

OPINNÄYTETYÖ
JUHA-MATTI AIKIO 2013

**LUOSTON LÄMPÖKESKUKSEN MUUTTA-
MINEN KIINTEÄLLE POLTTOAINEELLE**



**Rovaniemen
ammattikorkeakoulu**
University of Applied Sciences
LUC

RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

Opinnäytetyö

LUOSTON LÄMPÖKESKUKSEN MUUTTAMINEN KIINTEÄLLE POLTTOAINEELLE

Juha-Matti Aikio

2013

Toimeksiantaja Lämpö Oy Juurakkotuli

Ohjaaja Tapani Rantapirkola

Hyväksytty _____ 2013 _____

Työ on kirjastossa lainattavissa.



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Tekniikka ja liikenne
Rakennustekniikan
koulutusohjelma

Opinnäytetyön
tiivistelmä

Tekijä	Juha-Matti Aikio	Vuosi	2013
Toimeksiantaja Työn nimi	Lämpö Oy Juurakkotuli Luoston lämpökeskuksen muuttaminen kiinteälle polttoaineelle		
Sivu- ja liitemäärä	44 + 8		

Opinnäytetyössä tutkitaan, minkälaisia kiinteän polttoaineen lämmitysjärjestelmiä on nykypäivänä saatavilla 2 MW:n aluelämpökeskuskokoluokassa. Lisäksi opinnäytetyössä perehdytään kiinteisiin polttoaineisiin sekä niiden polttotekniikoihin.

Tämän opinnäytetyön aihe on hyvin ajankohtainen, koska tämän päivän öljyn hinta pakottaa lämpörytykset miettimään halvempia keinoja tuottaa kaukolämpöä. Myös nykypäivän suuntaus on käyttää uusiutuvia ja kotimaisia polttoaineita. Siirtymällä uusiutuviin polttoaineisiin voidaan vähentää öljyn poltosta syntyviä päästöjä sekä vähentää riippuvuutta öljystä.

Toimeksiantajan pyynnöstä olen pyytänyt budjettitarjouksia kiinteän polttoaineen kattiloiden valmistajilta sekä suuriin kiinteistöihin maalämpöpumppuja myyviltä yrityksiltä. Opinnäytetyössä esittelen saamani budjettitarjoukset ja kerron oman mielipiteeni, mikä olisi saaduista tarjouksista paras vaihtoehto.

Kiinteistä polttoaineista löytyy paljon lähdekirjallisuutta ja -materiaalia. Opinnäytetyöstä lukija saa tarpeellisen tiedon kiinteistä polttoaineista sekä niiden ominaisuuksista, jotka vaikuttavat kiinteän polttoaineen palamistapahtumaan. Lisäksi opinnäytetyössä on kerrottu, minkälaisia kiinteän polttoaineen ratkaisuja on 2 MW aluelämpökeskuksen kokoluokassa. Opinnäytetyöstä selviää myös, minkälaisella investoinnilla saa uuden 2 MW aluelämpökeskuksen Suomesta, ja minkälainen on tämänhetkinen polttoaineiden hintataso Pohjois-Suomessa.

Avainsanat

hake, kaukolämpö, kiinteä, maalämpö, pelletti, turve

Author	Juha-Matti Aikio	Year	2013
Commissioned by	Lämpö Oy Juurakkotuli		
Subject of thesis	Adoption of Solid Fuel at the Luosto District Heating Center		
Number of pages	44 + 8		

In this thesis it was studied what kind of solid fuel heating systems there are available in the size two megawatts. In addition the solid fuel and their combustion techniques were studied in the thesis.

The subject of this thesis is very topical because the price of today's oil compels the heat companies to think about cheaper methods to produce district heating. Also the trend of the present is to use renewable and domestic fuels. Emissions which are created from the burning of oil can be reduced by moving to the renewable fuels and a dependence on oil can be reduced.

On the commissioner's request quotations concerning the budget were asked from the manufacturers of solid fuel boilers, and to the large real estates the companies which sell ground heat pumps. The budget quotations and the best alternatives were introduced in this thesis.

Many books and other source material are available about solid fuel. In the thesis the reader is provided with necessary information about solid fuels and the properties which affect burning of the solid fuel. Furthermore the thesis introduces the different solutions for district heating centers in the size two megawatts. The thesis also gives information about what kind of solid fuel heating systems there are available in Finland. This thesis also discusses what the price level of solid fuels is in Northern Finland.

.

Key words district heating, geothermal heat, peat, pellet, solid, woodchips

SISÄLTÖ

ALKUSANAT	1
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	2
1 JOHDANTO	3
1.1 OPINNÄYTETYÖN AIHEEN ESITTELY	3
1.2 LÄMPÖ OY JUURAKKOTULI.....	4
1.3 LUOSTON NYKYINEN LÄMPÖKESKUS	4
2 ERILAISET KIINTEÄN POLTTOAINEEN LÄMMITYSVAIHTOEHDOT	7
2.1 PUU POLTTOAINEENA	7
2.2 HAKELÄMMITYS.....	9
2.2.1 Hake polttoaineena	9
2.2.2 Hakkeen polttotekniikat.....	12
2.2.3 Arinapoltto	12
2.3 PELLETTILÄMMITYS	15
2.3.1 Erilaiset pelletit ja brikitit	15
2.3.2 Pellettilämmitysjärjestelmät	16
2.4 TURVELÄMMITYS	17
2.4.1 Turve polttoaineena ja sen tuotanto	17
2.4.2 Turpeen polttotekniikat	20
2.5 MAALÄMPÖ	21
2.5.1 Maalämmön talteenottotekniikat.....	21
2.5.2 Maalämpöpumpun toimintaperiaate	22
2.5.3 Luostolla lämmön tuottaminen maalämmöllä.....	24
3 LÄMPÖTALOUEDELLINEN TARKASTELU	25
3.1 KEVYT POLTTOÖLJY	25
3.2 HAKELÄMMITYS.....	26
3.3 PELLETTILÄMMITYS	27
3.4 TURVELÄMMITYS	28
3.5 MAALÄMPÖ	29
4 VAIHTOEHDOT LUOSTON LÄMPÖKESKUKSEN KORVAAJAKSI	32
4.1 BUDJETTITARJOUKSET LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN TOIMITTAJILTA	32
4.2 LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN TAKAISINMAKSUAIKA ERI POLTTOAINEILLA	36
5 PÄÄTELMÄT	39
LÄHTEET	42
LIITTEET	44

ALKUSANAT

Haluaisin kiittää toimeksiantajaani Lämpö Oy Juurakkotulea mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta opinnäytetyönaiheesta. Lisäksi erityiskiitokset Jyrki Jänkälälle, Kari Värttiölle, Sirpa Siirtolalle sekä opinnäytetyön ohjaajalle Tapani Rantapirkolalle. Kiitokset kuuluu myös heille, jotka ovat auttaneet minua tämän opinnäytetyön tekemisen kanssa. Kiitokset myös niille yrityksille, joilta olen saanut tarjouksia ja neuvoa opinnäytetyötä koskien.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Luoston aluelämpökeskus	6
Kuvio 2. Puun koostumus	7
Kuvio 3. Hakkuutähdehakkeen tehollisen lämpöarvon riippuvuus kosteudesta	11
Kuvio 4. Vesijähdytteinen liikkuva-arinainen kiinteän polttoaineen kattila	13
Kuvio 5. Altasyöttöinen ns. kekoarinakattila	14
Kuvio 6. Stokeripolttimen periaatekuva	17
Kuvio 7. Polttoturpeen kemiallinen koostumus	18
Kuvio 8. Maalämmön talteenottotekniikat	22
Kuvio 9. Maalämpöjärjestelmän toimintaperiaate	23

Taulukko 1. Hakkeen saapumistilan kosteusprosentin vaikutus teholliseen lämpöarvoon.....	10
Taulukko 2. Hakelajien tilavuusmuuntokertoimet hakelajeittain	11
Taulukko 3. Turpeen saapumistilan kosteusprosentin vaikutus teholliseen lämpöarvoon.....	20
Taulukko 4. Energiantuotannon yksikköhinnat polttoaineittain	37
Taulukko 5. Yhteenveto budjettitarjouksien kustannuksista	37
Taulukko 6. Kiinteän polttoaineen lämpökeskusten takaisinmaksuajat vuosissa eri polttoaineilla sekä niiden seoksella	38

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön aiheen esittely

Opinnäytetyön aiheena on Luoston aluelämpökeskuksen muuttaminen kiinteälle polttoaineelle. Opinnäytetyössä tutkin, minkälaisia kiinteän polttoaineen lämmitysjärjestelmiä on saatavilla Suomessa ja, mikä sopisi parhaiten juuri tähän kohteeseen. Opinnäytetyön puitteissa olen ollut yhteydessä 12 kattilanvalmistajaan, joilta olen pyytänyt tarkempia selvityksiä sekä budjettitarjouksia. Näistä kahdestatoista kattilanvalmistajasta olen saanut vain neljältä eri valmistajalta budjettitarjouksen. Lisäksi olen saanut yhdeltä maalämpöyritykseltä budjettitarjouksen maalämmön toimittamisesta ja yhdeltä pellettien toimittajalta pellettien toimittamisesta tarjouksen.

Luostolla on tällä hetkellä käytössä kevyttä polttoöljyä käyttävä aluelämpökeskus. Tämän työn aihetta on alettu miettimään, koska nykypäivän öljyn hinnoilla kaukolämmön tuottaminen tulee erittäin kalliiksi ja kaukolämmön myynti ei tuota tulosta. On mietitty myös ympäristöystävällisyyttä, koska öljylämmitys tuottaa enemmän saasteita kuin uusiutuvat polttoaineet. Lisäksi nykypäivän suuntaus Suomessa ja maailmalla on käyttää uusiutuvaa energiaa ja kotimaisia uusiutuvia polttoaineita. Myös Suomen hallitus auttaa ja tukee yrityksiä, jotka siirtyvät tai käyttävät kotimaisia uusiutuvia polttoaineita.

Tuomo Neitola kirjoitti Lapin Kansassa maalämmön puolesta, ja mainitsi kirjoituksessaan, että hänen mielestään öljylämmitys ei sovi puhtaan luonnon hiihtokeskukseen (Neitola 2012). Olen hänen kanssaan samaa mieltä, että puhtaan luonnon nimissä öljylämmitys ei sovi Luoston alueelle. Uudella lämmitysratkaisulla voitaisiin parantaa Luoston imagoa, kun öljyn käyttö vähenee ja samalla vähenevät ympäristöpäästöt. Turistitkin saisivat paremman vaikutelman, kun näkevät että käytämme uusiutuvia ja kotimaisia polttoaineita.

Kerron tässä opinnäytetyössä erilaisista uusiutuvista polttoaineista, kuten puusta, turpeesta ja maalämmöstä. Olen ottanut turpeen myös tähän mukaan, koska se on erittäin pitkällä aikavälillä uusiutuvaa ja turvetta käytetään paljon kiinteänä polttoaineena. Lisäksi kerron näiden kiinteiden polttoaineiden polttotekniikoista. Olen myös laskenut, kuinka paljon säästetään rahaa eri polttoaineilla, kun muutetaan öljylämmitys kiinteälle polttoaineelle.

1.2 Lämpö Oy Juurakkotuli

Lämpö Oy Juurakkotuli on Sodankylän kunnan ja Luoston alueella toimiva kaukolämpöyrittäjä, joka on perustettu vuonna 1981. Juurakkotuli on kuntakonsernin tytäryhtiö, jonka omistaa Sodankylän kunta (90 %) ja Rovakaira Oy (10 %). Yhtiössä oli vuonna 2011 keskimäärin töissä 10 työntekijää. (Lämpö Oy Juurakkotuli 2011.)

Lämpö Oy Juurakkotuli toimittaa Sodankylän kunnan ja Luoston alueella lämpöenergiaa kuluttajille. Sodankylässä kaukolämmön kuluttajia ovat omakotitaloudet, rivi- ja kerrostalot, toimitilat ja teollisuusrakennukset. Omakotitalouksia on liitetty kaukolämpöverkkoon 49, rivitaloja 67, kerrostaloja 21, liike-, toimisto- ja asuinliikerakennuksia 43, teollisuustiloja 14, kouluja 6 ja sairaaloita 1 kappale (Sodankylän kunta 2012).

Lämpö Oy Juurakkotuli tuottaa kaukolämpöä Sodankylän pohjoispuolella sijaitsevalla lämpölaitoksella. Luostolla kaukolämpöä tuotetaan kevyttä polttoöljyä käyttävällä lämpökonttiratkaisulla. Siinä on kaksi öljykattilaa, joiden tehot ovat 1,5 MW ja 1,6 MW. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, minkälaisia vaihtoehtoisia menetelmiä on tuottaa lämpöä kiinteällä polttoaineella. Lisäksi Lämpö Oy Juurakkotulella on siirrettävä lämpökontti Tähtiherrantiellä. Tämä on teholtaan 300 kW ja käyttää polttoaineena kevyttä polttoöljyä.

Lämpölaitos Sodankylässä käyttää pääpolttoaineena turvetta ja haketta. Varapolttoaineena ja huippukulutusta tasoittamassa käytetään kevyttä polttoöljyä. Lämpölaitoksella on kaksi kiinteän polttoaineen kattilaa, jotka ovat nimellisteholtaan 15 MW ja 7 MW. Pienempää kiinteän polttoaineen kattilaa käytetään kesäisin, kun kaukolämmön kulutus on vähäistä. Talvella käytetään pääsääntöisesti 15 MW kiinteän polttoaineen kattilaa pelkällä turpeella tai turpeen ja hakkeen sekoituksella. Huippuja on tasoittamassa 7 MW kiinteän polttoaineen kattila sekä lisäksi kaksi öljykäyttöistä kattilaa. Öljykäyttöiset kattilat ovat teholtaan 8 MW ja 4 MW, jotka käyttävät polttoaineena kevyttä polttoöljyä.

1.3 Luoston nykyinen lämpökeskus

Luostolla on tällä hetkellä käytössä lämpökontti, jossa on kaksi öljykattilaa. Kuvioista 1 pystyy hahmottamaan, minkälaisesta lämpökontista on kyse.

Lämpökontti on pituudeltaan 6 metriä ja leveydeltään 4,5 metriä. Lisäksi siihen kuuluu savupiippu, joka on 15 m korkea. Lämpökontin vieressä sijaitsee öljysäiliö, mikä on tilavuudeltaan 25 m³. Polttoaineen syöttölaitteet on varustettu lämmityksellä, mikä mahdollistaa raskaan polttoöljyn käytön. Tätä ei kuitenkaan käytetä, koska kevyttä polttoöljyä on helpompi käsitellä ja käyttää.

Öljykattilat ovat Foster Wheeler Oy:n ja Vapor Oy:n valmistamat. Foster Wheeler Oy on valmistanut 1,5 MW öljykattilan, jonka vesitilavuus on 4,6 m³ ja polttimena toimii Westinghaus RMS9. Vapor Oy on valmistanut 1,6 MW öljykattilan. Tämän öljykattilan vesitilavuus on 2,25 m³ ja polttimena toimii Oilon RP 106 H. Molemmat kattilat ovat tulitorvi- ja tuliputkikattiloilta, joissa on suuri vesitilavuus. Tulitorvi- ja tuliputkikattiloissa polttimen liekki palaa tulitorvessa, josta kuumat savukaasut johdetaan tuliputkiin. Tuliputkissa kuuma savukaasu luovuttaa lämpöä putkien ympärillä olevaan kattilaveteen, josta kuuma kaukolämpövesi lähtee suoraan kaukolämpöverkkoon.

Lämpökontti sisältää kaiken tarvittavan automatiikan öljykattiloiden toimintaan ja lisäksi lämpökontti sisältää oleellisemmat osat kaukolämmön siirtoon. Öljykattilat ovat kiinni suoraan kaukolämpöverkossa, joten erillistä kaukolämmönvaihdinta ei ole. Lämpökeskuksen valvonta tapahtuu kaukovalvontana Sodankylän lämpölaitokselta, minne myös tulee uuden lämmitysjärjestelmän kaukovalvonta.

Tällä hetkellä aluelämpökeskus lämmittää vain Luostolla olevaa kylpylähotelia, minkä tilausteho on 781 kW. Luostolla on tällä hetkellä menossa kaavamuutos. Tämän seurauksena tulevaisuudessa on tarkoitus laajentaa kaukolämpöverkkoa Luostolla oleviin asunto- ja lomarakennuksiin sekä liiketiloihin. Kaava muutoksen ja tulevaisuuden suunnitelmien johdosta joutuu uuden lämmitysjärjestelmän mitoittamaan hieman ylisuureksi. Tämä sen takia, koska ei ole järkevää mitoittaa tämän hetken kulutukselle sopivaa kiinteän polttoaineen kattilaa. Jos tulevaisuudessa tulee muitakin kaukolämmönkuluttajia, silloin tämä uusi kattila jää pieneksi ja öljykattiloilla joudutaan tuottamaan loput tarvittavasta kaukolämmöstä.

Uudessa kaavassa on myös esitetty aluelämpökeskukselle uusi paikka ennen Luoston keskustaa. Uuden paikan sijainti selviää liitteestä 8. Jos kaava

toteutuu, joudutaan jo nykyistä kaukolämpöverkkoa laajentamaan uudelle paikalle asti.

Liitteestä 1 selviää vuosien 2011–2012 lämmitysenergian myynti Luostolla. Vuonna 2011 lämpöenergiaa on myyty 1526,630 MWh ja vuonna 2012 1778,830 MWh. Kahden vuoden keskimääräinen lämmönmyynti on ollut 1652,730 MWh. Huippukulutus on ollut tammikuussa 2012, jolloin lämpöenergiaa on myyty 266,140 MWh. Keskiarvallisesti huippukulutus on tammikuun aikana, jolloin huippukulutus on 255,790 MWh.



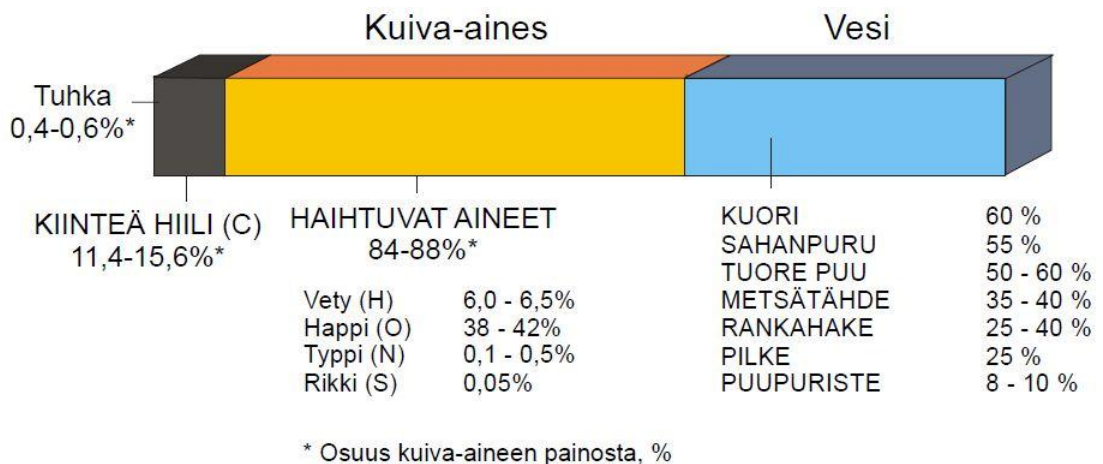
Kuvio 1. Luoston aluelämpökeskus

2 ERILAISET KIINTEÄN POLTTOAINEEN LÄMMITYSVAIHTOEHDOT

2.1 Puu polttoaineena

Puu on hyvä polttoaine, koska sitä on helposti saatavilla ja se on uusiutuvaa. Lisäksi puuta on helppo käsitellä ja se on kotimaista. Puhakan ym. mukaan puun tärkeimmät alkuaineet ovat happi, hiili ja vety. Näiden osuus puusta on 99 %. Kuten kuviosta 2 selviää, jää typpipitoisuus puulla alle 0,5 % ja rikki-
pitoisuus alle 0,05 %, minkä johdosta rikkipäästöt jäävät merkityksettömiksi. Eri puulajien alkuaine koostumukset eroavat vain vähän toisistaan. (Puhakka–Alakangas–Alanen–Airaksinen–Soini–Siponen–Kainulainen 2001, 6.)

Tuhkapitoisuus kuorettomalla puulla on noin 0,5 % ja kuoren tuhkapitoisuus on noin 2 % luokkaa. Puu tuottaa vähemmän tuhkaa kuin muut kiinteät polttoaineet, joten tuhkan käsittely on helpompaa ja pienentää tuhkasta aiheutuvia käsittelykustannuksia. Puun tuhka sisältää kaikki kasvavan puun tarvitsemat ravintoaineet ja sopii hyvin käytettäväksi metsän lannoitteena. (Puhakka ym. 2001, 6, 10.) Tuhka sisältää fosforia, kaliumia, kalsiumia ja magnesiumia (Vapo 2005, 10). Se voidaan rakeistaa, joten näin se on helpompi käsitellä ja levittää metsään (Puhakka ym. 2001, 10).



Kuvio 2. Puun koostumus (Alakangas 2000, 35)

Puussa on monia rakenneaineita, joista tärkeimmät ovat selluloosa, hemiseluloosat ja ligniini. Ligniini on kuin liima, joka sitoo puunkuidut toisiinsa ja antaa puulle mekaanisen lujuuden. Havupuissa on ligniiniä 24–33 % ja lehtipuissa 16–25 %. Ligniini sisältää paljon hiiltä ja vetyä, jotka tuottavat paljon lämpöenergiaa palaessa. Lisäksi puu sisältää myös uuteaineita, jotka myös

sisältävät paljon vetyä ja hiiltä, minkä takia niillä on myös korkea lämpöarvo. (Puhakka ym. 2001, 6.)

Puun kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo on 18,3–20,0 MJ/kg eli 5,1–5,6 kWh/kg. Puun lämpöarvo asettaa omat vaatimuksensa käsittely- ja polttolaitteille, koska puun lämpöarvo on pienempi verrattuna muihin kiinteisiin polttoaineisiin. Varastotilaa tarvitaan tämän takia myös enemmän. (Puhakka ym. 2001, 7.) Puun todellista tehollista lämpöarvoa määriteltäessä täytyy tietää puun kosteus. Kun kosteus tiedetään, voidaan todellinen tehollinen lämpöarvo laskea seuraavalla kaavalla:

$$Q_{net,ar} = Q_{net,d} * \frac{100 - M_{ar}}{100} - 0,02441 * M_{ar} \quad (1)$$

missä

- $Q_{net,ar}$ on kostean polttoaineen tehollinen lämpöarvo [MJ/kg]
 $Q_{net,d}$ on kuiva-aineen tehollinen eli alempi lämpöarvo [MJ/kg]
 M_{ar} on vastaavan polttoaine-erän kokonaiskosteus saapumistilassa (%) painotettuna kostean polttoaineen massalla
 0,02441 on veden höyrystymiseen kuluva lämpömäärä (+25 °C).

$Q_{net,d}$ -arvo saadaan määritettyä kalorimetripommilla. Tätä arvoa kutsutaan kuiva-aineen teholliseksi lämpöarvoksi eli alemmaksi lämpöarvoksi [MJ/kg]. (Puhakka ym. 2001, 53.)

Puussa on 80–90 % haihtuvia aineita, joiden takia puu on pitkäliekkinen polttoaine ja tämän takia vaati suuren palotilan. Puun palaessa puussa olevat aineet yhtyvät hapen kanssa, jotka muodostavat erilaisia yhdisteitä. Hiilen ja vedyn runsas määrä puussa merkitsee korkeaa lämpöarvoa, kun taas hapen ja typen määrä alentaa puun lämpöarvoa. Puun palaessa hiili palaa hiilidioksidiksi ja vedystä tulee vettä. (Puhakka ym. 2001, 5.) Vety ei muutu neste-mäiseksi vedeksi, vaan siitä tulee vesihöyryä, koska kattilassa on korkea lämpötila.

Puu sisältää myös rikkiä ja typpeä. Rikin palaessa syntyy rikkidioksidia ja typen palaessa syntyy erilaisia typpioksideja. Nämä yhdisteet ovat yleensä haitallisia. Puu sisältää näitä ainesosia vain vähän, joten nämä eivät ole kovin merkittäviä päästöjä eikä näistä muodostu ongelmia. (Puhakka ym. 2001, 5.) Puun palaessa syntyy myös hiilidioksidipäästöjä. Tämä on tunnettu kasvihuonekaasu, joka edistää ilmaston lämpenemistä. Hiilidioksidikaan ei muodostu ongelmaksi, vaikka sitä vapautuu puuta poltettaessa, koska samalla aikaa kasvava metsä varastoi itseensä hiilidioksidia. Kuitenkin sama määrä hiilidioksidia pääsee ilmaan puun joskus lahotessa, kuin mitä siitä syntyy puuta poltettaessa.

Puun poltossa täytyy muistaa, että puu palaa täydellisesti vain riittävän korkeassa lämpötilassa, jossa on riittävästi happea käytettävissä. Jos puu ei pala täydellisesti, syntyy häkää ja hiilivetyjä. Lisäksi syntyy myös hiukkaspäästöjä, jotka ovat ihmiselle ja luonnolle haitallisia. (Puhakka ym. 2001, 40.) Hiukkaspäästöt tunnetaan kansankielessä paremmin nimellä noki. Elintarviketurvallisuusviraston mukaan hään ja hiilivedyn yhdisteistä syntyvät polysykliset aromaattiset hiilivety-yhdisteet eli PAH-yhdisteet ovat haitallisia ihmiselle ja luonnolle. PAH-yhdisteet sisältävät hiilen ja vedyn orgaanisia yhdisteitä. (Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2010, 86.)

2.2 Hakelämmitys

2.2.1 Hake polttoaineena

Hakelämmityksessä käytetään puusta tuotettua polttoainetta, jota kutsutaan hakkeeksi. Haketta tehdään koneellisesti puusta erilaisilla hakkureilla. Tätä kutsutaan hakettamiseksi. Hakettamisessa käytetään kokopuuta, hakkuutähteitä, risuja, kantoja, runkopuuta sekä puuteollisuudesta tulevia tasauspätkiä, kutteria ja sahanpurua. Maalipintaisia tai kyllästettyjä lautoja tai lankkuja ei saa käyttää hakkeen raaka-aineena, koska ne ovat jätettä ja niistä tuotettu hake ei sovellu normaaliin lämpölaitokseen polttoaineeksi myrkyllisten päästöjen takia.

Hakkeen tärkein laatuominaisuus on sen kosteus. Kosteus vaikuttaa hakkeen teholliseen lämpöarvoon, koska veden höyrystämiseen kuluu paljon energiaa. Mitä kuivempaa hake on, sitä paremman höytysuhteen kattilalaitos saa hakekuutiota kohden. (Puhakka ym. 2001, 5–6.) Hakkeen tehollinen lämpö-

arvo kuiva-aineessa on 18,5–20 MJ/kg ja saapumistilassa se on yleisesti 7–11 MJ/kg, kun kosteuspitoisuus on 40–55 %. Hakkeen irtotiheys saapumistilassa on 250–350 kg/i-m³, kun sen kosteusprosentti on välillä 45–55 %. (Alakangas 2000, 152.)

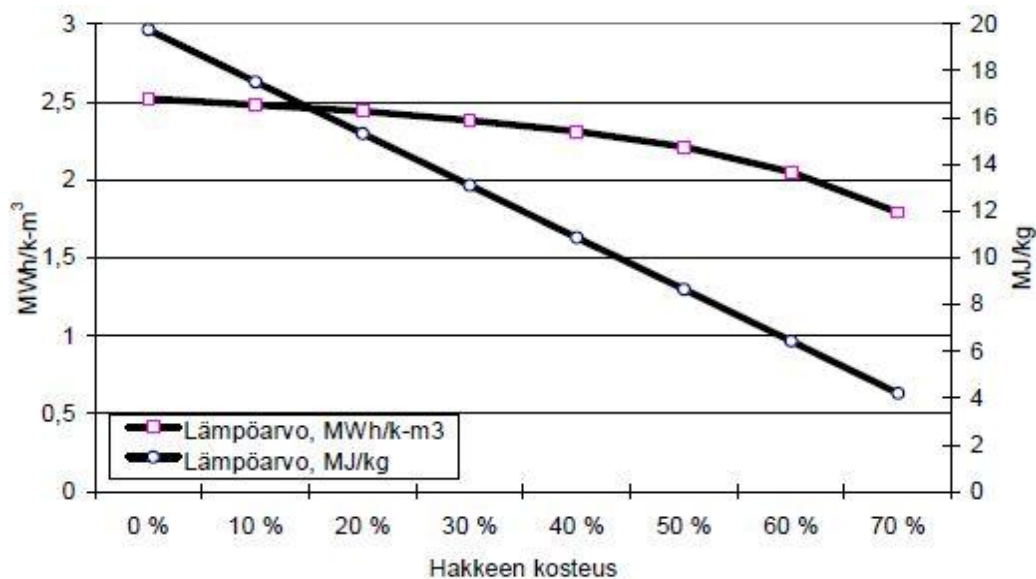
Taulukossa 1 on esitetty hakkeesta saatava tehollinen lämpöarvo saapumistilassa tietyllä kosteusprosentilla. Laskennassa on käytetty kostean polttoaineen tehollisen lämpöarvon määrittelyä laskentakaavaa 1. Kaavassa 1 on käytetty hakkeen tehollisena kuiva-aineen lämpöarvona 19,3 MJ/kg. Kappaleen lopussa taulukossa 2 on esitetty hakelajien tilavuusmuuntokertoimet ja lämpöarvot kyseisille hakelajeille.

Taulukko 1. Hakkeen saapumistilan kosteusprosentin vaikutus teholliseen lämpöarvoon

Hakkeen kosteus saapumistilassa [%]	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [kWh/kg]
75	2,99	0,83
70	4,08	1,13
65	5,17	1,44
60	6,26	1,74
55	7,34	2,04
50	8,43	2,34
45	9,52	2,64
40	10,60	2,95
35	11,69	3,25
30	12,78	3,55
25	13,86	3,85
20	14,95	4,15
15	16,04	4,46
10	17,13	4,76
5	18,21	5,06
0	19,30	5,36

Lisäksi liian kostea hake voi alkaa homehtumaan sekä talvella jäätyä siiloon. Kun on kyseessä keskuslämmityskattila, hakkeen kosteus ei saisi ylittää 25 %. Jos hake on kosteampaa, tulee hakkeen varastoinnissa ongelmia, kun kyseessä on pienen polttoainetehon omaava kattila. Kun taas haketta toimitetaan alle 1 MW lämpölaitokselle, hakkeen kosteus ei saisi ylittää 40 %. (Puhakka ym. 2001, 5–6.) Jos hakkeen kosteus ylittää yli 40 %, alle 1 MW

lämpölaitoksen hyötysuhde alenee merkittävästi. Kuviosta 3 selviää kosteuden vaikutus teholliseen lämpöarvoon, kun kyseessä on hakkuutähdehake.



Kuvio 3. Hakkuutähdehakkeen tehollisen lämpöarvon riippuvuus kosteudesta (Alakangas 2000, 53)

Hakkeen toinen tärkeä laatuominaisuus on sen palakoko. Erityisesti pienissä lämpölaitoksissa hakepalan koko ja sen tasaisuus on merkittävä ominaisuus. Hakepalan ihanne pituus on 30–40 mm. Pienissä laitoksissa hakkeen seassa olevat hienoaines ja tikut vaikeuttavat polttoaineen syöttöä tulipesään. (Puhakka ym. 2001, 5.) Polttoaineen syöttöjärjestelmän tukkeutuminen ja vikaantuminen aiheutuu yleensä siitä, että pienen polttoainetehon omaavissa lämpölaitoksissa polttoaineen syöttölaitteet ovat pienemmät ja ahtaammat kuin suuren polttoainetehon omaavissa lämpölaitoksissa. Tukkeutumista ja vikaantumista voidaan ehkäistä valvomalla hakkeen laatua ja vaatimalla hakkeen toimittajilta hyvä laatuista haketta.

Taulukko 2. Hakelajien tilavuusmuuntokertoimet hakelajeittain (mukaillen Puhakka ym. 2001, 7)

Hakelaji	Kuiva-aineen irtotiheys [kg/i-m ³]	Muutokerroin [m ³ /i-m ³]	Kosteus [%]	Lämpöarvo [kWh/i-m ³]
Metsähake	175	0,43	40	848
Runkopuuuhake	170	0,39	40	835
Kokopuuuhake	170	0,42	40	834
Hakkuutähdehake	175	0,45	40	895
Sahanhake	175	0,45	50	784
Kantohake	180	0,42	35	928

2.2.2 Hakkeen polttotekniikat

Hakkeen palaminen voidaan jaotella neljään eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa hake kuivuu ja hakkeessa oleva vesi höyrystyy. Toisessa vaiheessa hake kaasuuntuu ja palavat kaasuyhdisteet vapautuvat kuivuneesta hakkeesta. Kolmannessa vaiheessa kaasut syttyvät ja palavat pois luovuttaen lämpöenergiaa. Jäljelle jää vain kiinteää hiiltä. Neljännessä eli viimeisessä vaiheessa hiili palaa ja jäljelle jää vain tuhkaa. (Puhakka ym. 2001, 39.)

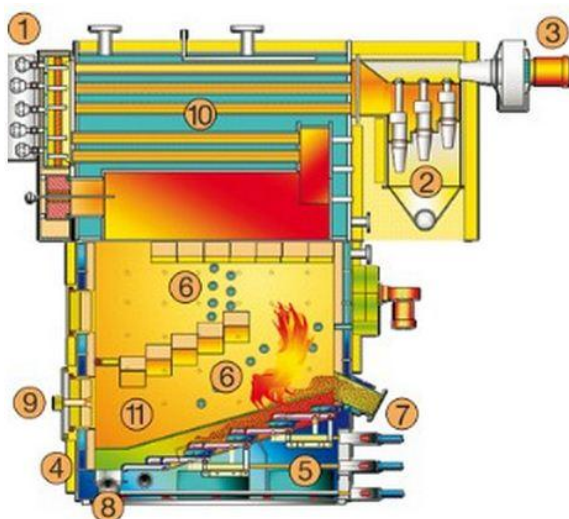
Haketta poltetaan hakekattiloissa. Hakekattiloita on kymmenestä kilowatista satoihin megawatteihin asti. Pienitehoisia hakekattiloita käytetään omakotitaloissa ja pienkiinteistöissä. Suuritehoisia hakekattiloita käytetään aluelämpökeskuksissa, lämpölaitoksissa ja voimalaitoksissa. Puhakan ym. mukaan hakkeen polttotekniikoita on kolme erilaista. Ne ovat arina-, kaasutus- ja leijupoltto. Arinapolttoa käytetään laitoksissa joiden polttoaineteho on alle 5 MW. Yli 5 MW polttoainetehoilta olevissa laitoksissa käytetään leijupoltoa. Kaasutuspoltoa voidaan myös käyttää polttoainetehoiltaan 1–15 MW olevis- sa laitoksissa. (Puhakka ym. 39.) Hakkeen polttojärjestelmään kuuluu kattila, polttoaineensyöttölaitteet, polttoainevarasto sekä tarvittava automatiikka ja turvajärjestelmät (Turvatekniikan keskus Tukes 2010, 7).

Nykyään on alkanut yleistymään lämmöntalteenottojärjestelmät, joilla saadaan savukaasun sisältämä vesihöyryenergia otettua talteen (Puhakka ym. 2001, 40). Tässä järjestelmässä savukaasukanavaan on sijoitettu lämmönkeruujärjestelmä ns. kondenssikattila, jolla saadaan otettua vesihöyryn sisältämä lämpöenergia talteen ja täten savukaasujen lämpötila saadaan laske- maan alle sadan asteen. Näin ollen voidaan kyetä myymään enemmän ener- giaa kuin, mitä siiloon on ostettu. Tämä on mahdollista, koska hakkeen ener- giasisältöä määriteltäessä vähennetään hakkeessa olevan veden höyrysty- miseen tarvittava energia (Puhakka ym. 2001, 40).

2.2.3 Arinapoltto

Arinapoltto on polttotekniikoista yleisin käytettävissä oleva hakkeen poltto- tekniikka alle 5 MW polttoainetehon omaavissa kattiloissa. Kuviosta 4 selviää arinakattilan toimintaperiaate ja kattilan eri osat. Arinakattilassa arina voi olla kiinteä tai liikkuva. Pienen polttoainetehon omaavissa kattiloissa käytetään kiinteää arinaa, kun taas suuren polttoainetehon omaavissa kattiloissa käyte-

tään liikkuvaa arinaa. Liikuvalla arinalla parannetaan palamistapahtumaa. Kun arina liikkuu, eivät ensiöilman tuloreiät pääsee tukkeutumaan. Arinat voivat olla myös jäähdytettyjä, johon käytetään ilmaa tai vettä. Ilmajäähdysteisellä arinalla voidaan esilämmittää polttoon tarvittava ilma. Vesijäähdytetyllä arinalla taas voidaan esilämmittää kattilavesi tai kaukolämmön paluuvesi. Jäähdytys lisää arinoiden kestoikää.



Vesijäähdytteinen liikkuva-arina HPKI-W 300-1600

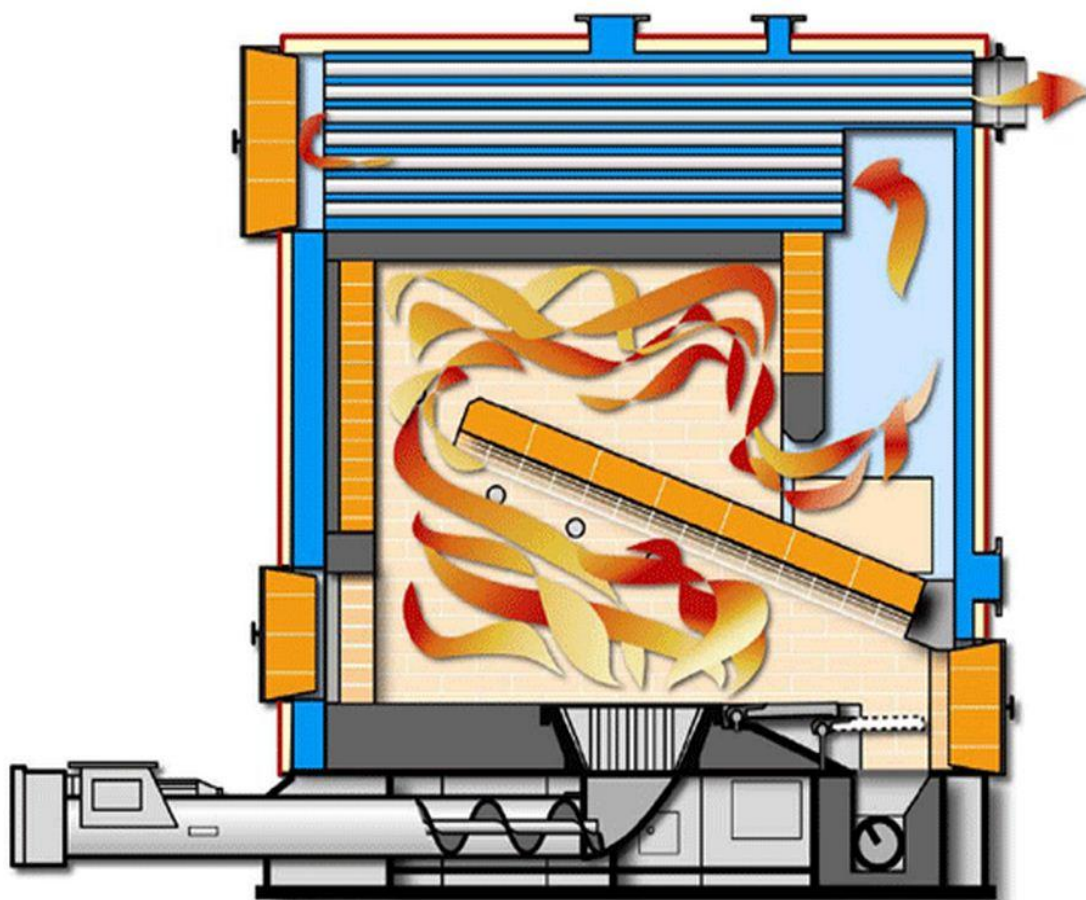
- 1 Automaattinuohous
- 2 Automaattinen lentotuhkan poisto
- 3 Savukaasumuri
- 4 Kattilan eristeet
- 5 Ensiöilma
- 6 Toisioilma
- 7 Polttoaineen syöttö
- 8 Automaattinen tuhkanpoisto 240/800 l. astiaan
- 9 Tulipesänluukku
- 10 Lämmönvaihdin
- 11 Palotila

Kuvio 4. Vesijäähdytteinen liikkuva-arinainen kiinteän polttoaineen kattila (Bio-Expert Oy 2013)

Kiinteitä arinatekniikoita on taso-, keko-, viisto- ja porrasarina. Arinakattiloista saatava tehon määrä riippuu arinan pinta-alasta. Jos hake on kosteudeltaan 20–50 %, saadaan hakkeen poltosta 600–900 kW tehoa arinan neliometriä kohden. Kun halutaan saada noin 250 kW tehoa irti kattilasta, täytyy kattilan tulipesä olla kuutiometrin kokoinen. 10 kW teho taas vaatii neliometrin talteenottopintaa. Arinapoltossa hake kaasuuntuu arinalla ensiöilmassa ja toisioilmassa poltetaan syntyneet palavat kaasut, jolloin palamisreaktiossa syntynyt lämpö saadaan konvektio-osassa otettua talteen. (Puhakka ym. 39.)

Laatikon mallista kattilaa käytetään, kun tehot ovat 100–1000 kW. Nämä kattilat voivat olla joko ylä- tai alapaloisia. Laatikkokattilan lisäksi käytetään alle megawatin teholuokassa tuliputki- ja vesiputkikattilaa. (Puhakka ym. 39–40.) Tuliputkikattiloissa savukaasut kulkevat päätylaippoihin hitsatuissa putkissa, joiden välissä virtaa kattilavesi. Vesiputkikattiloissa putkissa virtaa kattilavesi ja savukaasut niiden ympärillä.

Yläpaloisessa kattilassa hake syötetään ruuvilla suoraan tulipesään tai erilliseen etupesään, missä arina sijaitsee. Pienissä teholuokissa arinan voi korvata, joko putkimallinen palopää tai palomalja. Laatikkokattiloissa pyritään saamaan palamisaika ja palamislämpötila korkeaksi, jotta kosteankin polttoaineen savukaasut ehtisivät palaa, ennen kuin savukaasut joutuvat lämmön talteenotto-pinnoille. Tämän takia tulipesä muurataan tulenkestävillä tiilillä, jotta liekki ei pääse koskettamaan vesijäähdytettyyn pintaan liian aikaisin. Lisäksi tämä estää kattilan tulipesän syöpymistä, kun poltetaan erittäin kostea haketta. (Puhakka ym. 2001, 39.) Kuvio 5 selviää yläpaloisen kattilan rakenne sekä, miten kuumat savukaasut kattilassa kulkevat.



Kuvio 5. Altasyöttöinen ns. kekoarinakattila (LivingEnergy 2013)

Alapaloisessa kattilassa on vesivaipan ympäröivä polttoainesäiliö. Hake syötetään polttoainesäiliöön ylhäältä päin sulkusyöttimen avulla. Polttoainesäiliössä hake pääsee kuivumaan valuessaan alaspäin arinalle. Arinalla olevan polttoainekerroksen läpi puhalletaan ensiöilmaa. Hakkeessa oleva hiili reagoi ensiöilmassa olevan hapen kanssa ja vähähappisessa tilassa muodostuu häkäkaasua, joka sitten poltetaan esilämmitetyssä toisioilmassa. Tästä syntyy hiilidioksidia ja lämpöä, jotka sitten johdetaan kattilan konvektio-osaan, missä lämpö siirtyy kattilaveteen. (Puhakka ym. 2001, 39.)

2.3 Pellettilämmitys

2.3.1 Erilaiset pelletit ja brikitit

Puupelletti on uusiutuvaa bioenergiaa tiiviissä muodossa. Puupellettien etuna on niiden pieni koko, energiansisältö ja helppous käsitellä. Vapon mukaan pellettien kosteusprosentti on alle 10 %, joten ne eivät homehdu eivätkä talvella jäädy. Puupelletit ovat halkaisijaltaan 6–8 mm ja pituudeltaan alle 40 mm. Puupellettien tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 4,7 kWh/kg ja irtotiheys on 650 kg/m³. (Vapo 2012a.)

Puupellettien materiaalina käytetään kuoretonta kemiallisesti käsittelemätöntä havupuuta (Vapo 2012a). Puupellettiä valmistetaan puristamalla sahanpurua ja -lastua kovalla paineella tiiviiksi massaksi. Puussa olevat sideaineet saavat sahanpurut pysymään liiman tavoin yhdessä. Näistä aineista mainittakoon ligniini, jota puussa on paljon. Koska pellettien valmistuksessa ei käytetä ylimääräisiä liimoja, ei pelleteistä tule haitallisia hajuja, vaan tuoksuu normaalille puulle. Lisäksi puupellettien tuhka on samanlaista kuin poltettaisiin halkoja uunissa eli se on erinomaista lannoiteainetta pihamaalle tai metsään. Tuhkaa tulee vain puoli prosenttia polttoaineen massasta (Vapo 2005, 10).

Turpeesta voidaan jalostaa pellettejä, brikettejä, kaasua, koksia, grillihiiltä, terveydenhoitotuotteita, hienokemikaaleja ja ammoniakkaa. Turvepellettejä ja -brikettejä käytetään energiantuotannossa, joita tehdään samalla periaatteella kuin puupellettejä. (Jokinen–Lahtinen–Leino 2005, 37.) Turvepellettien valmistukseen käytetään jyrshinturvetta, joka kuivataan ja puristetaan kovalla paineella kiinteiksi pelleteiksi ilman mitään lisäaineita (Vapo 2007, 2).

Turvebrikettien valmistus on hyvin pienimuotoista, joten sen käyttö on erittäin vähäistä. Turvepellettien käyttö ei sovellu pieniin kiinteistöihin, mutta suuremmat kiinteistöt ja aluelämpökeskukset voivat käyttää turvepellettejä polttoaineena. (Jokinen–Lahtinen–Leino 2005, 37.) Kirjan kirjoittajien kanssa olen eri mieltä turvepellettien soveltuvuudesta pieniin kiinteistöihin. Omasta mielestä turvepelletit soveltuvat hyvin pieniin kiinteistöihin polttoaineeksi, koska turvepelleteillä on lähestulkoon samanlaiset ominaisuudet kuin puupelleteillä. Jos lämmityskattila ja poltin on suunniteltu turvepolttoaineille, en näe mitään syytä olla käyttämättä turvepellettejä.

Turvepellettejä voidaan käyttää tukipolttoaineena huonolaatuisen pääpolttoaineen seassa. Tätä sanotaan priimaukseksi eli tällä tavalla voidaan parantaa polttoaineen tehollista lämpöarvoa. Turvepellettien tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 16,9 MJ/kg ja niillä on myös korkea tilavuuspaino noin 750kg/m³. Lisäksi turvepelleteillä on alhainen kosteusprosentti noin 13 %, minkä takia turvepelletit eivät homehdu eivätkä jäädy talvella. (Jokinen–Lahtinen–Leino 2005, 37; Vapo 2007, 2.)

2.3.2 Pellettilämmitysjärjestelmät

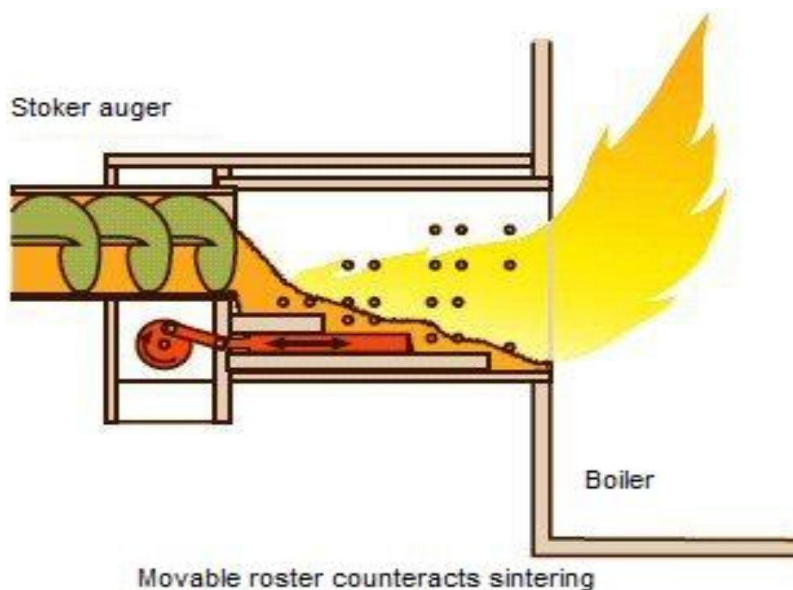
Pelleteillä toimivaan lämmitysjärjestelmään kuuluvat pellettikattila ja -poltin, polttoainekuljettimet pellettien varastosiilosta sekä tarvittava säätöautomaattikka ja muut oheislaitteet (Turvatekniikan keskus Tukes 2010, 8). Pellettilämmitysjärjestelmä toimii samalla periaatteella kuin, mikä tahansa vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Pellettilämmitysjärjestelmiä on saatavilla tehovälillä 2,5–2000 kW. (Vapo 2005, 30, 51.)

Pellettikattilaan syötetään paineilman tai ruuvien avulla varastosiilosta pellettejä. Pelletit sytytetään sähkövastuksen ja puhaltimen avulla. Nämä molemmat toiminnot tapahtuvat automaattisesti termostaatin ohjaamana. (Vapo 2005, 30, 51.) Arinalla palaessa pelletit tuottavat lämpöä, joka otetaan talteen kattilan konvektio-osassa. Lämpö siirtyy kattilaveteen ja sitä kautta suoraan patteriverkostoon tai lämminvesivaraajaan, josta saadaan lämminkäyttövesi sekä talon lämmitykseen tarvittava lämminvesi.

Omakotitaloissa joissa on puulämmitys, voidaan käyttää pellettejä sellaisenaan. Pellettejä voidaan käyttää stokeripolttimissa yhdessä hakkeen kanssa,

jolloin polttoaineen lämpöarvo paranee. Jos pientalossa on sähkölämmitys, voidaan myös käyttää pellettejä, mikäli asennetaan pellettitakka. Pellettitalalla voi säästää 100 m² omakotitalossa 500–600 euroa vuodessa. (Vapo 2005, 22.)

Stokeripoltin on kiinteän polttoaineen polttolaite. Sillä voidaan polttaa haketta, palaturvetta, pellettejä ja sahanpurua. Se on öljypolttimen tavoin liitettävä poltin kattilan kylkeen, jota kattilatermostaatti ohjaa samalla tavalla kuin öljypoltinta. Stokeripolttimeen palopäähän siirretään ruuvien avulla polttoaine, jossa se sytytetään käsin tai automatiikan avulla. Palamisilma tuotetaan puhaltimella ja pellettien palamisen jälkeen tuhka tippuu tuhka-astiaan. (Vapo 2005, 37.) Kuvio 6 selviää stokeripolttimen rakenne ja sen periaate. Jos aiotaan käyttää seospolttoainetta, missä on esimerkiksi haketta ja puupellettejä sekaisin, stokeripoltin on siihen hyvä ratkaisu.



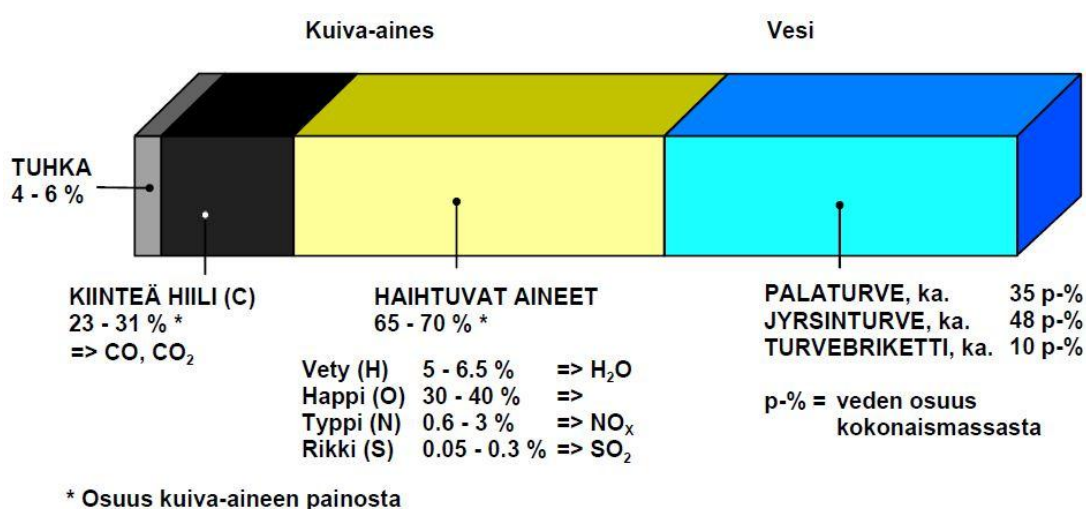
Kuvio 6. Stokeripolttimen periaatekuva (AFAB USA 2011)

2.4 Turvelämmitys

2.4.1 Turve polttoaineena ja sen tuotanto

Turvetta käytetään Suomessa lämmön ja sähkön tuotantoon. Sitä voidaan myös käyttää tukipolttoaineena kattilalaitoksissa, joissa käytetään puupolttoaineita pääpolttoaineena. Kaukolämmön tuotantoon vuonna 2011 käytettiin turvetta polttoaineena 17 % eli 9,62 TWh kaikista käytetyistä polttoaine-energioista (Energieateollisuus ry 2012, 10).

Turve on kotimaista erittäin hitaasti uusiutuvaa polttoainetta, jonka vuoksi siitä on kiistelty, että onko turve uusiutuva vai ei. Alakangasta mukailleen turve on muodostunut kuolleista kasvinosista, jotka ovat maatuneet hyvin kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa. Turpeessa on vaihtelevasti maatumattomia sekä huonosti maatuneita kasvin osia tai liekopuita. Kuten kuvioista 7 selviää, sisältää turve hiiltä 53–56 %, vetyä 5–6 %, happea 30–40 %, rikkiä 0,1–0,2 % ja typpeä 0,6–3 %. Turpeen hiilipitoisuus on riippuvainen turpeenlajista ja maatumisasteesta. (Alakangas 2000, 88.)



Kuvio 7. Polttoturpeen kemiallinen koostumus (Alakangas 2000, 88)

Suomessa turve luokitellaan kasvitieteellisen koostumuksen mukaan kolmeen päälajiin: rahka-, sara- tai ruskosammalturpeisiin. Turpeen tärkein ominaisuus on sen maatumisaste, joka ilmoitetaan ns. H-arvona. H-arvo vaihtelee välillä 1–10. H1 tarkoittaa, että siinä on täysin maatumattomia kasviaineksia ja H10, että se on täysin maaton. Rahkaturve sisältää paljon selluloosaa ja hemiselluloosaa. Saraturve taas sisältää enemmän ligniiniä kuin rahkaturve. H-arvon kasvaessa ligniinin pitoisuus nousee ja vastaavasti selluloosan ja hemiselluloosan pitoisuus vähenee. (Alakangas 2000, 87–88.)

Turpeen tuotanto voidaan jakaa kolmeen osaan; kotitarve, pienimuotoinen ja teollinen turvetuotanto. Teollisessa turvetuotannossa tuotetaan jyrsin- ja palaturvetta. Kotitarve ja pienimuotoisessa turvetuotannossa tuotetaan ainoastaan palaturvetta. Pienimuotoisessa turvetuotannossa tuotantoyksikkö on

pieni ja turve markkinoidaan muualle. Kotitarveturvetuotannossa turve tuotetaan omaan tai naapuritilojen käyttöön. (Jokinen–Lahtinen–Leino 2005, 28.)

Jyrsinturvetta tuotetaan turvesuon pinnasta koneellisesti. Jyrsinturpeen tuotannon vaiheita ovat jyrsintä, kääntäminen, karhentaminen ja kokoaminen. Jyrsinturvetta käytetään kaukolämpö- ja voimalaitoksissa. Viime vuosina turpeen käyttäjät ovat alkaneet käyttämään puupolttoaineita turpeen kanssa seoksena verotussyistä. (Alakangas 2000, 85–86.) Lisäksi, kun poltetaan puupolttoainetta turpeen seassa, vähenevät kattilalaitoksen rikkipäästöt, koska puu sitoo palaessaan turpeen rikin.

Palaturvetta tuotetaan myös turvesuosta koneellisesti noin puolen metrin syvyydestä käyttämällä apuna nostokiekkoa tai -ruuvia. Siinä jyrsitään suohon ura, josta saatu turvemassa tiivistetään ja puristetaan suutinosan läpi. Suutinosan läpi tulleet palaturpeet jätetään kuivumaan kentän pinnalle. Yleiset palaturpeen muodot on ns. sylinteripala eli pyöreän muotoinen pala ja lainepala. Palaturve kuivataan aina vähintään 35 % kosteuteen, mutta jotkut käyttäjät vaativat vieläkin kuivempaa. Palaturvetta käytetään kiinteistöjen lämmitykseen sekä aluelämpökeskuksissa ja suurempien voimalaitosten polttoaineena. (Alakangas 2000, 86–87.)

Turvetta käytetään polttoaineena jyrsinturpeena, palaturpeena tai turvepelletteinä. Turpeen tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa vaihtelee välillä 20–23 MJ/kg riippuen maatumisasteesta. Jyrsinturpeen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on keskimäärin 9,6 MJ/kg ja kosteus keskimäärin 46 %. Palaturpeen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on keskimäärin 11,8 MJ/kg ja kosteus alle 40 %. Turpeen tuhkapitoisuus vaihtelee välillä 2–10 %. Jyrsinturpeen keskimääräinen tilavuuspaino saapumistilassa on noin 341 kg/i-m³ ja palaturpeella noin 387 kg/i-m³. (Alakangas 2000, 90.)

Taulukossa 3 on esitetty turpeesta saatava tehollinen lämpöarvo saapumistilassa tietyllä kosteusprosentilla. Laskennassa on käytetty kostean polttoaineen tehollisen lämpöarvon määrittelevää laskentakaavaa 1. Kaavassa 1 on käytetty turpeen tehollisena kuiva-aineen lämpöarvona 21,5 MJ/kg

Taulukko 3. Turpeen saapumistilan kosteusprosentin vaikutus teholliseen lämpöarvoon

Polttoaineen kosteus saapumistilassa [%]	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [kWh/kg]
75	3,54	0,98
70	4,74	1,32
65	5,94	1,65
60	7,14	1,98
55	8,33	2,31
50	9,53	2,65
45	10,73	2,98
40	11,92	3,31
35	13,12	3,64
30	14,32	3,98
25	15,51	4,31
20	16,71	4,64
15	17,91	4,97
10	19,11	5,31
5	20,30	5,64
0	21,50	5,97

2.4.2 Turpeen polttotekniikat

Turvetta voidaan polttaa kaikissa kattiloissa, jotka soveltuvat turpeen polttoon. Yleisimmät kattilatyypit, joissa turvetta poltetaan ovat arina, leiju- ja kiertopetikattiloissa. Lisäksi voidaan käyttää kaasutus- tai pölypolttoja, mutta nämä ovat hieman harvinaisempia tekniikoita. Turvetta poltettaessa syntyy rikkipäästöjä, joita voidaan pienentää lisäämällä puupolttoaineita turpeen sekaan tai lisäämällä kalkkikiveä. Turve ei karstoita kattilan pintoja juuri ollenkaan, niin kuin puupolttoaineita käytettäessä tapahtuu.

Jyrsin- ja palaturvetta voidaan polttaa arina, leiju- ja kiertopetikattiloissa. Tyyppillisesti jyrsinturvetta poltetaan leiju- tai kiertopetikattilassa, kun tarvitaan suurta polttoainetehoa. Palaturvetta käytetään yleisesti arinakattiloissa kiinteistö- tai aluelämpökeskus kokoluokassa, mutta voidaan myös käyttää leiju- tai kiertopetikattiloissa lämpö- ja voimalaitoksissa.

Turvepellettejä voidaan polttaa kaikissa biokattiloissa, jotka soveltuvat turpeen polttoon. Stokeripolttimissa turvepelletti on ihanteellinen polttoaine,

koska se palaa hyvin ja kattila sekä poltin pysyvät puhtaina. (Vapo 2007, 2.) Turvepellettejä käytetään kiinteistö- ja aluelämpökeskus kokoluokassa, mutta harvemmin suuremmassa polttoaineteholuokassa.

2.5 Maalämpö

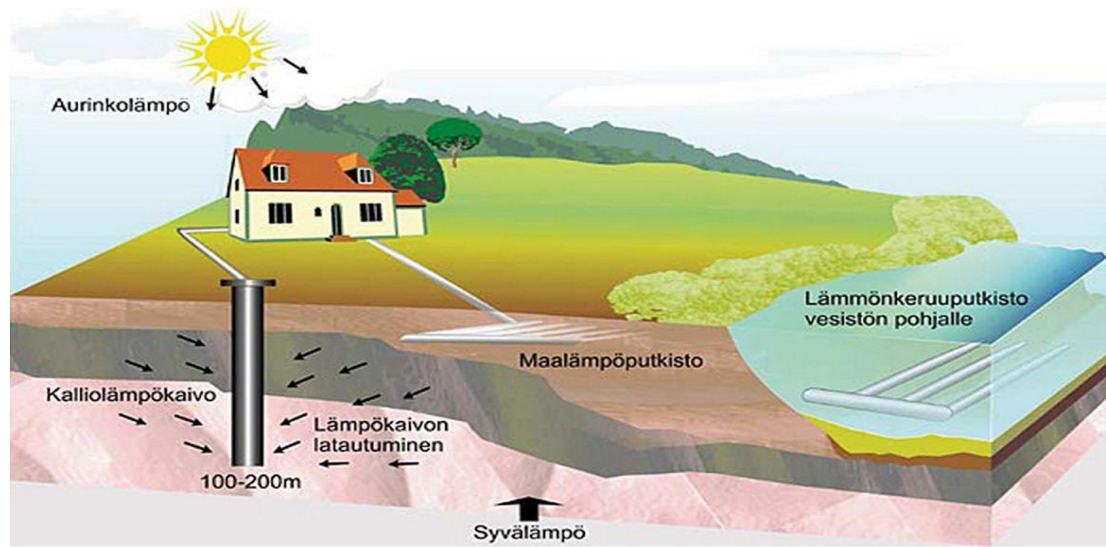
2.5.1 Maalämmön talteenottotekniikat

Maalämpö on maasta tai vesistöistä saatavaa lämpöenergiaa lämpöpumpun avulla. Maalämpöpumput mitoitetaan osatehoille, joka on yleensä 50–60 % maksimi tehontarpeesta, jolloin maalämpöpumppu tuottaa lämpöenergiaa 80–90 % koko vuoden energiantarpeesta (Kuisma 2011). Lämmityskaudella maalämpöpumppu käy hyvällä hyötysuhteella pitkiä jaksoja ja huipputehon tarve tuotetaan lisävastuksella. Maalämpöjärjestelmä on ns. matalalämpöjärjestelmä, jolloin täytyy ottaa huomioon rakennuksen lämmityslaitteisto.

Maalämmössä lämpöenergia otetaan talteen keruuputkistolla maasta tai vesistöistä, kuten kuviosta 8 selviää. Maahan vaakatasoon asennettu lämmönkeruu putkisto täytyy asentaa routarajan alapuolelle noin 0,7–1,2 m syvyyteen jättäen putkilenkkien väliin 1,2–1,5 m tilaa (Kuisma 2011). Yksittäisen putkilenkin pituus ei saisi ylittää 400 metriä. Tällä tavalla asennetusta putkistosta saadaan vuodessa energiaa Pohjois-Suomessa 10–30 kWh/m, Keski-Suomessa 20–40 kWh/m ja Etelä-Suomessa 30–60 kWh/m, kun kyseessä on savi–hiekkamaaperä (Kuisma 2011).

Maalämpöpumpun keruuputkisto voidaan asentaa myös lämpökaivoon. Lämpökaivo porataan rakennuksen viereen, johon upotetaan muoviputkilenkki. Tämän menetelmän etuna on se, että tässä saadaan noin kaksinkertainen määrä lämpöenergiaa putkimetriä kohden talteen kuin vaakatasoon asennetavalla lämmönkeruupiirillä. Lämpökaivot porataan 100–200 m syvyyteen, mutta ei ole järkevää porata 200 metriä syvemmälle. Tähän on kaksi syytä. Ensiksi sen takia, koska maaperän lämpötila ei 200 metrin jälkeen enää nouse samalla tavalla kuin alkumetreillä. Toiseksi ei kannata porata yli 200 metrin, koska maapiirin liuksen pumppauskustannukset nousevat, kun joudutaan käyttämään tehokkaampia pumppuja. Jos tarvitaan enemmän tehoa kuin, mitä yhdestä kaivosta saa, porataan useampi kaivo ja kytketään ne rinnakkain.

Vesistöistä voidaan ottaa myös lämpöenergiaa talteen lämmönkeruuputkistolla. Lämmönlähteiksi kelpaavat joet, järvet, meret ja lammet, jotka ovat jo lähellä rantaa yli kaksi metriä syviä. Putkistomateriaalina voidaan käyttää samaa kuin maahan asennettavissa. Lämmönkeruuputkisto täytyy ankkuroida vesistön pohjaan, jotta se ei jäädy jäähän kiinni ja jäiden lähtö keväällä vie sitä mukanaan. Vesistöistä saatava lämpöteho on vuodessa 70–80 kWh/m (Kuisma 2011).



Kuvio 8. Maalämmön talteenottotekniikat (Geologian tutkimuskeskus 2009)

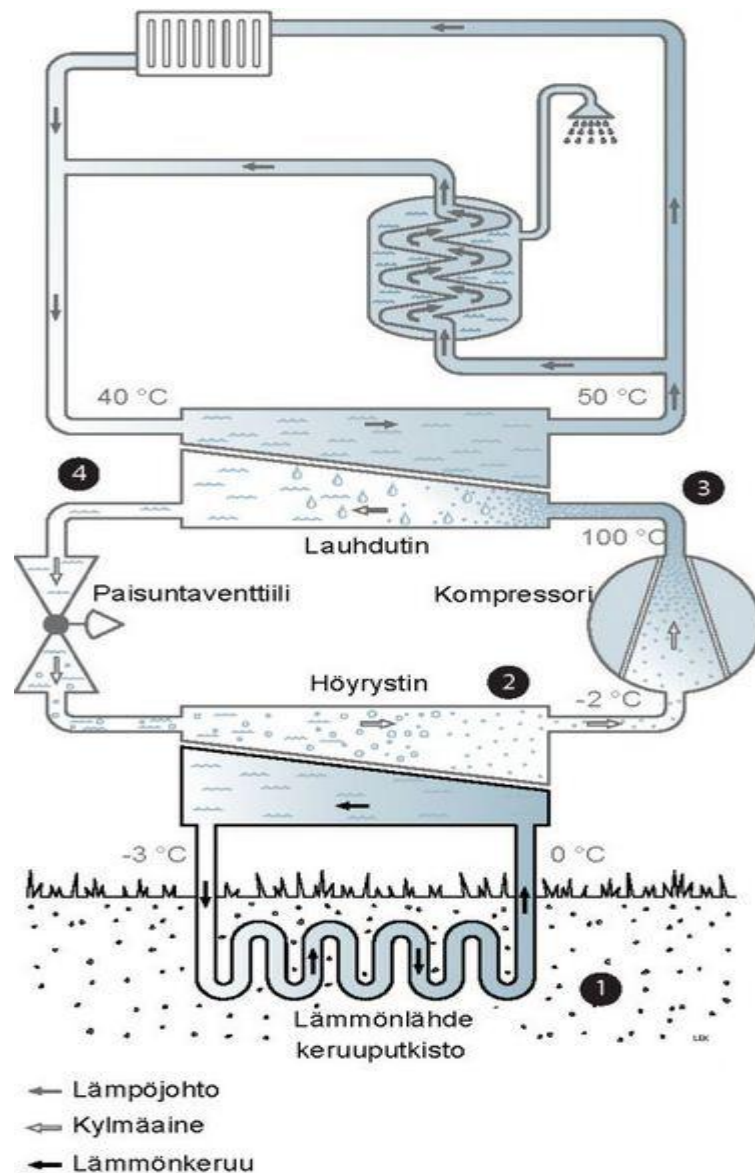
2.5.2 Maalämpöpumpun toimintaperiaate

Maalämpöpumpun toimintaperiaate on melkein samanlainen kuin ilmalämpöpumpussa. Maalämmössä kylmäaineen höyrystämiseen tarvittava energia otetaan maasta tai vesistöistä, kun taas ilmalämpöpumpussa tarvittava energia kylmäaineen höyrystämiseen otetaan ulkoilmasta. Maalämpöpumpulla voidaan lämmittää talon lämmitykseen tarvittava vesi sekä käyttövesi, mikä selviää kuvioista 9. Pelkällä ilma–ilmalämpöpumpulla ei voida lämmittää kuin talon ilmaa. Jos kyseessä on ilma–vesilämpöpumppu, voidaan tällä sitten lämmittää talon lämmitys- ja käyttövesi.

Maalämpöpumpun lämmönkeruupiirissä virtaa jäätymätön neste, joka ottaa maasta tai vesistöistä lämmön talteen. Tämän jälkeen maapiirin neste virtaa höyrystimen läpi, jossa se luovuttaa maasta tai vesistöistä saatua lämpöenergiaa höyrystäen samalla kylmäainetta. Kylmäaine on maalämpöpumpussa omissa putkistoissa omana kiertona oleva aine. Höyrystimeen kylmäaine tu-

lee nesteenä, jossa se höyrystyy ja hieman tulistuu. Tulistusta käytetään sen takia, koska kompressorilla ei kestä lainkaan nestettä. Tällä varmistetaan, että kompressorille menee pelkästään höyryä.

Tulistettu kylmäainehöyry viedään kompressorille, joka nostaa kylmäainehöyryn painetta ja lämpötilaa. Kompressorin jälkeen korkeassa paineessa ja lämpötilassa oleva kylmäainehöyry virtaa lauhduttimen läpi, jossa se luovuttaa lämpöenergiaa talon lämmitykseen ja käyttöveteen. Samalla kylmäainehöyry muuttaa olomuotoaan höyrystä nesteeksi. Tämän jälkeen kylmäaine menee paisuntaventtiilin läpi, jossa alennetaan kylmäaineen painetta sekä lämpötilaa. Paisuntaventtiilin jälkeen kylmäaine menee kylmäaineensäiliöön, mistä se lähtee uudelleen kiertoon.



Kuvio 9. Maalämpöjärjestelmän toimintaperiaate (Kaukora Oy 2013)

2.5.3 Luostolla lämmön tuottaminen maalämmöllä

Maalämpöpumpulla tuottaessa lämpöä kaukolämpöverkkoon, ongelmaksi muodostuu kaukolämpöverkon tarvitsema korkea lämpötila. Kaukolämpöverkossa täytyy olla korkea lämpötila, jotta kuluttajille asti riittäisi häviöistä huolimatta riittävästi lämpöä. Kaukolämpöverkon lämpötila on yleensä reilusti yli 60 °C ja talvella jopa yli 90 °C.

Maalämmitys on ns. matalalämpöjärjestelmä, jolla pystytään tuottamaan hyvällä hyötysuhteella vielä noin 60 °C lämpöistä vettä. Tämä riittäisi rakennusten lämmitykseen, mutta ei lämpimän käyttöveden tuottamiseen. Tämän johdosta jouduttaisiin tuottamaan käyttöveden lämmittämiseen tarvittava lämpö muilla lämmitysmuodoilla esimerkiksi sähkövastuksilla.

Luostolla maalämmöllä lämpö voitaisiin tuottaa kuluttajille kahdella eri tavalla, keskitetysti tai hajautetusti. Keskitetyssä systeemissä maalämmöllä tuotetaan lämpö yhdessä paikassa, josta lämpö jaetaan kuluttajille kaukolämpöverkkoa pitkin. Tässä systeemissä maalämmöllä tuotetaan noin 60 °C lämmintä vettä, joka sitten priimataan kiinteän polttoaineen, sähkön tai öljykattilan avulla kaukolämpöverkon tarvitsemaan lämpötilaan. Huippukulutuksen aikana kiinteän polttoaineen, sähkön tai öljyn avulla voidaan tuottaa tarvitsema lisälämpö, jos maalämpöpumpun tuottama lämpö riitä.

Hajautetussa systeemissä maalämmöllä tuotetaan lämpö kiinteistökohtaisesti, jossa kiinteistöön on asennettu oma maalämpöpumppu. Tässä systeemissä ei tarvitse rakentaa kaukolämpöverkkoa, joten sen aiheuttamat kustannukset ja lämpöhäviöt jäävät pois. Pienemmissä kiinteistöissä voidaan tuottaa lämminkäyttövesi maalämpöpumpulla, koska kulutus on vähäisempää verrattuna kylpylähotelliin. Esimerkiksi Luoston kylpylähotelliin voitaisiin tuottaa lämmitykseen tarvittava lämpö maalämmöllä. Lämpimän käyttöveden esilämmitys voitaisiin ottaa maalämmöstä ja loput käyttöveden tarvitsemasta lämmöstä voitaisiin tuottaa ilma-vesilämpöpumpuilla tai sähkövastuksilla.

3 LÄMPÖTALOUDELLINEN TARKASTELU

3.1 Kevyt polttoöljy

Tällä hetkellä Luostolla tuotetaan kaukolämpöä kevyellä polttoöljyllä. Kevyellä polttoöljyllä tuotettu kaukolämpö ei ole enää nykypäivänä kannattavaa öljyn korkean hinnan vuoksi. Lisäksi kevyen polttoöljyn hinta on hyvin riippuvainen maailmalla tapahtuviin asioihin ja markkinoihin. Koska kevyt polttoöljy on fossiilista, se ei ole uusiutuvaa. Tämän johdosta sen hinta tulevaisuudessa tuskin koskaan laskee.

Lämpö Oy Juurakkotuli maksaa tällä hetkellä kevyestä polttoöljystä 0,92 €/l arvonlisäverottomana (Jänkälä 2012). Laskennallisesti kevyellä polttoöljyllä tuotettu lämpöenergian yksikköhinta on 103,08 €/MWh. Luostolla vuonna 2011–2012 myytiin lämpöenergiaa keskimääräisesti 1652,730 MWh. Keskimääräisesti Luostolla kuluu kevyttä polttoöljyä noin 200 000 litraa vuodessa. Pelkästään polttoainekuluihin menee vuodessa 184 000 €. Aluelämpökeskuksen vuosihyötysuhde oli laskennallisesti vuonna 2011 76,4 % ja vuonna 2012 81,1 %. Vuosihyötysuhteet saadaan laskettua kaavalla 2.

$$\eta = \frac{Q_m}{Q_k} * 100 \% \quad (2)$$

missä

η on vuosihyötysuhde [%]

Q_m on kuluttajille myyty energia [MWh]

Q_k on kaukolämmön tuottamiseen käytetty energia [MWh].

Lisäksi Luoston lämpökontin huolto- ja käyttökustannuksiin menee vuosittain noin 5000 €. Tähän ei ole laskettu suurempia huolto- ja korjaustöitä sekä kalliimpia varaosia, koska niiden tarpeen ennustaminen on vaikeaa. Tämä 5000 € pitää sisällään huoltomiehen käynnin kaksi kertaa kuukaudessa Sodankylästä, jonka tuntiveloitus on 40 €. (Jänkälä 2012.) Lisäksi lämpökontin käyttöön tarvitaan sähköä, mutta se ei ole kovin merkittävä kustannus polttoainekustannuksen rinnalla. Sähköä ei kuitenkaan tämän kokoluokan lämpökontissa kulu vuodessa kovinkaan paljoa. Polttoaine- ja huoltokustannukset vuodessa ovat yhteensä noin 189 000 €.

3.2 Hakelämmitys

Kuten aiemmin olen kertonut, hakkeen saapumistilan kosteusprosentti vaikuttaa suoraan hakkeesta saatavaan lämpötehoon. Eli mitä kosteampaa hake on, sitä vähemmän siitä saadaan lämpötehoa hakekuutiota kohden. Tämä asia pitää ottaa huomioon, kun määritellään kuinka paljon haketta kuluu tietyllä ajanjaksolla. Laskennassa olen käyttänyt 40 prosentin saapumistilassa olevan hakkeen arvoja, mikä oli suurin hyväksyttävä kosteusprosentti pienen polttoainetehon omaavissa kattiloissa.

Hakepolton vuosihyötysuhteena olen käyttänyt 85 %. Kun kyselin valmistajilta budjettitarjouksia hakelämmityksestä, he lupasivat kattiloilleen yli 90 % hyötysuhteita. Mikäli hyötysuhteet vaihtelevat ± 5 % tuosta 85 %, niin se ei tuo kuin noin 2000 € lisä- tai säästökustannukset.

Lämpö Oy Juurakkotulelta saamani tietoni mukaan heille hakkeella tuotettu lämpöenergia kustantaa 20 €/MWh alv 0 % käyttöpaikalle toimitettuna (Jänkälä 2012). Tähän hintaan vaikuttaa yleinen markkinatilanne puutaloudessa sekä kuljetuksen kustannukset. Jos Luostolla olisi vuosina 2011–2012 tuotettu sama lämpöenergia hakkeella kuin kevyellä polttoöljyllä, niin se olisi tullut kustantamaan 38 888 €. Hakkeeseen siirryttäessä jo pelkästään polttoainekustannuksissa säästetään vuodessa 145 112 €.

Luostolla vuosina 2011–2012 olisi kulunut haketta noin 659 115 kg, mikä vastaa noin 2197 i-m³. Huippukulutuksen aikaan tammikuussa haketta olisi kulunut 340 i-m³ verran ja viikon aikana noin 85 i-m³. Hakkeen kulutustiedot saadaan laskettua kaavalla 3.

$$m = \frac{Q}{h_t * \eta} \quad (3)$$

missä

m	on polttoaineen kulutus vuodessa [kg/a]
Q	on lämpöenergian kulutus vuodessa [kWh/a]
h_t	on polttoaineen tehollinen lämpöarvo [kWh/kg]
η	on polton hyötysuhde.

Hakkeen kulutustiedot on tärkeä tietää, jotta pystyttäisiin mitoittamaan riittävä polttoaineen varasto. Polttoainevarastoa suunniteltaessa täytyy mitoittaa se hieman yli suureksi, koska hakkeen kulutus on riippuvainen sen kosteudesta ja ulkona vallitsevasta lämpötilasta. Polttoainevarasto olisi hyvä mitoittaa siten, että se riittäisi ainakin kahden viikon ajaksi. Lisäksi polttoaineen varastotilan suuri koko helpottaa hakkeen tilaamista ja toimittamista Luostolle. Tällöin ei tarvitse miettiä mahtuuko tilattu hake varastotilaan, kun haketta toimitetaan täysperävaunullisella rekalla. Hyvä hakesiilon tilavuus olisi yli 300 m³.

3.3 Pellettilämmitys

Pellettilämmitysjärjestelmän etuina ovat pellettien pieni koko ja niiden hyvä lämpöarvo sekä pellettien alhainen kosteusprosentti. Puupellettejä voidaan polttaa jopa yli 90 % vuosihyötysuhteella, koska niiden polttotekniikat ovat kehittyneet paljon nykypäivänä sekä puupelleteillä on alhainen kosteusprosentti.

Vapolta ostetut puupellettien tulisivat kustantamaan täysin rekoin noin 200 €/t eli 41,67 €/MWh alv 0 %. Täydessä rekassa pellettejä on noin 38–40 t, mikä selviää liitteestä 6. (Saastamoinen 2012.) Mikäli Luostolla olisi tuotettu vuosina 2011–2012 sama lämpöenergia puupelleteillä kuin kevyellä polttoöljyllä, olisi polttoainekustannukset olleet 76 521 € vuodessa. Säästöä polttoainekustannuksissa olisi tullut kevyeen polttoöljyyn verrattuna noin 107 479 € vuodessa, jos oletetaan vuosihyötysuhteeksi 90 %. Mikäli vuosihyötysuhde vaihtelee ± 5 %, vuosikustannukset polttoaineen kohdalta vaihtelevat vain noin 4000 €.

Puupellettejä Luostolla kuluisi vuoden aikana noin 391 tonnia. Tammikuussa huippukulutuksen aikana pellettejä kuluisi 61 t, mikä on noin puolitoista täyttä rekallista. Viikossa puupellettejä kuluisi noin 15,3 t. Varastotilaa pelletit tarvitsisivat noin 100 m³, jolloin täyttöväliksi tulisi reilu kuukausi. Jos halutaan täyttöväliseksi noin kaksi kuukautta, pellettisiilon tilavuuden olisi hyvä olla noin 200 m³. Suurehko siilon tilavuus helpottaa puupellettien tilausta ja toimitusta, koska siiloa ei tarvitse kuluttaa täysin tyhjäksi ennen kuin voidaan tilata lisää. Lisäksi pellettejä ei saa varastoida taivasalla, koska silloin ne voivat kastua ja mennä pilalle.

Turvepelleiteillä on sama lämpöarvo kuin puupelleiteillä eli 4,7 kWh/kg. Turvepelleiteillä on suurempi tilavuuspaino kuin puupelleiteillä eli 700 kg/m³. (Vapo 2012b.) Tämän johdosta turvepelletit periaatteessa tarvitsisivat vähemmän tilaa kuin puupelletit, mutta kuitenkin ero on merkityksetön vain 6 m³. Eli voidaan käyttää varastoinnissa samansuuruisia silloja.

Matti Saastamoinen Vapolta lupasi sähköpostiviestissä toimittaa turvepellettejä arvonlisäverottomana täysin rekoin 160 €/t hintaan eli 34,04 €/MWh (Saastamoinen 2012). Jos Luostolla olisi vuosina 2011–2012 tuotettu sama lämpöenergia turvepelleiteillä kuin kevyellä polttoöljyllä, olisi polttoaine kustannuksia tullut vuodessa 62 510 €. Vuodessa olisi säästetty polttoainekustannuksissa noin 121 490 €, jos oletetaan vuosihyötysuhteeksi 90 %. Mikäli vuosihyötysuhde vaihtelee ± 5 %, vuosikustannukset polttoaineen kohdalta vaihtelevat vain noin 3000 €.

3.4 Turvelämmitys

Turvelämmityksessä voidaan käyttää jyrshinturvetta tai palaturvetta polttoaineena. Lämpö Oy Juurakkotulelta saamani tietoni mukaan jyrshinturpeella tuotettu lämpöenergia kustantaa heille 12 €/MWh ja vastaavasti palaturpeella tuotettuna 14€/MWh (Jänkälä 2012). Molempien polttoaineiden hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Oletetaan, että molempien turvepolttoaineiden polton vuosihyötysuhde olisi 85 %. Mikäli Luostolla olisi vuosina 2011–2012 käytetty kevyen polttoöljyn sijasta jyrshinturpeella tuotettua lämpöenergiaa, olisi polttoainekustannukset ollut vuodessa 23 333 €. Säästöä tästä syntyy vuodessa kevyeen polttoöljyyn verrattuna 160 667 €. Jos taas olisi käytetty palaturvetta kevyen polttoöljyn sijaan, polttoaine kustannuksia olisi syntynyt vuodessa 27 221 €. Säästöä kevyeen polttoöljyyn verrattuna olisit tullut vuodessa 156 779 €.

Jyrshinturpeen tehollinen lämpöarvo on saapumistilassa 9,6 MJ/kg. Tämän arvon avulla saadaan laskettua kaavalla 3, kuinka paljon jyrshinturvetta kuluu vuodessa ja huippukulutus kuukauden aikana. Oletetaan, että jyrshinturpeen polton vuosihyötysuhde on 85 %. Vuodessa jyrshinturvetta kuluisi 729 t ja huippukulutus kuukauden aikana 113 t. Jos halutaan, että jyrshinturpe riittää

polttoaineena kuukauden ajan, täytyy polttoainevarasto olla vähintään 330 m³ kokoinen.

Palaturpeen tehollinen lämpöarvo on saapumistilassa 11,8 MJ/kg. Tämän arvon avulla saadaan laskettua kaavalla 3, kuinka paljon palaturvetta kuluu vuodessa ja huippukulutus kuukauden aikana. Oletetaan, että palaturpeen polton vuosihyötysuhde on 85 %. Vuodessa palaturvetta kuluisi 593 t ja huippukulutus kuukauden aikana 91 t. Jos halutaan, että palaturve riittää polttoaineena kuukauden ajan, täytyy polttoainevarasto olla vähintään 250 m³ kokoinen.

3.5 Maalämpö

Maalämpöpumpun hyötysuhdetta kuvataan COP-arvolla (Coefficient Of Performance) eli lämpökertoimella. Tällä arvolla kuvataan maalämpöpumpun tuottamaa lämmitystehon suhdetta sen käyttämään sähkötehoon nähden (Kuisma 2011). COP-arvo on vain hetkellinen, jota ei pidä sekoittaa SPF-arvoon. SPF-arvo ilmoittaa koko vuoden ajan mitattua COP-arvoa (Kuisma 2011). Keskimääräisesti maalämpöpumpun COP on 3. Tämä tarkoittaa sitä, että maalämpöpumppu tarvitsee lämmön tuottamiseen 1/3 verran sähköä. COP-arvolla 3, maalämpöpumppu tuottaa kolme kertaa tarvittavan sähkönsä verran lämpöä.

Nykyisillä maalämpöpumpuilla voidaan päästä COP-lukuun 5, mikä on jo erittäin hyvä luku. Maalämpöpumpun COP-luku riippuu maalämmöllä tuotetusta lämpötilasta. Mitä korkeampaa lämpötilaa halutaan, sitä pienempi on COP. Mitä pienempi on maasta saatavan lämpötilan ja maalämpöpumpun jälkeisen lämpötilan erotus, sitä parempi on COP. Kun lämpötilaero näiden välillä kasvaa, alkaa COP-arvo pienentyä.

Oletetaan, että Luostolle hankittaisiin maalämpöpumppu, minkä COP olisi 3. Arvioituna huipun käyttöaikana olen käyttänyt 2500 h ja vuosikulutuksena vuosien 2011–2012 keskimääräistä lämpöenergian kulutusta. Kun Luostolla kulutetaan keskimääräisesti 1652,730 MWh lämpöenergiaa vuodessa, voidaan siitä laskea maalämpöpumpun teho kaavalla 4. Tästä saadaan maalämpöpumpun tehoksi 661 kW. Maalämpöpumppu kuluttaisi sähköä vuodessa 550,910 MWh ja lämpöä se tuottaisi 1652,730 MWh.

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (4)$$

missä

- Φ on maalämpöpumpun teho [kW]
 Q on vuodessa kulutettu lämpöenergia [kWh]
 t on huipun käyttöaika [h].

Täällä pohjoisessa saadaan maahan asennettavalla putkistolla energiaa 30 kWh/m. Luoston tapauksessa maahan asennettavaa putkistoa tarvittaisiin 55,1 km. Kun maahan asennettavan putkilenkin maksimi pituus on 400 m, niin Luostolle tarvittaisiin yhteensä 138 kappaletta putkilenkkiä. Tämä taas vaatisi vähintään 8,3 hehtaarin pinta-alan, kun putkimetri tarvitsee pinta-alaa noin 1,5 m².

Lämpökaivolla saadaan noin kaksinkertainen määrä lämpöenergiaa metriä kohden kuin maahan asennettavalla putkistolla eli noin 60 kWh/m. Luoston tapauksessa tulisi 27,5 kilometriä lämpökaivoa, mikä tekee noin 138 kappaletta. Koska lämpökaivoja ei voida porata vierekkäin, täytyy lämpökaivojen väliin jättää noin 20 metriä väliä. Tämä sen takia, että viereinen lämpökaivo ei varasta lämpöä toiselta lämpökaivolta ja maaperä ei jäähdy liikaa lämpökaivojen alueelta. Tästä voidaan laskea, että kaivojen tarvitsema pinta-ala olisi noin 5,5 hehtaaria.

Lämpö Oy Juurakkotulelta saamani tiedon mukaan sähkö kustantaa heille noin 10 snt/kWh eli 100 €/MWh (Jänkälä 2012). Jos lämpö tuotettaisiin maalämpöpumpulla Luostolla, sähköä maalämpöpumppu tarvitsisi 550,910 MWh vuodessa. Sähkön kustannus vuodessa olisi 55 091 €. Säästöä maalämmöllä tulisi 128 909 € verattuna kevyeen polttoöljyyn.

Maalämpöpumpun investointi voidaan laskea karkeasti, että se on noin 1000 €/kWh ja maalämpökaivojen poraus 30 €/m (Viertola 2012). Näillä arvoilla saadaan laskettua maalämpöpumpun investointi kustannukseksi 661 000 € ja maalämpökaivojen porauskustannukseksi 826 365 €. Yhteensä investointi kustannukseksi tulisi noin 1 542 456 €. Investointi maksaisi itsensä takaisin näillä öljyn ja sähkön hinnoilla noin 8,5 vuodessa.

Laskelmista puuttuu maahan asennettavan lämmönkeruuputkiston hinta, koska sen kustannuksia on hyvin vaikea arvioida. Täytyisi tietää minkälaista maaperää kaivettavalla alueella on. Lisäksi täytyisi tietää, että paljonko tulisi kustantamaan kaivaminen kyseiselle maaperälle. Täytyisi selvittää myös putkistojen tarvitseman pinta-alan vievän tontin hinta, joka vaikuttaa myös merkittävästi kustannuksiin. Ottaen huomioon Luoston alue, että se on hyvin kallista ja kivikkoista, voi kaivamiselle tulla erittäin paljon kustannuksia sekä esteitä.

4 VAIHTOEHDOT LUOSTON LÄMPÖKESKUKSEN KORVAAJAKSI

4.1 Budjettitarjoukset lämmitysjärjestelmien toimittajilta

Pyysin alustavia budjettitarjouksia 12 kappaletta, joista olen saanut vain neljä tarjousta koskien kiinteän polttoaineen käyttömahdollisuutta. Lisäksi olen saanut yhdeltä maalämpöyritykseltä maalämmön toimittamisesta budjettitarjouksen sekä yhdeltä pellettejä valmistavalta tehtaalta pellettien toimituksesta tarjouksen. Vaikka alun perin kyselin Vapolta lämmitysratkaisuja, mutta he sanoivat tekevän lämmityskontteja vasta, kun lämmön tarve on yli 3 000 MWh vuodessa.

Kiinteän polttoaineen lämmityskonttiratkaisuissa on jonkin verran eroja valmistajien kesken. Kaikkien valmistajien lämmitysratkaisukontiin kuuluvat, lämmityskontin sisäpuoliset laitteet ja rakenteet. Tilaajan vastuulle jää hankkia

- rakennus- ja ympäristöluvat
- maanrakennustyöt
- perustukset
- sähkö-, vesi-, viemäri- ja puhelinliittymät
- aluevalaistus
- tieyhteydet
- kaukolämpöverkkoon kytkennät ja mahdolliset kaukolämpöverkon rakennustyöt
- tarvittava apu- ja varakattila.

Tarvittava apu- ja varakattila on jo olemassa. Luoston tämän hetkinen lämpökontti voi toimia apu- ja varakattilana, joten lämmön saanti kuluttajille on varmasti taattua.

Bio-Expert Oy budjettitarjous (Liite 2)

Bio-Expert Oy tarjosi heidän nimeen Schmid UTSR teollisuuskattilaa polttoaineteholtaan 0–2000 kW. Heidän kattilassa on ilmajäähdytteinen arina ja täysin automaattinen palotapahtuman ohjaus lambda-anturilla. Bio-Expert Oy lupaa heidän kattilalleen 30 % osateholla jopa yli 90 % hyötysuhteen. Polttoaineina voidaan käyttää haketta ja puupellettejä. Vaikka kiinteän polttoaineen

kattila on varustettu automaattisella nuohouksella, ei tarjoukseen sisälly tuhka-astiaa, joka on kuitenkin melko tärkeä osa kiinteän polttoaineen poltossa.

Bio-Expert Oy:n tarjoukseen kuuluu 336 m³ tankopurkainasema, joka on varustettu kiinteän polttoaineen siirtolaitteilla. Lisäksi heidän tarjoukseen kuuluu savupiippu, joka on 20 metriä korkea ja 700 mm halkaisijaltaan. Merkillistä budjettitarjouksessa on se, että he ovat antaneet hinnan pohjalaatan tekemiseen, mutta siihen ei kuulu savupiipun anturan tekeminen. Savupiipun anturan joutuu tilaaja itse suunnittelemaan ja tekemään.

Megakone Oy budjettitarjous (liite 3)

MegaKone Oy:n tarjoamassa lämpökonttiratkaisussa liitetään paikallaan kaksi samansuuruista lämpökonttia yhteen. Tämän ratkaisun ansiosta he erottuvat hyvin muista lämmityskattiloiden valmistajista. Heillä on lämpökontissa 990 kW polttoainetehon omaava kiinteän polttoaineen kattila. Kun yhdistetään kaksi 990 kW kiinteän polttoaineen kattilaa, saadaan polttoainetehoksi yhteensä 1980 kW. Omasta mielestäni tämä on hyvä ratkaisu. Kun lämmön kulutus on vähäistä, voidaan vain toista kattilaa käyttää. Kun lämmön tarve on suuri, voidaan käynnistää toinen kiinteän polttoaineen kattila tuottamaan lisää lämpöenergiaa. Lisäksi, jos toinen kattiloista vioittuu, voidaan toinen kattila ottaa käyttöön ja korjata tai huoltaa vioittunutta kattilaa sillä aikaa.

MegaKone Oy:n valmistamat kiinteän polttoaineen kattilat ovat monipolttoaineisia. Niissä voidaan käyttää polttoaineena haketta, palaturvetta, brikettejä ja puupellettejä. MegaKone Oy lupaa heidän kattiloilleen tämän 990 kW polttoainetehon 30 % kosteudessa olevalla hakkeella. Minimi polttoainetehoksi he lupaavat 5 % nimellistehosta eli 50 kW. Kiinteän polttoaineen palotapah-tuma on lambda-ohjattu, millä voidaan säätää palamisilma ja polttoainesyöttöä, niin että palaminen tapahtuu puhtaasti ja korkealla hyötysuhteella. Polttoaineensyöttö hakevarastosta tapahtuu Agrimaster® -kolakuljettimen ja ruuvienavulla 1 000 kW palopäälle. Kiinteän polttoaineen kattilat ovat varustettu liikkuvalla ja vesijäähdytetyllä arinalla.

Heidän lämpökonttiratkaisussa on hakevarasto samassa paketissa, jonka bruttotilavuus on 126 m³. Kun yhdistetään kaksi samankokoista lämpökonttia yhteen, tulee hakevaraston suuruudeksi 252 m³. Osastointi on tehty seura-

vasti, että kattilahuoneen katto- ja seinärakenteet ovat paloluokaltaan EI 60 ja hakevaraston katto- ja seinärakenteet EI 30. Tämän ansiosta lämpökontti voidaan sijoittaa rakennuksen välittömään läheisyyteen. Kun on kaksi kattilaa, tarvitaan kaksi savupiippua. Savupiippujen pituus on 12 metriä ja halkaisija 400 mm. Lisäksi MegaKone Oy:n lämpökontti voidaan verhoilla muihin rakennuksiin nähden sopivalla materiaalilla, joten näin se ei erotu kovin paljoa muista rakennuksista (MegaKone Oy 2012).

Sykäke Oy budjettitarjous (liite 4)

Sykäke Oy tarjoaa heidän nimeen 2 MW polttoainetehon omaavaa lämpökonttia. Lämpökontissa oleva kiinteän polttoaineen kattila on monipolttoaineinen, jossa voidaan käyttää polttoaineena haketta, palaturvetta sekä pellettejä. Lämpökontissa on moduulivarastot polttoaineen varastointiin. Polttoainevarasto on kaksi osanen. Yhden polttoainevaraston osa on 160 m³ ja, kun näitä yhdistetään kaksi saadaan polttoainevarastoksi 320 m³. Nämä varastot sisältävät kaiken polttoaineen syöttämiseen tarvittavat laitteet. Tarjous sisältää myös savupiipun, jonka pituus on 20 metriä.

Kiinteän polttoaineen kattila on varustettu laajalla tehonsäätöalueella, 25–2000 kW, jossa on yksipalopää. Kattilassa on liikkuva-arina, joka on vesi ja primääri-ilma jäähdytteinen. Keraamiset holvirakenteet ja jälkipolttoputki ovat vaihdettavissa. Vaihtoväli on 5–10 vuotta ja vaihto-osien kustannus noin 4 800 € alv 0 %. Kattilan muut muuraukset, massaukset ja eristykset ovat huollettavissa tai vaihdettavissa. Niiden huolto- tai vaihtoväli on noin 5 vuotta ja kustannus noin 2 500 € alv 0 %. Kiinteän polttoaineen kattila on varustettu automaattisella nuohouksella ja 5 m³ kokoisella tuhkakontilla.

Yritys Oy Budjettitarjous (liite 5)

Yritys Oy tarjosi heidän nimeensä lämpökeskusta, jonka polttoaineteho on 2 MW. Tässä lämpökeskuksessa voidaan käyttää polttoaineina haketta ja palaturvetta. Laitoksen minimi polttoaineteho on 15–20 % maksimi polttoainetehosta eli noin 350 kW. Hyötysuhde on välillä 87–88 % riippuen polttoaineesta. Lämpökeskus sisältää kaiken tarvittavan kattilatoimintaan.

Palotapahtuman ohjaus tapahtuu savukaasujen tummuusmittauksella. Savukaasujen tummuusmittaus on jo hieman vanhanaikainen menetelmä, kun nykyään on alettu käyttämään paljon palotapahtuman ohjaukseen lambda-anturia. Lambda-anturi mittaa savukaasuista happipitoisuuden ja sen mukaan säätää kattilaan syötettävää palamisilmaa ja polttoainesyöttöä.

Lisäksi lämpökeskus sisältää varavoimakoneen kattilan turvalliseen alasajoon, mitä ei muissa budjettitarjouksissa ollut esitetty. Polttoaineen varastointi tapahtuu 3x100 m³ bunkkerityyppisellä varastoinnilla, jossa on tankopurkaimet. Yhteensä polttoaineen varastotilaa on 300 m³. Yritys Oy:n tarjous sisältää myös savupiipun, tuhkanpoistolaitteet ja tuhkakontin.

GeoWatti Oy budjettitarjous (liite 7)

Sain ainoastaan Geowatti Oy:ltä maalämmöstä tarjouksen. Heidän tarjoukseen kuuluu maalämmön toimittaminen kohteeseen. Tämä maalämmön toimittaminen tarkoittaa sitä, että Geowatti Oy hankkii laitteet ja asentaa ne kohteeseen, eli Lämpö Oy Juurakkotuli ostaisi vain heiltä lämpöä ja myisi eteenpäin. Geowatti Oy myös huolehtii laitteistojen toiminnasta sekä niiden kunnossapidosta sopimuksen voimassaoloaikana. Sopimuksen kesto on 15 vuotta, johon voidaan määritellä laitteistojen lunastusmahdollisuus 5 ja 10 vuoden välein. Tällöin laitteisto siirtyy Lämpö Oy Juurakkotulen omaisuudeksi sekä myös huolto ja kunnossapito samalla.

Tämä on ns. hajautettu lämmitysjärjestelmä, jossa jokaiseen kohteeseen asennetaan oma maalämmitysjärjestelmä. Tällä tavoin ei tarvitse rakentaa kaukolämpöverkostoa, joten sen tuomat rakennuskustannukset voidaan jättää pois. Kaukolämpöverkon rakentamisesta saattaa syntyä isojaakin kustannuksia, kun otetaan huomioon Luoston maaperä, mikä voi olla hyvin kallioista tai kivikkoista.

Hyviä puolia tässä järjestelmässä on se, että laitteiston vikaantuessa, ei mene kaikilta kuluttajilta lämmitys pois, vaan kyseiseltä kiinteistöltä. Kun tällä hetkellä Luostolla suurin osa kiinteistöistä on sähkö- tai öljylämmitteisiä, niin vara- ja huippuenergian tuotantoonkin on jo olemassa keinot. Hajautetulla maalämmitysjärjestelmällä ei ole myöskään kuluttajien määrällä rajoitusta, vaan voidaan ottaa kaikki halukkaat liittyjät.

4.2 Lämmitysjärjestelmien takaisinmaksuaika eri polttoaineilla

Geowatti Oy:n maalämmön toimittamisen tarjous maksaisi 146 467 € alv 0 % vuodessa, kun lasketaan vuosien 2011–2012 keskimääräisellä energian myynnillä. Tällä säästettäisiin vuodessa 37 533 € verrattuna öljylämmitykseen. Tällaisella säästöllä maalämpö maksaisi itsensä takaisin alle 5 vuodessa, mikäli ei oteta huomioon muita kuluja kuin pelkästään polttoainekulut.

Tulevaisuudessa, kun laitteisto on oma ja eikä Geowatille tarvitse maksaa mitään, säästettäisiin vuodessa kevyeen polttoöljyyn verrattuna noin 128 909 €. Tulevaisuuden säästö on vaikeasti ennustettavissa oleva asia, koska ei voi varmuudella sanoa, mikä on tulevaisuuden sähkön ja öljyn hinta. Laskuissa olen kuitenkin olettanut, että hinnat olisivat samat kuin tänä päivänä.

Bio-Expert Oy:n lämpökeskus maksaisi rakennuksesta riippuen 993 699–1 043 699 € alv 0 %. Takaisinmaksuaika hakepolttoainetta käytettäessä olisi alle 8 vuotta ja puupellettejä pelkästään käytettäessä alle 10 vuotta. Jos käytettäisiin 50 % hakepellettiseosta, takaisinmaksuaika olisi alle 9 vuotta. Tässä ei ole otettu huomioon muita kuluja, mitä syntyy lämpökeskusta hankkies- sa ja sitä käytettäessä. Ainostaan on otettu huomioon se, kuinka nopeasti pelkällä polttoaineen muutoksella lämpökeskus maksaa itsensä takaisin.

MegaKone Oy:n lämpökeskus maksaisi 680 000 € alv 0 %. Heidän lämpökeskus on ns. monipolttoaineinen eli voidaan käyttää esimerkiksi haketta, puu- ja turvepellettejä, palaturvetta sekä näiden seoksia. Nopeimmin investointi maksaisi itsensä takaisin hakkeella tai palaturpeella, noin 5 vuodessa. Pitkäaikaisin takaisinmaksuaika olisi puupelleteillä, joka on alle 7 vuotta. Seospolttoaineita käytettäessä nopeimmin maksaisi takaisin hakkeen ja palaturpeen seos, noin 5 vuodessa. Kaikkien seospolttoaineiden takaisinmaksuaika jää kuitenkin alle 6 vuoden.

Sykäke Oy:llä on myös monipolttoaineinen lämpökeskusratkaisu. Mallista riippuen lämpökeskus maksaisi 660 000–740 000 € alv 0 %. Palaturvetta käytettäessä investointi lämpökeskukseen maksaisi itsensä takaisin alle 5 vuodessa. Jos käytettäisiin pellettejä, niin takaisinmaksuaika olisi alle 7 vuotta. Mikäli käytettäisiin puu- ja turvepellettien 50 % seosta, olisi tällöin ta-

kaisinmaksuaika alle 7 vuotta. Muilla polttoaineseoksilla takaisinmaksuaika jäisi alle 6 vuoden.

Yritys Oy:n tarjous oli kaikista kallein. Heidän lämpökeskuksessa ei voida käyttää kuin haketta, palaturvetta tai näiden polttoaineseosta. Hakkeella takaisinmaksuajaksi tulisi 9 vuotta ja palaturpeella 8,5 vuotta. Hakkeen ja palaturpeen seoksella takaisinmaksuaika jäisi alle 9 vuoden. Erot polttoaineiden välillä ovat niin pieniä, että niillä ei ole suurtakaan merkitystä.

Taulukossa 5 olen esittänyt yhteenvedon kustannuksista eli minkälaisella investoinnilla saisi nämä lämmitysjärjestelmät. Taulukossa 6 olen esittänyt yhteenvedon takaisinmaksuajoista lämmitysjärjestelmittäin eri polttoainevaihtoehtoilla. Lisäksi taulukosta 4 löytyy energiantuotannon yksikköhinnat kootuna polttoaineittain.

Taulukko 4. Energiantuotannon yksikköhinnat polttoaineittain

Polttoaine	Hinta	yksikkö
Kevyt polttoöljy	103,08	€/MWh
Hake	20,00	€/MWh
Puupelletti	41,67	€/MWh
Turvelletti	34,04	€/MWh
Jyrsinturve	12,00	€/MWh
Palaturve	14,00	€/MWh

Taulukko 5. Yhteenvedo budjettitarjouksien kustannuksista

Toimittaja/valmistaja	Malli	Kustannus	yksikkö
Bio-Expert Oy	Halvempi rakennus	993 699	€ alv 0 %
	Kalliimpi rakennus	1 043 699	€ alv 0 %
Megakone Oy	MegaCont 2	680 000	€ alv 0 %
Sykäke Oy	Malli A1	660 000	€ alv 0 %
	Malli A2	740 000	€ alv 0 %
Yritys Oy	KPA	1 270 000	€ alv 0 %
GeoWatti	Maalämpö COP 3	146 467	€ alv 0 %
Vapo Oy	Puupelletti	41,67	€/MWh
	Turvelletti	34,04	€/MWh

Taulukko 6. Kiinteän polttoaineen lämpökeskusten takaisinmaksuajat vuosissa eri polttoaineilla sekä niiden seoksella

Polttoaine	Bio-Expert Oy		MegaKone Oy	Sykäke Oy		Yritys Oy
	Malli A*	Malli B*		Malli A1	Malli A2	
Hake	6,9	7,2	4,7	4,6	5,1	8,8
Puupelletti	9,3	9,7	6,3	6,1	6,9	-
Palaturve	-	-	4,3	4,2	4,7	8,1
Turvepelletti	-	-	5,6	5,4	6,1	-
50 % -seos (hake - Puupelletti)	7,9	8,3	5,4	5,2	5,9	-
50 % -seos (hake - palaturve)	-	-	4,5	4,4	4,9	8,4
50 % -seos (hake turvepelletti)	-	-	5,1	5,0	5,6	-
50 % -seos (Puupelletti - palaturve)	-	-	5,2	5,0	5,6	-
50 % -seos (puupelletti - turvepelletti)	-	-	5,9	5,8	6,5	-
50 % -seos (palaturve - turvepelletti)	-	-	4,9	4,7	5,3	-

Malli A* Riippuen rakennuksesta

Malli B* Riippuen rakennuksesta

Pisin takaisinmaksuaika

Lyhin takaisinmaksuaika

5 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyössä olen vertailut erilaisilla kiinteillä polttoaineilla syntyvää säästöä verrattuna kevyeen polttoöljyyn. En selvittänyt laitteistoista niiden tarkempia huolto- ja käyttökustannuksia, koska halusin pitää tämän opinnäytetyön mahdollisimman yksinkertaisena. Mielestäni huolto- ja käyttökustannuksilla ei ole kovinkaan suurta merkitystä tässä Luoston tapauksessa, koska kattilalaitoksen koko ja polttoaineteho ovat suhteellisen pieniä. Verrattuna polttoaineen kulutukseen ja siitä syntyviin kustannuksiin, huolto- ja käyttökustannukset eivät ole niiden rinnalla kovin suuria.

Opinnäytetyössä olisin voinut käyttää LCC-analyysiä. En käyttänyt tätä menetelmää, koska LCC-analyysissä on vaikeasti ennustettavia tekijöitä, joilla voi olla suuri merkitys kustannuksiin tulevaisuudessa. Esimerkiksi pankkilainojen korot, polttoaineiden hinnat sekä, mitä Suomen hallitus päättää tulevaisuudessa liittyen energiantuotantoon, on hyvin vaikeasti ennustettavissa. Kuitenkin täytyy ottaa huomioon se, että öljyn hinta ei tulevaisuudessa tule laskemaan. Näin säästöä tulee joka tapauksessa vuosi vuodelta enemmän, kun vaihdetaan kiinteisiin ja uusiutuviin polttoaineisiin.

Saamistani lämpökeskusten budjettitarjouksista, Megakone Oy ja Sykäke Oy tekivät halvimmat budjettitarjoukset. Näiden kahden budjettitarjouksen välillä ei hinnassa ja takaisinmaksuajoissa ole suurtakaan eroa. Lisäksi molemmat kattilalaitokset ovat monipolttoaineisia, eli voidaan käyttää haketta, palaturvetta ja pellettejä.

Budjettitarjouksien sisällöstä löytyy jonkin verran eroja. MegaKoneen kattilalaitos sisältää kaksi 990 kW kiinteän polttoaineen kattilaa, kun taas Sykäken kattilalaitos pitää sisällään yhden 2 MW kiinteän polttoaineen kattilan. Lisäksi Sykäkkeen budjettitarjous sisältää kaksi eri kattilalaitos vaihtoehtoa ja optiohinnat, jotka selviävät liitteestä 4.

Syäkäkeellä on suurempi hakevarasto kuin Megakoneella, joka on noin 68 m³ suurempi. Automaatiossa on myös hieman eroa. Sykäkkeen kattilalaitos sisältää PC-valvomon, johon saa optiona raportointi järjestelmän. MegaKoneen kattilalaitokseen saa GSM-hälytyksen, mutta Luoston tapauksessa PC-valvonta kaukovalvontana olisi paras ratkaisu. Kaukovalvonta Luoston tapa-

uksessa on hyvä, koska kaukovalvonta tapahtuisi Sodankylän lämpölaitokselta, missä on koko ajan miehitys. Tällä tavalla voitaisiin seurata ja säätää kattilan toimintaa ympärivuorokauden reaaliajassa. Häiriötilanteissa voitaisiin reagoida nopeammin ja sen aiheuttaja paikallistaa nopeammin.

Saamistani lämpökeskusten budjettitarjouksista Bio-Expert ja Yritys Oy tekivät kalleimmat budjettitarjoukset. Näiden kahden budjettitarjouksen välillä on jonkin verran eroa hinnassa, johtuen Bio-Expertin budjettitarjouksessa olevasta lämpökeskusrakennuksen ja pohjalaatan hinnasta. Lisäksi takaisinmaksuajoista löytyy hieman eroa.

Budjettitarjouksien sisällöstä löytyy myös eroja. Eroa löytyy mm. kattilan käyttöpaineessa, joka on Yrityksellä 10 bar ja Bio-Expertillä 5 bar. Bio-Expertin kattilaa ei voida käyttää kuin hakkeella, kun taas Yrityksen kattilaa voi käyttää hakkeen lisäksi palaturpeella. Lisäksi Bio-Expert Oy on selvittänyt budjettitarjouksessaan tarkemmin, mistä osioista hinta muodostuu. Siellä on annettu hinnat kattilalle, tankopurkainasemalle, savupiipulle sekä rakennukselle. Lisäksi löytyy hinta pohjalaatalle, mutta tämän tekemisestä tilaaja ja toimittaja voivat keskenään sopia.

Mielestäni parhain kattilalaitos olisi MegaKone Oy tarjoama, koska siinä on kaksi erillistä kiinteän polttoaineen kattilaa. Kun on kaksi kattilaa, voidaan toista kattilaa käyttää suuremman osan ajasta optimaalisella teholla. Tällöin palamisprosessi voidaan säätää siten, että pystytään polttamaan kiinteää polttoainetta hyvällä hyötysuhteella. Toinen kattiloista voitaisiin säätää osakuormitukselle siten, että palamistapahtuma tapahtuisi parhaalla hyötysuhteella. Tällöin sitä voitaisiin käyttää pääkattilan apuna talvella tai kesällä, kun lämmöntarve on vähäistä. Lisäksi kahden kattilan lämpökeskuksessa on se hyvä puoli, että jos toiseen kattilaan tulee häiriö tai vika, voidaan toinen kattiloista ottaa käyttöön. Tällöin voidaan suorittaa huollot ja korjaukset toiseen kattilaan eikä välttämättä tarvitse ottaa öljykattiloita käyttöön.

Pääpolttoaineeksi ottaisin hakkeen. Hake sen takia, koska se on uusiutuvaa sekä kotimaista. Takaisinmaksuaika MegaKoneen lämpökeskuksella jää hakkeella alle kuuden vuoden. Lisäksi hakkeen saatavuus Sodankylän alueella on taattua, koska kunnan alueella on paljon metsää. Hakettamisproses-

silla on myös työllistävä vaikutus, joten on myös mahdollisesti kuntalaisille töitä tarjolla. Ongelmaksi haketta käytettäessä voi muodostua sen vaihteleva laatu. Kun halutaan laitoksen toimivan ilman häiriöitä, hakettamisprosessin ja valmiin hakkeen laadunvalvontaan täytyy panostaa. Hyvällä valvonnalla voidaan varmistaa, että Luostolla käytetään hyvälaatuista haketta.

Toisena polttoainevaihtoehtona käyttäisin hakkeen ja palaturpeen seosta. Tätä voitaisiin käyttää esimerkiksi, jos hakkeen saatavuus on heikkoa tai hake on huonolaatuista. Lisäksi palaturve on hieman edullisempaa kuin hake. Tällä tavalla voitaisiin saada tuotettua kaukolämpöä hieman halvemmilla polttoainekustannuksilla.

Jos polttoaineen laatu on todella heikkoa, mikä voi johtua sateisesta kesästä, käyttäisin puu- tai turvepellettejä polttoaineen seassa. Tätä kutsutaan priimaukseksi ja se parantaa huonon polttoaineen lämpösisältöä. Puu- ja turvepelleteillä on alhainen kosteusprosentti ja täten ne soveltuvat priimaukseen erinomaisesti.

Kun halutaan käyttää lämpökeskusta häiriöttömästi ja toimintavarmasti, valitsisin pelletit päälämmityspolttoaineiksi. Nämä sen takia, koska puu- ja turvepelleteillä on alhainen kosteusprosentti. Lisäksi ne ovat tasalaatuisia ja omaavat hyvän lämpöarvon. Koska pelletit ovat tasalaatuisia, voidaan kattilan polttoaineensyöttö ja palamistapahtuma säätää helposti optimaaliselle tasolle. Ongelmaksi voi muodostua pellettien saatavuus sekä hinta. Pellettien käytön hintaa nostavat pitkät kuljetusmatkat, koska Sodankylän lähistöllä ei ole pellettejä valmistavaa tehdasta.

Lopuksi vielä se, että mielestäni Luoston lämpökeskuksen muuttaminen kiinteälle polttoaineelle kanttaisi muuttaa mahdollisimman nopeasti. Sen takia, koska öljyllä tuotettu kaukolämpö on erittäin kallista. Kun käytettäisiin kotimaisia uusiutuvia polttoaineita, voitaisiin vähentää öljyriippuvuutta ja ympäristöpäästöjä sekä tuottaa kaukolämpöä edullisemmin.

LÄHTEET

- AFAB USA 2011. Firing with grain. Osoitteessa
http://www.afabusa.org/about_grain_combustion.php. 12.1.2013.
- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita 2045. Osoitteessa
www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf. 23.10.2012.
- Bio-Expert Oy 2013. Teollisuuskattilat – Rakenne. Lieto. Osoitteessa
<http://lammitysjarjestelmat.com/teollisuuskattilat/rakenne/>. 11.1.2013.
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2010. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. Eviran julkaisuja 15/2010. Osoitteessa
<http://www.evira.fi/portal/fi/evira/julkaisut/?a=view&productId=198>. 14.11.2012.
- Energiateollisuus ry 2012. Energiavuosi 2011 – kaukolämpö. Osoitteessa
<http://www.slideshare.net/energiateollisuus/energiavuosi-2011-kaukolmp>. 19.1.2012.
- Geologian tutkimuskeskus 2009. Lämpöä maasta. Osoitteessa
<http://www.geofoorumi.fi/retkella/lampoamaasta.html>. 12.1.2013.
- Jokinen, M. – Lahtinen, P. – Leino, P. 2005. Turpeen energiakäytön asema Suomen energiajärjestelmässä. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 14/2005. Osoitteessa
[http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/DACB3F2AC0E4430EC2257042003259B1/\\$file/jul14eos_2005_netti.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/DACB3F2AC0E4430EC2257042003259B1/$file/jul14eos_2005_netti.pdf). 21.10.2012.
- Jänkälä, J. 2012. Puhelinkeskustelu Lämpö Oy Juurakkotulen toimitusjohtajan kanssa 5.11.2012.
- Kaukora Oy 2013. Maalämpöpumput. Osoitteessa
<http://www.kaukora.fi/lampopumppulammitys/maalampopumput>. 12.1.2013.
- Kuisma, P. 2011. Lämpöpumput ja kylmätekniikan luento. Rovaniemen ammattikorkeakoulussa syksyllä 2011.
- LivingEnergy 2013. Underfeed combustion units. New Zealand. Osoitteessa
<http://www.livingenergy.co.nz/product/5/binder-wood-fired-boilers/27/underfed-combustion-units.aspx>. 11.1.2013.
- Lämpö Oy Juurakkotuli 2011. Toimintakertomus 2011. Sodankylä.
- MegaKone Oy 2012. Lämpökeskukset -esite. Hellanmaa. Osoitteessa
<http://www.megakone.fi/images/mk5.pdf>. 23.12.2012.
- Neitola, T. 2012. Maalämpö erinomainen ratkaisu. Pohjoista puhetta. Lapin Kansa 16.10.2012, 03.

- Puhakka, A. – Alakangas, E. – Alanen, V-M. – Airaksinen, L. – Soini, R. – Siponen, T. – Kainulainen, S. 2001. Hakelämmitysopas. Helsinki, Joensuu: Motiva, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Saastamoinen, M. 2012. Puu- ja turvepelletti hintojen sähköpostikeskustelu 25.11.2012.
- Sodankylän kunta 2012. Yhdyskuntatekniikka. Osoitteessa <http://www.sodankyla.fi/index.php?sivu=tekninen&id=8>. 21.10.2012.
- Turvatekniikan keskus Tukes 2010. Kiinteän polttoaineen lämmityskattiloiden turvallisuus. Helsinki. Osoitteessa http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet_ja_oppaat/Kattilaopas.pdf. 17.10.2012.
- Vapo 2005. Pellettikirja. Ajatuksia ja ohjeita taloudelliseen puulämmitykseen.
- Vapo 2007. Vapon turvepelletti – luotettava kotimainen vaihtoehto. Osoitteessa <http://agrimarket.mederra.com/files/gallery/1239254738.pdf>. 21.10.2012.
- Vapo 2012a. Vapon puupelletti – ominaisuudet ja laatukriteerit. Osoitteessa http://www.vapo.fi/filebank/1268-Vapon_puupelletti_-_Ominaisuudet_ja_laaturkriteerit.pdf. 24.5.2012.
- 2012b. Vapon turvepellettien ominaisuudet ja laatukriteerit. Julkaisematon. 9.12.2012.
- Viertola, V. 2012. Puhelinkeskustelu Ekowell Oy:n toimitusjohtajan kanssa 24.10.2012.

LIITTEET

Kaukolämmön seurantaraportti	Liite 1
Budjettitarjous Bio-Expert Oy	Liite 2
Budjettitarjous Megakone Oy	Liite 3
Budjettitarjous Sykäke Oy	Liite 4
Budjettitarjous Yritys Oy	Liite 5
Tarjous pellettien toimituksesta (Vapo Oy)	Liite 6
Budjettitarjous Geowatti Oy	Liite 7
Luoston alueen yleiskaava	Liite 8

KAUKOLÄMMÖNSEURANTA RAPORTTI

Liite 1

Lämpö Oy Juurakkotuli Lämpökanta	KAUKOLÄMMÖN SEURANTARAPORTTI 2011 - 2012	28.1.2013
HOTELLI LUOSTOTUNTURI Luostontie 1 99555 LUOSTO	KIINT. OY LUOSTON LUSTI/HOTELLI LUOSTOTUNTURI LUOSTONTIE 1	

Kuukausi	klt [°C]	Vuosi	Lask. Energia [MWh]	Ominaisk. [kWh/r-m³]
Tammikuu	-12,2	2011	245,440	7,86
Tammikuu	-11,7	2012	266,140	8,52
Helmikuu	-17,7	2011	240,000	7,68
Helmikuu	-14,3	2012	257,990	8,26
Maaliskuu	-4,9	2011	176,820	5,66
Maaliskuu	-4,4	2012	191,250	6,12
Huhtikuu	3,4	2011	115,500	3,70
Huhtikuu	-1,1	2012	174,110	5,57
Toukokuu	7,5	2011	75,720	2,42
Toukokuu	6,9	2012	82,480	2,64
Kesäkuu	15,3	2011	54,990	1,76
Kesäkuu	12,1	2012	58,000	1,86
Heinäkuu	17,5	2011	40,520	1,30
Heinäkuu	15,0	2012	60,420	1,93
Elokuu	13,1	2011	65,020	2,08
Elokuu	13,0	2012	51,650	1,65
Syyskuu	9,2	2011	71,150	2,28
Syyskuu	7,3	2012	89,890	2,88
Lokakuu	3,4	2011	116,620	3,73
Lokakuu	0,5	2012	123,040	3,94
Marraskuu	-1,5	2011	146,510	4,69
Marraskuu	-3,6	2012	198,970	6,37
Joulukuu	-3,3	2011	178,340	5,71
Joulukuu	-13,4	2012	224,890	7,20
Yhteensä		2011	1526,630	48,87
		2012	1778,830	56,94
ka.			1652,730	52,91

Rak. Tyyppi	L
Rak. lkm.	1 kpl
Rak. Tilav.	31240 m³
Kerrosala	12015 m²
Huoneistoal	12015 m²
Tilausteho	781,0 kW
Til. Vesiv.	9,6 m³/h

Vuosi	Öljynkulutus [l]
2011	188 561
2012	206 839
ka.	197 700



www.lammitysjarjestelmat.com



Asiakas
Lämpö Oy Juurakkotuli
Jyrki Jänkälä, toimitusjohtaja
0401830788
Kasarmintie 10, 99600 Sodankylä
jyrki.jankala@sodankyla.fi

Kari Värttiö, käyttöpäällikkö
0401763060
Seitatie 15-17, 99600 Sodankylä
kari.varttio@sodankyla.fi

Myyjä
Bio-Expert Oy y= 0862486-2
Petri Heikkilä

UUTUUS TUOTE SUOMESSA

Täyttää EU:n päästönormit
Ei nuohoamista
Vain tuhka-astian
tyhjennys
Puhdas palaminen
Pölytiivis
Paloturvallinen
Helppo valmis

Budjettitarjous

Schmid UTSR 0-2000 kW Teollisuuskattila ilmajäähdytyksellä

30 % osateholla hyötysuhde yli 90 %

- Täysin automaattinen kattila-/poltinpaketti (keraamisella palotilalla ja ilmajäähdytteisellä liikkuva arinaisella palopäällä)
- 100 % takatulen estävä lokerosyötin (murskaava ja sertifioitu)
- palopäähän alle hydraulinen tankopurkain tuhanpoistoa varten
- automaattinen tuhkanpoisto pidennetyin kierukoin (ei sis. tuhka-astiaa)
- automaattinen nuohous paineilmalla
- paineilma kompressori
- savukaasuimuri
- multisyklonipuhdistin tuhkanpoistolla
- täysautomaattinen palotapahtumaohjaus lambda-anturilla
- kattila erikoiskattilateräksestä (St 37,2)
- kattila hitsaamalla valmistettu
- vaakasuorassa olevat konvektioputket automaattinuohouksella
- 100 mm ulkoinen eristys
- täydelliset putkiyhteet, sekä ylikiehumissuoja 110 astetta
- käyttöpaine max 5bar
- kattilan vesitila 13000 l
- arinan pinta-ala 7 m²
- lämmönvaihtimen pinta-ala 220 m²
- kattilan massa 60000 kg
- käyttöjännite 400 V
- logiikka ohjaus etäkäytöllä (pc asiakkaalta)
- 10-15 m³ varaaja



www.lammitysjarjestelmat.com



- putkityöt tarvikkeineen rajana kattilahuoneen seinät
- paisuntajärjestelmä
- shuntti kattilan lataukseen
- shunttipumppu
- kattilan sähköistys tarvikkeineen (ei sis. yleissähköistystä)
- käyttöönotto ja koulutus Schmidin puolesta
- laitteiston sähkökuvat ja mitoituspiirustukset
- laitteiston mekaaninen asennus nostotöineen
- rahtivapaasti asiakkaalla pihassa

Yht.604992 €
alv 0 %

Schmid tankopurkainasema 7x12x4 m hakepatsaan korkeus

- 5 kpl tankopurkain, sylinteri, tartuntaraudat
- 2 kpl hydraulikkakoneikko ohjauksineen
- kokoojaruuvi ja syöttökierukka halkaisija 250 mm
- aseman sähköistys
- aseman asennus nostotöineen

Yht.139707 €
alv 0 %

Savupiippu

- hst sisäputki halkaisija 700mm pituus 20m
- päälyvaipassa kantava maalattu ulkopinta
- tarvittavat yhteet ja savukanava
- tikkaat turvakiskoilla ja -valjailla
- valukehys
- rahti vapaasti pystyyn nostettuna
- betonilaatta ja suunnitelmat tilaaja hoitaa

Yht.49000 €
alv 0 %

rakennus pohjalaatanpäältä ylöspäin 150000-200000 € alv 0 %

Pohjalaatta n. 50000 € alv 0 %

Kaikki hinnat tarkastettava todellisten suunnitelmien mukaisesti



www.lammitysjarjestelmat.com



Tilaaajan ja rakentajan velvoitteet ja sopimukset:

rakennustyöt tarvikkeineen
savupiipun antura
yleissähköistys tarvikkeineen alajakokeskuksella
sähkösyöttö ohjauskeskukseen
kaukolämpöputkisto
tarvittavat luvat ja hyväksynnät
rakennesuunnitelmat ja rakennuslupapiirustukset

Lämpökeskus laitteiston takuu 2 vuotta hyväksytystä käyttöönotosta (ei koske kulutuksia)

Maksuehto sopimuksen mukaan

Toimitusaika arvio tilauksesta 20 viikkoa (tarkastetaan erikseen)

Liedossa 31.10.2012

Bio-Expert Oy
Petri Heikkilä
0400-850167

VELJEKSET ALA-TALKKARI OY &
MEGAKONE OY

TARJOUS

62130 HELLANMAA

16.10.2012

JUHA-MATTI AIKIO

Matintie 1 A15

96300 ROVANIEMI

040-5884044

juha-matti.aikio@edu.ramk.fi**MEGACONT II - KESKUSLÄMMITYSKONTTI**

Kiitämme mielenkiinnostanne valmistamiemme Veto-lämmitystuotteita kohtaan ja tarjoamme tehdasvalmista MEGACONT II –keskuslämmityskonttia teholuokkaan 990+990 kW (teho ulos 30 %:n hakkeella) sitoumuksetta seuraavasti:

TEKNISET TIEDOT

Mitat: -pituus n. 12000 mm **Hakevarasto:** -bruttotilavuus n.126 m³, ylätäyttö
-leveys n. 4400 mm (katto 4500) -siilon ja pannuhuoneen katto avautuvat
-korkeus n. 4500 mm hydraulisesti, ajosilta syvyys 1m
Huom. Kaksi ulkomoitoiltaan samansuuruisia konttia liitetään paikalla.

Alusta: -160 mm:n betonilaatta routimattomalla alustalla

Osastointi: -kattihuoneen seinä- ja kattorakenteet EI 60
-hakevaraston seinä- ja kattorakenteet EI 30
Sijoitettavissa muun rakennuksen välittömään läheisyyteen.

Kattilat: -2 x Veto 990 kW-4 bar/110°C , ei käyttövesikierukoita, pystytuubikattila

Polttoaineen siirto:

-Agrimaster® -kolakuljetin polttoaineen sulkusyötöllä, palopää 1000+1000 kW, liikkuva-arinainen ja vesijäähdytetty, ruuvi Ø200 + Ø200

Sähköistys: -valmiina, kytketään 5 x 16 mm²:n syöttökaapelilla 63 A:n kojevastakkeeseen, logiikkaohjaus lambdalla (säädetään automaattisesti palamisilmaa ja polttoaineen syöttöä niin, että palaminen on puhdasta korkealla hyötysuhteella, jäljelle jää vain puhdasta tuhkaa)

Putkitus: -valmiina liitettäväksi kanaaliin, 1 x lähtö / paluu DN150 lämmönvaihtimeen jaettuna molemmista kattiloista ja varustettuna linjansäätöventtiilein + 1 x l/p varalle kattilaan tulpattuna, ei kiertovesipumppua, paisunta-astia kattiloille

Piippu: -ulkopuolinen 2 x 12 m / 400 mm vapaasti seisova, sykkloni ja savukaasupuhallin palotilan alipaineohjauksella kontin sisällä, piipun perustuksen tekee tilaaja

Lisävarusteet, hintaan sisältyvät:

-automaattiset tuhkaruuvit astioilla (800l)
-GSM-hälytyskeskus
-konvektiotubien automaattinen nuohousjärjestelmä (paineilma)
-konvektiotubien alle automaattiset tuhkanpoistoruuvit omilla astioilla (800l)
-automaattinen sytytysjärjestelmä

NETTOHINTA 990 +990 kW / n. 126 m³

680.000,- (alv 0) EXW Lapua

BUDJETTITARJOUS MEGAKONE OY

Liite 3
2 (4)**TOIMITUSAIKA** Minimi kolme kuukautta välilyyntivarauksin.**VOIMASSA** ToistaiseksiTiedustelut: Jari Luoma 0500-666867 www.megakone.fiLämpimin terveisin
Veljekset Ala-Talkkari Oy plstaJari Luoma
MegaKone Oy**MITOITUSARVOT**

Polttoaine:	hake, 30 % kosteus P45,M30 (Norm: CEN/TC 335)
Kattila	t=90 °C
Savukaasu	t<250 °C
Palamishyötysuhde	85 %
Polttoainevaihtoehdot	palaturve, briketit, puupelletti
Minimiteho	5 % nimellistehosta

TAKUU

Takuuaika on yksi vuosi toimituksesta. Takuuaikana rikkoutunut osa vaihdetaan veloituksetta uuteen tai korjataan.

Takuu ei vastaa asennuksesta aiheutuvia kuluja eikä myöskään mitään rikkoutumisesta aiheutuneita välillisiä kuluja. Rikkoutuneen osan tilalle toimitetun osan takuu-aika ei jatku alkuperäisen osan takuu-aikaa kauemmaksi.

VARUSTEET:**SISÄLTYY TOIMITUKSEEN:**

Kuiviinkiehuntasuoja, hälytys	2	
Painemittari kattilassa	2	
Alipainemittari palotilassa	2	
Liekinvalvonta, hälytys	2	
Kaasuvahti, silo	-	
Kaasuvahti, ruuvit	-	
Ruuviputkien lämpötila-anturi (GSM), hälytys	4	
Ruuhkavahti sulkusyöttimessä	2	
Moottorisuoja, hälytys	2	
	siiloruuvi	2
	syöttöruuvi	4
	tuhkaruuvi	8
	liikkuva arina	2
AVTA painevesiventtiili	2	
Vesikannu vahatulpalla	2	
GSM-hälytys	2	
Ylipaineventtiili	4	
Ylikuumenemissuoja termostaatissa	2	
Sähkökatkohälytys (GSM)	2	





BUDJETTITARJOUS SYKÄKE OY

Liite 4
1 (12)**Sykäke Oy**
Parkkikoskentie58
69410 Sykäriäinen**Budjettitarjous 8986**

1(2)

16.10.2012

MALLI A 1 TARJOUSPYYNNÖN MUKAAN**BIOLÄMPÖKESKUS KATILAHUONE JA MODULIVARASTOT**

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme Sykäke Oy:n lukuun lämpökeskusta seuraavasti:

1. Lähtökohdat**Laitoksen mitoitus:**

- Teho
 - KPA teho 2 MW
- Vaihteleva kuormitus, laaja säätöalue
- Monipolttoaineratkaisu; hake, palaturve, briketti y ms.
- Tilaaja toimittaa ja kustantaa
 - Rakennusluvan
 - Kaukolämpökanaalin ja kytkennän KPA-laitokseen
 - Sähkö-, vesi-, viemäri- ja puhelinliittymät KPA-laitokselle
 - Aluevalaistuksen
 - Tieyhteydet
 - Koekäytön polttoaineen, kemikaalien, sähkön ja veden kustannukset
 - Oman henkilökunnan kustannukset koekäytön aikana
 - Maanrakennustyöt
 - Perustukset toimittaja voi tehdä myös jälkivalu periaatteella (Muotit ja raudoitus kontissa)

Vapaasti asennettuna, koekäytettynä ja käyttöhenkilöstö koulutettuna oheisen erittelyn mukaan sis. biolaitoksen, varastokuljettimet, LK-rakennuksen. Lisävarusteet hintalistan mukaan päätoimituksen yhteydessä.

Mikäli hankkeen kustannuksiin vaikuttavat tekijät oleellisesti muuttuvat, pidätämme oikeuden tarkistaa hintaamme.

BUDJETTITARJOUS SYKÄKE OY

Liite 4
2 (12)**Sykäke Oy****Parkkikoskentie58**

69410 Sykäräinen

Budjettitarjous 8986

2(2)

16.10.2012

2. Maksuehdot

10 %	Tilattaessa
10 %	Hyväksytyn vastaanoton mukaan
80 %	Työn edistymisen mukaan (tarkennetaan sopimukseen)

Maksuehdot 14 pv netto**3. Toimitusaika****Kuusi (6) työkuukautta tilauksesta, välimyyntivarauksin****4. Toimitusehto****Vapaasti asennettuna, koekäytettynä ja käyttöhenkilöstö koulutettuna.****Takuu 24 kk lämmön toimituksen alkamisesta.****Toivomme tarjouksen soveltuvan Teille ja johtavan jatkoneuvotteluihin kanssanne.****Lisätietoja:**

- Sykäke Oy Juhani Peltola GSM 040 544 8498
E-mail juhani.peltola@sykake.fi

Sykäke Oy**Juhani Peltola**

.....

Juhani Peltola

BUDJETTITARJOUS SYKÄKE OY

Liite 4
3 (12)Sykäke Oy
Parkkikoskentie58
69410 SykääinenLiite 1
3.12.2010

LÄMPÖIKESKUS 2MW 6bar Luosto

Malli A1
Moduulilaitos

Biolämpökeskus 660 000 € alv0%

OPTIOHINNAT

Pos. 1	Maanrakennustyöt		
Pos. 2	Perustukset	sis	16 400 €
Pos. 3	PC valvomo	sis	6 400 €
Pos. 4	Etävalvontayksikkö	sis	3 800 €
Pos. 5	Cirex paineenpito kalvopaisunnan tilalle, lisähinta	sis	3 900€
Pos. 6	Jäähdytetty arina, lisähinta	sis	1 800 €
Pos. 7	Kameravalvonta 4 värikameraa		6 600 €
Pos. 8	Raportointijärjestelmä sis. lisenssin ja koulutuksen		3 200 €
Pos. 9	Automaattinuohous (ilmanpainenuohous)	sis	18 600€
Pos. 10	Varavoimakone 40 kVA		13 800 €
Pos. 11	Savukaasujen kierrätysjärjestelmä		5 300 €
Pos. 12	Vesikiertoinen lattialämmitys PA varastoon	sis	6 600 €
Pos. 13	Design verhoilupaketti		14 300 €
Pos. 14	Lisäaineen annostelulaitteet		1 300 €
Pos. 15	Mekaaninen sivuvirtasuodin		1 600 €

Malli A2

Kattilahuone moduuleista +Hallivarasto

740 000 € alv0%

Muutoin laajuus sama kuin M 1

Sykäke Oy
Parkkikoskentie 58
69410Sykäraäinen

Liite 2
16.10.2012

1 (5)

TARKENNETTU TEKNINEN KUVAUS

1. Maanrakennustyöt

Maanrakennustyöt salaojituksineen, routasuojauksineen tekee tilaaja tai optiohintana kantavalle maapohjalle hankintarajana 2 m seinälinjasta.

2. Perustukset

Perustukset tarkevalupisteineen ja maanpaineseinineen nk. jälkivaluperiaatteella sekä maanrakennuksen suunnitelmat hankkii tilaaja tai hankkii optiona.

3. Laitteisto

Lämpökeskus ja polttoainevarasto ovat kolme tehdasvalmisteista toimintavalmista moduulia. Kattilahuonemuoduuli asennetaan tasatun murskekerroksen päälle ja moduulissa valmiina olevat teräsvahvistetut pohja- ja lattia valetaan asennuspaikalla. Varastot avautuvin katoon moduuleina sisältää myös ajosillat Laitos kytketään tämän jälkeen sähkö, vesi sekä lämpöverkkoon. Laitos toimintakunnossa n. viikon sisällä moduulien toimituksesta.

4. Päämitat

Oheisen liitteen mukaan.

5. Rakennustekniset tiedot

Moduulirakenteinen (mallia esim. Siviilipalvelukeskus Lapinjärvi). Lämpimät tilat Paroc-eristeisiä. Pintamateriaalina kylmissä tiloissa profilipelti. Design mallissa osin peltikasettia, puuta tai kivipintalevyä asiakkaan valinnan mukaan.

6. Polttoaine

Mitoitus ja toteutus tarjouspyynnön mukaisille polttoaineille. Huippu- ja varapolttoaineena kevytöljy.

7. Sähköistys ja automaatio

Tarjous pitää sisällään täydellisen sähköistyksen ja automaation. Laitos on suunniteltu miehittämättömään käyttöön.

PC valvomo ja etävalvontayksikkö. Laitoksella PC sijoitettuna omaan sähkö ja valvomotilaan. Raportointijärjestelmä lisensseineen optiona.

Sykäke Oy
Parkkikoskentie 58
69410Sykäriäinen

Liite 2
16.10.2012

2 (5)

Logiikka Siemens. Automaatio-ohjelma Apex Automation Oy. Hälytykset GSM-terminaalilla tekstiviestein selkokielisinä.

Keskusten kotelointiluokka on IP54 ja sisältää kaikki tarvittavat moottorisuojat, apureleet, ajastimet merkkivaloineen, riviliittimet kaapeleille.

Mittaukset, säädöt, hälytykset ja ohjaukset:

- Portaaton tehonsäätö
- Hälytysten siirrot
- KL menovesi, paineen yläraja
- KL paluuvesi, paineen alaraja
- Tulipesän paine
- Tulipesän lämpötila
- Menoveden lämpötila, yläraja
- Paluueden lämpötila, alaraja
- Savukaasujen lämpötila
- KL meno/paluu lämpötilamittaus
- Oz ylä/alaraja
- Takapalohälytys
- Kuivakiehunta
- PA ruuhkavahti
- Palosulakkeen laukeaminen
- Paisuntasäiliön automaattitäyttö

Painelähetin MF-P
Cr-Ni anturi Siemens
PT-100 anturi GmbH
PT-100 anturi GmbH
PT-100 anturi GmbH

Honeywell

Välireleet	Omron
Valokennot	Omron
Shunttaus	Belimo
Energiamittari	Kamstrup
Taajuusmuuttajat	Wacon

8. Materiaalivarastot

PA-varasto nk. tankopurkainmallia peräpurku- tai kippaaville ajoneuvoille.
Polttoainevarasto kaksiosainen.

Tilavuus 3,3 m kasakorkeudella 160+160 m³ yht. 320 m³

Tankopurkainyksiköt	6 kpl	Mitoitus 5 m kasakorkeudelle
Hydraulisyliinterit	6 kpl	160/600 Metallisorvaamo J Ahola
Hydrauliyksikkö	2 kpl	5,5 kW yhteisellä 50 l säiliöllä

Hydrolad Oy

9. Kuljetinjärjestelmä

Polttoaineen kuljetus syöttölaitteelle hoidetaan ruuvikuljettimilla.

Siirtoruuvi 1 kpl, halk. 270/250 mm, ST 52, teho 2,2 kW, invertterikäyttö
Syöttöruuvi 1 kpl, halk. 270/250 mm, ST 52, teho 2,2 kW, invertterikäyttö

Sykäke Oy
Parkkikoskentie 58
69410Sykäräinen

Liite 2
16.10.2012

3 (5)

10. Syöttöjärjestelmä

Stokeriruuvi, 1 kpl, halk. 270/250 mm, ST 52, teho 2,2 kW, invertterikäyttö

11. Polttolaitteet

KPA-järjestelmässä on yksi palopää.

Polttolaitteet varustettu jatkuvasti liikkuvalla arinalla keraamisin vaihdettavin holvirakentein ja jälkipolttoputkella.

Säätöalue 25 – 2 000 kW

Jatkuvasti liikkuva, mekaaninen porrassarina 1 kpl

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| • Jäähdytys | Vesi ja primääri-ilma |
| • Materiaali | Valuarina G-X40CrNiSi229 |
| • Lämmönkesto | hilseilylämpötila 1 050 °C |
| • Vaihtoväli | 5-10 vuotta |
| • Vaihto-osien kustannus | 4.800 € (alv. 0 %) |

12. Kattila

Kattila KPA

Laka tai Ariterm

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| • Lämpöteho | 2 MW |
| • Suunnittelupaine | 0,6 MPa |
| • Suunnittelulämpötila | 130 °C |
| • Menoveden lämpötila | 120 °C |
| • Paluueden lämpötila | 80 °C |
| • Pienin sallittu käyttölämpötila | 80 °C |
| • Pienin sallittu paluueden lt. | 80 °C |
| • Vesipuolen painehäviö | 1 000 kPa |
| • Savukaasujen loppulämpötila | 180 °C |

Muuraukset, massaukset, eristyksen KPA

Tulipesä:

- Keraamiset valetut holvit (Bet-Ker BKr 150 LC), irti lämpöpinoista
- Lämmönkestävyys 1 500 °C

Huolto- ja kunnossapitokustannukset, vaihto n. 5 vuoden välein kustannus n. 25.000 €.

Sykäke Oy
Parkkikoskentie 58
69410Sykäriäinen

Liite 2
16.10.2012

4 (5)

13. LVI-työt

Toimitukseen kuuluu lämpökeskuksen sisäpuoliset LVI työt.

- Kaukolämpöpumppuja 2 kpl Kolmeks 11 kW yhdellä taajuusmuuttajalla ja paine-ero-ohjauksella. Toinen suoraikäytöllä sekä ristiin pikakytkentä mahdollisuus. Sunntaus 2/3-tieventtiilillä ulkolämpötilan mukaan. (lopullinen mitoitus verkostosuunnittelun mukaan)
- Cirex tai vastaava paineenpito, lisävesisäiliö 1 000 l
- Linjasäätö ja sulkuventtiilit
- Varo- ja osoitinlaitteet
- Teräsputkisto eristettynä, muovipinnoitettuna
- Energialaskuri
- Veden pehmentin (optio)
- Mudan erotin
- Kemikaalin annostelulaite pumpulla (optio)
- Sivuvirtasuodin optiohintaan (optio)

14. Puhaltimet

Ensiöpuhallin 1+1 kpl / (1 kpl/palopää)

- Ilmamäärä 4 500 nm³/h
- Kierrosluku ≤ 2 900 r/min
- Paineen lisäys 1 100 Pa
- Moottori 2,2 kW/ 2 850 r/min
- Välitys suoravälitys

Toisiopuhallin 1 kpl (1 kpl/palopää)

- Ilmamäärä 4 000 nm³/h
- Kierrosluku ≤ 2 900 r/min
- Paineen lisäys 2 000 Pa
- Moottori 2,2 kW/ 2 850 r/min
- Välitys suoravälitys

Invertterisäätö

Savukaasupuhallin 1 kpl

- Savukaasumäärä 12 000 nm³/h
- Lämpötilan kesto 250 °C
- Paineen lisäys 1 000 Pa
- Kierrosluku ≤ 2 900 r/min
- Moottori 11 kW/ 2 850 r/min
- Välitys Hihnavälitys
- Invertterisäätö tulipesän paineen mukaan.

Sykäke Oy
Parkkikoskentie 58
69410Sykäräinen

Liite 2
16.10.2012

5 (5)

15. Savukaasunpuhdistin

Multisykloni

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| • Erotuskyky | <120 mg/MJ |
| • Savukaasumäärä | 15 500 nm ³ /h |
| • Mitoituslämpötila | 250 °C |

16. Savupiippu

- Pituus KPA 20 m
- Ulkovaippa, teräs maalattu
- Sisäpiippu haponkestävä teräs
- Eriste 2*50 mm verkkovilla
- Vaijerinuohous

17. Tuhkan poisto

Automaattinen tuhkan poisto ruuvilla. Kuivatuhkaus.

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| • Ruuvin halk. | 160 mm |
| • Pituus | 6 m |
| • Käyttölaite, tappivaihdem. | 1,5 kW |
| • Kapasiteetti | 6 m ³ /h |

Nuohousvälineet sisältyy toimitukseen.

Tuhkasäiliö ulkopuolella oleva erillinen kontti 5 m³.

Optiohintaan märkätuhkaus ja paineilmanuohous.

18. Paloturvallitteet

Syöttöjärjestelmän takapalonestossa termostaatilla säädettävä kapilaariohjattu UPS varmennettu magneettiventtiilistö ja lisäksi lämpökeskuksessa sisällä 12 kg jauhesammutin.

19. Jäähdytys ja -poistoilmapuhaltimet

Tuloilmapuhallin teho 750 W ja sähkökeskuksen termostaattiohjattu koneellinen ilman kierto. (Ylipaineistettu)

20. Lämpöverkosto

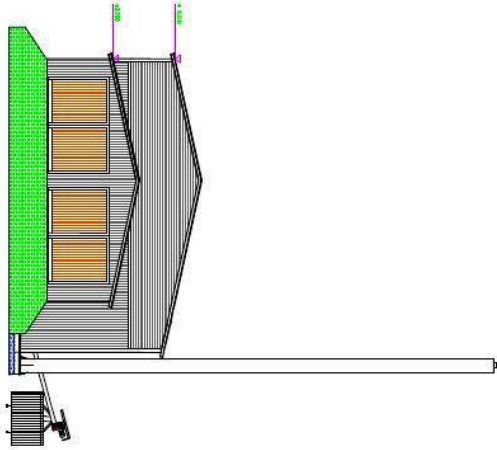
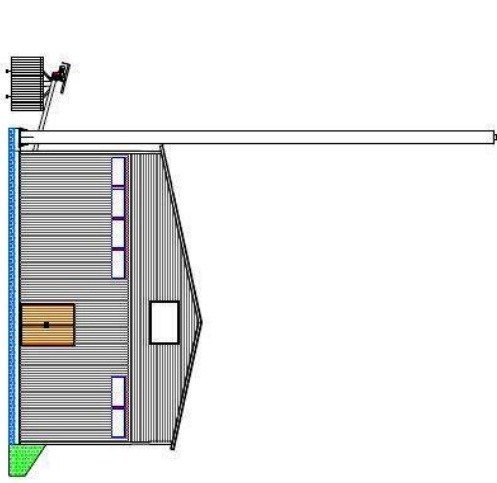
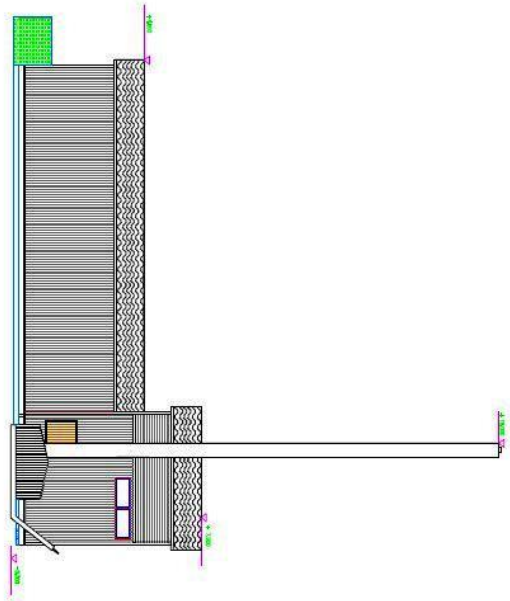
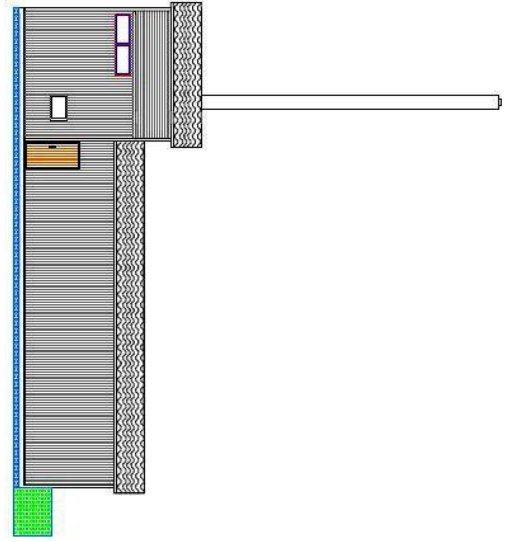
Tilaaaja rakentaa (tai optio) ja ylläpitää lämpöverkkoa.

21. Muut asiat

Ostaja hankkii ja kustantaa polttoaineen, käyttösähkön ja valvoo laitosta. Myyjä on paikalla samalla kouluttamassa käyttäjiä kolme ensimmäistä käyttöpäivää.

BUDJETTITARJOUS SYKÄKE OY

Liite 4
9 (12)



RAKENTEET:
KATTORUNE
KATTORAKENNE LITTI
JÄRMÄKÄLÄMÄLLÄ KETKI

VIHANNEN HALLINNAN OYJ
RANGON TUUSKUNNAN OYJ, SIEMEN RAKENNE
KORTTILAINEN KATI, RANGON OYJ
KORTTILAINEN KATI, RANGON OYJ
KORTTILAINEN KATI, RANGON OYJ
RANGON OYJ

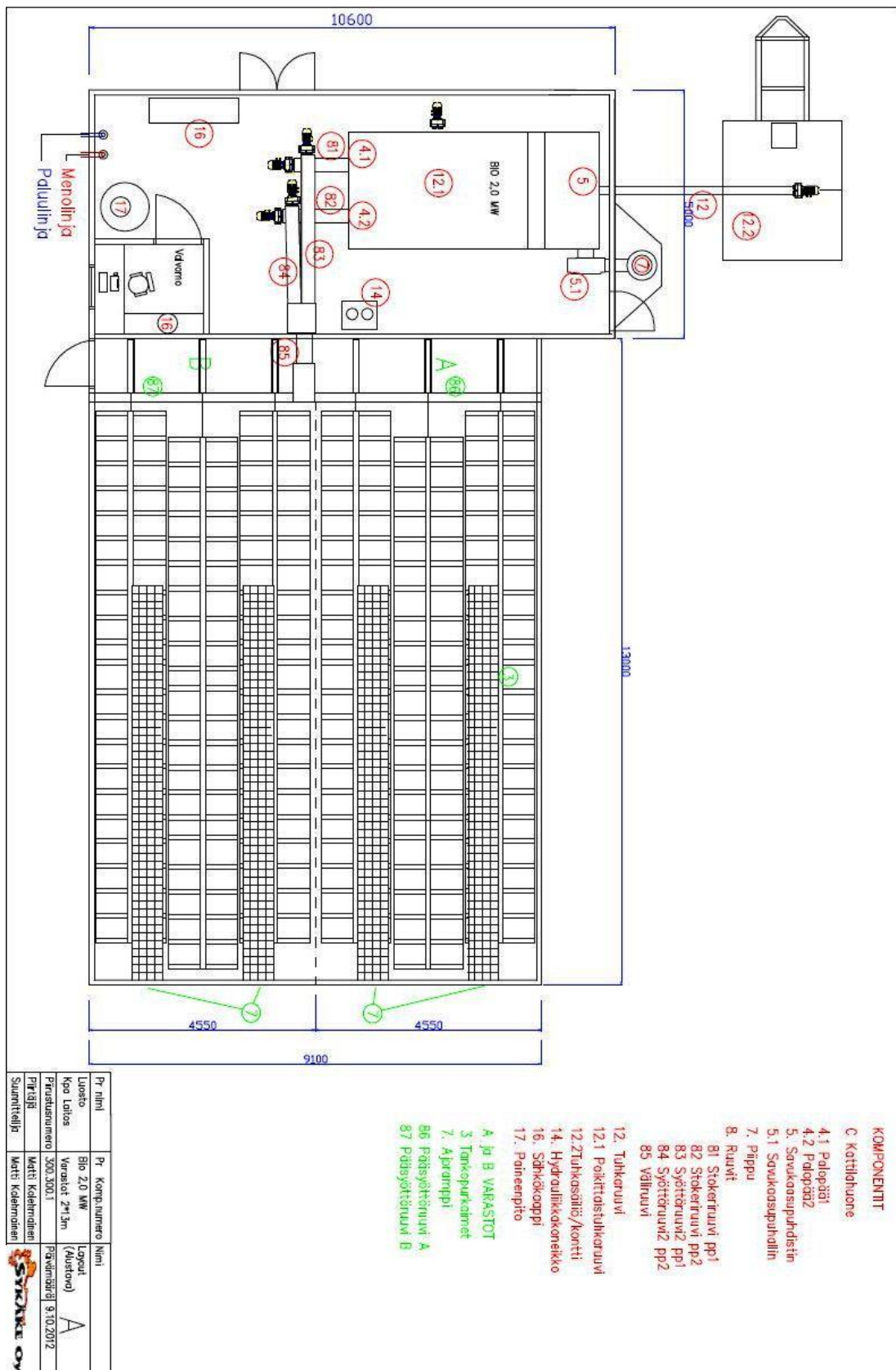
HAKEMIN
HAKEMIN LITTI
AJUNVUOROKALU KETKI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI
HAKEMIN LITTI

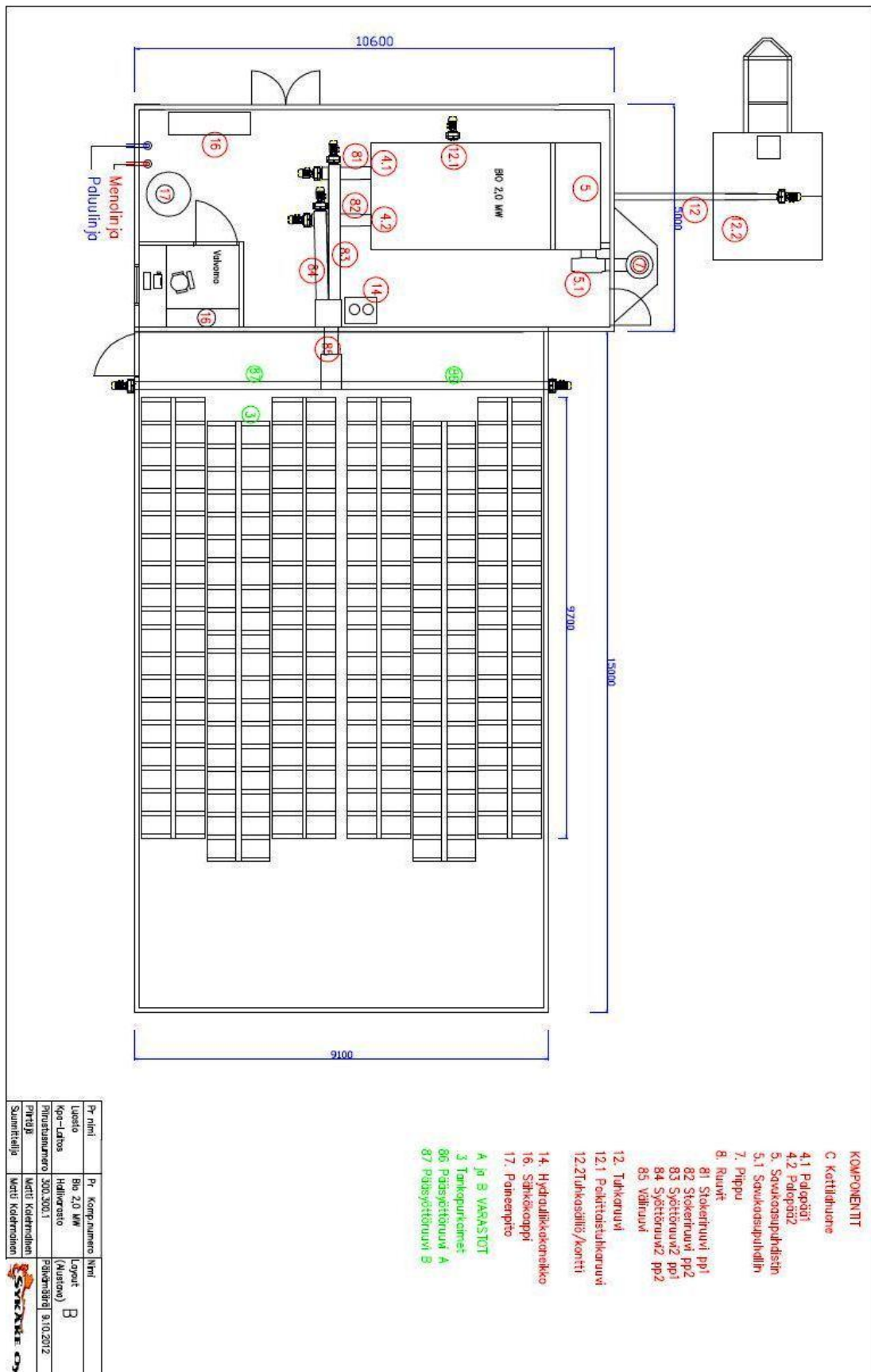
Ohje: Kattorune, litte
HAKEMIN OYJ OYJ OYJ
HAKEMIN OYJ OYJ OYJ

Per neli	Py Korpunkari	Nimi
Laento	Bio 2.0 MW	Aika/kuusi
Koti Laite	Venäjät 2+1 km	(Aika/kuusi)
Projekti	300.300.2	Periodeitit 10.10.2012
Projektin johtaja	Matti Kolehmainen	
Projektin johtaja	Matti Kolehmainen	



BUDJETTITARJOUS SYKÄKE OY

Liite 4
10 (12)



Terve,

Alla pyytämäsi hinta-arvio lämpökeskuksesta, sekä toimitussisältö pääpiirteittäin. Liitteellä myös esimerkin omaisena tekninen erittely vastaavantyyppisestä laitoksesta. Hinnoittelu ei perustu tähän erittelyyn vaan, alla olevaan listaukseen.

KPA-laitos, polttoaineet hake- ja palaturve

- 2,0 MW, 10 bar, 184 C HLR-arinakattila
- Polttoaineen sisäsyöttölaitteet
- Tuhkanpoistolaitteet, tuhkakontti 1 kpl
- Ilma- ja sk-kanavat, multisykloni
- Putkistot varusteineen
- Prosessisähköistys ja instrumentointi
- Varavoimakone turvalliseen alasajoon
- Savukaasujen tummuusmittaus
- Kiertoilmakojeet ja omakäyttölämmitys
- Kattilan hoitotasot
- Polttoaineen ulkokäsittely, 3x100 m³ bunkkerityyppinen, tankopurkainvarasto
- Savupiippu
- Vedenpehmentimet
- KL-pumppaus
- Automaatiojärjestelmä
- Rakennus, teräsrunkovalmisteinen tehdasvalmis konttitoimitus
- Suunnittelu ja asennukset

Ei sisällä

- Perustus/maanrakennustöitä
- Apukattilaa
- Ympäristö/rakennuslupia
- Laitoksen ulkopuolisia verkostoja

Sitoumukseton hinta-arvio 1 270 000,- EUR, ALV 0 %

Laitoksen miniteho on luokkaa 15-20 % ja hyötysuhde ~ 87-88 % polttoaineesta riippuen.

BUDJETTITARJOUS YRITYS OY

Liite 5
2 (2)

Ja kuten puhelimessa sovittiin, mikäli julkaiset hintoja opinnäytetyössä, yrityksemme nimi ei saa siinä näkyä.

Toivottavasti pääset näillä eteenpäin ja mikäli hanke etenee, olemme mielellämme mukana tarjoamassa ko. kohdetta.

Ystävällisin terveisin / Best regards,

[REDACTED]

Tarjoustoiminnan päällikkö

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] OULU

Finland

GSM +358 [REDACTED]

h[REDACTED]a@[REDACTED].fi

TARJOUS PELLETTIEN TOIMITUKSESTA (VAPO OY)

Liite 6
1 (1)

26.11.2012

Vs: Puu- ja turvepelletti hinnat

Vs: Puu- ja turvepelletti hinnat

Matti.Saastamoinen@vapo.fi

Lähetetty: 25. marraskuuta 2012 12:03**Vastaa nottaja:** Aikio Juha-Matti - 501R09**Liitteet:** Puupelletti ominaisuudet j~1.pdf (125 kt) ; Turvepelletti ominaisuudet~1.pdf (122 kt)

Morjens Juha-Matti!

Minä en myy hakelämpökeskuksia, vain ainoastaan puu- ja turvepelletti polttoaineena kuuluu minun toimenkuvaan.

Tässä budjettihinnat lämpökeskuksellenne Luostolle toimitetuille pelleteille:

- Puupelletti täysin rekoin toimitettuna (38-40 tn/toimitus) 200 euroa/tn eli 41,67 euroa/MWh
- Turvepelletti täysin rekoin toimitettuna (38-40 tn/toimitus) 160 euroa/tn eli 34,04 euroa/MWh

Hintoihin lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero.

Vapon pellettilämpöä myy Mika Hillu. Vapo tarjoaa pellettilämpöä kohteisiin mikäli kohteen lämpömäärä ylittää 3000 MWh vuodessa.

t. Matti Saastamoinen

Vapo Oy Pelletti

Myyntipäällikkö

Matti Saastamoinen

PL 22 (Yrjönkatu 42)

40101 JYVÄSKYLÄ

Mobile: 020 790 6431

Telefax: 020 790 5800

E-mail: matti.saastamoinen@vapo.fi

20.12.2012

GeoWatti	Oy Green ReCycle GeoWatti Systems LTD Pyhäjärvenkatu 5 33200 Tampere Suomi-Finland	Puhelin: 010-2866 818 Faksi: 010-2866 819 Sähköposti: info@geowatti.com
-----------------	---	---

Budjettitarjous maalämmön toimittamisesta kohteeseen Luostolla:

Tarjoamme uusiutuvaa maalämpöä kiinteistöllenne seuraavasti:

Kohde:

Hotelli antamienne energiatietojen pohjalta

Hinnat (ALV 0%)

Liittymismaksu	151.000 €
Perusmaksu	15.200 €/a
Energiamaksu	40 €/MWh

Vertailulaskelma nykyiseen lämmitysmuotoon

Kustannukset lämpöpumpulla (COP 3):

- lämpöenergia 1550 MWh/a	= 62000 €
- perusmaksu	= 15200 €
- liittymismaksu/a 151.000 €/15 a	= 10067 €
- <u>lämpöpumpun sähkö 1550/3 MWh* 85 €/MWh</u>	<u>= 43920 €</u>
Yhteensä 131187 €* 23%	= 161360 € (ALV 23%)

Nykyiset lämmityskustannukset öljyllä (kattilan vuosihyötysuhde 75%):

- 1550 MWh/0,75*120 €/MWh	= 248.000 € (ALV 23%)
---------------------------	-----------------------

Lämmön-toimitussopimuksella Geowatti vastaa:

- Lämmön toimittamisesta
- Vuositarkastuksista
- Laitteiston häiriöistä ja kunnossapidosta
- Valvomo- ja asiakaspalvelutoiminnasta
- Laitteiston vakuuttamisesta

Lopulliset toimitusehdot määritellään Geowatti Keski-Suomen ja asiakkaan välisessä lämmön-toimitussopimuksessa. Sopimuksen kestoaika on 15 vuotta.

Sopimukseen määritetään laitteiston lunastusmahdollisuus 5 ja 10 vuoden kohdalla.

Sähköenergian hankinnasta lämpöpumpuille kussakin kohteessa vastaa tilaaja.

20.12.2012



Käytämme toimituksessamme korkealaatuisia Viessmann lämpöpumppuja sekä alan viimeisintä tekniikkaa.

Lisäksi mainittakoon, että siirryttäessä uusiutuvaan asuntojen arvo nousee merkittävästi ja talonne osallistuu osaltaan uusiutuvan energian EU:n ja Suomen tavoitteen saavuttamiseen vuoteen 2020 mennessä.

Tarjouksemme on budjettitarjous, mutta olemme valmiit täydentämään tarjouksemme sitovaksi. Toivomme pääsevämme jatkoneuvotteluihin, joissa tarkennamme mahdollisen toteutuksen lopulliseen muotoon.

Geowatti Keski-Suomi

Pekka Laaksonen
toimitusjohtaja



