

Tutkintotyö

Ilkka Vieras

Sähkövirtaus korpikuusenkyynelissä

Maatilakokoisten lämpö- ja sähkövoimalaitosten kannattavuuden laskeminen ja tuotantomahdollisuuksien tarkastelu.

Työn ohjaaja

Arto Kettunen

Työn tilaaja	Ari Nikali
Sastamala 2009	
Metsätalous	
Pohjoismainen puunhankinta	
Vieras Ilkka	Ari Nikalin sikatilan lämmitysjärjestelmän modernisointi ja oman sähkönvalmistusyksikön luominen. Molempien tulisi toimia metsäenergialla.
Tutkintotyö	28 sivua +8 liitesivua
Työn ohjaaja	Arto Kettunen
Työn teettäjä	Ari Nikali
Huhtikuu 2009	

TIIVISTELMÄ

Energian hinnan nousun myötä Suomessa on puhuttu paljon pienvoimaloiden perustamisesta. Etenkin maatilat ovat olleet kiinnostuneita uusien bioenergialaitosten mahdollisuuksista. Seuraavassa tutkintotyössä esitellään ison sikatilan hanketta perustaa voimalaitos, joka toimisi metsäenergialla. Voimalaitoksen sähkönvalmistusmenetelmä on valittu stirling-moottori ja mikroturbiini.

Laskenta tuloksista voi päätellä, että kaikelle energialle, mitä tuottaa, on syytä löytyä käyttötarkoitus. Kannattavuus oli suoraan verrannollinen investointikustannukseen. Sitä kannattamattomampi vaihtoehto on, mitä kalliimpi on sen hankintahinta. Ainoa poikkeus on uuden öljylämmityksen hankkiminen, sillä korkea polttoraaka-aineen kustannus teki siitä kalleimman vaihtoehdon. Pienempitehoinen stirling-moottori on kannattavampi kuin huikeita tehomääriä tuottava mikroturbiini. Pienemmissä voimalaitoksissa on investointien takaisinmaksu suhteellisen nopeaa, mutta kaikissa muissa laitosvaihtoehdoissa on takaisinmaksuajat alle kymmenen vuotta, paitsi uusi öljykattila hankittaessa.

TAMPERE POLYTECHNIC

Department of forestry

Vieras Ilkka To modernize Ari Nikalis pigfarm warming system and make own electricitymaker. Both should work by forest energy.

Final thesis 28pages+8 appedices

Supervisor Arto kettunen

Work provided by Ari Nikali

April 2009

ABSTRACT

Because of the increased energy costs in Finland there has been a lot of conversation about establishing farm-scale power plants. Finnish farm owners have been interested in the possibilities of the new bioenergy plants. In the study, I will complete a wood energy based powerplant project on a large pigfarm. The powerplant would produce electricity by using either stirling-motor or microturbine.

To summarise, it can be concluded that all energy you will produce should go to use. How profitable powerplant would be was directly comparable to the costs of investings. The less profitable alternative was, the more expensive the costs were. The only exception is to get a new oil-based heatingsystem, because the high cost of fuel makes it the most expensive alternative. Stirling-motor which makes less electricity is more profitable than a microturbine which makes a lot of electricity. In smaller power plants you get your money back in relatively short time period, and thus the business is profitable.

Sisältö

Sähkövirtaus korpikuusenkyynelissä	4
TIIVISTELMÄ	5
ABSTRACT	6
1 Johdanto	6
2 Tiedonhankinta	7
3 Kohdetilan tiedot	8
4 Maatilojen lämmitysjärjestelmien toteutusmahdollisuudet	8
5 Sähköntuottojärjestelmät	10
5.1 Stirling-moottori	10
5.2 Stirling-moottorin yhdistäminen lämmitysjärjestelmään	12
5.3 Mikroturbiinitekniikka	12
5.4 Mikroturbiinin liittäminen lämmitysjärjestelmään	15
6 IV-patteri eli esilämmitin	16
7 Energiantuottokapasiteetit	17
8. Energiantuotannon menetelmävaihtoehdot	18
8.1 Vaihtoehto 1	18
8.2 Vaihtoehto 2	19
8.3 Vaihtoehto 3	19
8.4 Öljylämmitys	19
8.5 Vaihtoehtojen analysointi	20
9 Kannattavuuslaskelmat	20
9.1 Tuet ja rahoitukset	21
9.2 Hankintameno	22
9.3 Kiinteät kustannukset	23
9.4 Muuttuvat kustannukset	23
9.5 Kustannukset yhteensä	24
9.6 Kokonaiskustannukset ja hankintameno yhdessä	25
10 Eri vaihtoehtojen investointien tarkastelua	27
12 Sähkönjako valtakunnan verkkoon	29
Lähteet	30
Liite 1 Vaihtoehdon yksi kustannuslaskelma	31
Liite 2 Vaihtoehdon 2 kustannuslaskelma	32

Liite 3 Vaihtoehdon 3 kustannuslaskenta	33
Liite 4 Eri vaihtoehtojen vertailu, mukana myös öljy vaihtoehto ja nykytilanne	34
Liite 5 Investointilaskelma.....	36
Liite 6 Energian hinta.....	38

1 Johdanto

Suomessa on keskitytty pääasiassa vain suurien sähkö- tai lämpövoimaloiden rakentamiseen. Kuitenkin Suomessa on paljon maataloja, kasvihuoneita ja muita kiinteistöjä, jotka voisivat olla lähes omavaraisia energian suhteen. Yksi tällainen kiinteistö on Nikalin sikatila, jonka energiaratkaisua seuraavassa tarkastellaan.

Tilalla päärakennus on lämmitetty aina polttopuulla, joten taloon ei ole vedetty lämpöputkia. Tämä hankaloittaa lämmitysjärjestelmän valintaa. Rakennuksen putkittaminen rakenteiden sisään ei tule kysymykseen, koska taloon on hiljakkoin tehty täydellinen peruskorjaus. Putkitus voitaisiin tehdä uudella pintaputkitusmenetelmällä tai lämmittää asuinrakennus itse tehdyllä sähköllä, sillä ostosähkö tulisi liian kalliiksi. Sikalan lämmittäminen käy huomattavasti helpommin, koska sinne on vedetty lämpöputket, tämän hetkisen lämmitysjärjestelmän ollessa öljy. Öljystä haluttaisiin eroon, koska sen hinta tulee todennäköisesti nousemaan ratkaisevasti. Samoin viljan kuivaamo toimii öljyllä, joten siihenkin toivottaisiin ainakin kulutuksen säästöä. Tilalla haluttaisiin myös hillitä sähkönkulutusta, johon myös pitäisi löytyä säästövaihtoehtoja.

Tutkimushankkeen tavoitteena on valita maatilakiinteistölle sopiva lämmitysjärjestelmä, jolla pystyisi alentamaan kiinteistön öljy- ja sähkölaskuja. Omistajien toivomuksen mukaan energia pitäisi saada metsistä eikä esimerkiksi sikalan biokaasusta. Tämä siksi, että sikalan säilymistä pidettiin tulevaisuudessa epävarmempana kuin tilan suurien metsävarojen käytettävyyttä. Tilalle sopivin ratkaisu olisi rakentaa pienvoimalaitos, joka toimisi metsähakkeella. Tilalla kuluu vuodessa noin 24000 litraa kevyttä polttoöljyä ja noin 180 MWh sähköä, joten hakelämmityksen lisäksi tilalle tulisi hankkia joko 10 kW sähkötehoisen stirling-moottori tai 30 kW sähkötehoisen mikroturbiini. Lisälaitteeksi tilan viljan kuivaamoon kannattaisi asentaa tuloilman esilämmitin, joka vähentäisi viljan kuivausajan öljyn kulutusta esilämmittämällä kuivaamoon tulevan ilman.

2 Tiedonhankinta

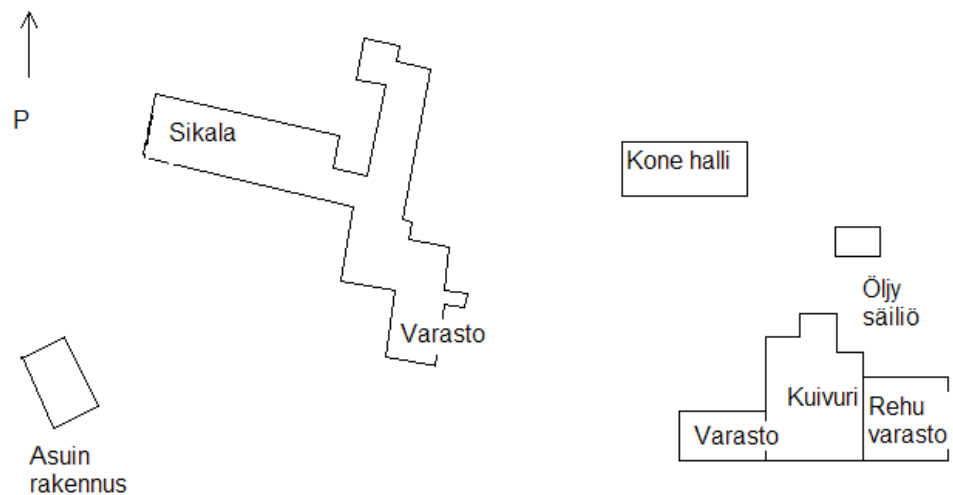
Pääosin hankin tiedon tutkimustani varten suullisilla haastatteluilla. Haastattelin monipuolisesti eri alojen asiantuntijoita sekä puhelimitse että kasvokkain. Aiheen tutkiminen alkoi soitolla Koneviestin päätoimittajalle Uolevi Oristolle, jolta toivoin saavani tietoa niistä ihmisistä ja organisaatioista, jotka toimivat pienvoimalaitosten parissa. Oristolta sain tiedon hankkeesta, jota pyörittää Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa professorina toimiva Lasse Koskelainen. Koskelaiselta sain tietoa minun kohteeseeni liittyen puhelimitse, mutta laajemmat tiedot aiheesta sain Farmi-maatalousnäyttelystä 1.8.2008, missä järjestettiin energiaseminaari, jossa Koskelainen oli puhumassa. Tärkeimmät asiat seminaarista olivat kaaviokuvat ja valmistusmäärät. Niiden avulla sain tutkimukseni suunnittelun käyntiin ja ryhdyin miettimään muita aiheeseeni liittyviä seikkoja.

Tekniset tiedot lämmitysjärjestelmistä sain Vesinieminen oy:ssa insinöörinä toimivalta Janne Räsäseltä. Lämmitysjärjestelmiä valmistavalta henkilöltä oli helppo kysyä eri osien ja tarvikkeiden hintoja. Samoin viljan kuivaamon esilämmittimen tiedot ja piirustukset ovat häneltä.

Rahoitusasioista kysyin neuvoa TE-keskuksen Tuure Sirannolta, jolta sain perustiedon avustuksista ja lainamahdollisuuksista. Lainoista tarkemmin kysyin Nordean yritysasiakkaiden palveluneuvoja Kai-Pekka Tuomistolta.

3 Kohdetilan tiedot

Nikalin tilalla on 149 hehtaaria metsää, josta olisi helppo hankkia omaan voimalaitokseen poltettava hake. Omaa peltoa tilalla on 116 hehtaaria ja vuokramaita 44 hehtaaria. Sikalassa on 125 emakkoa ja 700 lihasikaa. Pihapiiri on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1 Nikalin tilan pohjapiirros

4 Maatilojen lämmitysjärjestelmien toteutusmahdollisuudet

Puulla lämmitetään eniten suomalaisia maatiloja, sillä se on edullinen ja kokonaistaloudellinen polttoaine, jonka hintaa ja saatavuutta parantaa tilojen oma metsäomaisuus ja työpanos raaka-aineen hankinnassa. Suuri osa isoista tiloista on siirtynyt automatisoituun lämmitysjärjestelmään, joka toimii yleensä hakkeella tai pelletillä. Puun ohella maalämmön ja

biokaasun käyttö on yleistynyt maataloilla. Jo perinteikkääksi muodostunut öljylämmitys on saanut väistyä korkean hintansa vuoksi.

Maalämpöä ei voi käyttää joka paikassa, eikä käyttäjämäärä saa olla liian suuri. Parhaimpia paikkoja maalämmön käyttöön ovat syrjäseutujen asutut alueet, joissa on kallioinen maaperä. Tällöin porakaivon poraaminen on halvinta ja maalämpö riittää tilan tarpeisiin. Taajama-alueilla voi olla ongelmia maalämmön riittämisen kassa, jos useita maalämmön käyttäjiä on samalla alueella. Biokaasu taas ei ole hyvä ratkaisu maataloille, sillä se pakottaa tilan pysymään karja- tai sikataloudessa koko voimalan käyttöajan, siksi moni tila hylkää biokaasuvoimalan.

Nykyään puuta käytetään pienessä palakoossa, sillä se mahdollistaa energiantuotannon automatisoinnin. Hake ja pelletti ovat yleisimpiä polttoaineita automaattisissa maatilakoon lämpölaitoksissa. Lisäpolttoaineena käytetään myös viljaa ja turvetta. Turpeen käytölle on vaatimuksena kattilan palopäässä oltava liikkuva arina, koska turpeesta tulee enemmän tuhkaa kuin puun poltosta.

Mielestäni helpoin ja varmin kattilamalli on sellainen, jolla poltetaan normaalisti metsähaketta, mutta jolla pystytään polttamaan pellettiä, viljaa ja palaturvetta. Näin on polttoaineellekin oma varajärjestelmä. Huomioitavaa on eri polttomateriaalien tuhkan määrä. Vilja ja palaturve tuottavat eniten tuhkaa, joten nuohouksesta täytyy huolehtia useammin kuin hakkeella. Pelletti tuottaa tuhkaa näistä vähiten. Vaikka pelletti on edellä mainituista polttoaineista kalleinta, on se myös lämpöarvoltaan tehokkainta. Kylminä talvina sillä pystytään kolminkertaistamaan pienen lämpökattilan teho.

Lämmitysjärjestelmä tulisi olla hakkeella toimiva. Siinä pitäisi olla automaattisyöttö, stokeripoltin ja 3m³:n varaaja, sekä kattilan koon pitäisi olla minimissään 80kW ja maksimissaan 150kW.

Polttajärjestelmän siilo (lisää tähän siilon koko ja hakkeen riittävyys), josta automaattisyöttö siirtäisi polttihakkeen stokeri-polttimelle,

täytettäisiin traktorin etukuormaajalla aina tarpeen vaatiessa. Varaaja lämmittäisi koko maatalouskiinteistön ja asuinrakennuksen lämpimän veden. Kuuma lämmitys- ja talousvesi siirrettäisiin rakennusten välillä lämpökanaalia pitkin. Lämmitysjärjestelmä korvaisi tilalla olevan öljylämmityksen melkein kokonaan. Öljylämmitys pysyisi vain viljan kuivaamon moottorissa. Moottorin kulutusta pienennettäisiin raakaa ulkoilmaa lämmittävällä esilämmittimellä eli IV-patterilla. Näin tämänhetkinen kuivurin 12 000 litran vuotuinen öljyn menekki pienenesi yhteen kolmasosaan. Megawattitunneissa tämä merkitsee tämänhetkisen 139MWh sijaan alle 50MWh. (Lasse Koskelainen 11.12.2008.)

5 Sähköntuottojärjestelmät

Maatilan sähköntarpeet vaihtelevat, joten on tärkeää löytää oikeakapasiteettinen energianlähde kulloisellekin tarpeelle. Seuraavat ovat kooltaan ja hintasuhteeltaan sopivia Nikalin maatilan tarpeisiin. Sähköntuotannon voimanlähde on jo mainittu hakkeella toimiva polttojärjestelmä. Eli sähkö on varsinaisesti lämmön sivutuote, mitä valmistetaan erilaisilla lisälaitteilla.

5.1 Stirling-moottori

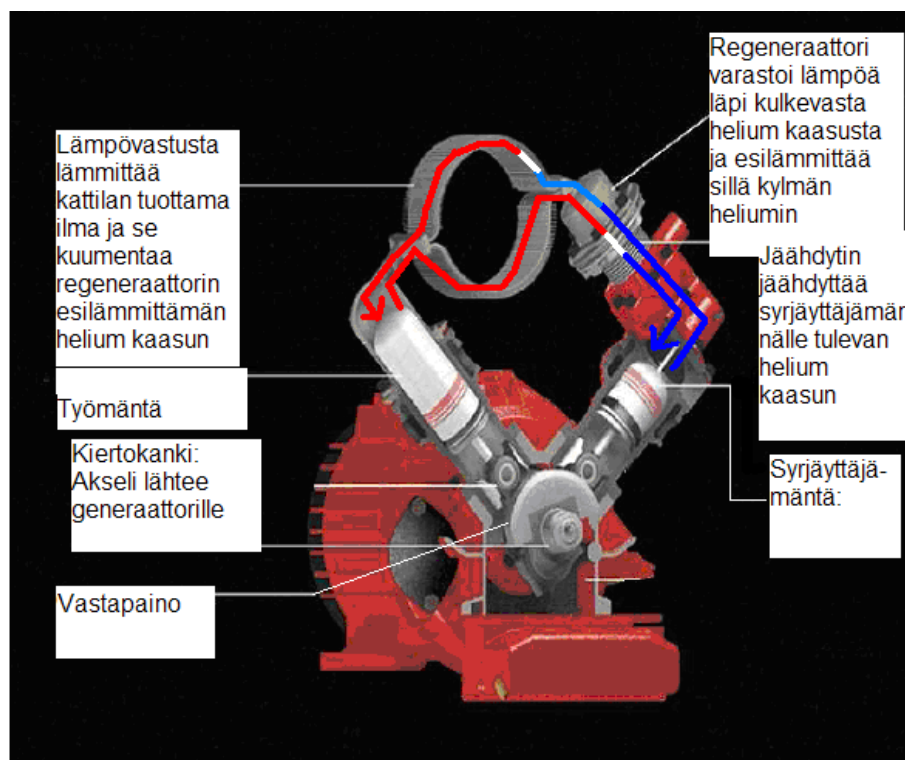
Stirling-moottori on vanha, jo 1800-luvun alussa keksitty lämpövoimakone, jonka toiminta perustuu lämpötilaeroon. Stirling-moottorissa olevat heliumkaasut pysyvät sen sisällä, joten se ei tuota päästöjä eikä siinä tapahdu palamista eikä ääntä aiheuttavia räjähdyksiä. Käytännössä stirling-moottorin voi toteuttaa hyvin monella tavalla ja sitä voi käyttää mm. sähkön tuottamiseen.

(<http://www.tekniikka.info/?page=selite&word=61126&criteria=1&ID=42188511392fb...>)

Stirling-moottorin toiminta perustuu heliumkaasun lämpötilaeroon. Ensinnäkin kylmän sylinterin syrjäyttämistä alkaa nostaa kylmää

heliumkaasua kohti regeneraattoria, johon on varastoitunut edellisessä kierrossa lämmintä heliumkaasua. Hieman lämminnyt heliumkaasu lämmitetään lopullisesti stirling-moottorin kuumassa päässä, jossa paine kasvaa ja kuuman sylinterin työmäntä alkaa liikkua. Työmännän liikkeessa kuuma heliumkaasu alkaa liikkua kohti kylmää sylinteriä.

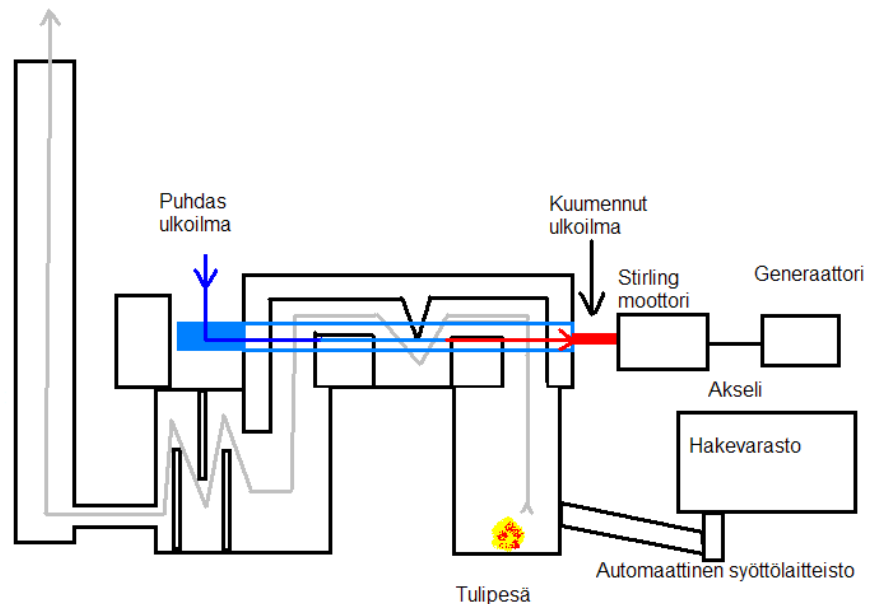
Kaasu kulkee regeneraattorin läpi, mihin jää osa lämmöstä ja varsinainen jäähdytin viilentää heliumkaasun. Näin kylmässä sylinterissä paine laskee ja mäntä painuu alas. Seuraava kierros alkaa, kun vastapaino pakottaa syrjäyttäjämännän nostamaan painetta kylmässä sylinterissä, jolloin heliumkaasu lähtee liikkeelle (kuva 1).



Kuva 2 Solo V161 stirling-moottori (Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008.)

5.2 Stirling-moottorin yhdistäminen lämmitysjärjestelmään

Hakevarastosta automaattisyöttö siirtää metsähaketta stokeri-polttimeen, josta lähtevät savukaasut raittiin ulkoilman lämmityskanaviin. Savukaasut kulkevat eri kanavissa raittiin ulkoilman kanavien ympärillä. Tässä kohtaa ulkoilma lämpiää ja stirling-moottori pystyy käyttämään sitä polttoaineenaan. Lopuksi savukaasut lämmittävät lämmitys- ja talousveden lämminvesivaraajalle kiertovesipumpun avulla (kuva 3). (Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008.)



Kuva 3 Stirling-moottorin yhdistäminen lämmitysjärjestelmään
(Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008.)

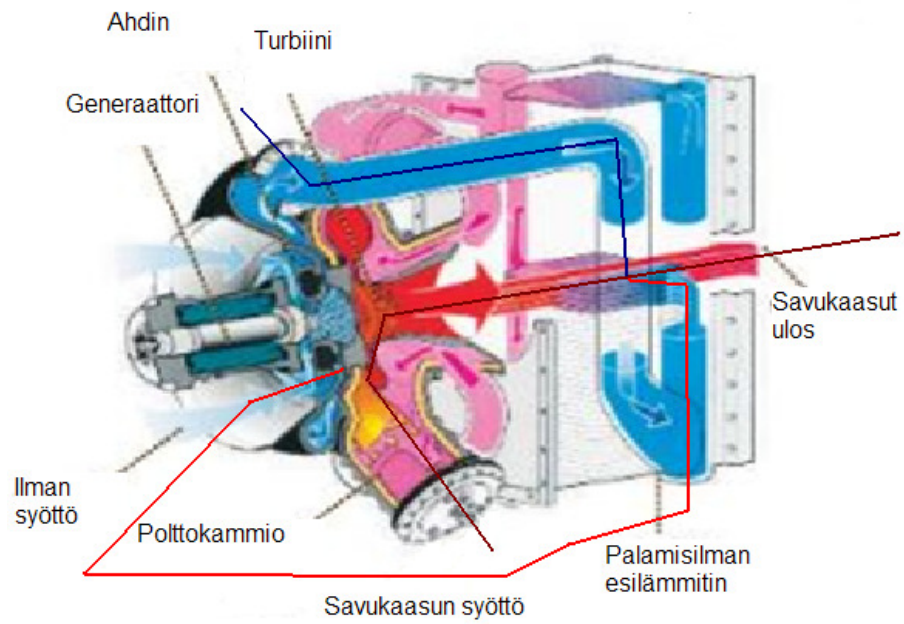
5.3 Mikroturbiinitekniikka

Mikroturbiini on kehitetty palokaasujen hyödyntämiseen sähkön tuotannossa. Palokaasuja on hyödynnetty häkäpönttö muodossa jo ennen toista maailmansotaa, mutta niihin on liittynyt paljon ongelmia palokaasuissa mukana olevan tervan ja pienhiukkasten takia. Tulipesässä tulisi olla vähintään 850 astetta lämpöä, koska siinä palaa suurin osa pienhiukkasista. Nykyään tulipesän ja turbiinin väliin

voidaan laittaa palokaasupesureita ja katalyytti puhdistajia, mutta paras tapa olisi saada palokaasut kattilasta ilman ylimääräisiä pienhiukkasia. Puhdas palokaasu helpottaisi turbiinin käyttöä, koska ylimääräinen komponentti jäisi välistä pois, ja samoin mikroturbiinin hintakin voisi laskea. (Friedman 2000)

Mikroturbiini käsittää periaatteessa samanlaisen laitteiston kuin isot, yli kymmenien megawattien lämpölaitokset. Mutta itse mikroturbiinilaitos ja kaikki muut tarvittavat välineet ja komponentit mahtuvat paljon pienempään tilaan kuin isojen laitteistojen koneistot. Itse mikroturbiini on koottu samalle akselistolle kuin kompressori ja generaattori. Tämä akselisto tuottaa sähköä aina sataan kilowattiin asti. Mikroturbiinien hinnat ovat laskusuunnassa, mutta tällä hetkellä hinta on 2500-3000 euroon kilowattia kohti, joten kohdetilalle soveltuvien vaihtoehtojen hinnat ovat 100-150 tuhannen euron välillä. (Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008.)

Mikroturbiinissa ahdin imee raitista ilmaa koneistoon, mistä ilma liikkuu palamisilman esilämmittimen kautta polttokammioon. Polttokammioon liikkuu myös tulipesästä tulevat suodatetut savukaasut. Polttokammiossa tapahtuu räjähdys, minkä ansiosta turbiinin siivet alkavat liikkua. Käytetyt palokaasut liikkuvat palamisilman esilämmittimen kautta ulos turbiinista (kuva 4).

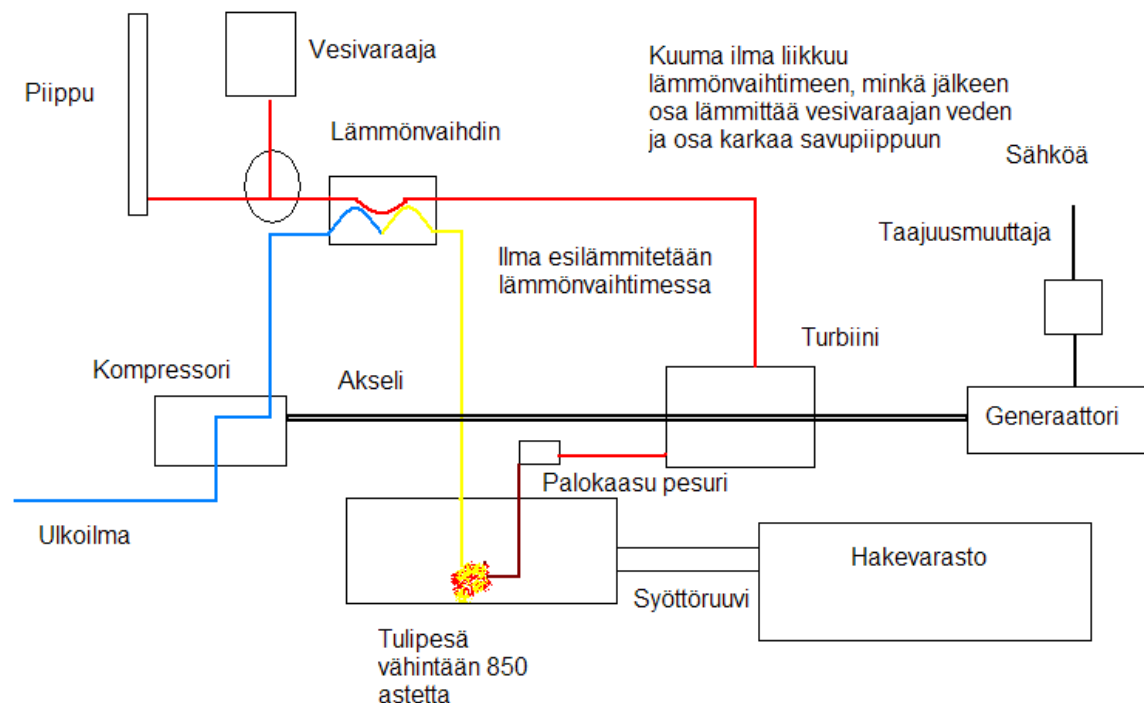


Kuva 4 Mikroturbiini läpileikkaus

http://www.tekniikkatalous.fi/multimedia/dynamic/00020/Mikroturbiini_20429b.jpg

5.4 Mikroturbiinin liittäminen lämmitysjärjestelmään

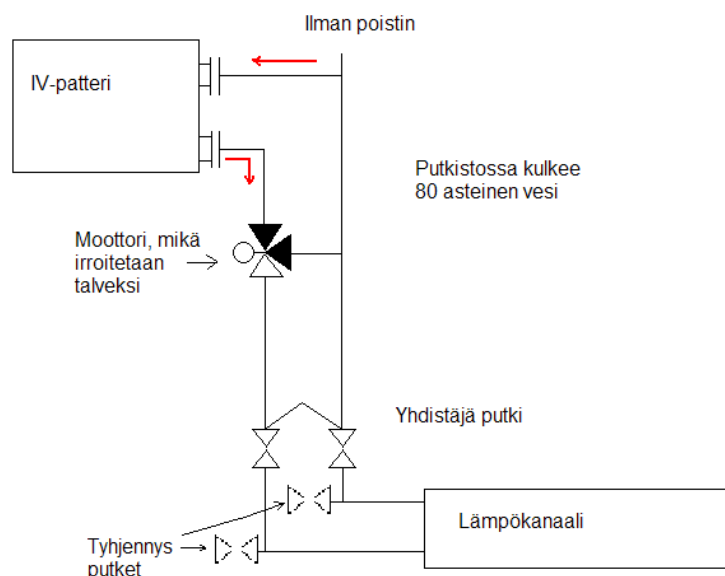
Tulipesään tuleva ilma tulee turbiinin pyörittämän kompressorin kautta. Kompressorin työntäessä ulkoilmaa kohti lämmönvaihdinta, minkä kuuma ilma lämmittää, näin ulkoilma esilämmitetään ennen tulipesään menoa. Tulipesästä kuuma, yli 850 asteinen palokaasu liikkuu kohti palokaasupesuria, joka poistaa pienhiukkasia palokaasusta. Puhdas palokaasu pyörittää turbiinia ja samalla sähköä tuottavaa generaattoria ja jo mainittua kompressorin. Turbiiniin puhdistamattomat palokaasut liikkuvat palokaasupesurin läpi. Turbiinista kuuma pakokaasu johtuu lämmönvaihtimeen lämmittämään tuloilmaa ja siitä vesivaraajalle, mistä hukkalämpö pääsee karkaamaan savupiipuun. Generaattorin jälkeen pitää olla sähkövirran taajuusmuuttaja, joka varmistaa sähkön laadun ilman virtapiikkejä ja katkoksia (kuva 4).



Kuva 5 Mikroturbiini sähkön tuottajana ja osana lämmitysjärjestelmää

6 IV-patteri eli esilämmitin

IV-patteri toimii viljan kuivaamon tuloilman esilämmittäjänä. IV-patterin moottori asennetaan kuivausaikana paikoilleen ja otetaan kuivausajan jälkeen pois. Muulloin kuin kuivausaikana, putkisto on tyhjä jäätymisvaaran vuoksi. Energian IV-patteri saa lämpimästä vedestä, joka tulee kuivurille lämpökanaalia pitkin. IV-patterin moottori toimii sähköllä. Moottori kierrättää putkistossa noin 80 asteista vettä. Näin viljan kuivaamon imiessä pihalta kuivausilmaa, ilmasta vähenee kosteus ja lämpö nousee, mikä vaikuttaa kuivurin moottorin öljyn kulutukseen (Kuva 5). (Räsänen 5.9.2008.)



Kuva 6 IV-patteri eli esilämmitin(Räsänen 5.9.2008)

7 Energiantuottokapasiteetit

Lämmön- ja sähköntuottamisen menetelmän valintaan vaikuttaa merkittävästi niiden tarve. Lämpölaitoksessa, jossa valmistetaan Stirling-moottorilla sähköä 10 kw sähköteholla, pystytään valmistamaan vuodessa lämpöä 400 MWh ja sähköä 50 MWh. Kun taas 30kW sähkötehon mikroturbiinilaitoksella voidaan valmistaa lämpöä 825 MWh/v ja sähköä 165 MWh/v. (Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008).

Kyseisen maatilakiinteistön lämmön tarve on juuri sopiva Stirling-tekniikkaan, mutta sähkön tarve on paljon suurempi, mitä Stirling-moottori tuottaa. Mikroturbiinilaitos valmistaa kumpaakin energiamuotoa paljon yli tarpeen. Sähkönkulutus tilalla on 180 MWh/v ja lämpöä tarvittaisiin noin 320MWh/v. Lämmön tarve voi hieman nousta, jos asuinrakennukseen valitaan lämpimällä vedellä toimiva lämmitysjärjestelmä. Sähkön tarve on joka tapauksessa suurempaa kuin mitä stirling-tekniikalla pystytään valmistamaan. Joka tapauksessa tilalle on tultava sähköyhtiön linjat, koska ilman varajärjestelmää ei voi toimia. Niin sanottu siirtomaksu maksaa aina, joten ei kannata maksaa linjoista, joita ei käytä.

Stirling-tekniikalla toimivan voimalaitoksen pitäisi toimia lähes aina täydellä teholla, mikä ei ehkä ole koneistolle hyväksi. Näin ollen huoltoväli voisi muodostua lyhyeksi, mikä nostaa kustannuksia. Lämpöenergia sopisi kiinteistöön hyvin ja siihen tarvittava kapasiteetti ylittyisi juuri sopivasti. Sähköntuottoon Stirling on pieni, koska se tuottaa vain hieman yli $\frac{1}{4}$ kiinteistön sähkön tarpeesta.

Mikroturbiinitekniikan tuottama lämpöenergiamäärä nousee yli kiinteistön tarpeen. Ilmeisesti sähköenergiaa tarvitsisi ottaa valtakunnan verkosta vain virtapiikkiaikoina.

Huolto on vielä mikroturbiinin kokoiselle laitokselle suhteellisen halpaa, sillä se on rakennettu pääosin yksinkertaisista ja yleisistä komponenteista.

8. Energiantuotannon menetelmävaihtoehdot

Maatilakiinteistöön tuleva voimalaitos sijoitettaisiin mahdollisimman keskelle lämmitettäviä rakennuksia. Ihannetilanne olisi se, että lämpölaitos saataisiin rakennettua sikalan läheisyyteen, milloin kallista lämpökanaalia asennettaisiin vain asuinrakennukselle ja kuivurille. Edellä esitettyjen kriteerien perusteella päädyin kolmeen perusratkaisuun. Maatilán lämmön- ja sähköntuotannon Investointivaihtoehdot on esitetty seuraavassa luvussa.

8.1 Vaihtoehto 1

Sikala ja korjaamo lämpiävät aina kuumalla vedellä, viljan kuivausaikaan myös kuivurin IV-patteri. Asuinrakennus lämpenee sähköllä, mitä jo käytössä olevat, sähkövastuksilla lämpeävät muurit tukevat. Voimalaitos valmistaa sähköä stirling-moottorilla, näin saadaan $\frac{1}{4}$ sähköstä omasta voimalaitoksesta. Kiinteistö on kytketty valtakunnan sähköverkkoon lisäenergian tarpeen vuoksi. Asuinrakennukseen tuleva lämmin käyttövesi tulee kattilan vieressä olevasta varaajasta.

8.2 Vaihtoehto 2

Lämpimällä vedellä lämpiävät asuinrakennus (erotuksena vaihtoehdosta 1), sikala, korjaamo ja kuivurin IV-patteri kuivausaikana. Voimalaitos valmistaa sähköä stirling-moottorilla, joka valmistaa ¼ sähkön tarpeesta. Kiinteistö on kytketty valtakunnan verkkoon lisäenergian tarpeen vuoksi. Asuinrakennukseen tuleva lämmin käyttö- ja lämmitysvesi tulevat kattilan vieressä olevasta varaajasta.

8.3 Vaihtoehto 3

Sikala ja korjaamo lämpiävät aina kuumalla vedellä ja kuivurin IV-patteri vain kuivausaikaan. Asuinrakennus lämpiää sähköllä. Kaikki sähkölaitteet toimivat koko kiinteistössä omasta voimalaitoksesta tulevasta sähköstä. Sähkö valmistetaan mikroturbiinilaitoksella. Kiinteistö on kytketty valtakunnan verkkoon varaenergian tarvitsemisen varalta.

8.4 Öljylämmitys

Tilalle hankittaisiin uusi öljykattila ja muuten järjestelyt pysyisivät samankaltaisina kuin tällä hetkellä. Näin asuinrakennukseen ei saataisi vielääkään keskuslämmitystä, vaan muurit toimisivat edelleen sen lämmön lähteenä. Viljan kuivaamon esilämmitintä ei kannattaisi hankkia, koska se lisäisi öljyn kulutusta.

8.5 Vaihtoehtojen analysointi

Juuri tehdyn asuinrakennuksen peruskorjauksen vuoksi vaihtoehto yksi tai kolme olisi helpoin toteuttaa. Asuinrakennukseen ei tarvitsisi laittaa muuta kuin sähköpatterit ja liittää ne verkkoon. Näin sähkönkulutus lisääntyisi entisestään, joten ykkösvaihtoehdossa ostosähkön kulutus voisi pysyä samana, vaikka sitä valmistettaisiin itse. Myös kolmosvaihtoehdossa jouduttaisiin useammin käyttämään valtakunnanverkon sähköä, koska virtapiikkiaikoina sähköntarve ylittäisi valmistusmäärän. Toteutuksen kannalta järkevin vaihtoehto olisi numero kaksi. Siinä pystyttäisiin käyttämään mahdollisimman paljon molempia energiamuotoja. Tällöin asuinrakennukseen asennettaisiin pintaputkitus, joten vesiputket eivät rikkoisi saneerattuja pintoja. Sähkö voitaisiin vähentää tämän hetken kulutuksesta, joten se vähentäisi ostosähkön määrää.

Mikroturbiinitekniikka sopisi alueelle, jossa olisi muuta asutusta tai teollisuutta paljon ja joihin voisi tehdä lämmöntuottosopimuksia. Nikalin tila sijaitsee harvaan asutulla alueella, joten on mahdollista, että kaukolämmön tuottaminen tulisi lämpökanaaliverkon takia liian kalliiksi. Samoin viljankuivaamon muuttaminen kokonaan uuden lämpölaitoksen varaan vaikuttaisi vain viljan kuivausaikaan.

9 Kannattavuuslaskelmat

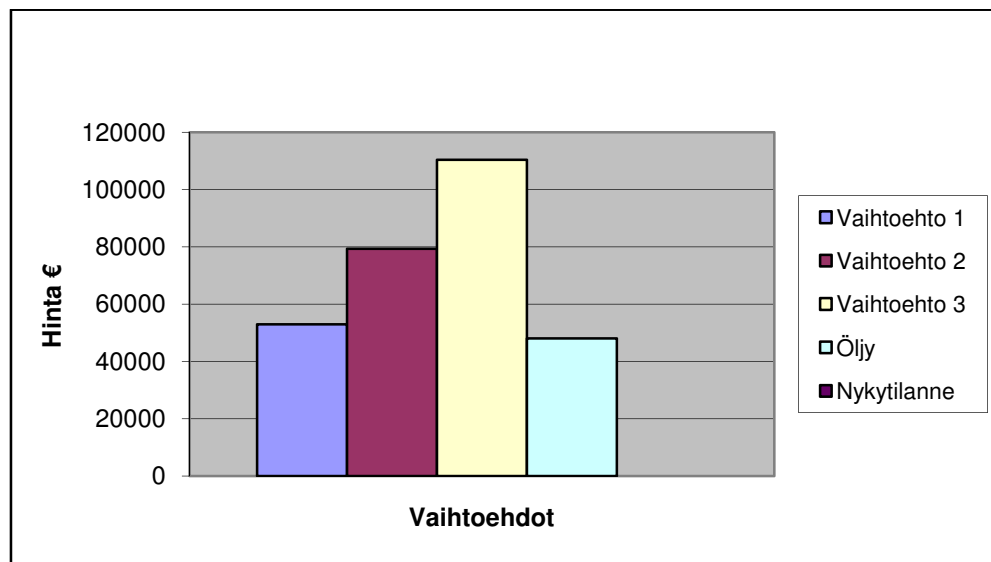
Kannattavuuslaskelmissa on monia tekijöitä, joita ei ole voitu varmuudella tietää tai ennakoida. Kaikkiin komponentteihin ja muihin kuluihin on haettu ainakin keskiarvohinnat, mutta suurimmaksi osaksi hinnat on kysytty komponentteja myyvistä myymälöistä.

9.1 Tuet ja rahoitukset

Koska tilalla lämmitetään maatalousrakennusten lisäksi myös asuinrakennusta, on haettavan maatalouden lämpökeskustukea. Maatalouden lämpökeskustuen piiriin ei kuulu asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmän saneeraus, siksi lopullisesta hankehinnasta joudutaan erottamaan asuinrakennukseen menevät kulut. Lämpökeskustuen avustus TE-keskukselta on 15 prosenttia hankintamenosta. Valtio myöntää korkotukea 70 % pankille hankintamenosta, mistä se takaa 20 % lainan määrästä. Koko lainan määrästä on korkotukilainaa 70 % ja normaalia yrityslainaa 30 %. Korkotukilainan ero normaaliin yrityslainaan on koroissa. Korkotukilainassa on aina sama lyhennysmäärä ja siinä on sama osuus korkoa ja itse lainaa. (Sirento 14.1.2009 ; Tuomisto 30.1.2009.)

9.2 Hankintameno

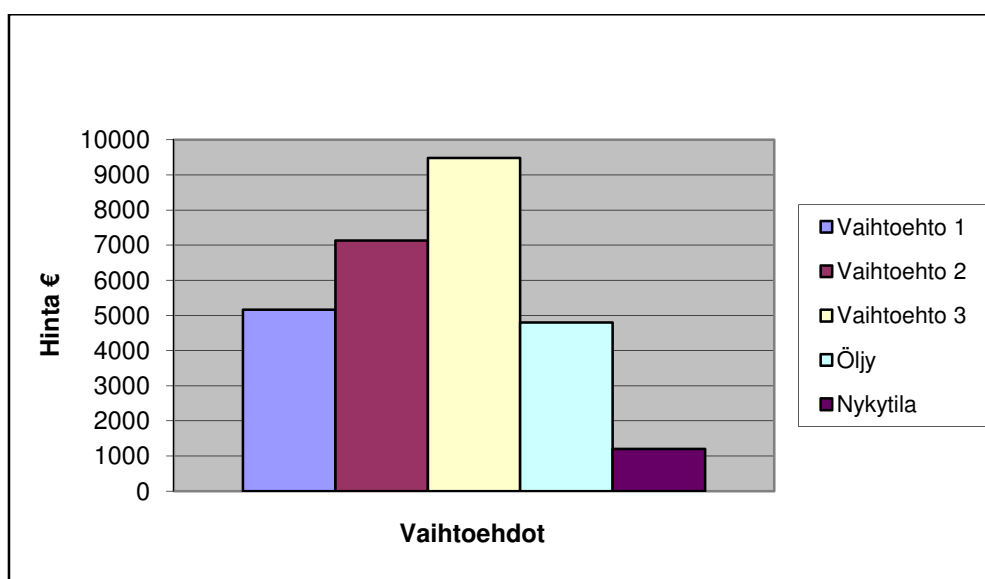
Ensimmäisen vaihtoehdon ja öljyvaihtoehdon hankintameno on samaa luokkaa, joten on jo tässä vaiheessa todennäköistä, että öljylämmitystä ei ole järkevää rakentaa uudestaan. Huomattavaa on, kuinka korkeaksi nousee toisen vaihtoehdon hankintameno. Toisessa vaihtoehdossa arvoa nostaa asuinrakennuksen putkitus. Kolmannen vaihtoehdon kuuluukin olla kallis hankkia, koska sillä pystyy tekemään moninkertaisen määrän energiaa stirling-tekniikkaan nähden. Hankintameno on laskettu ilman TE-Keskuksen 15 %:n avustusta. (Kuva 6)



Kuva 7 Hankintameno

9.3 Kiinteät kustannukset

Vieläkin kolmosvaihtoehto on arvokkain, ja syy on suurelta osin kiinteisiin kustannuksiin luettavat poistot. Jokaisen vaihtoehdon, paitsi nykytilan, suurin osatekijä on poistot. Tästä syystä kaavio on hankintamenokaavion kaltainen. Korkona olen perusesimerkissä käyttänyt Nordea pankin esittämää 10 vuoden korkoprosenttia 3,4. (Kuva 7).



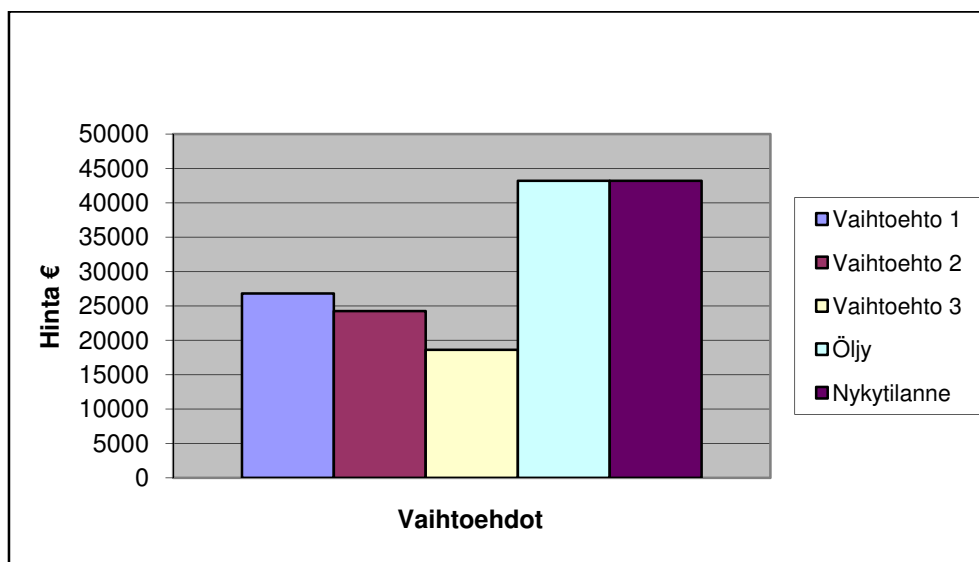
Kuva 8 Kiinteät kustannukset

9.4 Muuttuvat kustannukset

Muuttuvat kustannukset alkavat näyttää uusiutuvan energian edullisuutta. Muuttuvien kustannusten suurin tekijä on polttoaineen hinta. Nyt kolmosvaihtoehto on halvin vaihtoehto, koska muuttuvissa kustannuksissa on laskettu omalla voimalaitoksella tehty säästö sähkön kulutuksen osalta. Vaikka polttoainetta kuluu hakevoimalaitoksissa suhteessa enemmän kuin öljyä, täytyy muistaa, että hakkeella tuotetaan sekä lämpöä että sähköä. Jos kolmannen vaihtoehdon ylimääräisen

lämmön saisi myytyä, mikroturbiinin kannattavuus nousisi roimasti.

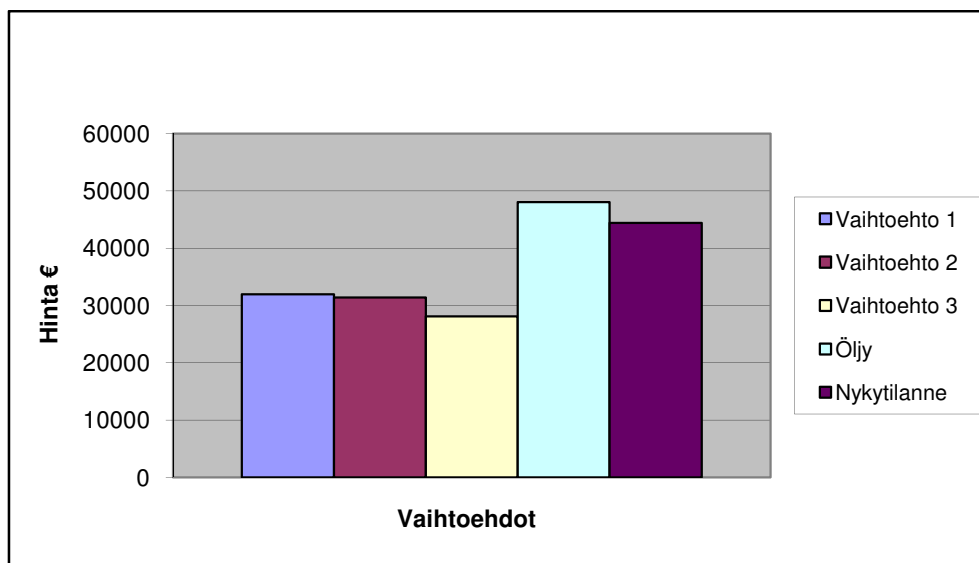
(Kuva 8).



Kuva 9 Muuttuvat kustannukset

9.5 Kustannukset yhteensä

Kun kustannukset lasketaan yhteen, polttoaineen hinta näyttää olevan suurin tekijä hinnan muodostumisessa. Kokonaisuudessa näkyy hyvin myös oman sähköntuotannon edut. Ilman kalliita hankintakustannuksia mikroturbiini olisi ehdottomasti tuottavin laitos. (Kuva 9).

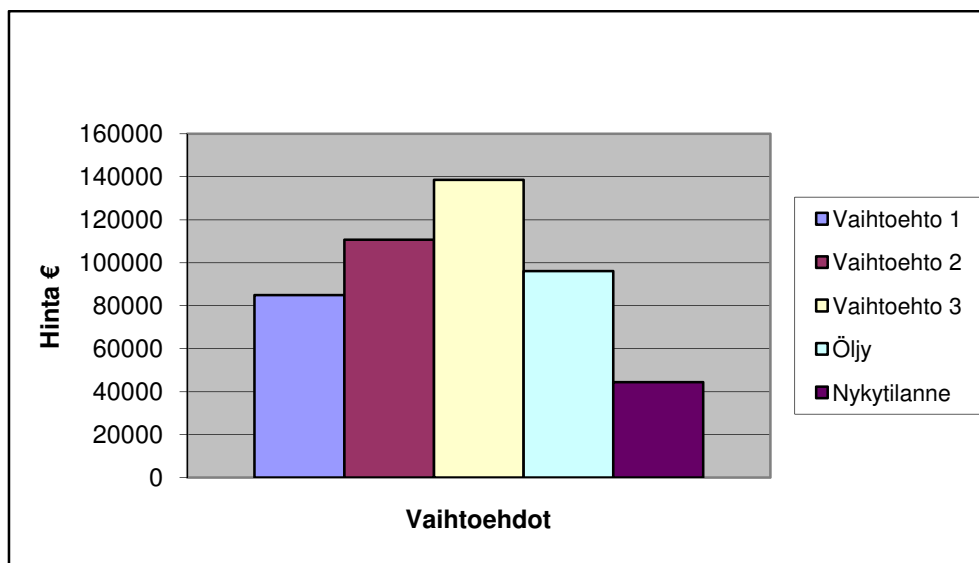


Kuva 10 Kustannukset yhteensä

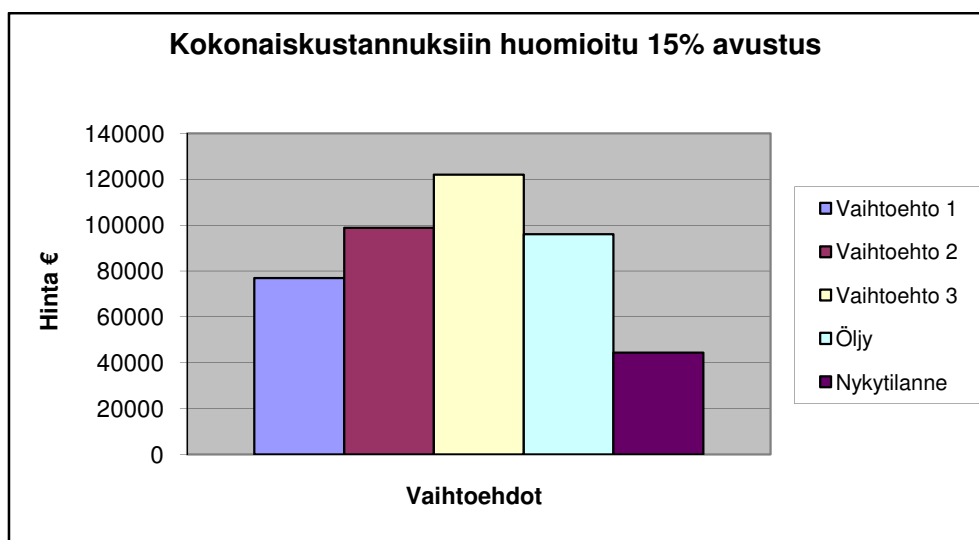
9.6 Kokonaiskustannukset ja hankintameno yhdessä

Nykytilanteessa ja 3.4% korolla tämänhetkinen lämmitysjärjestelmä on kaikkein edullisin. On havaittavissa, että uudet kehitteillä olevat lämmitysjärjestelmät ovat erittäin pitkän ajan sijoituksia. Joka vuosi saadaan hieman kevyemmät käyttökustannukset energiakustannusten säästöjen muodossa, mutta se ei riitä korvaamaan huikeita hankintakustannuksia. (Kuva 10).

Kuvassa 11 uusiutuvien energiamuotojen voimalaitos tulee hieman edullisemmaksi, koska taulukossa on huomioitu TE- keskuksen 15 % maatilán lämpökeskuksen avustus. Avustus ei kuitenkaan merkittävästi vähennä stirling- ja mikroturbiinivoimalaitosten suuria hankintakustannuksia.



Kuva 11 Kokonaiskustannukset ja hankintameno yhteensä



Kuva 12 Kokonaiskustannuksiin ja hankintamenoon saatu 15% avustus

10 Eri vaihtoehtojen investointien tarkastelua

Korko %	Nettonykyarvo (Aika 10v)			
	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
3,4 %	67 522 €	60 121 €	26 985 €	-326 761 €
5 %	62 376 €	55 540 €	24 929 €	-301 861 €
10 %	49 636 €	44 196 €	19 837 €	-240 206 €

Taulukko on laskettu käyttäen tulovirtana lämpö- ja sähköenergian säästöä nykyiseen lämmitysmuotoon nähden. Nykyinen lämmitysjärjestelmä on jo aiemmin mainittu öljy, mutta kaaviossa näkyvä öljy on mahdollinen uusi järjestelmä.

Uuden öljykattilan hankkiminen olisi aika ajattelematon teko. Öljyssä hintaa lisää tietenkin polttoaine. Uutta öljykattilaa ei saisi maksettua niin sanotuilla säästöillä koskaan. Jos nettonykyarvo laskee miinukselle, on takaisinmaksukin vaikeaa. Takaisinmaksu aika on jokaisessa bioenergiavaihtoehdossa suhteellisen hyvä, sillä takaisinmaksuaika ei saisi olla yli kymmentä vuotta.

Taulukko 2 Takaisinmaksuaika ja investoinnin kannattavuus

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
Nettotuotot	16224,97	17745	16365	
	Takaisinmaksuaika (vuotta)			
3,4 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan
5 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan
10 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan
Investoinnin suuruus	81469	105523	131369	92941
Investoinnin kannattavuus				
3,4 %	-13 948 €	-45 402 €	-104 384 €	-419 701 €
5 %	-19 093 €	-49 983 €	-106 440 €	-394 802 €
10 %	-31 833 €	-61 327 €	-111 532 €	-333 146 €

Ensimmäinen vaihtoehto onärkevin laskelmien perusteella, sillä nettonykyarvo on suurin. Pienin investointi tuottaa kuitenkin lämpöenergian lisäksi hieman sähköä ja näin ollen kaikki kustannukset pysyvät kohtuullisina. Takaisinmaksuaika on luonnollisesti myös pienin, mikä aiheuttaa nopean varsinaisen säästön. Toisen vaihtoehdon kallein investointi on lämpövesiputkien asentaminen taloon. Pitkällä juoksulla

tämä investointi kuulostaisi järkevimmältä, vaikka nettonykyarvo on melkein 10 000 euroa pienempi. Nämä kaksi vaihtoehtoa ovat minun suositukseni maatalan lämmitys- ja sähköntuottoratkaisuiksi. Vaikka mikään vaihtoehto ei näytä kannattavan, tilanteeseen vaikuttavat monet pienet asiat. Kustannuksiin sisältyvä polttohake on laskettu kaavioon markkinahinnalla 15 euroa - jos hinta lasketaan 10 euroon, nousee ensimmäisen vaihtoehdon pienimmän koron (3,4 %) laskelmassa kannattavuus positiiviseksi. Toisin sanoen vaihtoehto yksi saattaa käytännössä osoittautua kannattavaksi (positiivinen tulovirta), mikäli lähtötilanteen hinnoissa tapahtuu oikean suuntaisia, melko pieniäkin muutoksia.

Taulukko 3 Energian hinnat investoinnin jälkeen

Ostetun energian hinta investoinnin jälkeen				
	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
Käytettävän lämmön määrä MWh/v	279,12	279,12	279,12	279,12
Polttoainekulut €/vuosi	7425	7425	16434	20021,904
€/MWh	26,60	26,60	58,88	71,73
Käytettävän sähkön määrä MWh/v	180	180	180	180
Sähkökulut €/vuosi	9540,33	8268,29	954,03	11448,40
€/MWh	53,00	45,93	5,30	63,60

Energiat hinnat ovat laskettu taulukossa 4 ilman siirtomaksuja tai muita lisiä. Näillä hinnoilla keventäisi vuosittaisia energiakustannuksia ainakin hieman. Kolmannen vaihtoehdon korkea polttoainekustannus johtuu suuresta lämmöntuottokapasiteetista. kohdetilalla tämä vaihtoehto ei ole järkevä, koska suurin osa mikroturbiinin tekemästä lämmöstä menee hukkaan. Ykkös- ja kakkosvaihtoehdon eri sähkön kulutusmäärä johtuu eri lämmitysratkaisusta asuinrakennuksessa. Ykkösessä se on sähkö ja kakkosessa vesikiertolämmitys. Tällä hetkellä, kun energia-asiat ovat muutoksen kourissa, odottaisin vielä uuden investoinnin päätöstä, jos se on vanhan öljykattilan kanssa mahdollista. Vielä ei tiedä varmasti, tuleeko metsäenergialle syöttötariffia vai muuttuuko koko järjestelmä. Samoin voimalaitosratkaisujen hinnat voivat laskea ja niiden toimintavarmuus kasvaa.

12 Sähkönjako valtakunnan verkkoon

Sähkönjako valtakunnan verkkoon ei tuo lisätuloja, koska linjojen omistaja Vattenfall ei maksa verkkoon tehdystä sähköstä, mutta Vattenfall ottaa mielellään ylimääräistä sähköä verkkoonsa. Tästä syystä kannattaa sovittaa sähkön tuotto oman kapasiteetin alle, näin maksaa vain osasta sähköstä. (Välimaa 20.1.2009.)

Lähteet

(<http://www.tekniikka.info/?page=selite&word=61126&criteria=1&ID=42188511392fb...>)

http://thesis.jyu.fi/07/URN_NBN_fi_jyu-2007202.pdf

Farmari 2008 Energiaseminaari Lahti 1.8.2008

Koskelainen Lasse Professori Puhelinhaastattelu 22.9.2008

Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto

Räsänen Janne LVI-insinööri Vesinieminen oy Haastattelu 5.9.2008

Välimaa Martti Vattenfall Puhelinhaastattelu Puhelinhaastattelu
20.1.2009

Sirento Tuure TE-keskus Puhelinhaastattelu 14.1.2009

Tuomisto Kai-Pekka Yritysasiakkaiden palveluneuvoja Nordea
Haastattelu 30.1.2009

Friedman, N. Richard 2000. Microturbine Technology & Business
Developments. World Energy Engineering Congress 2000. Viitattu
27.4.2009. [http://www.distributed-
generation.com/Library/Microturbine_Developments.pdf](http://www.distributed-generation.com/Library/Microturbine_Developments.pdf).

http://www.tekniikkatalous.fi/multimedia/dynamic/00020/Mikroturbiini_20429b.jpg

Liite 1 Vaihtoehdon yksi kustannuslaskelma

Muuttuvat kustannukset			Kiinteät kustannukset			
Kattila+siilo+muut tarvikkeet	80 kW	6290	Palkat		5000	
Sähköpatterit	2000W 150€/kpl 10kpl	1500	Sähkön hinta	7920€/v		
Kiertovesipumppu	1,2l	900	Vuosihuollot	200€/v	200	
Varaaja	3m3	2800				
Järjestelmän huolto (ylimääräiset)	300€/v ?	300				
Rakennus	3000€/v ?	3000				
IV-patteristo kuivuriin		5000				
Sähkökaapeli	3,50€/m	953,75				
Polttomateriaali (Hake)	12-16€/MWh*450	6750				
Stirlin moottori ja siihen tarvittavat	10 kW sähköteho	25000				
Lämpökanaali	125m*60€/m	7500				
Yhteensä		59993,8	Yhteensä		5200	
Kokonaiskustannukset €		65193,8				
	m					
Lämpölaitos-asuinrakennus	147,5		Energian kulutus	Öljytonnia/v	MWh/v	Investoinnin jälkeen itse tuotettu energiamäärä MWh/v
Lämpölaitos-kuivuri	85		Sikala	12	139,56	139,56
Lämpölaitos-konehalli	40		Kuivuri	12	139,56	93,04
	272,5		Sähkön kulutus		200	50
			Yhteensä		479,12	282,6
Toe	MWh					
1	11,63					
Öljyn hinta €/l	0,77					
Öljyn hinta €/MWh	66,21					
Sähkön hinta €/MWh	63,60					

Liite 2 Vaihtoehdon 2 kustannuslaskelma

Muuttuvat kustannukset		€	Kiinteät kustannukset		€	
Kattila+siilo+muut tarvikkeet	80 Kw	6290	Palkat		5000	
Patteriputkisto taloon		19000	Sähkön hinta	7920€/v	7920	
Kiertovesipumppu	1,2l	900	Vuosihuollot	200€/v	200	
Varaaja	3m3	2800				
Järjestelmän huolto (ylimääräiset)	300€/v ?	300				
Rakennus	3000€/v ?	3000				
Polttomateriaali (Hake)	12-16€/MWh*450	6750				
IV-patterit kuivuriin		5000				
Sähkökaapeli	3,50€/m	953,75				
Stirlin moottori ja siihen tarvittavat	10 kW sähköteho	25000				
Lämpökanaali	272,5m*60€/m	16350				
Yhteensä		86343,8	Yhteensä		13120	
Kokonaiskustannukset		99463,8				
	m					
Lämpölaitos-asuinrakennus	147,5		Energian kulutus	Öljytonnia/v	MWh/v	Investoinnin jälkeen itse tuotettu energiamäärä MWh/v
Lämpölaitos-kuivuri	85		Sikala	12	139,56	139,56
Lämpölaitos-konehalli	40		Kuivuri	12	139,56	93,04
	272,5		Sähkön kulutus		180	50,00
			Yhteensä		459,12	282,60
Toe	MWh					
1	11,63					
Öljyn hinta €/l	0,77					
Öljyn hinta €/MWh	66,21					
Sähkön hinta €/MWh	63,60					

Liite 3 Vaihtoehdon 3 kustannuslaskenta

Muuttuvat kustannukset		€	Kiinteät kustannukset		€	
Kattila+siilo+muut tarvikkeet	Laka 80-100kW	6290	Palkat		5000	
Sähköpatterit	2000W 150€/kpl 10kpl	1500	Sähkön ostohinta			
Kiertovesipumppu	1,2l	900	Vuosihuollot	200€/v	200	
Varaaja	3m3	2800				
Järjestelmän huolto (ylimääräiset)	300€/v ?	300				
Rakennus	3000€/v ?	3000				
Polttomateriaali (Hake)	12-16€/MWh*996	14940				
IV-patteri kuivuriin		5000				
Sähkökaapeli	3,50€/m	953,75				
Mikroturbiinilaitos	2500-3000€/kW	90000				
Lämpökanaali	272,5m*60€/m	0				
Yhteensä		125683,8	Yhteensä		5200	
Kokonaiskustannukset		130883,8				
Kiertovesipumppu 1,2l		900 €				
Patteriputkisto taloon		19 000 €				
Sähkäteho kW		30				
MWh/v		150				
	m					
Lämpölaitos-asuinrakennus	147,5		Energian kulutus	Öllytonnia/v	MWh/v	Investoinnin jälkeen itse tuotettu energiamäärä MWh/v
Lämpölaitos-kuivuri	85		Sikala	12	139,56	139,56
Lämpölaitos-konehalli	40		Kuivuri	12	139,56	93,04
	272,5		Sähkön kulutus		180	165
			Yhteensä		459,12	397,6
Toe	MWh					
1	11,63					
Öljyn hinta €/l	0,77					
Öljyn hinta €/MWh	66,21					
Sähkön hinta €/MWh	63,60					

Liite 4 Eri vaihtoehtojen vertailu, mukana myös öljy vaihtoehto ja nykytilanne

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy	Nykytilanne
Investoinnit					
Kattila+siilo+muut tarvikkeet	6290	6290	6290	4000	
Sähköpatterit	1500		1500		
Kiertovesipumppu	900	900	900	900	
Varaaja	2800	2800	2800	2800	
Rakennus	3000	3000	3000		
IV-patteristo kuivuriin	5000	5000	5000	5000	
Sähkökaapeli	953,75	953,75	953,75		
Stirlin moottori ja siihen tarvittavat	25000	25000			
Lämpökanaali	7500	16350	0	16350	
Patteriputkisto taloon		19000		19000	
Mikroturpiinilaitos			90000		
Hankintameno	52944	79294	110444	48050	0
Hankintameno-15% TE-keskuksen avustus	45002	67400	93877	48050	
Investoinnista aiheutuvat kiinteät kustannukset					
Poisto, %/vuosi	10	10	10	10	
Poisto aika, vuotta	10	10	10	10	
Jäännösarvo, €	18460	27648	38509	16754	0
Korkovaatimus %	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Keskimääräinen poistomäärä €/vuosi	3448	5165	7193	3130	0
Kiinteää 3,4% korkovaatimus €/kk/10 vuotta (Nordea)	520	768	1083	472	
Vuosihuollot €/vuosi	200	200	200	200	200
Palkat €/vuosi	1000	1000	1000	1000	1000
Kiinteät kustannukset yhteensä	1720	1968	2283	1672	1200
Muuttuvat kustannukset					
Tuotettu energiamäärä MWh/vuosi	450	450	996	280	280
Hyötysuhde, %	91	91	91	93	93
Polttoaine määrä, MWh/vuosi	495	495	1095,6	302,4	302,4
Polttoaine hinta, €/MWh	15	15	15	66,21	66,21
Polttoainekustannus €/vuosi	7425	7425	16434	20021,904	20021,904
Ostetun sähkön määrä, MWh/vuosi	150	130,00	15	180	180
Ostetun sähkön hinta, €/MWh	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60
Sähkökulut €/vuosi	9540,33	8268,29	954,03	11448,40	11448,40

Korjaus ja huolto €/vuosi	300	300	300	300	300
Muuttuvat kustannukset yhteensä	26806	24262	18642	43219	43219
Kustannukset yhteensä	28526	26230	20925	44891	44419
Kustannukset yhteensä+ensimmäisen vuoden hankintameno	81469	105523	131369	92941	44419
Kustannukset yhteensä+ensimmäisen vuoden hankintameno-15%avustus	73528	93629	114802	92941	44419

		Poistojen lasku prosentti			
		10			
	Vuodet	0,9	0,9	0,9	0,9
	1	47649	71364	99399	43245
	2	42884	64228	89459	38921
	3	38596	57805	80513	35028
	4	34736	52025	72462	31526
	5	31263	46822	65216	28373
	6	28136	42140	58694	25536
	7	25323	37926	52825	22982
	8	22791	34133	47542	20684
	9	20511	30720	42788	18616
	10	18460	27648	38509	16754
Poistojen määrä yhteensä €		34483	51646	71934	31296
Keskimääräinen poistomäärä €/vuosi		3448	5165	7193	3130

Liite 5 Investointilaskelma

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy	Nykehetki					
Polttoainekustannus €/vuosi	7425	7425	16434	20022	20022	Investoinnin suuruus	-81469	-105523	-131369	-92941
Sähköenergian hinta €/vuosi	9540	8268,29	954	11448	11448	Jaettuna 10 vuodelle	-8147	-10552	-13137	-9294
Yhteensä	16965	15693	17388	31470	31470	Kiinteät kustannukset-poistot	1720	1968	2283	1672
Jokaisen vuoden tulo1	14505	15777	14082	0		Jokaiselle vuodelle tulevat kustannukset				
2	14505	15777	14082	0		1	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
3	14505	15777	14082	0		2	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
4	14505	15777	14082	0		3	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
5	14505	15777	14082	0		4	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
6	14505	15777	14082	0		5	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
7	14505	15777	14082	0		6	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
8	14505	15777	14082	0		7	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
9	14505	15777	14082	0		8	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
10	14505	15777	14082	0		9	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092
						10	- 6 427	- 8 584	- 10 854	-39092

Nettonykyarvo (Aika 10v)

Korko %	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
3,4 %	67 522 €	60 121 €	26 985 €	-326 761 €
5 %	62 376 €	55 540 €	24 929 €	-301 861 €
10 %	49 636 €	44 196 €	19 837 €	-240 206 €

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
Nettotuotot	16224,97	17745	16365	
	Takaisinmaksuaika (vuotta)			
3,4 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy	Nykehetki					
5 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan						
10 %	5,0	5,9	8,0	Ei koskaan						
Investoinnin suuruus	81469	105523	131369	92941						
Investoinnin kannattavuus										
3,4 %	-13 948 €	-45 402 €	-104 384 €	-419 701 €						
5 %	-19 093 €	-49 983 €	-106 440 €	-394 802 €						
10 %	-31 833 €	-61 327 €	-111 532 €	-333 146 €						

Liite 6 Energian hinta

Sähkön hinta nykyhetkessä

Energia polar	kk	määrä	laatu	€/KWh	€/MWh	€/v
sähkön hinta		5,32	snt/KWh		0,0532	53,2 9576
Vattenfall						
siirtomaksu	12	124,7	€/kk			1496,4
talvi siirto	4	2,6	snt/KWh	0,026	26	104
muun ajan siirto	8	1,3	snt/KWh	0,013	13	104
mittalaitemaksu	12	14	€/KK			168
Sähkölasku yhteensä /v						11448,4

Sähkön kulutus	MWh/v	180
€/MWh		63,60

Muuntokerroin	11,63	
Lämpöenergian kulutus	Öljytonnia/v	MWh/v
Sikala	12	139,56
Kuivuri	12	139,56
Yhteensä		279,12

Ostetun energian hinta investoinnin jälkeen	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Öljy
Käytettävän lämmön määrä MWh/v	279,12	279,12	279,12	279,12
Polttoainekulut €/vuosi	7425	7425	16434	20021,904
€/MWh	26,60	26,60	58,88	71,73
Käytettävän sähkön määrä MWh/v	180	180	180	180
Sähkökulut €/vuosi	9540,33	8268,29	954,03	11448,40
€/MWh	53,00	45,93	5,30	63,60