINAKATTILALAITOKSEN HANKINTA

Mika Järvinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2012
Metsätalouden koulutusohjelma

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

JÄRVINEN, MIKA:
Arinakattilaitoksen hankinta

Opinnäytetyö 38 sivua, josta liitteitä 8 sivua
Joulukuu 2012

Osuuskunta Keskimaa on päättänyt rakentaa Jämsään ison ABC-liikennepalveluaseman. Toinen yrittäjä omistaa maa-alueen, johon liikenneasema suunnitellaan. OSK Keskimaa pohti maanhankintaneuvottelussa kiinteistölle lämmitystapaa. Neuvottelujen jatkuessa maanomistaja oli yhteydessä opinnäytetyön tekijään ja tiedusteli hänen halukkuuttaan tulla osakkaaksi lämpö-yhtiöön. Yrittäjät päättivät perustaa yhtiön, joka tuottaa lämpöenergiaa liikenneasemakiinteistöön. Alueella on runsaasti muita kaavoitettuja liiketontteja joiden rakentamisen aikataulu ei ole selvillä, mutta niiden tuleva energiantarve pitää ottaa huomioon tulevan kattilaitoksen suunnittelussa. Opinnäytetyö tehtiin todellisen energiamyymisopimuksen ja siihen liittyvien tarpeiden johdosta. Siitä johtuen laskentaulukoissa esiintyvät energiankulutustiedot ja euromäärät ovat suuntaa-antavia.

Opinnäytetyössä tehtiin ohje kattilalaitoksen hankintaan alle 1000 kW:n kokoluokkaan lämpöliiketoimintaa harjoittavalle yritykselle. Työssä esitettiin, miten tehontarve muodostuu kyseisen kattilaitoksen toiminta-alueella. Niin ikään työssä selvitettiin lämmönmyynnin laajentamismahdollisuuksia ja sitä, millaisia vaikutuksia lämmönmyynnin lisääntymisellä on lämpölaitoksen suunnitteluun. Työssä todettiin lämpölaitoksen hankintaan vaikuttavat tuotannollistaloudelliset tekijät sekä kannattavuus kahdella erisuuruisella energiantuotantomäärällä. Lisäksi selvitettiin erilaisten polttoaineiden saatavuutta ja logistiikkaa, sekä oikeaoppisen varastoinnin merkityksestä hakkeen laadun ja lämpöarvon kannalta.

Hyvin toimiva lämpölaitos vaatii huolellisen suunnittelun. Yrittäjät valitsivat kehittämiskohteeksi viljapelloilta saatavan korsimassan hyödyntämisen laitoksen polttoaineena. Sen takia syöttölaitteistoon piti suunnitella valmius korsimassan syöttämiseksi hakkeen joukkoon. Lämpöyrittäjätoiminta kasvaa vuosittain n. 40 laitoksella. Lämpöliiketoiminta on suhdanteista riippumatonta, kiinteistöjen energiantarve pysyttelee vuodesta toiseen melkein vakiona. Yhteiskunnan tuet laitoksenrakentamiseen, energiapuunkorjuuseen sekä haketukseen aiheuttavat haasteita suunnitelmalliseen yritystoimintaan. Tuet ovat poliittisen päätöksenteon takia jatkuvassa muutoksessa eikä kukaan tiedä minkälaisia ratkaisuja tulevaisuus tuo mukanaan.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

JÄRVINEN, MIKA:
Grate Boiler Plant Acquisition

Thesis: 38 pages including 8 pages of appendices
December 2012

Osuuskunta Keskimaa (OSK Keskimaa) [Keskimaa Cooperative] has decided to build a large 'ABC' service station in Jämsä. Another entrepreneur owns the land area where the service station is being planned. OSK Keskimaa considered the heating mode for the property during the land acquisition negotiations. As the negotiations continued, the landowner was in contact with the writer of this thesis and inquired into his interest in becoming a partner in the heating company. The entrepreneurs decided to establish a firm that would generate heat for the service station property. The area has other zoned commercial plots in abundance whose construction schedule is unclear, but their impending energy requirements should be taken into consideration in planning the coming boiler plant. This thesis was completed as the result of an actual energy sales contract and the requirements connected with the same. Because of this, the energy consumption information and euro amounts appearing in the spreadsheets are indicative only.

Guidelines were proposed for the acquisition of a boiler plant of a size class less than 1,000 kW for a company practising thermal business operations. In this work, the process of how the power requirement is formulated within the operational area of the boiler plant concerned was presented. Likewise, the potential for the expansion of heat sales was clarified, as well as what sorts of impacts an increase in heat sales exerts on the design of a heating plant. In, it was shown that production-based economic factors as well as profitability with two differently-sized amounts of energy production affect the acquisition of a heating plant. In addition, the availability and logistics of various fuels were clarified, together with the significance of correct storage from the perspective of woodchip quality and heat value.

A well-functioning heating plant requires careful planning. As the plant's fuel, the entrepreneurs selected the utilization of straw bulk obtained from grain fields as an object for development. For this reason, there was a need to plan readiness for inputting straw bulk mixed in with woodchips into the feed apparatus. Thermal entrepreneur activity is increasing annually by approx. 40 plants. Thermal business operations are independent of economic trends. The energy requirements of properties remain rather stable from year to year. Community subsidies for plant construction and for energy wood harvesting and wood chipping are posing challenges to systematic entrepreneurial activity. Due to political decision-making, these subsidies are in continuous transition, and nobody knows which sorts of solutions the future may have in store.

Keywords: Bioheat, thermal entrepreneur, solid-fuel plant, woodchip

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TEHONTARVE.....	7
2.1 Tehontarpeen määrittely.....	7
2.2 Verkostohävikki	8
2.3 Huipputehontarve	9
3 POLTTOAINE.....	11
3.1 Polttoaine valikoima.....	11
3.2 Polttoaineiden hinnat.....	12
3.3 Polttoaineiden hankinta	12
3.4 Polttoaineen laadun parantaminen ja sen vaikutus	13
3.5 Polttoaineen menekki	14
4 POLTTO- JA SYÖTTÖLAITTEISTO	15
4.1 Vaatimukset laitteistolle.....	15
4.2 Polttoaineen syöttö	16
5 VARASTO- JA KATTILARAKENNUS	18
5.1 Vaatimukset varastolle	18
5.2 Paloturvallisuus	19
5.3 Tasamaa ratkaisu ja laajentaminen.....	20
5.4 Tuhkankäsittely	21
6 LIIKETOIMINNAN KANNATTAVUUS JA HINNOITTELU	22
6.1 Kannattavuuslaskenta luvut ohjeellisia	22
6.2 Energianhinnoittelu ja tarjous	25
6.3 Energianhinnankorotus	26
6.4 Liittymismaksu ja Energianhinnan korotusajankohta.....	27
7 POHDINTA	28
8 OPINNÄYTETYÖN LIITTEET	30
LÄHTEET.....	30
LIITTEET	31
Liite 1 Termien määrittelemine.....	31
Liite 2 Bioenergian esiselvitys Jämsän alueella.....	34

1 JOHDANTO

Lämpöyrittäjätoiminta on yleensä osuuskunta- tai osakeyhtiömuotoista. Lämpöyrittäjä tuottaa lämpöenergiaa energia-asiakkaiden kiinteistöihin omistamastaan lämpökeskuksesta, lisäksi lämpöyrittäjä rakentaa toiminta-alueelle kaukolämpöverkon. On olemassa myös laitoksen hoitosopimuksia, joissa yrittäjä hoitaa laitoksen käytön, päivystyksen ja polttoaineen hankinnan. Vuoden 2011 lopussa Suomessa toimi 505 lämpöyrittäjää (Alm 2012).

Jämsän alueen potentiaalisista lämpöyrittäjäkohteista on tehty esiselvitys vuonna 2008. Selvityksestä ilmeni alueella olevan useita lämpöliiketoimintaan soveltuvia kohteita.

Jokilaakson Energia on kahden maa- ja metsätalousyrittäjän tuleva yhtiö. Yhtiön nimi on varattu kaupparekisteriin, ja yhtiö aloittaa toiminnan, kun OSK Keskimaan liikenneaseaman rakentamisen aikataulu varmistuu. Perustettavalla lämpöyhtiöllä on voimassa oleva lämmönmyyntisopimus Jämsään rakennettavaan OSK Keskimaan liikenneasemaan. Yrityksellä on kaupungin määrittelemä energiatontti alueella. Monien valituskierrosten jälkeen hanke on viivästynyt kaksi vuotta.

Aikataulun pitkittyessä aloitettiin selvitystyö laitoksen hankinnasta. Selvitystyössä määritetään käyttöön parhaiten soveltuva laitoskokonaisuus. Päämääränä oli tehdä ohjeet alle 1000 kW:n lämpölaitoksen hankintaan vaikuttavista tekijöistä. Ohjeet ovat jatkossa aloittavien lämpöyrittäjien käytössä. Työssä hyödynnetään tekijän kokemuksia neljällä lämpölaitoksella työskentelystä sekä puuperäisen polttoaineen hankinnasta. Suomen metsäkeskuksen bioenergianeuvoja Veli-Pekka Kauppisen ja Tuusulan energia Oy:n Antti Vaittisen haastattelut sekä vierailut kymmenillä lämpölaitoksilla Suomessa, Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa ja toiminta erilaisissa bioenergiahankkeissa ovat antaneet valmiuksia opinnäytetyön tekemiseen.

Keskeinen tavoite oli saavuttaa lämpölaitoskokonaisuus, jossa yrittäjien työpanos suhteessa tuotettuun lämpöenergiaan on optimoitu. Tämä tarkoittaa laitoksen käytön ja huollon mielekkyyttä sekä siihen käytetyn ajan minimoimista. Opinnäytetyössä kerrotaan, miten eri valmistajien laitoksenosia yhdistämällä ja niitä jalostamalla saavutetaan parannuksia laitoksen käytettävyydessä ja kokonaisuhyötysuhteessa. Erityishuomiota

kohdistetaan asioihin, jotka tapahtuvat kattilan ulkopuolella ja sähkönkulutuksessa koko elinkaaren aikana.

Suunnitteluprosessi kuvataan perustettavan yrityksen lähtökohdista. Tehtyjen valintojen tarkoituksenmukaisuus perustui opinnäytetyön tekijän, ja kyseisen alueen tarpeiden lähtökohdista. Kun OSK Keskimään rakentamisen aikataulu selventyy. Kartoitetaan koko alueen kiinteistöjen lämpö-energian tarve, ja mukautetaan rakennushanke sen mukaiseksi.

2 TEHONTARVE

2.1 Tehontarpeen määrittely

Lämmönostajalla oli tiedossa heidän tarvitsemansa **huipputehontarve ja tilausvesivirta**, jotka kyseisessä kohteessa ovat liittymäteho 1050 kW ja tilausvesivirta 18 m³/h. Alueelle tuleva muu rakennuskanta ja käyttötarkoitus piti selvittää ja laskea niiden tehontarve. Toinen liikerakennus sijoittuu liikenneasemakiinteistöön nähden kadun toiselle puolelle. Rakennusta käytetään liiketilana ja sen tehontarpeen määriteltiin olevan 20 W/m³ (yhtälö 1).

$$\text{tilavuus } m^3 \times \text{energiankulutus } W/m^3 \text{ (10-30 W)}$$

$$6000m^3 \times 20 W/m^3 = 120000 W / 1000 = 120kW$$

Yhtälö 1.

Läheisessä korttelissa valtatie 9 pohjoispuolella on kaavoitettu viisi toimisto- tai liiketilaksi tarkoitettua tonttia. Tällä alueella on rakenteilla kolmas kiinteistö, joka vastaa suuruudeltaan edellä mainittu liikerakennusta. Maansiirtotyöt on aloitettu, vaikka rakentamisen alkamisajankohta on avoinna epävarman taloustilanteen takia. Kyseisen kiinteistön lämmittämistä ei tässä vaiheessa oteta huomioon laitoksen suunnittelussa. Koska lämpökanaalin rakentaminen on tienalituksen ja pituuden takia taloudellisesti kannattamaton investointi, kun ottaa huomioon verkostohävikin, ja kyseisen kiinteistön energiantarpeen. Tarkastellaan tilannetta tulevaisuudessa uudelleen jos alueen muut tontit alkavat rakentua.

Laitoksen suuri kokonaisteho ja järjestelmän suuri verkostoveden määrä huomioiden ei katsottu tarpeelliseksi laskea erikseen lämpimien käyttövesipisteiden tehontarvetta. Rakennusten käyttötarkoituksesta johtuen **tilausvesivirta, teho ja risteily (käyttövesipisteiden käytön eriaikaisuus tasoittaa kulutushuiput)** huomioiden lämpimän käyttöveden kulutus ei olennaisesti vaikuta kokonaisuuteen tehontarpeen määrää laskettaessa. Jos verkostoon olisi liitettynä huomattava määrä asuinkäyttöön tarkoitettuja rakennuksia, ne huomioidaan tehontarpeella 30 kW/lämminvesipiste. Näitä kulutushuippuja varten on yleensä järkevämpää rakentaa verkostoon erillinen lämminvesivaraaja kuin kas-

vattaa kattilatehoa tarvittava määrä, koska varaajat ovat suhteessa halvempia kuin laitoksen koon kasvattaminen.

TAULUKKO 1. Tehontarve ja hakkeen menekki

LÄMMITYSKOHTTEEN MITOITUS				Hakkeen kos- teus
27.9.2011				30 %
				0,81 MWh/m ³
Lämmityskohde	Tilavuus m ³ tai kpl	W/m ³	Tehontarve kW	Hakkeen kulutus m ³ /v
ABC-LIIKENNEASEMA -Lämmin käyttövesi, asu- kasta	35 000 m ³	40 W	1 050,0 kW	3 201 m ³
TERRA LIIKERAKENNUS -Lämmin käyttövesi, asu- kasta	6 000 m ³	20 W	120,0 kW	366 m ³
TALO -Lämmin käyttövesi, asu- kasta				
KONEHALLI				
NAVETTA -lehmät lämmin juomavesi -lehmät lämmin pesuvesi				
LKV, suihkut (lask. 20%) (lask. 100%)				
Verkostohävikki				
Lämpöjohto	Matka m 400 m	W/m 20 W	8,0 kW	107 m ³
Kaikki yhteensä	41 000 m ³		1 178,0 kW	3 673 m ³ /v

2.2 Verkostohävikki

Hävikit nykyisissä verkostoissa ovat suhteellisen pieniä. Verkostoa rakennetaan alkuvaiheessa korkeintaan 400 metriä, mikä aiheuttaa 8 kWh:n tehontarpeen mitoituksessa. Lämpöhäviö on uusilla kiinnivaahdotetuilla *Mpuk-verkostoilla (verkoston meno- ja paluu putken ovat saman polyeteeni kuoren sisällä)* verkostoilla luokkaa 20 W/m verkoston keskimääräisen menoveden lämpötilan ollessa 80–90°C (Prugg-Pema esite Casa-flex-duo, 5.216). Yhtälössä 2 verkoston tehohävikki laskettuna.

Hävikillä on merkittävä vaikutus energiahinnan määrittämiseen ja kannattavuuteen. Siitä kerrotaan kohdassa 5.1 Liiketoiminnan kannattavuus.

Kun verkostohävikin laskee vuotuiseksi, on se 70080 kWh, mikä vastaa esim. kolmen sähkölämmitteisen omakotitalon kulutusta vuodessa. Vuotuisesta hävikistä saa kuvan kokonaisuudesta ja sen vaikutuksista energian hinnoitteluun. Tämä asia unohtuu monelta lämpöyrittäjältä, varsinkin jos lämpöenergian siirtomatka on pitkä ja kohteen kulutus pieni.

$$\text{verkstopituus}(m) \times \text{hävikki}(W/m)$$

$$400 \text{ m} \times 20 \text{ W/m} = 8000 \text{ W} : 1000 = 8 \text{ kW}$$

Yhtälö 2.

2.3 Huipputehontarve

Teoreettiseksi huipputehontarpeeksi saadaan 1178 kW. Selvitystä tarkennettiin Osuus-
kunta Keskimaalta saadun aineiston osalta, jossa on kulutustiedot vastaavasta liikenne-
asemakiinteistöistä kuin Jämsään on suunnitteilla. Tästä aineistosta ilmeni, että huip-
putehontarve olisi vain 700 kWh ja kulutushuiput kestävät alle 2 tuntia. Tämän selvityk-
sen johdosta päätimme pienentää laitoksen kilpitehoa (teho kW joka laitteistosta pitää
saavuttaa tarjouspyynnössä olevilla ehdoilla) alkuperäisestä suunnitelmasta, joka oli 1
MWh. Tällä tavalla saatiin **huipunkäyttöaika (vuosienergian kulutuksen ja huippu-
tehon suhde)** nousemaan hyvälle tasolle, jolloin kattilan fyysinen toimivuus ja koko-
naishyötysuhde ovat parhaimmillaan. Mahdollinen ylimenevä tehontarve paikataan va-
rajärjestelmänä toimivalla öljykattilalla.

Energia-asiantuntija Veli-Pekka Kauppisen (bioenergia neuvoja Keski-Suomen Metsä-
keskus) konsultoinnin ja edellä mainittujen omien laskelmien johdosta päädyimme
Kpa-laitteistoon (kiinteää polttoainetta esim. hake, palaturve käyttävä lämpölaite)
jonka kilpiteho on 750 kW **mitoituspolttoaineella (tarjouspyynnössä määritelty polt-
toaine, esim. 45% kosteudessa oleva rankahake)** ja säätövyvyys 5–110%.

Varajärjestelmäksi Yritys on hankkinut kevytpolttoöljykäyttöisen käytetyn 1000 kW:n
kattilan (Högfors-35) ja siihen soveltuvan polttimeen (Oilon KP-26). Varajärjestelmäksi

on tärkeää valita laitteisto joka vastaa pyydettyä huipputehoa. Öljykattilalaitteistot ovat edullisia, joten ne kannattaa mitoittaa teoreettisen huipputehontarpeen mukaan. Samalla järjestelmällä varmistetaan lämmön toimittaminen kpa-laitteiston häiriöiden ja huoltoseisokkien aikana. Käytettyjä öljykattilalaitoksia on paljon tarjolla, joten laitosta suunnittelevan kannattaa selvittää niiden saatavuus.

3 POLTTOAINE

3.1 Polttoainevalikoima

Pääpolttoaineeksi valittiin **kokopuuhake (karsimaton puu)**, jonka saatavuus UPM-Kymmene Oyj:n kahden paperitehtaan läheisyyden takia on hyvä. Polttoaineen suuren kulutuksen takia Vapolla ja Biowatilla on varastoterminaalit Jämsässä. Molemmilla polttoaineen toimittajilla liikkuu päivittäin kuljetuskalustoa toiminta-alueella. Tämän takia polttoainetta on mahdollista saada lyhyellä toimitusajalla.

Kokopuuhakkeen poltto-ominaisuuksilla ei ole suurta eroa **rankapuuhakkeesta (karsittupuusta)** saatavaan poltto-aineeseen. Suurempi tuhkan määrä kompensoituu edullisemmalla hinnalla. Tuhkapitoisuudet vaihtelevat puupolttoaineilla yleisesti 0,5–3 % kuiva-aineesta (Alanen 2005).

Varapolttoaineeksi valikoitiin palaturve sen edullisen hinnan ja turvetuotantoalueiden läheisyyden johdosta. Lisäksi toimitusvarmuus parantuu, kun ei olla pelkästään puupolttoaineiden varassa.

Toiminnan vakiintuessa on tarkoitus käyttää polttoaineena myös sopimustilojen olkikorsimassaa (Heinänen 2008). Oljen syöttäminen hakkeen sekaan otetaan huomioon laitteiston suunnittelussa. Lisäselvitykset kohdistuvat tanskalaisiin REKA A/S -laitteistoihin.

3.2 Polttoaineiden hinnat

Tilastokeskuksen ja Pöyry Oyj:n pitämän polttoaineiden hintatasoseurannan taulukossa on polttoaineille annettu seuraavat 12 kk:n liukuvat keskiarvohinnat (BioEnergia lehti 4/11).

Hake	18,3 €/MWh
Palaturve	
kuljetusmatka noin 50 km	14,2 €/MWh
kuljetusmatka noin 100 km	15,2 €/MWh
Kevyt polttoöljy	76,4 €/MWh

Hinnat ovat arvonlisäverottomia, mutta ne sisältävät valmisteverot ja huoltovarmuusmaksut.

3.3 Polttoaineiden hankinta

Yrittäjien on tarkoitus hyödyntää omien metsien energiapuut ja mahdollisesti kuitupuukertymät laitoksen polttoaineena. Kestävä hakkuumäärä näille puutavaralajeille on suurusluokkaa 400 m³/vuosi, josta haketta kertyy kaksi ja puolikertainen määrä.

Tiedusteluja ostohakkeesta on tehty Vapolle, Längelmäen Mhy:lle ja L&T Biowatille. Kaikki toimijat ovat halukkaita raaka-aineen toimituksiin. Mhy toimittaisi mielellään pelkkää energiapuuta tienvarteen, jonka lämpöyrittäjä sitten hakettaisi ja kuljettaisi laitokselle.

Biowatin toiminta on organisoitua ja heillä on tarjolla myös vaihtoehto hakkeen toimitamisesta energiasisältöön perustuen, jolloin yrittäjä maksaa hakkeesta laitoksella olevan energiamittarin perusteella tuotetun energian mukaan. Tässä toimintamallissa laitoksen hyötysuhdehävikki jää hakkeen toimittajalle ja hakkeen sisältämän veden merkitys periaatteessa poistuu. Toimitusvarmuus hakkeelle on hyvä. Edellä mainittiin, että

Jämsänjokilaaksossa toimii kaksi UPM-Kymmenen Oyj:n paperitehdasta ja kaikilla toimijoilla on energiaraaka-aineiden toimitussopimus niihin, jolloin haketta liikkuu alueella päivittäin useita kuormia. Sen takia parempilaatuisia eriä voidaan ohjata energia-yhtiölle toimittajille maksettavan paremman hinnan johdosta.

Palaturpeen saatavuudessa on isoja vuotuisia vaihteluja, jotka vaikuttavat sen toimitukseen ja hintaan. Toimittajiksi on valikoitunut L&T Biowatti ja VAPO. Ne kumpikin ovat halukkaita palaturpeen toimittajia. Turvepolttoainetta tullaan käyttämään, jos laadukasta haketta ei ole saatavissa.

3.4 Polttoaineen laadun parantaminen ja sen vaikutus

Mitoituspolttoaineena käytetään 40 % kosteudessa olevaa kokopuuhaketta. Kyseisellä polttoaineella laitoksen on toimittava **takuuarvojen** (tarjouspyynnössä määritellyt lukuarvot, jotka laitteiston on täytettävä) mukaisesti. Tavoitteena on päästä omassa välivarastoinnissa lähelle 30 %:n kosteuspitoisuutta, jolloin hakkeen energiasisältö ja kattilan hyötysuhde vielä paranevat. Tarkan kokonaishyötysuhteen mittaaminen laitoksissa on lähes mahdotonta, vaikka laitostoimittajat niitä monesti ilmoittavat. Pyrolyysissä tapahtuvien jatkuvien muutosten sekä verkostoon johdettavan tehon stabiilina pitäminen tarvittavan ajan mittauksen suorittamiseksi onnistuu vain laboratorio-olosuhteissa.

Osakkaiden puutavarasta tehdyn hakerangan laatuominaisuuksia parannetaan seuraavilla yksinkertaisilla ohjeilla: Tehdään energiapuukasat maaston korkeimmille kohdille, aurinkoisille paikoille ja käytetään korkeita aluspuita, jolloin ilma pääsee kulkemaan hyvin kasojen alitse. Tuuli vie rangoista alaspäin haihtuvan kosteuden tehokkaasti pois eikä maasta nouseva kosteus pidä alimmaisina kerroksina kosteina. Hakkuut ajoitetaan alkukevääseen, jolloin voidaan käyttää kevään ja kesän kuivattava vaikutus kosteuden poistoon. Kasat peitellään kunnon tukevalla peitteillä suosien tyvipäiden peittämistä, koska suurin osa puuhun säilytyksen aikana imeytyvästä vedestä imeytyy juuri tyvien kautta. Sitten energiatarpeen ollessa suurimmillaan tammi-helmikuulla, otetaan oma laadukas hakepuu käyttöön. Tämän avulla voidaan saada kattilasta tehoa enemmän kuin takuuarvot edellyttää ja minimoidaan varajärjestelmän öljyn käyttö.

Lämpökeskuksen tankopurkainaseman viereen tulee 600 im³:n hakevarasto, joka perustuu Weckman oy:n Tuhti-konekatokseen ja on suoraan yhteydessä tankopurkainosastoon. Yrittäjien omistamilla maataloustraktoreilla voidaan täydentää tankopurkainasemia tai **priimata** tankopurkaimilla olevaa heikompilaatuista haketta. Tämä ns. terminaalivarasto antaa myös polttoainelogistiikkaan joustavuutta ja taloudellisuutta, kun voidaan ostaa hyvälaatuisia hake-eriä silloin, kun niitä on markkinoilta edullisesti saatavissa.

3.5 Polttoaineen menekki

Lasketulla vuotuisella lämmönmyynnillä 2200 MWh ja oletuksella, että hyötysuhdekorjauksen jälkeen hakekuutiosta saadaan talteen 0,7 MWh päästään 3143 hakekuution menekkiin vuosittain (noin 25 täysperävaunurekallista).

Tavoitteena on tuottaa vähintään 97 % energiasta KPA-laitteistolla. Oma katettu 600 m³:n terminaalivarasto yhdessä oman energiapuuvarannon kanssa antaa toiminnanhallintaan pitkäjänteisyyttä ja tasaa raaka-ainevirtoja.

4 POLTTO- JA SYÖTTÖLAITTEISTO

4.1 Vaatimukset laitteistolle

Miehittämätön käyttö tarkoittaa keskimäärin yhtä huoltokäyntiä viikossa. Silloin tehdään mahdollinen tuhkan poisvienti, käsityönä tehtävä nuohous ja kuonanpoisto, tankopurkainasemien täyttö, raja-antureiden tarkastus, lokikirjan ylläpito ja mahdolliset muut hoitotoimenpiteet. Tähän varattu aika on 4 tuntia/viikko, mikä tarkoittaa vuositasolla 208 tuntia taksalla 30 €/tunti. Hoitokustannuksiksi muodostuu 6240 €/vuosi, mikä on mukana osiossa 5.1 Toiminnan kannattavuus.

Laitteistonsuunnittelussa huomioidaan, että työ on mielekästä ja huoltokohteet ovat hyvin esillä ja tarkastettavissa. Automaatiolla hoidetaan nuohous **konvektio-osasta (savukaasuissa oleva lämpö siirtyy kattilaveteen tässä kattilan osassa)** ja tuhkanpoisto tuhkatilasta. Suunnittelussa päädyttiin **kuivatuhkaukseen (tuhkatilassa ei ole vettä)**. Silloin tuhkavaunu voidaan sijoittaa ulkotilaan, mikä helpottaa tuhkan pois kuljettamista. Kun sisätiloihin ei tarvitse varata tilaa tuhkan käsittelyyn, säästetään rakennuskustannuksissa. Märkätuhkkaus (tuhkatilassa vettä, johon tuhka sekoittuu) poistaa tehokkaasti savukaasujen mukana kulkevia pienhiukkasia ja tuhkanpoistaminen on tuhkatilasta varmatoimisempaa. Puhtaan polttoaineen käyttö helpottaa tuhkanpoistossa, ja hiukkaspäästöjen vähentäminen päätettiin hoitaa tehokkaalla vähintään 15-putkisella syklonilla.

Kiertovesipumpun rikkoutumiseen varaudutaan asentamalla toinen vastaava pumppu rinnalle ilman taajuusmuuntajaa. Silloin toinen verkstopumppu voidaan huoltaa rauhassa. Kriittisiä ovat myös haketta kuljettavat syöttökairat ja niiden huolto. Tavoitteena pitää olla, että kaikki kairat pitää pystyä vetämään kourusta ulos ilman mittavaa purkuurakkaa. Kairojen kourujen pitäisi olla kannellisia, jotta ne voidaan avata huolto- ja häiriötilanteissa. Tähän poikkeuksena on viimeinen arinalle syöttävä ruuvi, jonka pitää olla pyöreä ja ehdottoman tiivis **takapalojen (hallitsematon palo syöttölaitteistossa)** estämiseksi.

Mahdolliset hälytysviestit lämpökeskuksesta halutaan päivystäjälle matkapuhelimeen. Tähän päädyttiin käyttäjäkokemusten perusteella. Hälytyksen tullessa laitoksella on

joka tapauksessa käytävä eikä tietokoneyhteydellä yleensä voi korjata ongelmaa. (Vaitinen 2011–2012.) Puhelimella täytyy saada myös käytönaikaista tietoa mm. kattilaveden lämpötilasta, savukaasujen jäännöshapesta ja verkostoon menevästä tehosta. Järjestelmään kannattaa liittää kaksi digitaalista valvontakameraa, joista voidaan tilata kuvat kattilahuoneesta ja tankopurkainasemasta. Puhelinjärjestelmää pidetään myös toimintavarmempana kuin raskaita, tietokoneen välityksellä tapahtuvia tiedonsiirtoja. Hälytykset tulevat porrastetusti kolmeen numeroon 15 min välein, jos häiriötilaa laitoksella ei siihen mennessä ole kuitattu. Poikkeuksena tästä on turvapiirin laukeaminen, joka hälyttää heti kaikkiin kolmeen puhelimeen.

Varavoimakoneella saadaan laitos toimimaan myös sähkökatkojen aikana. Suunnitellussa tapauksessa päädyttiin traktorikäyttöiseen (8 kVA) malliin, koska osakkaiden kalustoa pystytään hyödyntämään sen käytössä ja hinta on 70 % edullisempi kuin kiinteän automaattikäynnisteisen. Verkostopumppu on hyvä liittää **UPS-järjestelmään (akku-järjestelmä, joka antaa virtaa sähkökatkojen aikana)**, joka pyörittää pumppua 30 minuutin ajan eikä kattilan ylikuumentumista pääse tapahtumaan ennen varavoimakoneen käynnistämistä. Varavoimakoneen kapasiteetti pitää mitoittaa siten, että kaikki käytön kannalta välttämätön, mm. verkostopumppu, polttoaineensyöttö, savukaasuimuri, puhaltimet ja hälytykset, pystytään hoitamaan.

4.2 Polttoaineen syöttö

Tankopurkainasemalta syöttö tapahtuu ruuvikuljettimilla. Ensimmäisen avonaisen ruuvin, joka pyörii U-mallisessa metallikourussa, pitää olla rikkova. Siinä kairan lehti muodostuu spiraalin muotoon hitsatuista metallilapuista. Tällöin ruuvi murskaa sen päälle tulleet jäiset hakepaakut, kepit ym. isommat polttoainejakeen kappaleet. Toimenpidettä voidaan tehostaa ruuvin päälle asennetuilla vastaterillä.

Toisen ruuvin, joka kulkee umpinaisessa U-mallisessa metalliputkessa pitää olla nostavassa asennossa takapalojen estämiseksi ja halkaisijaltaan vähintään 200 mm. U-kouru tulee varustaa avattavalla kannella, jolloin tarkastus ja korjaus onnistuvat ilman ruuvin poistamista paikaltaan. Kyseessä oleva ruuvi kuljettaa polttoaineen välisäiliöön, jossa voi olla lokerosyötin tai välipudotus.

Välisäiliö tulee suunnitella ja modifioida valmiiksi toisen myöhemmin hankittavan kattilan polttoainesyötön ulostulolla. Säiliössä tulee tapahtumaan myös kolmannen polttoaineen miksaus; myös sille pitää suunnitella oma sisääntulo. Sekoitettava polttoaine on peltokorsimassa, mm. viljanolki, joka syötetään oman murskainlinjaston kautta.

Kolmas ruuvi syöttää valmiin polttoaineseoksen arinalle polttoon. Ruuveja voi olla kaksikin, eräät laitosvalmistajat perustelevat tätä polttoaineen tasaisemmalla jakautumisella arinalle. Sillä ei kuitenkaan ole suurta merkitystä vielä tämänkokoisissa laitoksissa. Arinan rakenteella on suurempi merkitys sen kannalta, miten hake sinne levittyy.

Kattila on kilpiteholtaan 750 kW, muuratulla 5 m³:n tuhkatilalla varustettu esim. LA-KA-PS. Se varustetaan paineilmatoimisella nuohouksella ja happianalysointorilla joka säätää jäännöshapen haluttuun arvoon. Kattilan mitoituksen määrittelevät tarjouspyynnössä annetut lukuarvot ja vaatimukset, jotka pitää takuumittauksessa saavuttaa.

5 VARASTO- JA KATTILARAKENNUS

5.1 Vaatimukset varastolle

Kaksiosainen tankopurkainvarasto antaa mahdollisuuden polttoainemiksaukseen. Jos ilmenee, etteivät tehot riitä verkoston lämpimänä pitämiseen tai savukaasujen lämpötila- ja/tai happipitoisuus nousee, voidaan kostean hakkeen joukkoon syöttää kuivempaa haketta omasta terminaalivarastosta. Kuiva hake vaikuttaa siihen, ettei pyrolyysiin tarvitse syöttää ylimääräistä ilmaa huipputehon saavuttamiseksi. Ylimääräinen ilma jäädyttää pyrolyysiä ja aiheuttaa palamattomien savukaasujen karkaamisen savusolaan. Tankopurkainosastot mitoitetaan yhden rekkalastin kokoisiksi, n. 125 im³, jolloin haketta voidaan tilata, kun toinen varasto on ajettu tyhjäksi. Hakkeen kulutus laitoksessa on n. 0,75 im³ tunnissa, kun sitä käytetään kilpiteholla. Se antaa yhden tankopurkainaseman kapasiteetiksi lähes seitsemän vuorokautta, joka katsottiin riittäväksi varaston täyttöväliksi joko osto- tai oman terminaalin hakkeella.

Tankopurkainasemia ei osastoida. Osastointi vaikeuttaa varastojen täyttöä merkittävästi. Tankopurkaimissa olevien hake-erien vähäinen sekoittuminen keskenään on merkityksentöntä. Varaston mitoituksella pyritään siihen, ettei haketta tarvitse turhaan siirtää, vaan se puretaan suoraan käyttöpaikkaansa, josta se siirtyy ilman työvaiheita polttoon. Tankopurkainaseman pohjavaluun asennetaan erillinen vesikiertoinen glykoli-täytteinen lämmityspiiri, joka estää kostean hakkeen kiinni jäätyksen varastonpohjaan. Lämmön avulla hake ehtii samalla hiukan kuivua ennen polttoon menoa. Lämmityspiiri saa lämpönsä verkostosta palaavasta vedestä lämmönvaihtimen välityksellä.

Tankopurkaimien hydraulikoneikko pitää sijoittaa hakevarastotiloihin sille tarkoitettuun tekniseen tilaan. Hydraulisylinterit (4 kpl) pitää sijoittaa ensimmäisen avonaisen syöttöruuvin takapuolelle väliseinän taakse, jolloin niiden toiminta voidaan nopeasti silmä määräisesti todeta, samoin korjaus onnistuu laitoksen käytön aikana. Toteutuksen varjopuolena on että raskaampi työvaihe tapahtuu sylinterien vetäessä, jolloin voimaa on rajoitetummin käytössä kuin työntäessä. Toiminnassa olevissa laitoksissa ei ole ollut ongelmia ja se on yleisesti käytössä oleva ratkaisu.

Jokilaakson energiassa panostetaan hakkeen säilytykseen omassa terminaalivarastossa. Toimintaa on tulevaisuudessa tarkoitus laajentaa Jämsän alueella useilla lämpölaitoksilla. Riittävän suuret (600 m³) helppokulkuiset varastotilat antavat liiketoimintaan myös suunnitelmallisuutta. Osakkaat pystyvät hyödyntämään omaa kalustoa hakkeen siirteilyssä. Terminaalivarastossa haketta voidaan varastoida sateelta suojassa riittävän pitkiä aikoja parantaen samalla sen **lämpöarvoa**. Varasto antaa mahdollisuuden hakkeen ostoihin myös silloin, kun kulutusta on vähän ja hinta edullinen.

Rakennukselta vaadittiin edullisuutta, helppoa pystytystä ja moduulirakennetta. Vertailun pohjalta sopivimmaksi osoittautui maataloudessa paljon käytetty Weckman steel oy:n Tuhti-konekatos. Malli valittiin ennen muuta edullisen hinnan takia. Hallissa on pulpettikatto, joka ohjaa sadevedet ja lumet katolta rakennuksen taakse. Varastotilaan tulee umpiseinät vain kahdelle sivulle, jotta kuljetuskalustolla ja traktoreilla on helppo liikkua. Halliin tulee ns. puskuseinä betonisista laakasiiloelementeistä, jolloin etukuormaajalla voidaan huoletta toimia vahingoittamatta rakennuksen teräksistä ulkovaippaa. Kattilahuone eristetään rakennuksen toiseen päähän ja osastoidaan paloturvallisesti varasto-osasta (rakentamismääräyskokoelmat E1, 2 ja 9). Konekatoksen etuna on helppo laajentaminen: sitä voidaan jatkaa runkorakenteen jaon (4,40 metriä) puitteissa tarpeen mukaan.

5.2 Paloturvallisuus

Laitteiston ja rakennuksen paloturvallisuus koostuu karkeasti neljästä tekijästä: Syöttölaitteiston ja kattilahuoneen vesisammutusjärjestelmästä, elektronisesti ohjatusta hälytysjärjestelmästä, mekaanisesta lokerosyöttimestä tai ilmahypystä ja rakennusteknisistä ratkaisuista.

Rakenteellinen paloturvallisuus tarkoittaa käytettävien materiaalien palonkestävyyttä ja kattilahuoneen riittävää osastointia varastotiloista, jolloin mahdollinen vahinko saadaan rajattua kattilahuoneeseen. Syöttölaitteistoon rakennetaan välisäiliöön ilmahyppy tai sulkusyötin, joka estää palon etenemisen varastoon. Myös varastosta tuleva ruuvi rakennetaan ylöspäin nostavaksi, mikä osaltaan hidastaa takapalon leviämistä.

Nestemäinen sammutus pitää hoitaa painevedellä, jonka anturit ja purkupisteet sijaitsevat vähintään kahdessa eri paikassa, ensimmäinen enintään 100 cm:n etäisyydellä ari-nasta haketta syöttävällä ruuvilla ja toinen ennen välisäiliötä varastosta tulevassa ylöspäin viettävässä hakeruuvissa. Anturit (**AVTA-järjestelmä**) avaavat vesiventtiilit silloin, kun mittauspisteiden lämpötila ylittää raja-arvon. Tämä järjestelmä toimii mekaanisesti, jolloin sähkön katkeaminen ei vaikuta sammutuspiirin toimintaan. Tämän lisäksi pitää olla sähköisesti ohjattu sammutusjärjestelmä. Sähköisen hälytyksen pitää tulla kaikkiin puhelimiin heti ensimmäisen anturin reagoidessa. Kattilahuoneen siisteydellä on oleellinen vaikutus palon leviämiseen ja sen aiheuttamiin vahinkoihin.

5.3 Tasamaaratkaisu ja laajentaminen

Eniten rakennuksen toteutukseen vaikuttaa rakennuspaikan maastonmuodot, mutta useilla laitoksilla vieraillessa tasamaaratkaisu on tuntunut toimivimmalta. Poltto-aine tuodaan paikalle peräpurkurekalla jolloin rakennuksen kattoa ei tarvitse avata. Ratkaisu ei kuitenkaan ole varastointikapasiteetissa m^3/m^2 yhtä tehokas kuin syvät siilovarastot, joihin korkeuseron turvin voidaan varastoida haketta paksumpi kerros.

Tasamaalle rakennetun tankopurkainvaraston tekniikan huoltaminen ja korjaus on huomattavasti helpompaa kuin siilomallissa. Tavaraa voidaan siirtää osakkaiden kalustolla tankopurkaimien päälle ja pois. Myös rakennuskustannukset ovat edullisemmat.

Tulevaan energianmyynnin lisääntymiseen varaudutaan tekemällä kattilahuone isommaksi. Toiminta-alueella on valmiina kolme kiinteistöä, mitkä tuottavat tällä hetkellä lämpöenergian kevyellä polttoöljyllä. Lisäksi alueella on 8 kaavoitettua liiketonttia mitkä rakentuvat tulevaisuudessa. Siksi kattilahuone pitää suunnitella suuremmaksi, että sinne mahtuu tarvittaessa toinen KPA-kattila, joka hyödyntää samoja varastotiloja, ja hakkeen syöttölaitteistoja kuin olemassa oleva kattila (kts. 4.2). Varastotilojen laajentamisen tulee olla helppoa ja edullista varaston tulevan laajennuksen takia.

5.4 Tuhkankäsittely

Puusta jäljelle jäävä kiintoaines, joka muodostuu puuntuhkasta ja muista jakeen mukana tulevista epäpuhtauksista on määrältään 2–3 prosenttia poltettua hakekuutiometriä kohden. Meidän tapauksessamme tuhkaa kertyy keskimäärin 31 m³ vuodessa. Se hyödynnetään omistajien pelloilla ja metsissä lannoitteena. Puhtaan puutuhkan käyttäminen lannoitteena on sallittua ilman viranomaislupia.

Tuhka johdetaan kattilahuoneen ulkopuolelle kahdella ruuvilla. Ensimmäinen kattilan tuhkatilassa oleva ruuvi on hammastettu, jolloin arinalta tuleva sintraantunut (kivettynyt) tuhka rikkoutuu pienemmäksi ja se voidaan kuljettaa helpommin eteenpäin ruuveilla. Tuhka-astiana käytetään vanhaa traktorin kippaavaa peräkärriä, jossa on teräsrakenneinen katto.

6 LIIKETOIMINNAN KANNATTAVUUS JA HINNOITTELU

6.1 Kannattavuuslaskenta luvut ohjeellisia

Laskelmissa käytetyt luvut ovat suuntaa antavia. Käytimme tarjousta laskiessamme Keski-Suomen metsäkeskuksen bioenergianeuvojan Veli-Pekka Kauppisen asiantunteudesta ja tietokonesimulaatiota. Selvitimme tarkasti kaikki kustannustekijät, jotka vaikuttavat investointiin ja käytönaikaisiin kustannuksiin. Teimme herkkyystarkasteluja siitä, miten mm. polttoaineen hinta, energian myyntimäärä ja korkotason muutokset vaikuttavat liiketoiminnan kannattavuuteen.

Laskentataulukossa 2 on otettu huomioon hinnoittelussa kattilan hyötysuhde, joka koostuu mm. palamattomista savukaasuista, savukaasun lämpötilasta, palamattomasta polttoaineesta ja johtumishäviöistä kattilan ulkopuolelle. Tarkan hyötysuhteen määrittäminen laitoksissa on lähes mahdotonta, mutta parhaimmat laitokset pääsevät yli 85 %:n hyötysuhteeseen.

Luvussa 2.1 Tehontarpeen määrittely viitattiin lämpöverkon hävikkiin. Sillä ei ole tehontarpeen mitoittamiseen merkittävää vaikutusta. Kuitenkin laskettaessa kannattavuutta ja energian hintaa se pitää huomioida. Yhtälö 3 osoittaa, että putkiston hävikkiin kuluu vuodessa 107 m³ haketta.

$$\text{hake } m^3 \times \text{hakkeen hinta } €/MWh$$

$$107 m^3 \times 19 €/MWh = 2033 €/vuosi$$

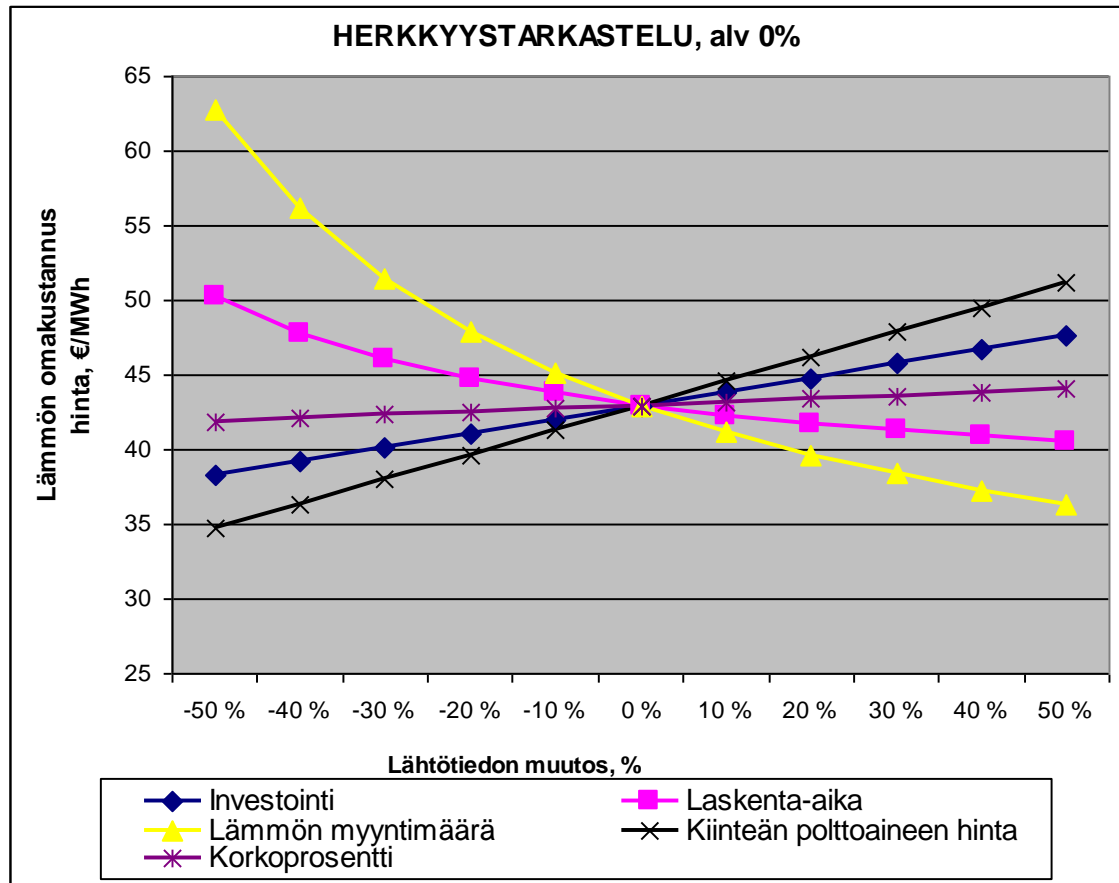
Yhtälö 3. Lämpöputkiston hävikki €/vuosi

Verkoston hävikistä koituu yhtiölle kuluja suuruusluokkaa yksi euro tuotettua MWh:a kohden. Taulukossa 2 esitetään tilanne, jossa lämpöverkoston olisi liittymässä pelkkä OSK Keskimaan liikenneasema (vaihtoehto 1). Vaihtoehtoisesti verkostoon liittyy heti aloitusvaiheessa kaksi kiinteistöä, jolloin laitos mitoitetetaan suuremmaksi (vaihtoehto 2).

TAULUKKO 2. Energian omakustannushinta eri myyntimäärillä (Suomen metsäkeskus)

HAKE vaihtoehto 1			HAKE vaihtoehto 2		
INVESTOINNIT	alv. 0 %		INVESTOINNIT	alv. 0 %	
LAITTEET	55 000 €		LAITTEET	60 000 €	
-kattila,poltin	70 000 €		-kattila,poltin	95 000 €	
-piippu	8 000 €		-piippu	14 000 €	
SIIRTIMET	12 000 €		SIIRTIMET	12 000 €	
KATTILAHUONE	15 000 €		KATTILAHUONE	18 000 €	
VARASTO	82 000 €		VARASTO	82 000 €	
LÄMPÖJOHTO	35 000 €		LÄMPÖJOHTO	45 000 €	
VAIHTIMET	3 500 €		VAIHTIMET	4 500 €	
LATTIALÄMMITYS TYÖT, SUUNNIT- TELU	4 000 €		LATTIALÄMMITYS TYÖT, SUUNNIT- TELU	5 000 €	
	284 500 €			335 500 €	
takaisinmaksuaika	15 v		takaisinmaksuaika	15 v	
korkokanta	5 %		korkokanta	5 %	
investointituki	20 %		investointituki	20 %	
jäännösarvo	0 %		jäännösarvo	0 %	
	21 928 €/v			25 858 €/v	
	14,6 €/MWh			11,8 €/MWh	
POLTTOAINE			POLTTOAINE		
lämmitysenergia	1 500 MWh/v		lämmitysenergia	2 200 MWh/v	
hinta	19 €/MWh		hinta	19 €/MWh	
hyötysuhde	83 %		hyötysuhde	83 %	
polttoaine yht.	34 337 €/v		polttoaine yht.	50 361 €/v	
huolto	2 630 €/v		huolto	5 000 €/v	
käytösähkö	2 300 €/v		käytösähkö	2 640 €/v	
hoitotyö	6 240 €/v		hoitotyö	8 240 €/v	
vakuutus	700 €/v		vakuutus	700 €/v	
	46 207 €/v			66 941 €/v	
	30,8 €/MWh			30,4 €/MWh	
LÄMMÖN HINTA YHTEENSÄ			LÄMMÖN HINTA YHTEENSÄ		
	68 135 €/v			92 800 €/v	
	45,4 €/MWh			42,2 €/MWh	

Nykyisin arinakattilalaitosten säätövyys on parantunut ja parhaimmilla laitteistoilla saavutetaan tehoalue, joka on 0–120 % **kilpitehosta**. Herkkyyslaskelmissa kuviossa 1. simuloitiin muuttuvien tekijöiden vaikutusta liiketoiminnan kannattavuuteen.



KUVIO 1. Herkkyystarkastelu.

Kuviosta 1 voidaan havaita toimintaa eniten kuormittavat riskit. Investointipäätöstä tehdessä on ensiarvoisen tärkeää saada mahdollisimman tarkat energiankulutustiedot kiinteistöistä, jotta energian hinta voidaan määrittellä toiminnan kannalta kannattavaksi. On myös lämmönostajan edun mukaista, että kulutustiedot ovat oikein. Monesti kiinteistön omistajat uudiskohteissa pyytävät suurempia liittymistehoja kuin on tarpeen ja toisaalta kulutustietoja suurennellaan tietämättään. Energiayhtiö päätti laatia tarjoukset porrastetusti eli hinta laskee jos myyntimäärä ylittää sille asetetun portaan.

Tarkoituksena on maksimoida osakkaiden energiaraaka-aine. Sillä on tarkoitus tasata polttoenergian hinnanvaihtelua ja antaa osakkaille lisäansio mahdollisuus metsätalouteen. Taulukossa 3 nähdään, kuinka paljon edullisemmaksi osakkaiden energiapuu tulee verrattuna ostohakkeeseen. Omahake 15,70 €/MWh vs. ostohake 19 €/m³. Prosentuaalinen hintaero muodostuu 63 % oman raaka-aineen eduksi, samalla metsän oikea-

aikaisesta hoidosta koituu välillistä hyötyä omistajille. Taulukossa 3 vertaillaan myös, mikä olisi hinta ilman KEMERA-tukea.

TAULUKKO 3. Hakkeen hinnan muodostuminen, kun hake on omista metsistä (Suomen metsäkeskus)

KOKOPUUHAKKEEN HINTA KANNOLTA SIILOON KEMERAKELPOINEN KOHDE	Hinta tukien kanssa		Hinta ilman tukia	
Kokonaiskertymä	70	m ³ /ha		
Kuitupuukertymä	0	m ³ /ha		
Kuitupuun kantohinta	6	€/m ³		
Energiapuun kantohinta	11	€/m ³		
Energiapuun keruuoikeusmaksu		€/ha		
Koko puuerälle laskettu kantohinta	11,0	€/m³	11,0	€/m³
Korjuukustannus	18	€/m ³		
Työnjohto ja laskutus puunkorjuun osuudelle	1	€/m ³		
Korjuukustannus	1330	€/ha		
Hehtaarituki, I-vyöhyke	210,5	€/ha		
Hehtaarituki mottia kohti	3,0	€/m ³		
Kasaus- ja kuljetustuki	7	€/m ³		
Puun hinta tien varressa	20,0	€/m³	30,0	€/m³
Tukien osuus bruttokustannuksesta tien varressa	24,5	%	0,0	%
Yksikön muutosta varten hakemotteja kiintomotissa	2,5	i-m ³ /m ³		
Haketuksen hinta	4	€/i-m ³		
Kuljetuksen hinta	2	€/i-m ³		
Haketustuki	1,7	€/i-m ³		
Haketuksen ja kuljetuksen nettokustannus	4,3	€/i-m³	6,0	€/i-m³
Työnjohto ja laskutus haketuksen ja kuljetuksen osuudelle	0,3	€/i-m ³		
Hakkeen siilohinta	12,6	€/i-m³	18,3	€/i-m³
Yksikön muutosta varten irtomotin energiasisältö	0,8	MWh/i-m ³		
Siilossa olevan hakkeen hinta energiana	15,7	€/MWh	22,9	€/MWh
Tukien osuus kokonaiskustannuksesta	31,2	%	0,0	%

6.2 Energianhinnoittelu ja tarjous

Taulukoissa 2 ja 3 havainnollistetaan energianhinnan muodostumista ja sen rakennetta. Samalla kerrotaan toimenpiteistä ja asioista, jotka vaikuttavat energian hinnoitteluun. Päämääränä hinnoittelussa on saada toiminta kannattavaksi viimeistään toisena toimintavuotena. Siitä eteenpäin osakkaat saavat rajallista tuottoa työlle ja sijoitetulle pääomalle. Kun lämmönmyynti lisääntyy toiminta-alueella tai rakennetaan uusia laitoksia,

saadaan kokemusta laitoksen toiminnasta. Saavutettu hyöty tulee osakkaiden eduksi, ja tulot kasvavat.

Yrittäjien vaatimus on, että toiminnan pitää kaikissa olosuhteissa kattaa kiinteät ja muuttuvat kulut. Hoitopalkkiosta ja sijoitetulle pääomalle saatavasta korvauksesta ollaan toiminnan alkuvaiheessa valmiita joustamaan. Sopimusneuvottelujen aikana selvisi, että OSK Keskimaalla on selkeä näkemys energian hinnasta kotimaisella polttoaineella tuotettuna. Lisäksi tilaajalla oli kilpaileva tarjous Vapo Oy:ltä ja Jämsän Aluelämpö Oy:ltä.

Taulukossa 2 tarkastellaan eri kustannustekijöiden vaikutusta energianhinnan muodostumiseen, ja määritetään energialle omakustannushinta. Siitä ilmenee myös, millaisia kustannuksia toiminnasta tulee, vaikka se olisi keskeytyksissä.

Tarjousta tehdessä vaikeutena oli löytää toimiva kombinaatio kiinteän kuukausittain maksettavan perusmaksun ja energiankulutuksen käytön mukaan määräytyvän energimaksun välille. Tarjous laadittiin painottaen kiinteää perusmaksua, jolla pitää pystyä kattamaan velvoitteet lainoista myös silloin, kun energian myynti on vähäistä.

6.3 Energianhinnankorotus

Tarjouksessa on tärkeää ottaa huomioon muutokset toimintaympäristössä. Niistä johtuvat muutokset on pystyttävä viemään energian hintaan ilman erillistä neuvottelua lämmönostajan kanssa. On tärkeää, että muutostilanteet on selkeästi määritelty tarjoukseen ja sopimukseen. Korotusten pitää olla molempien osapuolten helposti tarkastettavissa ja ajankohdat tarkasti määritelty. Tuotantopanosten hinnat voivat vaihdella suuresti mm. verotuksesta tai työmarkkinaselkkauksen johtuen.

Perusmaksu määriteltiin sidottavaksi tukkuhintaindeksiin. Tukkuhintaindeksi mittaa Suomessa käytettävien verollisten tavaroiden hankintahintojen muodostumista. Indeksillä sisältyy sekä kotimaisia että tuontitavaroita. Kotimaisten tavaroiden tukkuhintana on tehtaanhinta + alv. ja muut välilliset verot. Tuontitavaroiden tukkuhintana on tuonnin cif-hinta + tullit + alv. ja muut välilliset verot. Indeksillä kattaa toimialoihin A-E luokitel-

lut hyödykkeet. Indeksi kuvastaa kokonaisvaltaisesti teollisuuden ja kaupan hintojen kehittymistä. (stat.fi verkkosivut.)

Tukkuhintaindeksi muodostaa todenmukaisen kuvan hintojen kehityksestä teollisuudessa ja liikenteessä. Energiamaksu määriteltiin sidottavaksi hakkeen ja kevyenpolttoöljyn (POK) tilastoituihin hintoihin, joita ylläpitävät Tilastokeskus ja Öljyalan Keskusliitto. Myös J PÖYRY yhtiöt julkaisee eri polttoaineiden hintatilastoja.

6.4 Liittymismaksu ja energianhinnan korotusajankohta

Rajapintana asiakkaan ja energiayhtiön välille on sovittu asiakkaan kiinteistön ulko-vaippa. Liittymismaksuksi määriteltiin 8000 €, joka kattaa vain osan lämpökanavan rakentamiskustannuksesta. Siitä katsottiin saatavan kilpailuetua muihin tarjouksiin. Hinnat tarkistetaan kaksi kertaa vuodessa helmi- ja elokuun alussa. Ensimmäinen tarkastusajankohta on lämmönmyynnin aloitusajankohta.

Liittymismaksun määrä on yleensä verkoston rakentamisesta syntyneet kulut kustannusvastaavasti. Verkoston rakentamiskustannus muodostuu kiinnivaahdotetuista (Mpuk) lämpökanavaelementeistä kooltaan DN 80, elementtien liittämisestä toisiinsa, erilaisista sulkuventtiileistä ja lianerottimista. Maanrakennustyö päätettiin hoitaa osakkaiden toimesta.

7 POHDINTA

Arinakattilalaitoksen hankinta on monimuotoinen prosessi. Laitokset ovat harvoin täysin samankaltaisia. Tämän takia ei minkäänlaista listahintaa ole saatavissa, vaan eri laitoksen osat pitää käsitellä erikseen ja tarjouspyynnöt pitää laatia huolella, jotta myyjä tietää, mitä ostaja haluaa. Tavoitteena oli luoda näkemystä Jokilaakson energia Oy:n tapauksesta. Meidän tapauksessamme on törmätty eriasteisiin viivytyksiin, jotka ovat vaikuttaneet suunnitelmiin.

Suurimpina haasteina koimme hinnoittelun. Oli työlästä saada selville kaikkien tuotteiden ja tarvikkeiden hinnat ja soveltuvuus energiayhtiön käyttöön. Erityisesti kattilalaitokseen liittyvien tarjousten saanti ja vertailu osoittautui hankalaksi ja aikaa vieväksi. Hyvät yhteydet muihin lämpöyrittäjiin ja alalla toimiviin organisaatioihin osoittautuivat hyvin tarpeellisiksi; neuvoja saa, kun osaa kysyä. Erilaisten laitosratkaisujen vertaileminen kannattaa tehdä huolellisesti ja kuunnella käyttäjäkokemuksia.

Tavoitteena työn tekemisessä oli kertoa, mitä asioita lämpölaitoksen hankintaan energiayhtiön tapauksessa kuuluu. Osa asioista voi vielä muuttua, mutta perustyö on tehty. Aikataulutus on osaltamme ollut suurin ongelma. Kaavoituksen lainvoimaiseksi saattaminen kesti runsaat kaksi vuotta, lisäksi OSK Keskimaa on lykännyt aloituspäätöstä kaksi kertaa. Toiminnan aloittamisen viivästyminen sitoo yrittäjien taloudellisia resursseja, minkä vuoksi muita lämpölaitosprojekteja uskalleta aloittaa.

Opinnäytetyö on tehty tilaajayrityksen lähtökohdista, eikä se sellaisenaan sovellu yleisohjeeksi laitoshankinnalle. Alalle aikovat lämpöyrittäjät voivat saada tästä työstä jotain vinkkejä ja näkökulmia oman toimintansa aloittamiseen ja laitoshankintaan. On tärkeää käydä mahdollisimman monessa laitoksessa ennen ostopäätöstä. Neuvontaa ja apua laskelemien tekemiseen saa Suomen metsäkeskuksen alueelliselta puuenergianeuvojalta.

Yksi arvostamani ja tunnettu lämpöyrittäjä on kertonut omasta toiminnastaan: ”Tämä on yksinkertaisten miesten yksinkertaista hommaa - kyse on veden keittämisestä.”

Tekemäni bioenergian esiselvitykseen (liite 2) mukaan paikkakunnalla on mahdollisuus harjoittaa lämpöliiketoimintaa monilla eri alueilla. Yrityksen kehityskohteena on tulevaisuudessa tarkoitus käyttää olki korsimassaa laitoksen polttoaineena. Sen saatavuus on Jämsän alueella hyvä ja yrittäjillä on kalustoa, jolla korsimassaa saadaan kerättyä ilman, että siihen pitää tehdä taloudellisia panostuksia. Lisäksi olki antaa polttoainehuoltoon liikkumavaraa, ja parantaa kannattavuutta, sen hinta on edullisempi verrattuna puuperäiseen polttoaineeseen, koska raaka-aine ei maksa mitään kuluja kertyy vain paa-lauksesta ja kuljetuksesta.

Laitostekniikan toimittajan nimeen emme halua ottaa kantaa. Sen sanelee viimekädessä tarjouskokonaisuus. Toimiviksi paketeiksi olemme havainneet ainakin: Ariterm-, Biofi-re-, Hese steel-, Laka- ja Tulostekniikan tuotteet.

8 OPINNÄYTETYÖN LIITTEET

LÄHTEET

Alanen, V-M. 2005. Lämpöyrittäjyyspäivä. Kurssimateriaali. Saarijärvi.

Alanen, V-M & Alm, M. Lämpöyrittäjäpäivä 23 – 24.11.2012. Motiva.

Bioenergia lehti vuosikerta 2011. Rajamäki. Puuenergia ry.

Bioenergiapäivä 14 – 15.4.2011. Motiva.

Bioenergisti koulutusohjelman materiaali 2005 – 2009. Saarijärvi. Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskus (POKE).

CHP-Retki Pohjanmaalle. 22 – 23.2.2011. Keski-suomen metsäkeskus.

Energiateollisuus ry. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki. Kirjapaino Libris Oy.

Heinänen J. 2008. Maaseutuyritysten kiinnostus bioenergian tuotantoon ja käyttöön Jämsän seudulla. Bioenergiasektorin kehittäminen eteläisessä Keski-Suomessa hanke. Jyväskylän AMK.

Jyväskylän AMK 2007-2008. Bioenergiasektorin kehittäminen eteläisessä Keski-Suomessa. Ohjausryhmän kokoukset.

Järvinen M. 2008. Potentiaaliset lämpöyrittäjäkohteet Jämsän seudulla. Bioenergiasektorin kehittäminen eteläisessä Keski-Suomessa hanke. Jyväskylän AMK.

Järvinen, M & Heinänen, J. Jyväskylän AMK. Viribus Unitis- seminaari 17.4.2008.

Kauppinen, V-P. 2010 ja 2011 Suomen metsäkeskus. Neuvottelu, Konsultointi. Järvinen, M & Pahkala, J.

Keski-Suomen energiapäivä 2.2.2011. Benet, Keski-Suomen Energiatoimisto

Knuuttila K. 2003. Puuenergia. Jyväskylä. Gummerrus kirjapaino Oy.

Kokkonen A & Lappalainen I. 2005. Hakelämmöstä yritystoimintaa. Kuopio. Offset-paino L Tuovinen.

Niemelä, K & Tihinen, M. Osk Keskimaa. Jyväskylä. Neuvottelu 6.1 ja 30.3.2009. Järvinen, M & Pahkala, J.

Prugg Pema Oy. Taipuisaa putkitekniikkaa kaikille nesteille ja kaasuille. Casaflex kaukolämpöputket. Brugg Pema esite.

Tilastokeskus. 2011. Tilastotiede. <http://www.stat.fi/til/index.html>

Vaittinen, A. 2011 - 2012. Tuusulan Energia Oy. Haastattelu. Haastattelija Järvinen, M.

LIITTEET

Liite 1 Termien määrittely

1(3)

Tässä liitteessä määritellään energiantuotantoon ja lämpöyrittämiseen liittyvää terminologiaa.

AVTA-venttiilit	Paineohjattuja vesiventtileitä, jotka lämpötilan noustessa yli rajaarvon aukeavat ja päästävät veden virtaamaan kohteeseen. (www.dannfos.com)
Huipun käyttöaika	Tarkoittaa vuosiergon ja huipputehon suhdetta, eli se kertoo montako tuntia vuodessa kuluisi, jos vuosiergon vastaava lämpö tuotettaisiin jatkuvalla täydellä teholla. (Kaukolämmön käsikirja 2006)
KPA-laitteisto	Kiinteille polttoaineille mm. hake, palaturve ja pelletti tarkoitettu lämmin- tai kuumavesikattilakokonaisuus syöttölaitteineen. (Bioenergisti koulutus)
Kokopuuhake	Puun koko maanpäällisestä osasta tehtyä haketta (runko, oksat, neulaset/lehdet) . (Alanen, V-M. kurssi)
Konvektio-osa	Kattilanosa jossa savukaasujen lämpö siirretään kattilalaitteeseen. (Inspecta B-koneenhoitaja koulutus materiaali)

(jatkuu)

Kuivatuhkaus	Tapa jolla arina- ja konvektio-osan tuhka käsitellään ilman vettä, etuna mm. se, että tuhka-astia voi sijaita rakennuksen ulkopuolella. Haittana mm. suuremmat hiukkaspäästöt. (Bioenergisti koulutus)
Lämpöarvo	Ilmaisee polttoainemäärää kohti polttoaineesta poltettaessa saatavan energian, yksikkönä (MJ/kg). Kiinteillä polttoaineilla kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo liikkuu yleisesti 18–21 MJ/kg välillä.
Mitoituspolttoaine	Määritellään polttoaineen koostumus, jolla kattilaitoksen on suoriuduttava takuuarvojen mukaisesti osa- ja täysteholla. (Bioenergisti koulutus)
Mpuk kaksiputkijohto	Johdossa meno- että paluupuolen virtausputket ja yhteinen polyeteenisuojaputki liitetty polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen. (Kaukolämmön käsikirja 2006)
Priimata	Lämpöarvoiltaan erillisten polttoaineiden sekoittamista toisiinsa tankopurkainasemassa tai välisäiliössä. Tarkoituksena hyötysuhteen parantaminen ja tehon optimointi.
Rankahake	Karsitusta runkopuusta tehtyä haketta. (Alanen, V-M. kurssi)
Risteily	Tarkoitetaan eri rakennusten hetkellisten kulutushuippujen eriaikaisuudesta johtuvaa vaimennusta kokonaistehon määrittämisessä. (Kaukolämmön käsikirja 2006)

(jatkuu)

Takapalo	Palon hallitsematon leviäminen syöttölaitteistossa. (Bioenergi koulutus)
Takuuarvo	Tilaaaja määrittelee laitoksessa käytettävän polttoaineen ja savukaasujen lämpötilan 50 %:n ja 100%:n teholla, happipitoisuuden ollessa esim. max 5 %. Usein määritellään myös max. omakäyttöteho. Toimittaja takaa, että kattilalaitos toimii määriteltyjen arvojen mukaan. (Lämpöyrittäjä päivä 2005)
Tilausvesivirta	Pumpattavan kaukolämpöveden määrä suurimmillaan kiinteistössä. $m^3/h = 0,2778$ l/s. (Kaukolämmön käsikirja 2006)

Liite 2 Bioenergian esiselvitys Jämsän alueella.

1(5)




BIOENERGIAN ESISELVITYS JÄMSÄN, JÄMSÄNKOSKEN JA KUHMOISTEN ALUEILLA

MIKA JÄRVINEN 07/08





JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi




TOIMENPITEET

- KARTOITETTIIN KONKREETTISIA ALUEITA JA KOHTEITA, JOISSA LÄMPÖLIKETOIMINTA OLISI TALOUDELLISESTI KANNATTAVAA (RAJA-ARVO N. 200kW).
- LAADITTIIN KOHDEKORTIT KUVINEEN.
- TEHTIIN KARTOITUSTUTKIMUS RAAKA-AINEEN TUOTTAMISESTA MAASEUTUYRITTÄJILLE.






JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi

jatkuu



SELVITYKSEN TAVOITTEET

- KERTOAA BIOENERGIAN TUOTTAMISEN JA LÄMPÖLIIKETOIMINNAN MAHDOLLISUUKSISTA ALUEILLA.
- KERTOAA VAIKUTUKSISTA TYÖLLISYYTEEN JA YMPÄRISTÖÖN.
- SELVITTÄÄ KOULUTUSTARPEITA JA MAHDOLLISUUKSIA.
- LISÄTÄ TIETOA BIOENERGIA-ALASTA, ANTAA VALMIUKSIA JATKOHANKKEILLE JA -TOIMENPITEILLE.
- ANTAA TOIMENPIDE EHDOTUKSIA.

JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi




NYKYTILANNE

- JÄMSÄN JA JÄMSÄNKOSKEN TAAJAMIEN SOVELTUVAT KIINTEISTÖT. ON LÄHESKOKONAAN JÄMSÄN ALUELÄMPÖ OY:N KAUKOLÄMPÖVERKON PIIRISSÄ. EIKÄ NILTÄ ALUEILTA SELVITYKSEN PERUSTEELLA LÖYDY TILAUSTA BIOENERGIA-LIIKETOIMINALLE.
- JÄMSÄN SEUTU TUNNETAAN METSÄENERGIAN HYÖDYNTÄMISEN EDELLÄKÄVIJÄNÄ. (UPM)
- KUHMOISTEN KESKUSTASSA ON JÄMSÄN ALUELÄMMÖN TUORE VERKOSTOSUUNNITELMA.
- SELVITETYLLÄ ALUEELLA EI LÖYTYNYT KUIN YKSI LÄMPÖYRITTÄJÄKOHDE TOIMINNASSA JA TOINEN ON RAKENTEILLA.
- SELVITYKSEN MUKAAN ALUEELTA LÖYTYY TOIMINTAAN SOVELTUVIA KOHTEITA JA ALUEITA.
- ALUEELLA OLEVA BIOENERGIAOSAAMINEN JA TIETO ON VÄHÄISTÄ.
- KAAVOITUKSESSA ALUEELLINEN LÄMPÖLIIKETOIMINTA OTETTU HUOMIOON HEIKOSTI TAI EI OLLENKAAN.
- KUHMOISTEN NUUTINRINTEEN TEOLLISUUSALUEELLA ON KÄYTÖSTÄ POISTETTU BIOLÄMPÖLAITOS.





JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi



jatkuu



ESILLE TULLEITA KOHTEITA


- **JÄMSÄ**
 - 9 JA 24 TEIDEN RISTEYSALUE JOSSA JO RAKENTUNUTTA KIINTEISTÖKANTAA JA SUUNNITTEILLA OLEVIA.
 - ”PARONICITYN ALUE” JOSSA JO RAKENTUNUTTA JA KAAVOITETTUA ALUETTA.
 - JÄMSÄN ELONEN OY:N LEIPOMO KIINTEISTÖ.
 - KILPAKORVEN ”TEOLLISUUSALUE”.
 - KIINTEISTÖ OY JÄMSÄNMÄEN VUOKRATALOT PÄÄSKYLÄNTIELLÄ, KIUUKKOILAN-, JA KANERVAKADULLA YHDESSÄ.
 - KOULUKIINTEISTÖT ALHOJÄRVELLÄ JA JUOKSLAHDILLA.



 JYVÄSKYLÄN
 AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi

ESILLETULLEITA KOHTEITA

- **KUOREVESI**
 - PERÄLÄN TEOLLISUUSALUE JA SEN LÄHEISYYDESSÄ OLEVAT KIINTEISTÖ OY JÄMSÄNMÄEN VUOKRATALOT. (ALUEELLE VALMISTUMASSA BIOLÄMPÖLAITOS PAIKALLISEN YRITTÄJÄN TOIMESTA.)
 - VANHAINKOTI SUINULASSA MIKÄLI KÄYTTÖTARKOITUKSESSA EI TAPAHDU HUOMATTAVIA MUUTOKSIA.
- **LÄNKIPOHJA**
 - KESKUSTAN ALUEELLA USEITA KUNNAN- JA YKSITYISKIINTEISTÖJÄ JOTKA SIJAITSEVAT NIIN LÄHEKKÄIN ETTÄ LÄMMÖNTUOTTAMINEN ON JÄRKEVÄÄ TOTEUTTAA KESKITETYSTI.
 - JYKI OY:N TEHDASKIINTEISTÖ.


 JYVÄSKYLÄN
 AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi



jatkuu




ESILLETULLEITA KOHTEITA

- **JÄMSÄNKOSKI**
 - MYLLYMÄEN ALUEEN PALVELU- JA TEOLLISUUSKIINTEISTÖJEN LÄMMITYS ON JÄRKEVINTÄ HOITAA KESKITETYSTI.
 - MYLLYMÄEN ALUEELLE SUUNNITTEILLA BIOKAASULAITOS




JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi





ESILLETULLEITA KOHTEITA


- **KUHMOINEN**
 - KESKUSTAN ALUEELLE ON TARKOITUKSENMUKAISTA RAKENTAA LÄMPÖVERKKO. VERKOSTOSUUNNITELMA ON VALMIS. (JÄMSÄN ALUELÄMPÖ OY)
 - NUUTINRINTEEN TEOLLISUUSALUEEN VINNILÄN KONEPAJA JA HARMONIA KALUSTE VOIDAAN HOITAA NYKYISESTÄ BIOLÄMPÖKESKUKSESTA KUNNALLE ESITETYN MUUTOKSIN TAI TARJOAMALLA SITÄ YKSITYISESTI KÄYTTÖÖNOTETTAVAKSI.



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi




jatkuu




JOS KÄYTTÖÖN PAIKALLISTA BIOENERGIAA

- **POLTTOÖLJYÄ SÄÄSTYY 1 000 000 LITRAA/V.***
- **HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT PIENENEVÄT 206 TONNIA/V.****
- **UUSIA PYSYVIÄ TYÖPAIKKOJA 8 KPL.*****
 - RAAKA-AINEEN HANKINTA JA LÄHIKULJETUS 5
 - HAKETUS JA KAUKOKULJETUS 1
 - KÄYTTÖ JA HUOLTO 2
- **HUOLTOVARMUUS PARANEE MERKITTÄVÄSTI ENERGIAANTUOTANNON OLLESSA HAJAUTETTUA JA RIIPPUVUUS TUONTIPOLTTOAINEISTA VÄHENEÄ.**
- **KIINTEISTÖILLE SYNTYY SÄÄSTÖJÄ JA ENERGIANHINTA VAKAA.**
- **LÄHES KAIKKI TOIMINASSA PYÖRIVÄT EUROT JÄÄVÄT HYÖDYNTÄMÄÄN KOTIKUNTAA.**
- **PELLOILLA, METSISSÄ JA JÄTTENKÄSITTELYSSÄ MAHDOLLISUUS INNOVAATIOIHIN KUN BIPOHJAISILLE RAAKA-AINEILLE SYNTYY AIDOT MARKKINAT.**
- **KUNTALAISILTA VEROJEN MUODOSSA KERÄTYT EU:N JA KANSALLISTEN INVESTOINTI- YM. TUKIEN RAHAT HYÖDYNTÄVÄT TEHOKKAAMMIN OMIA KUNTIAMME.**

LÄHTEET: *) KIINTEISTÖISTÄ SAADUT KULUTUSTIEDOT JA PROJEKTIN OMAT LASKELMAT RAKENNUSKUUTIOIDEN MUKAAN 0-40w/m3. **) WIKIPEDIA POK SISÄLTÄÄ 20,6g/co2 PER KWH. ***) CASE TARKASTELU ALPO AHONEN THULE INSTITUUTTI OULUN YLIOPISTO.




JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi




TOIMENPIDE EHDOTUKSET

- **POSITIIVINEN TAHTOTILA BIOENERGIA-ASIOIDEN ETEENPÄIN VIEMISEKSI.**
- **ALUEELLE PERUSTETAAN JOHTORYHMÄ VALVOMAAN HANKKEIDEN ETENEMISTÄ. JA KEHITTÄMÄÄN MAHDOLLISIA JATKOTOIMENPITEITÄ.**
- **LISÄÄ TIEDOTUSTA PÄÄTTÄJILLE, VIRANHALTIJOILLE JA KUNTALAISILLE.**
- **MAHDOLLISUUKSIEN MUKAAN PIDETÄÄN BIOENERGIAN TUOTANTO PAIKKAKUNNAN TOIMIJOIDEN KÄSISSÄ.**
- **JÄRJESTETÄÄN ALAN KOULUTUSTA**
- **RESURSSEJA LISÄSELVITYKSIIN.**



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU
Osaaminen kilpailukykyksi

