

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma / Energia ja ympäristö

Urpo Huuskonen

KAUPPAPUUTARHAN VAIHTOEHTOISET ENERGIAMUODOT

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma / Energia ja ympäristö

Huuskonen Urpo	Kauppapuutarhan vaihtoehtoiset energiantuotantomuodot
Insinööriyö	33 sivua + 3 liitesivua
Työn ohjaaja	Osaamisalapäällikkö Markku Huhtinen
Toimeksiantaja	Kodin Kukat Oy
Marraskuu 2010	
Avainsanat	Kauppapuutarha, uusiutuva energia, tuulivoima, aurinkoenergia, biomassat

Tarkasteltava kauppapuutarha muodostuu yhdestä kasvihuoneesta, pakkaamosta sekä kasvattamo- ja toimistorakennuksesta. Insinööriyössä arvioitiin myös samassa pihapiirissä olevien asuin- ja aittarakennuksen lämmitystarve. Uuden pakkaamo- ja toimistorakennuksen energiatehokkuuslaskenta on osa opinnäytetyötä.

Selvitystä ei rajattu johonkin energiaratkaisuun vaan haluttiin tarkastella kaikkia realistisia vaihtoehtoja tuottaa energiaa. Tavoitteena on päästä mahdollisimman suureen uusiutuvan energian käyttösuuteen kohtuullisin investointikustannuksin.

Aluksi selvitettiin nykyisten tilojen energiankäyttö teoriassa ja verrattiin tuloksia käytettyihin energiamääriin. Aluelämpöverkon laskentaperusteeksi valitsimme teoreettisen maksimikulutuksen. Laskemiin perustuen vertailtiin eri energiantuotantovaihtoehtoja, joista valitsimme tarkempaan tarkasteluun aurinkokeräimet, tuulivoiman ja biomassan polttoon perustuvan lämpökeskuksen. Näille vaihtoehdoille tehtiin alustava kannattavuuslaskelma.

Tehdyt kannattavuuslaskelmat osoittivat aurinkokeräimet ja tuulivoiman hyviksi lisäenergiaratkaisuuksi kohtuullisella takaisinmaksuajalla. Aluelämpöratkaisun edullisuus riippuu metsähakkeen hankintakustannuksesta. Työn tuloksena energiaselvitys palvelee yritystä laajennusinvestoinnissa ja jaksotetun energian tuotantotavan muutoksessa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

HUUSKONEN URPO

Alternative Energy Solutions for a Commercial Garden

Bachelor's Thesis

28 pages + 3 pages of appendices

Supervisor

Markku Huhtinen, LicSc

Commissioned by

Kodin Kukkat Oy

November 2010

Keywords

Commercial garden, renewable energy, wind, solar, biomass

The market garden examined in this study consists of a greenhouse, a packing department, a plant nursery and an office building. The study also assesses the heating requirements of a residential building and a granary that are part of the same building complex. An energy calculation for the new packaging and office building is also part of the study.

The survey was not restricted to any particular energy solution; instead, it examines all realistic alternatives to produce energy, with the objective of maximizing the proportion of renewable energy while keeping investment costs at a reasonable level.

First the energy consumption of the existing premises was examined in theory, and the results were compared to the actual amounts of energy consumed. The theoretical maximum consumption was chosen as the basis of calculating the heating network for the complex. A comparison between different energy options led to a more detailed examination of heating systems based on solar power, wind power and biomass combustion. Preliminary profitability calculations were made for these options.

The profitability calculations showed that solar and wind power are good additional energy solutions within a reasonable payback period. The economic efficiency of a local heating plant depends on the affordability of forest chips. The results of this study should help the company in planning its expansion process and in adapting to changes connected to scheduled energy production.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	TYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET	6
3	KOHTEEN KUVAUS	7
	3.1 Kuvaus rakennuksista	7
	3.2 Kasvihuone	7
	3.3 Pakkaamo	8
	3.4 Toimisto- ja kasvatusrakennus	8
	3.5 Aitta	9
	3.6 Asuinrakennus	9
	3.7 Uusi toimisto- ja pakkaamorakennus	9
	3.8 Uusi kasvihuone	9
4	RAKENNUSTEN TEHON- JA ENERGIANTARVE	10
5	TILAN ENERGIANTUOTANTOON SOVELTUVAT RAAKA-AINEVARAT	12
	5.1 Puupolttoaine ja puupohjaiset sivutuotteet	12
	5.2 Pelto biomassassa	13
	5.3 Turve	13
	5.4 Aurinkoenergian käyttö	13
	5.5 Tuulivoima	14
6	SELVITYS UUSIUTUVAN ENERGIAN TUOTANTOMUODOISTA	15
	6.1 Tuulienergia	15
	6.2 Maalämpö	16
	6.3 Aurinkokeräimet	17
	6.4 Aurinkopaneelit	17
	6.5 Puun käyttäminen energianlähteenä	17
	6.5.1 Metsähakkeen polttaminen	17
	6.5.2 Puun hiilletys	18

6.6	Peltobiomassat	19
6.7	Energian varastointivaihtoehdot.	19
7	KANNATTAVUUSLASKENTA	19
7.1	Uuden toimisto- ja pakkaamorakennuksen energiavalinnan arviointi	20
7.2	Tuulivoiman kannattavuus	20
7.3	Aurinkoenergian kannattavuus	21
7.4	Puun poltto ja hiilletys	23
	7.4.1 Aluelämpöverkon tekninen ratkaisuehdotus	24
	7.4.2 Aluelämpöverkkoinvestoinnin kannattavuusarviointi	25
8	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	
	Liite 1. Sähköenergian hintatiedot	
	Liite 2. Esimerkki työssä tehdystä rakennuksen energiantarvelaskelmasta	
	Liite 3. Polttoaineiden hintatiedot	

1 JOHDANTO

Uusiutuvan energian käyttö on ilmastonmuutoskeskustelusta saanut voimakasta tukea. Vaihtoehtoja on runsaasti ja valtiovallan tukipolitiikka on ohjaavana tekijänä merkittävä. Teknisesti toimivia ratkaisuja aurinkoenergian hyödyntämiseen on suoraan aurinkopaneelein tai epäsuorasti tuuli- tai maalämpöratkaisuina. Materiaalin polttoon keskittyvistä ratkaisuista puu on Suomessa luontevin ratkaisu. Muut biomassat jalostetaan pienimuotoisessa tuotannossa ensin biokaasuksi tai hiilletetään.

Tässä insinööriyössä selvitettiin karkealla tasolla eri vaihtoehtojen nykyinen tekninen tilanne ja niiden soveltuvuus yrityksen käyttöön. Työssä tarkasteltiin energiantuotantomahdollisuuksia yrityksen sijainnin ja raaka-ainevarojen puitteissa. Eri vaihtoehtoista tehtiin kannattavuusvertailu, jonka avulla yritys pystyy arvioimaan jatkossa investointiensä suuntaa ja aikataulua.

Menossa oleva pakkaamoinvestointi oli myös insinööriyössä tarkasteltu rakennus. Uudisrakennuksen energiatehokkuus ja mahdollisuudet käyttää uusiutuvaa energiaa tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen olivat yksi työssä pohdituista aiheista.

Lähdemateriaalina käytettiin kirjallisuushakua, haastatteluja ja yrityksen tietokantoja. Kannattavuusvertailussa käytettiin takaisinmaksuaikalaskentaa.

2 TYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET

Työn tavoitteena oli luoda selkeä näkemys yritykselle mahdollisista vaihtoehtoisista uusiutuvan energian tuotantomuodoista ja karkeasti tarkastella niiden edellyttämiä investointeja ja tuotantokustannuksia. Työn tuloksena on näkemys tilanteesta 2010 ja taulukko, josta näkyy eri vaihtoehtojen kannattavuus.

Tarkastelun kohteena olevat rakennukset ovat tiiviissä ryhmässä kyläkeskuksessa. Mahdollisuutena on naapurien rakennusten ottaminen aluelämpöverkkoon mukaan, mutta tässä työssä se mahdollisuus rajattiin pois.

Työn laajuuden vuoksi tarkastelussa ei voitu mennä yksittäisten energiaratkaisujen yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Yksittäisten vaihtoehtojen tarkastelu vaatii lisäselvityksiä käytettävissä olevista tekniikoista, tukipolitiikasta ja investointikustannuksista.

3 KOHTEEN KUVAUS

Kodin Kukat Oy ja Juha Toikan tila sijaitsevat Haminan kaupungissa noin viisi kilometriä rannikosta. Tilalla on peltoa noin 20 hehtaaria ja metsää noin 75 hehtaaria. Turvetuotantoon soveltuvaa suota on 7 hehtaaria. (Toikka 2009.)

Tuotannollinen toiminta alkaa keväällä maaliskuussa ja kestää joulukuun loppuun. Yrityksen työhuippu on keväällä, jolloin suurin osa kasvatetuista kukista sekä väliteytistä kukkien taimista pakataan ja lähetetään asiakkaille. Sesonki päättyy joulukukkiin toimitukseen asiakkaille (Toikka 2009.)

3.1 Kuvaus rakennuksista

Kiinteistöjen lämmitys on hajautettu. Kasvihuoneessa ja pakkaamossa on öljylämmitys. Asuintalossa on puukeskuslämmitys ja toimistossa on puutakka ja suoräsähkölämmitys. Insinööriyön yhtenä lähtökohtana on selvittää aluelämpöverkon mahdollisuuksia seuraavan kattilauusinnan yhteydessä. Realistisen kuvan saamiseksi tilanteesta kaikille rakennuksille laskettiin teoreettinen energiankulutus, jota verrattiin toteutuneeseen energiankäyttöön. Näin saatiin suuruusluokaltaan oikeat tasot kustannuslaskennalle ja aluelämpöverkon mitoitukselle. (Toikka 2009.)

3.2 Kasvihuone

Kasvihuone on liimapuukaarimallinen muovikalvokasvihuone (Nurminen 1982: 6.) Kasvihuoneen leveys on 12 m ja pituus 30 m. Talvisin kasvihuone on lämmittämättä. Kasvihuoneen käyttö alkaa maaliskuussa ja jatkuu lokakuulle.

Kasvihuoneen lämmityksestä huolehtii kaksi öljylämmitteistä lämminilmakehitintä. Molemmat lämmittävät suoraa ilmaa. 60 kW:n lämminilmakehitin lämmittää kasvuspöytien alle puhallettavaa ilmaa ja toinen 50 kW:n lämminilmakehitin lämmittää ilmaa kasvihuoneen keskeltä. Maksimisuuttimella pystytään nostamaan lämminilmakehittimen teho 67 kW:iin. Maksimiteho on laskettu polttoöljyn maksimikulutuksesta 6,7 l/h, johon muuntokertoimet on saatu Nesteen oppaasta (Neste 1990: 2/2.) Pöytien alle puhallettava ilma otetaan eteistilasta, jossa on myös kasteluvien lämmitys. Kasvihuoneen kasteluvien lämmitetään sähköllä. Kasteluvettä kuluu 200-4000 l/vrk. Kulu-

tus riippuu haihdunnasta, jota aiheuttavat kasvihuoneen lämpötila ja kasvien kehitysvaihe. (Toikka 2009.)

3.3 Pakkaamo

Pakkaamo muodostuu kolmesta osasta: lämmin varasto, pakkaustila ja kylmiö. Osastot on jaettu eristetyin väliseinin.

Lämmin varasto on mahdollisuus pitää öljylämmityksellä lämpimänä ympäri vuoden. Sen pinta-ala on 144 m^2 ja seinäkorkeus 3,5 m. Sisäkatto on kaltevan ulkokaton muotoinen.

Pakkaamo on eristetty, talvisin kylmänä oleva osa. Sen pinta-ala on 126 m^2 ja seinäkorkeus 3,5 m. Kylmiön vinttitila on pakkaamon kanssa samaa tilaa. Pakkaamon sisäkatto on ulkokaton muotoinen.

Kylmiö on pinta-alaltaan 60 m^2 . Kylmiön jäädytyskone on 5,4 kW:n tehoinen lämpöpumppu, joka pumppaa lämmön ulkoilmaan. (Toikka 2009.)

3.4 Toimisto- ja kasvatusrakennus

Toimisto ja joulukukkien kasvatustila muodostuvat neljästä eri osastosta, joita ovat toimisto, kasvattamo, kylmiö ja autotalli. Toimiston ja kasvattamon välillä on pieni kylmätila.

Toimiston pinta-ala on 64 m^2 ja korkeus on 2,3 m. Se on käytössä ympärivuotisesti. Siinä on kolme toimistohuonetta, yhteinen neuvottelutila, WC ja keittiö. Huoneissa on suorasähkölämmitys, ja neuvottelutilassa on lisäksi takka.

Kasvattamon pinta-ala on 96 m^2 ja korkeus on 2,5 m. Kasvattamon lämmitys on suora sähkölämmitys. Kasvattamo pidetään lämpimänä ympärivuotisesti.

Kylmiön pinta-ala on 40 m^2 ja korkeus 2,5 m. Kylmiön jäädytyskone on 5,4 kW:n tehoinen lämpöpumppu, joka pumppaa lämmön rakennuksen päädyssä sijaitsevaan autotalliin. (Toikka 2009.)

Autotalli on kylmä tila. Pinta-ala on 40 m².

3.5 Aitta

Aitta muodostuu kahdesta osasta, joista toinen on lämmitetty työtila. Lämmitetyn tilan pinta-ala on 42 m² ja korkeus 2,5 m. Aitan työtila lämmitetään suoralla sähkölämmityksellä. (Toikka 2009.)

3.6 Asuinrakennus

Asuinrakennus on kellarikerroksella varustettu yksikerroksinen omakotitalo. Kerros-pinta-ala on 128 m ja huonekorkeus 2,5 m. Kellarikerroksessa on muun muassa lämpökeskus, jossa puukattila lämmittää käyttöveden ja keskuslämmityksen kiertoveden. Verkostossa on 2 m³:n varaaja. (Toikka 2009.)

3.7 Uusi toimisto- ja pakkaamorakennus

Kauppapuutarhan toiminnan laajentuessa uuden toimisto- ja pakkaamorakennuksen rakennustyöt alkoivat kesällä 2010. Rakennuksen pohjapinta-ala on 1 250 m². Eteläseinälle sijoittuu kaksikerroksinen toimisto ja huolto-osa, jossa sijaitsevat myös sosiaalitilat.

Kylmiöiden pinta-alat ovat 60 m². Kylmiöitä jäähdyttää kaksi 5,4 kW:n tehoista lämpöpumppua, jotka pumppaavat lämmön ulkoilmaan. (Toikka 2009.)

3.8 Uusi kasvihuone

Uuden kasvihuoneen rakentaminen on tulevaisuuden suunnitelmissa. Se olisi rakenteeltaan nykyisen kaltainen, mutta noin kolme kertaa suurempi. Tässä vaiheessa sen energialaskelmat rajoittuvat tehontarpeesta nykyisen kaltaisessa käytössä. Uusi kasvihuone sijaitsee pakkaamon eteläpuolella, joten mahdollinen aluelämpöverkkoon liittyminen onnistuu suoraan erillishaarana. (Toikka 2009.)

4 RAKENNUSTEN TEHON- JA ENERGIANTARVE

Tässä insinööriyössä on tarkasteltu rakennusten tehontarvetta ja verrattu saatua teoreettista arvoa toteutuneeseen energiankulutukseen. Teoreettinen laskelma perustuu Ympäristöministeriön ohjeeseen D5 rakennuksen energiakulutuksen ja lämmityshontarpeen laskenta. Tässä työssä on keskitytty lämmitystarpeeseen karkealla tasolla, joten rakennusten johtumishäviöt ja ilmanvaihdon aiheuttama lämmitystarve on laskettu. Muut energiantarpeet ja laitteiden tuottama lämpö on otettu huomioon vain lattiapinta-alaan perustuvien kertoimien avulla. Keskitetyn lämmityksen laskennassa ulkoilman lämpötilaksi on asetettu ohjeen mukaan $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja maksimitetyn ulkolämpötilaksi $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$. (D5 2007).

Rakenteista johtumalla tapahtuva vuototeho on laskettu kaavasta $P = A * U * \Delta T$, jossa

P = rakenteen vuotama teho, W

A = rakenteen pinta-ala, m^2

U = rakenteen lämmönläpäisykerroin, $\text{W} / (\text{m}^2 * \text{K})$

ΔT = lämpötilaero, K

Ilmastoinnin aiheuttama lämmitystarve saadaan kaavasta $P_{iv} = m * c_{pi} * \Delta T$, jossa

P_{iv} = ilmanlämmitysteho kW

m = ilman massavirta kg/s, (laskentatiheys $1,2\text{ kg/m}^3$)

c_{pi} = ilman lämpökapasiteetti, $1\text{ kW s} / (\text{kgK})$

ΔT = lämpötilaero, K

Käyttöveden lämmityksen aiheuttama tehontarve saadaan kaavasta $P_v = m * c_p * \Delta T$, jossa

P_v = vedenlämmitysteho kW

m = veden massavirta kg/s, (laskentatiheys 1 kg/l)

c_p = veden lämpökapasiteetti, 4,2 kW s / (kgK)

ΔT = lämpötilaero, K

Pinta-alaan perustuva laitteiden lämmitysteho lasketaan kaavasta $P_{It} = Q * A / 8760$ h/v, jossa

P_{It} = laitteiden antama keskilämpöteho, kW

Q = lattiapinta-alaan perustuva kerroin, kWh/bm² v

A = lattiapinta-ala bm²

Sähkön laskennallinen käyttö on laskettu kaavasta $P_{st} = W * A / 8760$ h/v, jossa

P_{st} = laskennallinen sähköteho

W = lattiapinta-alaan perustuva kerroin, kWh/bm² v

A = lattiapinta-ala bm²

Pakkaamot ovat käytössä vain osan vuotta, joten niiden osalta käytännön energiantarpeen laskentaa täytyy soveltaa. Käyttöveden ja sähkölaitteiden laskennallinen kulutus on arvioitu merkityksettömäksi tässä tarkastelussa. Niiden vaikutusta kompensoi myös laitteiden ja henkilöiden tuottama lämpö.

Sähkön kokonaiskulutus on nykyisin 60 000 kWh vuodessa. Sähkö hankitaan Kymenlaakson Sähkö Oy:ltä, jonka voimassaolevaa tariffitaulukkoa on käytetty soveltaen laskelmien pohjana (Liite 1). Öljyn ja polttopuiden kulutus perustuvat haastattelutietoihin. (Toikka 2009.) Taulukossa 1 on rakennusten laskennallinen tehontarve ja saaduista käytetyn energian tiedoista arvioitu kunkin rakennuksen energiankulutus.

Rakennus	Tehontarve		Kulutustieto			Huom.
	Laskennallinen lämmitys		Laskennallinen			
	maksimiteho	keskiteho	Öljy ja puu	Sähkö		
	kW	kW	m ³	kWh	kWh	
					Arvio	
Kasvihuone	108	10	3,6	36000	16000	max. tehoarvio 300 W/m ²
Pakkaamo	29	5	1,5	15000	11000	
Toimisto ja kasvattamo	8	2	2	4000	19500	
Aitta	1,5	0,5		0	1500	
Asuintalo	14	3,2	10	20000	12000	
Yhteensä	160,5	20,7	17,1	75000	60000	
Uusi toimisto ja pakkaamo	180	34			18000	LTO huomioitu
Yhteensä	340,5	54,7	17,1	75000	78000	
Uusi kasvihuone	300	25	10	100000	30000	tehoarvio 300 W/m ²
Kaikki yhteensä	640,5	79,7	27,1	175000	108000	

Taulukko 1. Rakennusten tarvitsemat lämmitys- ja sähkötehot

5 TILAN ENERGIANTUOTANTOON SOVELTUVAT RAAKA-AINEVARAT

Uusituvan energian tuotantomahdollisuuksista keskityttiin niihin mahdollisuuksiin, joille yrityksen sijainti ja käytettävissä olevat raaka-aineet luontaisesti antavat hyvän pohjan. Polttoon perustuvista ratkaisuista tarkastelimme peltobiomassana ruokohelpiä, jonka viljelystä on kokemusta tilalla. Puun ja puupohjaista pakkauksista yrityksessä syntyvien sivutuotteiden hyödyntäminen on toinen tarkastelulinja. Turpeen nostoa ja polttoa tarkasteltiin tässä työssä hyvin pintapuolisesti.

Aurinkoenergiaa on tarkasteltu nykyisen aktiivikauden lämmön- ja sähköntuotantomahdollisuutena. Lämpöpumpuin ja aurinkokeräimin toteutettavat ratkaisut otettiin tarkasteluun.

Yrityksen sijainti rannikon tuntumassa antaa hyvät mahdollisuudet tutkia tuulivoiman hyödyntämistä. Tuulivoiman tarkastelulinjat ovat pienvoimaloin toteutettu tuulivoimapuisto ja suurempi voimala.

5.1 Puupolttoaine ja puupohjaiset sivutuotteet

Pakkauksista syntyvien sivutuotteiden jalostamista energiaksi rajoittaa epäpuhtautena oleva muovi. Muovin polttaminen on mahdollista, ellei tuote sisällä PVC-, PS-, PUR- tai PA-muoveja. (Alakangas)

Metsistä hakkuiden yhteydessä ja nuorten metsien hoidon yhteydessä tulevan energiahakkeen ja polttopuun määräksi arvioidaan $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Harstela 2007). Kiintokuutiometristä puuta saadaan energiaa noin 2 MWh (Piippo 2009). Tilan metsistä puupohjaista polttoainetta on mahdollisuus saada noin $2\,250 \text{ m}^3$, joka vastaa energiasisällöltään 4 500 MWh. Tuotto voi olla päätehakkuissa suurempi kuin arvioitu $30 \text{ m}^3/\text{ha}$. Metsähakkeen tuotanto jakautuu koko metsän kierron ajalle. Arvioidun kiertoajan ollessa 50 vuotta omista metsistä saataisiin puuta noin $45 \text{ m}^3/\text{v}$.

5.2 Pelto biomassa

Pellot ovat energiakasvituotannossa, joka myydään paikalliselle energiayhtiölle. Ruokohelpin energiamäärä hehtaarilta on noin 25 MWh (Vapo 2007).

Pelloilta saatava laskennallinen energiamäärä on 500 MWh. Tämä raaka-ainevara vapautuu nykyisestä sopimuksesta vuoden irtisanomisajalla, joten energiaraaka-aine vapautuu riittävän nopeasti mahdollisen investointipäätöksen realisoituessa. (Toikka 2009.)

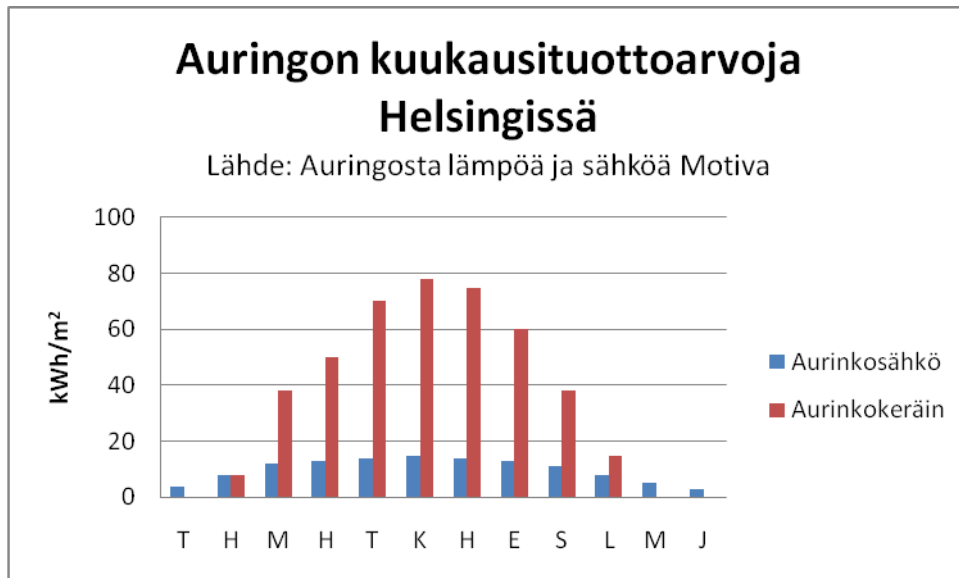
5.3 Turve

Tilalla on turvetuotantoon soveltuva suoalue. Turpeen nostoon erikoistuneita yrittäjiä on Kymenlaaksossa. Ulkoistettu nosto ja kuljetus syöttösiiloon tai mahdollisesti lämpöyrittäjän käyttäminen olisivat turpeeseen pohjautuvassa ratkaisussa helpoin tapa. Suot ovat tällä hetkellä puustollisesti hyvässä kasvussa, joten tämän vaihtoehdon tarkasteluun ei uhrata resursseja. (Toikka 2009.)

5.4 Aurinkoenergian käyttö

Rakennukset sijaitsevat peltoaukealla, mäen päällä, joten aurinko pääsee paistamaan esteettä. Aittaa lukuun ottamatta kaikki rakennukset ovat itä länsisuunnassa joten etelänpuoleinen seinä ja katto muodostavat otollisen aurinkoenergian keräyspaikan.

Aurinkopaneelin sähköntuotto on mitattu Helsingissä etelään suunnattuna 20° kallistuksella. Lämpökeräimen tuotto on mitattu vastaavasti 45° kallistuksella. (Motiva 2009.) Kuvassa 1 on esitetty eri kuukausien energiantuotto.



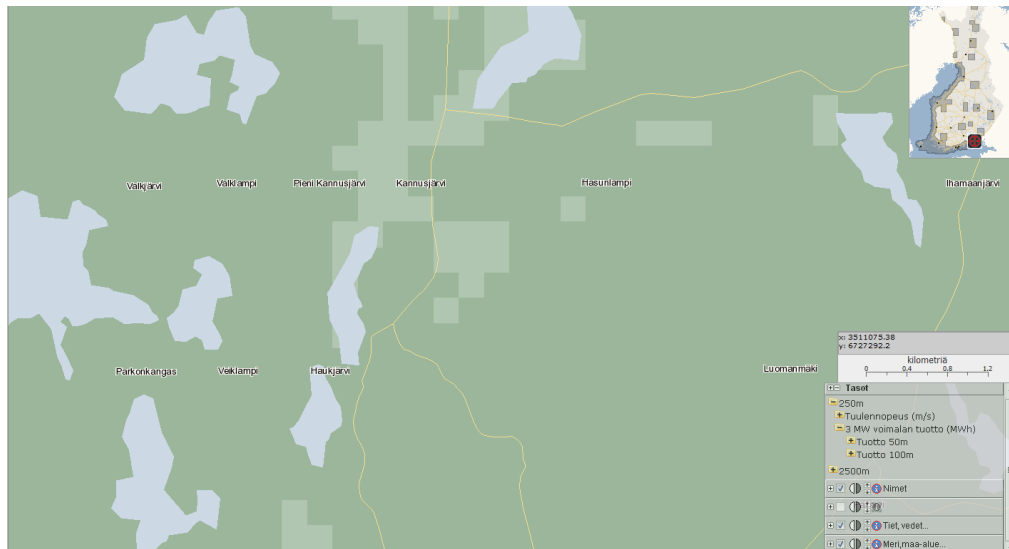
Kuva 1. Aurinkoenergian tuottoarvoja kWh/m²/kk kuukausittain (Motiva 2009).

Aurinkopaneelin sähköntuotannon keskiarvoksi on laskettu Wp 100 tuotteelle 85,8 W ja pintaalaltaan 1,14 m². (Kilowatti, 2009) Paneeli tuottaa sähköä 0,858 kWh/vrk kymmenen tunnin keskimääräisellä vuorokausitoiminta-ajalla. Neliömetrille tuotanto on 0,75 kWh/vrk/m².

5.5 Tuulivoima

Tilan metsissä on mäkisiä kohtia, joissa paljaat kalliot estävät puuntuotannon. Nämä kohteet soveltuisivat suurenkin tuulivoimalan sijoituspaikaksi. Sijoittaminen edellyttää rakennuslupaa, jota ei tässä yhteydessä vielä tutkittu.

Alueella puhaltavat kohtalaiset tuulet ja niistä saatava energia, 3 MW:n tuulivoimalalla, on 5 000 MWh, eli keskimääräinen tuuliteho on 0,57 MW (Tuuliatlas 2010). Oma käyttö on nykyisen kulutuksen ja arvioidun uuden pakkaamo- ja toimistorakennuksen tuoman lisäkulutuksen mukaan 78 MWh. Syöttötariffitoimikunnan esittämän 83,5 €/MWh mukaan voimalan liikevaihdoksi tulisi (5 000 MWh - 78 MWh) * 83,5 €/MWh = 410 000 €. Seuraavassa kuvassa 2 on tietoa Kannusjärven tuulioloista.



Kuva 2. Kannusjärven tuuliolot (Tuuliatlas 2010).

Pienen tuulivoimalan sijoittaminen pihapiiriin antaa oikean kuvan tuulivoiman tuotto-potentiaalista ja kirkastaa yrityksen ympäristöstävällistä imagoa.

6 SELVITYS UUSIUTUVAN ENERGIAN TUOTANTOMUODOISTA

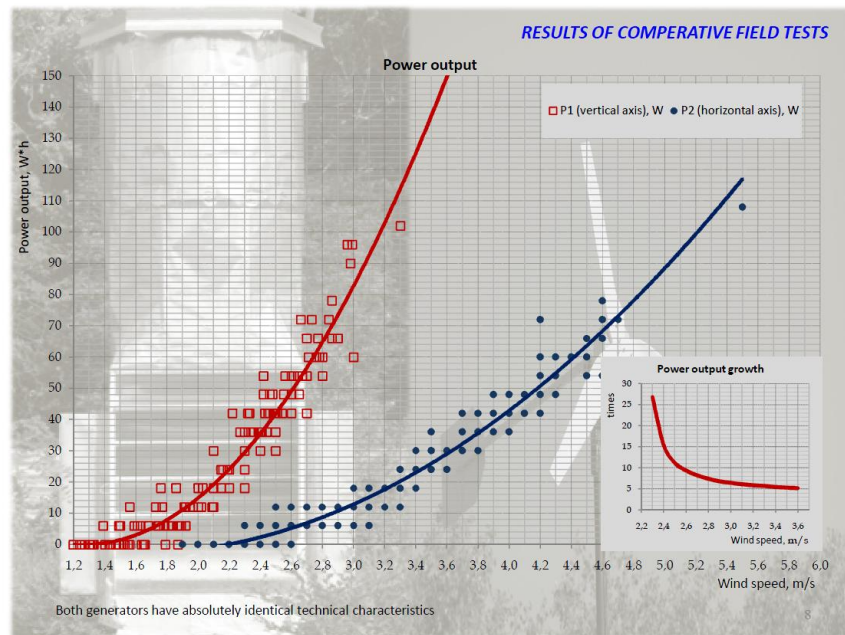
Tässä insinööriyössä haluttiin tehdä myös läpileikkaus tilanteesta, jossa käytetään uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä menetelmiä, ja tutkittiin, mitä uusia mahdollisuuksia ne antavat kauppapuutarhalle. Seuraavaksi esitetyissä lyhyissä kuvauksissa on poimittu ideoita maailmalta ja arvioitu, miten niitä voisi hyödyntää Haminassa.

6.1 Tuulienergia

Syöttötariffin piiriin kuuluvat kytkentäteholtaan 500 kVA:n eli 0,5 MW:n tuottajat. Tuulivoimalayksiköitä voi olla useita, mutta liittymispisteessä normaalilla 9 m/s -tuulella tuotantokapasiteettia pitää olla vähintään 0,5 MW. Hallituksen esitys ei sisällä pakko-ostovelvoitetta energiayhtiöille, mutta ilmapiiri on tuulivoimalle myönteinen.

Markkinoilla on pienvoimaloita, jotka soveltuvat pihapiiriin ja mahdollisesti myös tuulivoimapuiston yksiköiksi. Liitteenä 2 on esimerkki yhdestä voimalaratkaisusta. Syöttötariffitason voi tuottaa kahdellakymmenellä viidellä 20 kW:n voimalalla, joten tuulivoimapuiston koko ei ole suuri ja ympäristöhaita kohtuullisen kokoisilla voimaloilla ovat vähäisemmät kuin yhdellä noin 100 metrin korkeuteen nousevalla voimalalla. Selvitysten mukaan suuret voimalat ovat kuitenkin kustannustehokkaimpia.

Tuulitornityyppisiä voimaloita ei ole vielä rakennettu voimalaitosmittakaavassa. Tuulitornissa tuulivoima kootaan potkurille tuuliaukoilla, jotka avautuvat tuulen paineesta ja muihin suuntiin olevat luukut sulkeutuvat. Tehdyt testit osoittavat että voimala tuottaa energiaa alhaisemmalla tuulennopeudella kuin normaali tuuliturbiini. Tuulen hyväksikäyttö on myös tehokkaampaa. Kuvassa 3 on esitelty havaintoja Madestan koe-laitoksesta



Kuva 3. Tuulitornin ja perinteisen tuuliturbiinin toimintakäyriä (MADESTA TWT, 2009).

Tuulitornin tuuliaukkojen käyttämistä ilmastonin paineentuottajina ei ole myöskään testattu. Normaalisti paine tuotetaan sähköenergialla käyville puhaltimilla. Puhaltimia ei voi täysin korvata, mutta tilan hyvät tuuliolot antavat mahdollisuuden testata tätä mahdollisuutta.

6.2 Maalämpö

Uuden pakkaamorakennuksen lämmitystavaksi on valittu maalämpö. Läheisellä pelolla sijaitsevan keruuputkiston pituus on 2 500 m. Lämmitysjärjestelmään tulee kaksi varaajaa, joista toiseen voidaan yhdistää myös muita energianlähteitä. Varaajien käyttäminen aluelämpöverkon osana on mahdollista.

6.3 Aurinkokeräimet

Tyhjökeräimet ovat tehokkaimpia, mutta myös kalliimpia kuin suoraan ilmaan lämmön siirtävät ratkaisut. Lämmön siirtäminen eteläseinältä lämpöpumppuhuoneeseen on 5- 40 m:n matka.

Kymen IV-valmistus Oy:n kehittämä seinälle sijoitettava aurinkoenergiakeräimen soveltuvuus uuden hallin lämmitykseen tutkittiin. Keräin toimisi parhaiten huhtielokuussa. Käytännössä hyötyä hallin lämmitykseen ei ole saatavissa koska työt alkavat aamulla, jolloin tarvittaisiin lämmitystehoa. Auringosta on saatavissa tehoa vasta kello 10 aikaan, jolloin vain ilmanvaihdon aiheuttama lämpöhukka olisi korvattavissa aurinkoenergialla. (Virtanen, 2010.)

6.4 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelien tuottama sähköenergiakeskiarvo on $0,75 \text{ kWh/m}^2/\text{vrk}$. Tilan nykyisen energiatarpeen, noin 61000 kWh , tuottamiseen tarvittava pinta-ala saadaan laskelmasta $61000 \text{ kWh/v} / (0,75 \text{ kWh/ m}^2/\text{vrk} * 365 \text{ vrk/v}) = 222 \text{ m}^2$.

6.5 Puun käyttäminen energianlähteenä

Tilan metsävarat luovat pohjan puun hyödyntämiseen energialähteenä. Asuinrakennuksen lämmitys hoidetaan nykyisin polttopuilla. Laajamittaisempi käyttö ja myös osittain ostohakkeen varaan perustuva lämmöntuotanto ovat mahdollisia.

6.5.1 Metsähakkeen polttaminen

Metsähakkeen, puupellettien, tai -brikettien poltto on pisimmälle tuotteistettu bioenergian tuotantomuoto maassamme. Polttokattiloita ja valmiita konttiin sijoitettuja lämpölaitoksia tuottavat eri konepajat. Teknisesti polttaminen on myös hyvin hallinnassa. Tuhkankäsittely toimii hyvin, kattilan nuohous onnistuu ja automaation taso on pystytty nostamaan korkeaksi, jolloin työpanos kiinteistöjen lämmitykseen on saatu pieneksi. Samat laitteet soveltuvat turpeenpolttoon edellyttäen että palakoko saadaan vastaamaan haketta tai kuljettimilla kulkevaa brikettiä.

6.5.2 Puun hiilletys

Biomassoista tehdyn hiilen markkinat ovat avautumassa. Suuret hiilivoimalat joutuvat harkitsemaan osan kivihiilen korvaamisesta puusta tai muista materiaaleista valmistetulla hiilellä. Käytön edellytyksenä on käsiteltävyys kivihiilen käsittelyyn käytetyillä laitteilla. Preseco on tuonut markkinoille hiilletyslaitoksen, jolla on mahdollisuus valmistaa jatkuvana prosessina biohiiltä.

Karkean laskelman mukaan biohiililaitos tuottaisi 1/3 raaka-aineen sisältämästä energiasta lämpöenergiaa hyödynnettäväksi esimerkiksi kiinteistöjen lämmityksessä. Raaka-aineen energiasta 2/3 jää hiileen, joka olisi myytävissä hiilivoimaloille tai muihin polttolaitoksiin. Biohiilelle ei ole markkinoilla vielä muodostunut hintaa. Arvio alimmasta hinnasta on kivihiilen markkinahinta, johon on lisätty päästökaupan aiheuttama lisähinta. Hinta ei kuitenkaan voi olla puupellettien hintaa korkeampi, koska näiden käyttöä hiilivoimaloissa on menestyksekkäästi kokeiltu. Kivihiilen hinta vuoden 2009 lopulla oli 14,64 €/MWh (103.62 €/t). Päästökaupan vaikutus hintatasolla 15 €/CO₂t nostaa hintaa 7,77 €/MWh, joten kilpailukykyinen hinta kivihiilen laatuominaisuudet täyttävästä biohiilestä nykyhinnoin on 22 €/MWh. Pellettien kuluttajahinta on 51 €/MWh ja kaukolämmön hinta suurkuluttajille on samaa luokkaa. (Energiakatsaus, 2010)

Puun kuiva-aine sisältää noin 50 % hiiltä ja 6 % vetyä. Puun kuiva-aineen energiasisältö on 19 MJ/kg (Komulainen, M ym, 2008: 22). Varovaisuusperiaatteen mukaan hiilen tuotanto on arvioitu 33 % puun kuiva-aineesta. Metsähakkeen tiheys yleisimmin ilmaistaan kuiva-tuoretiheytenä, jonka laatuna on kg/m³. Tilavuus on kiintokuutiometreinä. Eri osien kuiva-tuoretiheys vaihtelee männyn latvuksen 360 kg/m³:n ja kuusen oksien 600 kg/m³:n välillä. Käytän laskelmissa 400 kg/m³:n arvoa. Hakkeen suhde kiintokuutiometreihin on 40 %. (Korpilahti 2010:7.)

Tuoreesta metsähakekiintokuutiosta saataisiin hiiltä $1 \text{ m}^3 * 400 \text{ kg/m}^3 * 33\% = 120 \text{ kg}$. Esimerkkinä on käytetty laitosta, joka käyttää 2 m³ haketta tunnissa. Laitos tuottaa hiiltä 240 kg/h ja lämpöä noin 500 kWh. Tämä lämpöteho riittää olemassa olevan rakennuskannan lisäksi myös uuden pakkaamon ja kasvihuoneen energiantarpeisiin.

6.6 Peltobiomassat

Oljen polttamisen ongelmina ovat korkea klooripitoisuus syksykorjuussa ja tuhkan pehmeneminen sekä sulaminen, joka aiheuttaa tarttumista arinaan. Tuhkan tarttumista on vähennetty liikkuvilla arinaratkaisuilla. Olkien korkea klooripitoisuus aiheuttaa korroosiota varsinkin savupiipussa. Tehokkaan lämmönhyödyntämisen ansiosta savukaasujen lämpötila on alhainen. Suolahapon muodostuminen savukaasuista on tällöin mahdollista.

6.7 Energian varastointivaihtoehdot.

Tässä työssä on kartoitettu myös energian varastointimahdollisuuksia. Tavoitteena olisi päivän jäähdystarpeen siirtäminen yön lämmitystarpeeksi. Hollannissa tätä keinoa käytetään täysin suljetuissa kasvihuoneissa. Hollannin pohjavesi on paikallaan, jolloin päivällä sinne pumpattu energia on käytettävissä yöllä. Pidempiaikainen varastointi on myös mahdollista. (Tuominen, 2009)

Vaihtoehtoisina varastointimuotoina ovat lämminvesivaraaja tai sen lämpöakkusovellys. Kastelueden lämmitys kasvihuoneen lämmöllä päivisin on kertyvän aurinkoenergian keräysmuoto jolla pystytään vähentämään sähkön käyttöä lämmityksessä.

Toinen kiinnostava vaihtoehto on ohjata tuuletusilma kivimassavaraston läpi. Lähistön kiviyrityksistä on saatavissa jättekiveä materiaaliksi. Laitteistoa ei ole käytössä, joten sen kehittäminen tässä työssä on liian iso haaste.

7 KANNATTAVUUSLASKENTA

Kannattavuustarkasteluun valittiin neljä energiantuotantotapaa. Uuden toimisto- ja pakkaamorakennuksen osalta tarkasteltiin valitun maalämmön kannattavuutta verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Puun käyttäminen energialähteenä oli toinen tutkittava linja. Kiinteistöjen lämmitystä aurinkoenergialla tutkittiin ja pohdittiin onko aurinkokeräimet kannattava lisälämmönlähde. Toisena säteilyenergian hyödyntämisvaihtoehtona oli sähkön tuottaminen aurinkopaneeleilla tilan sähkötarpeeseen. Tuulivoimaa tutkittiin syöttötariffityöryhmän työn pohjalta.

Kannattavuuslaskennassa on käytetty apuna julkisia lähteitä ja niiden tiedoilla on arvioitu eri vaihtoehtoja.

7.1 Uuden toimisto- ja pakkaamorakennuksen energiavalinnan arviointi

Uuden toimisto- ja pakkaamorakennuksen lämpöpumppuratkaisua vertaan suoraan sähkölämmitykseen. Keskimäärin kokonaistehon tarve on noin 34 kW. Tällöin on otettu huomioon hallin ilmanvaihto 3 x vrk ja toimiston 12 x vrk. Lämpöpumpun yleisenä tuotto-arviona on, että 1/3 sähköstä saadaan tarvittava teho. Koska hallin lämmitystarve on vain maaliskuusta syyskuuhun, käytetään tässä arvioinnissa edellä mainittua keskimääräistä arvoa. Pumppujen ottaman energian hinta on $1/3 * 34 \text{ kW} * 24 \text{ h/vrk} * 365 \text{ vrk/v} * 0,085 \text{ €/kWh} = 8\,350 \text{ €/v}$. Investointia maksamaan jää 16 700 €/v. Investointikustannukseksi on tässä työssä käytetty 50 000 €, jolloin takaisinmaksuajaksi tulee noin 3 vuotta.

7.2 Tuulivoiman kannattavuus

Syöttötariffityöryhmän laskelmilla on keskeinen rooli tuulienergian kustannuslaskennassa. Taulukossa 2 on esitetty syöttötariffityöryhmän laskelma tuulivoiman kustannuksista.

Tekniset parametrit	Tariffitason määrittävä kustannustaso
Investointikustannukset (€/kW)	1400
Huipunkäyttöaika (h/v)	2400
Laitosten tekninen käyttöikä (v)	20
Käyttö- ja huoltokustannukset (€/kW,v)	28
Tasehallinnan kustannukset (€/MWh)	2
Taloudelliset parametrit	
Kiinteistöveron kuluerä (€/MWh)	1,6
Oman pääoman osuus (%)	30
Oman pääoman tuottovaatimus (%)	10
Lainapääoman korko (%)	5
Kirjanpidollinen poistoaika (v)	15
Laina-aika (v)	12
Tuen maksatusaika (v)	12
Tarvittava tariffitaso (€/MWh)	83,5

Taulukko 1. Syöttötariffityöryhmän arvio tuulivoimahankkeen kustannuksista (Syöttötariffityöryhmän loppuraportti 2009: 9).

Myyntiin suunnitellun 3 MW:n tuulivoimalan kannattavuus tulee syöttötariffin kautta. Tässä työssä tarkastellaan tuulivoimaa lähinnä korvaamaan nykyinen sähkönkäyttö.

Tilan vuotuinen sähkönkäyttö vaihtelee 5 ja 7 kW:n välillä. Tuulivoimaloiden sijoittaminen uuden kasvihuoneen eteläpuolelle vähentää rakennusten vaikutusta.

Tuulivoimalan, jonka teho on 20 kW, hinta-arvioksi tulee 28 500 € (Inresta 2010). Tehollinen tuotantoaika on noin 2000 h/v, josta laskien energiantuotanto on 40 000 kWh. Kahden tuulivoimalan tuottamalla energialla pystytään korvaamaan tilan nykyinen sähköenergian käyttö keskimäärin. Tuotoksi voidaan laskea sähköenergian hinta ja siirtomaksu. Perusmaksut säilyvät sekä siirrossa että kulutuksessa. Alla oleva laskelma on tehty seuraavin sähkönhinnoin. Kulutusmaksu on 6 snt/kWh, siirtomaksu 2,5 snt/kWh, kulutetun kWh:n hinnaksi on otettu keskimäärin 8,5 snt/kWh. Kulutus nousee uuden pakkaamon sähköenergian käyttökohteiden vuoksi noin 78 000 kWh:iin vuodessa.

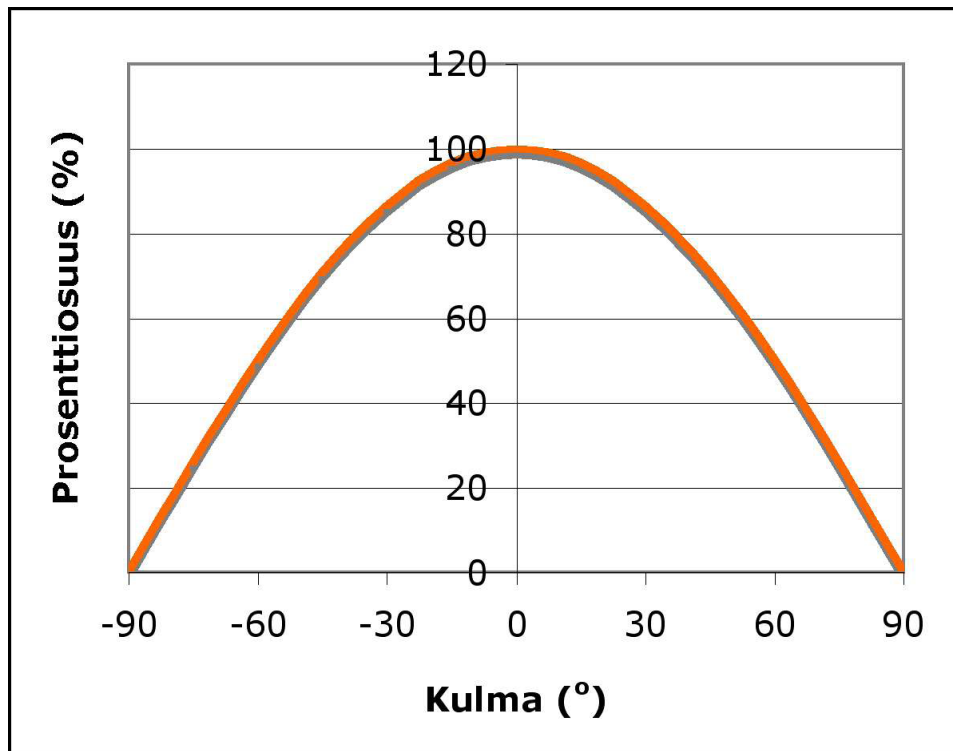
Investointikustannus on arvioitu yhdellä voimalalla. Kokonaisenergiamäärä on $3,7 \text{ kW/kpl} * 365 * 24 = 40\,000 \text{ kWh}$. Säätopotentiaalilla 8,5 snt/kWh tuulivoimalan takaisinmaksuajaksi muodostuu noin 8,4 vuotta ilman tukia ja korkoa.

7.3 Aurinkoenergian kannattavuus

Tarkastellaan keräimen sijoittamista uuden pakkaamorakennuksen etelänpuoleiselle katolle, jonka koko pinta-ala on noin 1400 m^2 ja kaltevuuskulma on 12° . Etelänpuoleinen katon hyödynnettävä pinta-ala on noin 600 m^2 , joten huolto- ja kulkualueiksi varataan noin 50 m^2 . Koska kattorakenne on alapäin tuettu, edellyttää aurinkokeräinten tai -paneelien asentaminen vesikatteen ja eristyksen läpi rakennettavaa kannakointia. Päätettiin hylätä kattokiinnitys ja arvioida seinäkiinnitystä.

Auringon säteily on suurelta osalta hajasäteilyä. Aurinko paistaa keskipäivällä 5:n ja 50:n asteen kulmasta horisonttiin verrattuna. Tästä saamme pakkaamon katolle tulo-
kulmaksi 25-70 astetta. Tuotto vähenee kohtisuoraan säteilyyn verrattuna 10-80 % Aiemmin kuvassa 1 esitetyssä kaaviossa aurinkopaneelit oli sijoitettu 20 asteen kulmaan,

jolloin vaikutus on vain 8 astetta huonompi pakkaamon katolla kuin koeolosuhteissa. Tulokulman vaikutus aurinkopaneelin tehoon on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Tulokulman vaikutus aurinkopaneelin tehoon (Suntekno 2010).

Säteiden tulokulma aiheuttaa myös heijastusta uloimmasta pinnasta, minkä vaikutus arvioissa on huomioitu käyttäen käytännön kokeissa saatuja tuottoarvoja.

Kustannuslaskennassa on käytetty Superlainer L-1 FBB -aurinkokeräintä. Keräinen mitat ovat: pituus 1 727 mm, leveys 1 204 mm, paksuus 99 mm, kokonaispinta-ala 2,28 m², keräinpinta-ala 2,04 m², lasin paksuus 4 mm, paino 41 kg ja maksimikäyttöpaine 9 bar. Keräimet on valmistettu Euroopassa. Kustannuslaskennassa on yksiköitä 26 kappaletta. teholliseksi pinta-alaksi yhdelle riville saadaan 53 m². Karkea arvio aurinkokeräinten tuottopotentialista on laskettu seuraavassa: Keräinten kokoama energia 9 kuukauden aikana on 19 000 kWh/v, keskiteholla 40 kWh/m²/kk. Tulovirraksi saadaan 1 600 €/v joten noin 18 000 € investoinnin takaisinmaksuaika on noin 11 vuotta ilman korkoa. Investointikustannuksessa on otettu huomioon 26 keräintä, a´ 500 €, ja varaus asennustarvikkeille sekä siirtoputkistolle 5 000 €.

Aurinkokeräimillä tuotetun energian ongelmana on varastoitavuus. Kastelu- ja käyttöveden lämmittäminen on mahdollinen käyttökohde. Keräinten lämmön siirtäminen

lämpöpumppujen yhteydessä olevaan varaajaan on varteen otettava vaihtoehto. Ongelmana kaikissa vaihtoehtoissa on lämmön tuottaminen päivällä, kun tarve on jo aamulla.

Aurinkopaneelien määräksi arvioitiin yksi rivi, jonka tehollinen pinta-ala on 50 m². Tällä pinta-alalla pystytään tuottamaan sähköä 13 700 kWh/v Laskentahinnalla 8,5 snt/kWh ja 30 000 € investoinnilla takaisinmaksuajaksi tulee noin 26 vuotta ilman korkoa.

7.4 Puun poltto ja hiilletys

Tilan puuvarat mahdollistavat hakelämmityksen oman polttoainetuotannon. Aluelämpöverkon tarkastelussa järjestelmä on mitoitettu uuden kasvihuoneen valmistumisen jälkeisen maksimitehontarpeen mukaan, joka on lähes 500 kW. Arvioitava ratkaisu on 520 kW:n hakkeella toimiva lämpökontti. Toisena vaihtoehtona on tarkasteltu Preseco Oy:n tuottamaa biohiilen tuotantoratkaisua, josta saataisiin sivutuotteena tilalla tarvittava lämpöenergia.

Hiilletyslaitteinvestointi on suuruudeltaan 800 000 €. Tuotanto sitoo yhden henkilön työpanoksen. Toisaalta tuotetun hiilen myynti päästökaupan ulkopuolisena polttoaineena hiilivoimalaitokselle antaa tuloja. Laitos tuottaa täydellä teholla toimiessaan noin 240 kg/h biohiiltä. Laitos käyttäisi irtohaketta noin 5 m³/h.

Käyttöiäksi arvioidaan 10 vuotta, siirrettäväksi tehoksi 250 kW ja 160 vrk aikana vuodessa. Hakkeen hankintakustannuksena on käytetty 16 €/m³. Metsänhoidon tukia ei ole otettu huomioon kustannuslaskennassa. Biohiilen tuotanto olisi noin 460 t, jonka rahallinen arvo olisi 150 €/t hinnalla 600 €. Kustannuksia muodostuu raaka-aineen hankinnasta: korjuusta noin 61 500 €/v ja kantoraha (arvio 2 €/m³) 7 600€. Käyttö kustannuksista muodostuu kuluja 50 000 €/v. Tuotetun lämpöenergian hinnaksi muodostuu:

Tuotettu hiili	73 000 €/v
Investoinnin kuolletus	- 80 000 €/v
Raaka-ainekustannus	- 69 100 €/v

Käyttökustannukset - 50 000 €/v

Yhteensä - 136 100 €/v

Lämpöenergiaa tuotetaan yhteensä 960 000 kWh jonka hinnaksi tämän laskelman perusteella tulee noin 14 sent /kWh.

Hakelämpölaitoksen investointi on noin 150 000 €, joten vuosittainen kuolletus on 15 000€.

Investoinnin kuolletus - 15 000 €/v

Raaka-ainekustannus - 69 100 €/v

Käyttökustannukset - 50 000 €/v

Yhteensä - 134 100 €/v

Lämpöenergiaa tuotetaan yhteensä 960 000 kWh jonka hinnaksi hakelämpölaitoksella tämän laskelman perusteella tulee noin 14 sent /kWh. Mikäli testeissä saadut tiedot lämmöntuotantotasosta ja biohiilen hinnasta sekä investoinnin kokonaiskustannus osoittautuvat oikeiksi, hakkeenpoltto on kilpailukykyinen lämmitystapa.

7.4.1 Aluelämpöverkon tekninen ratkaisuehdotus

Perusolettamat verkostolle ovat:

Lämpötilaero 30 °C

$V = 0,5 \text{ m/s}$

	Aluelämpöputkiston mitoitus		2 % häviöllä						
	OTL=		Ominaislämpöteho		Massavirta				
Piste	Pisteen m3	OLT	Q kW teor.	Q kW	kg/s	Putki d	Valittu d		
Asuinrakennus	358,4	25	9,0	9,1	0,071111	16	20		
Aitta	82,5	25	2,1	2,1	0,016369	16	16		
Toimisto ja kasv.	380	25	9,5	9,7	0,075397	16	16		
Pakkaamo	1728	25	43,2	44,1	0,342857	26	32,6		
Kasvihuone	2070	30	62,1	63,3	0,492857	26	32,6		
Uusi pakkaamo	7350	25	183,8	187,4	1,458333	61,2	61,2		
Uusi kasvihuone	6003	30	180,1	183,7	1,429286	61,2	73,6		
Uusi lämpökeskus	45	25	1,1	1,1	0,008929	16	16		
Yhteensä	18016,9		490,8	500,6	3,9	90	90		

Taulukko 3. Rakennusten ottamat normitehot ja sen perusteella laadittu putkimitoitus.

Lämpökeskus sijoitetaan tätä laskelmaa varten uuden kasvihuoneen läheisyyteen noin 200 metrin päähän asuinrakennuksesta. Runkolinja suunnitellaan uuden pakkaamon haaraan asti 90 mm:n sisähalkaisijalla, siitä pakkaamon ja kasvattamon haaroituskaivoon asti 61,2 mm:n linjalla ja siitä asuinrakennukselle 20mm:n sisähalkaisijalla. Hieman ylimitoitettu putki asuinrakennukselle on perusteltu nykyistä keskuslämmityskattilaa käytettäessä siirtymävaiheen kattilana ja myöhemmin varakattilana.

7.4.2 Aluelämpöverkkoinvestoinnin kannattavuusarviointi

Investoinnin kustannus on tarkasteltu yhden hinnaston perusteella. Työssä on käytetty kertoimia: työn osuus on yhtä suuri kuin tarvikkeiden ja yleis- ja pientarvikekustannukset ovat 15 % tarvikkeiden ja työn yhteiskustannuksien summasta. Aluelämpöverkon kustannustaso on 10 vuoden takaisinmaksuajalla 2,9 snt / siirretty kWh (alv = 0 %), kuten alla oleva laskelma osoittaa.

Laskennassa käytetyt laitteistot ovat hieman suuria nykyiseen käyttöön nähden, mutta molemmat vaihtoehdot eivät kilpaile suoran sähkölämmityksen kanssa. Taulukossa 4 on käytetyt hinnat ja arvioidut kustannukset laskettu 960 000 kWh:iin vuodessa kulu-
tustasoon.

	Yksikköhinta	Pituus				
Tarvike	€/m alv 0 %	Runko	Haara	paluu	Hinta	
	€/kpl alv 0 %	m	m	m / kpl	€	
90 mm:n putki	612	50		50	61200	
75 mm:n putki	269	60		60	32280	
63 mm:n puki	164		20	20	6560	
33 mm:n puki	50	20	20	40	4000	
16-20 mm:n puki	37	80	50	130	9620	
Haarotuskaivo	812			3	2436	
T-haaroja	190			14	2660	
Jatkoja	142			18	2556	
Materiaalit yhteensä					121312	
Työ	100 %				121312	
Kustannusvaraus	15 %				36393,6	
Yhteensä					279017,6	€
		vrk/v	Siirtoteho ka	v		
Arvio siirrettävästä energiasta		160	250		960000	kWh
Takasinmaksuaika				10	0,029064	€/kWh

Taulukko 4. Arviolaskelma aluelämpöverkon kustannuksista.

Puun hiilleytyksen suuri alkuinvestointi nostaa lämpöenergian hinnan niin korkeaksi, ettei kaukolämpöverkko tule kannattavaksi verrattuna nykyiseen sähkön ostohintaan, vaikka kustannuksia leikattaisiin puunhankinnasta ja huollosta. Hakelämpölaitoksen osalta puunhankintaan ja huoltoon voidaan kustannuksia sijoittaa 10 vuoden takaisinmaksuajalla 40 000 €. Tällä tasolla saavutetaan aluelämpöverkon ja tuotetun energian yhteishinnaksi 8,5 snt / kWh, kuten taulukosta 5 voimme nähdä.

	Biohiili	Hakekkontti
Puunhankinta	20000 €	20000 €
Huolto	20000 €	20000 €
Kuolletus	80 000 €	15 000 €
Yhteensä	-120000,00 €	-55 000 €
Tuotettu lämpö	960000 kWh	960000 kWh
Käytökust. energian hinta	0,042 €/kWh	0,042 €/kWh
Kokonaisenergian hinta	-0,125 €/kWh	-0,057 €/kWh
Verkon kustannus	0,029 €/kWh	0,029 €/kWh
	0,154 €/kWh	0,086 €/kWh
Kokonaisinvestointi	800000 €	150000 €
Takasinmaksuaika asetettu	10 v	10 v
Vertailu sähkön hintaa	0,085 €/kWh	0,085 €/kWh

Taulukko 5. Aluelämpöverkolla jaetun energian vertailu sähkön nykyhintaan.

8 YHTEENVETO

Tarkastelussa potentiaalisimmaksi vaihtoehdoksi nousi aurinkokeräimet. Energian varajaan keräävät aurinkokeräimet on vartenotettava lisälämmönlähde uudisrakennuksen lämmityksessä. Varaajasta energia on käytettävissä huonetilojen lämmitykseen sekä käyttö- ja kasteluveden lämmitykseen.

Lämpökeskuksen ja aluelämpöverkon tarkempi arviointi jätettiin tässä työssä vain arvioitujen kustannusten varaan. Biohiili ei tässä vaiheessa näytä kannattavalta investoinnilta verrattuna sähkön nykyiseen hintaan. Hakelämpölaitos on hyvä vaihtoehto seuraavaksi suureksi investoinniksi. Hankittu lämpöpumppuratkaisu tukee aluelämpöverkkoa osakuorma- ja varalaitoksena.

Pienimuotoisella tuulienergialla tuotetun sähkön mahdollisuudet näyttävät tässä tarkastelussa kohtuullisen hyviltä. Vajaan 10 vuoden takaisinmaksuaika houkuttelee investoimaan. Merkittävä asia on myös liiketoiminnalle tuleva positiivinen imagovaikutus. Tarkemmat tarjouksiin perustuvat laskelmat täytyy tehdä ennen investointipäätöstä.

LÄHTEET

- Alakangas, E. 2010. Polttokelpoisten muovien tunnistaminen. Saatavissa: http://base.jenergielehti.fi/ebase_filebank/64-Muovin_poltto-ohje.pdf (viitattu 1.11.2010).
- D5 2007. Suomen rakennusmääräyskokoelma Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf> (viitattu 7.9.2010).
- Energiakatsaus, 2010. Saatavissa: http://www.tem.fi/files/27119/Energiakatsaus_1_2010.pdf (viitattu 30.10.2010).
- Harstela, P. 2007. Metsähake ja metsän varhaishoito METLA Suonenjoen toimintayksikkö. Saatavissa: <http://www.metla.fi/tapahtumat/2007/metsabioenergia/esitykset/harstela-ppt.pdf> (viitattu 6.9.2010).
- Inresta. 2010. Tuulivoimalan hinta-arvio. Saatavissa: <http://www.inresta.fi/tuulivoima.htm> (viitattu 30.10.2010).
- Kilowatti, 2009, Saatavissa: http://www.kilowatti.com/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=131 (viitattu 31.10.2010).
- Komulainen, M., Simi, P., Hagelberg, E., Ikonen, I. & Lyytinen, S. 2008. Ruokoenergiaa – järviruo'on energiankäyttömahdollisuudet Etelä-Suomessa. Turun ammattikorkeakoulu.
- Korpilahti, A. & Melkas, T. 2010. Kosteuden online-mittaus metsätähdehakeesta. Metsäteho Oy. Jyväskylä.
- Motiva, 2009. Auringosta lämpöä ja sähköä. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf (viitattu 7.9.2010).

MADESTA TWT 2009. R & D Enterprise ENERIS (MADESTA Group) Dnipropetrovsk (Ukraine). Saatavissa: <http://www.bidnetwork.org/download?id=153758> (viitattu 7.9.2010).

Neste. 1990. Maatalouden tuotantorakennusten ilmastointi ja lämmitys. Pienen ja keskisuuren teollisuuden oppaat, A12.

Neste. 1990. Teollisuusrakennusten ilmastointi ja lämmitys. Pienen ja keskisuuren teollisuuden oppaat, B7.

Nurminen, S. 1982. Kasvihuoneiden energiataloudellinen käyttö. Julkaisu nro 10. Kauppapuutarhaliitto, Tuotannon edistämisosasto.

Piippo, V. 2009. Ympäristötekniikan mahdollisuudet. Savonia amk. Saatavissa: bioenergianmahdollisuudet.wikispaces.com/.../PUUHAKE.pp (viitattu 8.19.2010).

Suntekno. 2010. Saatavissa: <http://www.suntekno.fi/resources/userfiles/File/Paneelit.pdf> (viitattu 21.9.2010).

Syöttötariffityöryhmän loppuraportti. 2009. Työ- ja elinkeinoministeriö. Helsinki

Sähkön hintatietoja. 2010. Saatavissa: <http://www.kymenlaaksonsahko.fi/kotitalouksille/sopimukset-ja-hinnat/hinnat-ja-ehdot/sahkoenergian-hinnat/porssikymppi-kuukausi> (viitattu 9.10.2010).

Toikka, J. Haastattelu 7.7.2009. Hamina, Kannusjärvi: Kodin Kukat Oy.

Tuominen, J. Haastattelu 20.8.2009. Helsinki: Puutarhaliitto.

Toikka, J. & Huhtinen, M. Aloituskokous 17.8.2009. Hamina, Kannusjärvi: Kodin Kukat Oy.

Tuuliatlas. 2010. Saatavissa: <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html> (viitattu 21.9.2010).

Vapo. 2007. Saatavissa:

http://www.vapo.fi/fin/kunta_ja_yritysassiakkaat/biopolttoaineet/peltoenergia/ruokohelpi/?id=176 (viitattu 8.9.2010).

Virtanen, S. Haastattelu 18.10.2010. Tuloilmaa lämmittävän vaihtoehdon sijoittamismahdollisuudet uudessa pakkaamossa. Hamina, Kannusjärvi: Kodin Kukat Oy.

Liite 1 Sähköenergian hintatietoja (Sähkön hintatietoja 2010).

Pörssikymppi Kausi

Tulostettava sivu

Pörssikymppikausi hinnasto

Maksimi sulakekoko 63 A.

Voit saada uudet hinnat suoraan sähköpostiisi. Kirjautud vain Online-asiointiin ja lisää sähköpostiosoitteesi asiakastietoihisi.

Arvonlisäveron määrä on 1.7.2010 alkaen 23 %.

Hintoihin sisältyy arvonlisäveroa 22 %. Hintoihin lisätään jakeluverkon haltijan perimä siirtomaksu sekä sähkövero.

PÖRSSIKYMPPI KAUSI	Hinta alv 23 %	Yksikkö
Perusmaksu	4,00	€/kk
Toimitusmaksu	0,50	snt/kWh
Toteutuneet hintakauden hinnat	ks. alla	snt/kWh

Hintakausi	2009	2009	2009	2009	2010	2010	2010	2010
	Tamm - Maalis	Huhti - Kesä	Heinä - Syyskuu	Loka - Joul	Tamm - Maalis	Huhti - Kesä	Heinä - Syyskuu	Loka - Joulukuu
Noteerauspäivä	1.12.2008	1.3.2009	2.6.2009	1.9.2009	1.12.2009	1.3.2010	1.6.2010	1.9.2010
Pörssituote	Q1/2009	Q2/2009	Q3/2009	Q4/2009	Q1/2010	Q2/2010	Q3/2010	Q4/2010
Hintakausi alkaa	1.1.2009	1.4.2009	1.7.2009	1.10.2009	1.1.2010	1.4.2010	alv 23 % 1.7.2010	alv 23 % 1.10.2010
Yleissähkö								
Käyttömaksu	5,4800	3,3400	4,4800	4,1600	4,5100	6,3400	5,8700	6,2600
Yösähkö								
Käyttömaksu päivä	6,0600	3,6900	4,9500	4,6000	4,9900	7,0200	6,4900	6,9300
Käyttömaksu yö	4,7400	2,8800	3,8700	3,6000	3,9000	5,4800	5,0700	5,4100
Vuodenaikasähkö								
Käyttömaksu talviarjpv	6,8200	4,1600	5,5800	5,1800	5,6100	7,9000	7,3100	7,8000
Käyttömaksu muu aika	4,8700	2,9700	3,9800	3,7000	4,0100	5,6400	5,2200	5,5700

Sähkön siirtohinnot

Tulostettava sivu

3 x 25 A, 1 x 35 A (*)	7,40	€/kk
3 x 25 A, 1 x 35 A	13,20	€/kk
3 x 35 A	27,10	€/kk
3 x 50 A	37,00	€/kk
3 x 63 A	54,30	€/kk
3 x 80 A	86,20	€/kk
3 x 100 A	110,70	€/kk
Käyttömaksu	2,49	snt/kWh

YÖSIIRTO	Siirtohinna	Yksikkö
Perusmaksu		
3 x 25 A, 1 x 35 A (*)	15,00	€/kk
3 x 25 A, 1 x 35 A	27,00	€/kk
3 x 35 A	43,80	€/kk
3 x 50 A	61,10	€/kk
3 x 63 A	76,00	€/kk
3 x 80 A	109,30	€/kk
3 x 100 A	143,60	€/kk
3 x 125 A	189,90	€/kk
3 x 160 A	224,60	€/kk
Käyttömaksu		
päivä	2,46	snt/kWh
yö (8 h)	0,98	snt/kWh

Liite 2. Esimerkki työssä tehdystä rakennuksen energiantarvelaskelmasta.

Lämpimät tilat +20				Mitoituslämpötilaksi on otettu +4			
Suunnitellun pakkamaan energian kulutuslaskelma huollattavat tilat +12				Kylmät tilat +5			
Mitat	Pituus m	Korkeus m	Alue m ²	Sisält	Ulkoilto	Lämpötila k	teho W/m ² *K W
Kylmät tilat							
Pohjoseinä	34	6	204				
Oviaukko 1	2	2,5	5	18	4	14	1,8
Oviaukko 2	0	2	0	18	4	14	1,8
Oviaukko 3	0	0	0	18	4	14	1,8
Ikkuna 1	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 2	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 3	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 4	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 5	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 7	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 8	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			199	18	4	14	0,24
Itäseinä Porras työ	31,4	6	188,4				
Oviaukko 1	2	2,5	5	18	4	14	1,8
Oviaukko 2	0,8	2	1,6	18	4	14	40,32
Oviaukko 3	0	2	0	18	4	14	1,8
Oviaukko 4	0	2	0	18	4	14	1,8
Ikkuna 1	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 2	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 3	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 4	0	0,6	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 5	0	0,6	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 6	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 7	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 8	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 9	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 10	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 11	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			181,4	18	4	14	0,24
Etäseinä	0	1,5	0				
Ikkuna 1	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 2	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 3	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 4	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 5	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 6	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 7	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 8	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			0	18	4	14	0,24
Läntiseinä	30,4	6	182,4				
Oviaukko 1	0	2,5	0	18	4	14	1,8
Oviaukko 2	0	0	0	18	4	14	1,8
Oviaukko 3	0	0	0	18	4	14	1,8
Ikkuna 1	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 2	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 3	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 4	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 5	0	0	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 6	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 7	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Ikkuna 8	0	1,2	0	18	4	14	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			182,4	18	4	14	0,24
Yläpohja	33	30,4	1003,2	18	4	14	0,09
Alapohja	27	30,4	820,8	18	5	13	0,24
Yhteensä							6009,6
Toimisto ja sos.tilat vain koko vuoden lämpimänä							
Pohjoseinä	34	6	204				
Oviaukko Kastelu	2	2,5	5	20	5	15	1,4
Oviaukko m sos.tila	0,8	2	1,6	20	5	15	1,4
Oviaukko n sos.tila	0,8	2	1,6	20	5	15	1,4
Oviaukko 5							
Ikkuna 8 Yläkerta	1	1,2	1,2	20	4	16	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			193	20	4	16	0,17
Itäseinä	6,5	6	39				
Portaan itäseinä	1,8	5	9				
Oviaukko Ruokaillit	0,8	2	1,6	20	4	16	1,4
Oviaukko Toimistoo	0,8	2	1,6	20	4	16	1,4
Oviaukko 4	0	2	0				
Ikkuna 1	1,8	1,2	2,16	20	4	16	0,8
Ikkuna 2	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 3	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 4	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 5	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 6	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 7	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 8	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 9	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 10	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 11	0	1,2	0	20	4	16	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			42,64	20	4	16	0,17
Etäseinä	30,4	5	152				
Oviaukko Kastelu	2	2,5	5	20	4	16	1,4
Oviaukko Tekninen	1,6	2	3,2	20	4	16	1,4
Oviaukko Pukuhuon	0,8	2	1,6	20	4	16	1,4
Oviaukko Ruokaillit	0,8	2	1,6	20	4	16	1,4
Ikkuna 1 Sauna	0,6	0,6	0,36	20	4	16	0,8
Ikkuna 2 Sauna	0,6	0,6	0,36	20	4	16	0,8
Ikkuna 3 Ruokaillit	0,8	1,2	0,96	20	4	16	0,8
Ikkuna 4 Ruokaillit	0,8	1,2	0,96	20	4	16	0,8
Ikkuna 5 Ruokaillit	0,8	1,2	0,96	20	4	16	0,8
Ikkuna 6 Yläkerta p	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Ikkuna 7 yläkerta ii	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Ikkuna 8 yläkerta ii	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Ikkuna 9 yläkerta ii	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Ikkuna 10 yläkerta j	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Ikkuna 11 yläkerta j	1,6	1,2	1,92	20	4	16	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			139,76	20	4	16	0,17
Läntiseinä	6	5	30				
Oviaukko 1	0	2,5	0	20	4	16	0,8
Oviaukko 2	0	2	0	20	4	16	0,8
Oviaukko 3	0	0	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 1	0	0	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 2	0	0	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 3	0	0	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 4	0	0	0	20	4	16	0,8
Ikkuna 5	0	0	0	20	4	16	0,8
Aukoton seinäpinta-ala			30	20	4	16	0,17
Yläpohja	30,4	6	182,4	20	4	16	0,14
Alapohja	30,4	6	182,4	20	5	15	0,24
Yhteensä toimisto							2917,288
Tilavuus	35	35	6,5				
7962,5 m ³							8946,888
1,1 kJ/m ³							
2 m³/s							
280380							
ilman vaihtoaika							
h	0,8	1100	0,4	7,74	5	3	
	1,0	1100	0,3	5,61	3	2	
	1,5	1100	0,2	3,87	2	2	
	3,1	1100	0,1	1,94	1	1	
	3,4	1100	0,09	1,74	1	1	
	4,4	1100	0,07	1,36	1	1	
	6,1	1100	0,05	0,97	1	0	
	10,2	1100	0,03	0,58	1	0	
Tilavuus							
1094,4							
1100	2	118580					
1100	1,8	106722					
1100	1,6	94864					
1100	1,4	83006					
1100	1,2	71148					
1100	1	59290					
1100	0,8	47432					
1100	0,6	35574					
1100	0,4	23716					
1100	0,3	17787					
1100	0,2	11858					
1100	0,1	5929					
1100	0,09	5386,1					
1100	0,07	4150,1					
1100	0,05	2964,5					
1100	0,03	1778,7					
ilman vaihtoaika							
h	0,8	1100	0,4	7,74	5	3	
	1,0	1100	0,3	5,61	3	2	
	1,5	1100	0,2	3,87	2	2	
	3,1	1100	0,1	1,94	1	1	
	3,4	1100	0,09	1,74	1	1	
	4,4	1100	0,07	1,36	1	1	
	6,1	1100	0,05	0,97	1	0	
	10,2	1100	0,03	0,58	1	0	

Liite 3 Polttoaineiden hintatietoja (Energiäkatsaus 2010).

Taulu/Kho 6. Kivihiilen, maakaasun ja kotimaisten polttoaineiden käyttäjähinnat lämmöntuotannossa (ei sis. alva)

Tabell 6. Konsumentpriser på stenkol, naturgas och inhemska bränslen i värmeproduktion (moms inte inkluderat)

Table 6. Consumer Prices of Hard Coal, Natural Gas and Domestic Fuels in Heat Production (VAT not included)

Kuukausi Månad Month	Kivihiili Hard Coal		Maakaasu Natural Gas		Neljännes- vuosi Kvartal Quarter	Jyrsinturve*,** Frästorv Milled Peat		Palatuve*,** Stycke-, Sod P St		Polttohake** Flis Fuel Chips	Metsähake/ -murske*** Skogflis Forest Chips	Puupelletti**** Träpellet**** Wood Pellet****	Kuluttajahinta (sis. ALV) Konsumerpris (inkl. Moms) Consumer Price (incl. VAT)	Indeksi Index		
	Rannikolla Vid kusten On the Coast		€/1 000 m ³ 0°C)	€/MWh		Käyttöpaikalla Levererat Delivered	Suolla På torv- ossan At Proc- ction Site	Käyttöpaikalla Levererat Delivered	€/MWh						c/kWh	2005=100
	€/t	€/MWh														
12/2001	87,61	12,36	156,75	15,68	Q4/2001	9,16	7,4	9,32	8,40	..	..	..	..	..
3/2002	89,01	12,55	149,79	14,98	Q1/2002	9,17	7,5	9,41	9,00	..	..	..	..	..
6/2002	81,98	11,56	151,85	15,19	Q2/2002	9,19	7,2	9,46	9,08	..	..	..	..	..
9/2002	78,78	11,11	154,66	15,47	Q3/2002	9,05	7,7	9,11	9,01	..	..	..	..	..
12/2002	79,91	11,27	156,74	15,67	Q4/2002	9,17	7,6	9,57	9,37	..	..	..	..	..
3/2003	81,42	11,48	162,54	16,25	Q1/2003	9,28	7,3	9,73	9,85	..	..	..	..	..
6/2003	78,13	11,02	160,84	16,08	Q2/2003	9,27	7,3	9,75	9,95	..	..	..	..	..
9/2003	81,37	11,48	157,64	15,76	Q3/2003	9,49	8,5	10,08	10,12	..	..	..	..	..
12/2003	82,04	11,57	156,44	15,64	Q4/2003	9,35	8,1	9,97	9,82	..	..	..	..	..
3/2004	84,88	11,97	151,64	15,16	Q1/2004	9,37	8,4	10,05	9,73	..	..	..	..	..
6/2004	94,93	13,39	152,84	15,28	Q2/2004	9,37	8,5	10,00	9,63	..	..	..	..	..
9/2004	95,98	13,54	158,04	15,80	Q3/2004	9,65	8,0	10,63	9,63	..	..	..	..	..
12/2004	94,98	13,40	160,84	16,08	Q4/2004	9,70	8,0	10,93	10,19	..	..	..	..	..
3/2005	97,72	13,78	162,24	16,22	Q1/2005	9,78	8,0	11,24	10,64	..	..	..	..	..
6/2005	94,33	13,30	169,64	16,96	Q2/2005	9,81	8,8	11,23	10,62	..	..	..	..	..
9/2005	94,63	13,35	181,64	18,16	Q3/2005	8,15	7,5	9,57	10,56	..	..	..	..	..
12/2005	95,77	13,51	194,14	19,41	Q4/2005	8,05	7,2	10,21	10,51	..	..	..	..	..
3/2006	95,25	13,43	226,94	22,69	Q1/2006	8,13	7,6	10,59	11,41	..	..	..	..	..
6/2006	93,65	13,21	227,84	22,78	Q2/2006	8,13	7,8	10,95	11,50	..	..	..	..	..
9/2006	98,80	13,94	226,94	22,69	Q3/2006	8,24	7,9	10,98	11,53	..	..	..	..	..
12/2006	101,34	14,29	228,84	22,88	Q4/2006	8,13	7,6	10,85	11,82	..	..	..	..	..
3/2007	97,92	13,81	216,54	21,65	Q1/2007	8,26	7,9	11,54	12,22	..	..	12,66	..	..
6/2007	96,81	13,65	218,54	21,85	Q2/2007	8,30	7,2	11,61	12,32	..	..	12,81	..	..
9/2007	98,90	13,95	226,44	22,64	Q3/2007	8,53	7,2	11,71	12,43	..	..	12,79	..	..
12/2007	109,76	15,48	243,04	24,30	Q4/2007	8,52	7,5	11,76	..	..	..	13,21	..	..
3/2008	128,52	18,13	264,80	26,48	Q1/2008	8,47	8,2	12,58	..	..	..	13,41	..	..
6/2008	139,48	19,67	284,40	28,44	Q2/2008	8,47	8,2	12,58	..	..	..	13,94	..	..
9/2008	152,95	21,57	318,40	31,84	Q3/2008	10,92	8,2	13,30	..	..	..	14,05	..	..
12/2008	163,64	23,11	319,60	31,96	Q4/2008	10,94	..	13,34	..	..	..	15,16	4,81	151,6
3/2009	126,21	17,83	281,50	28,15	Q1/2009	11,08	..	13,02	..	..	..	16,78	4,89	154,1
6/2009	110,96	15,67	253,60	25,36	Q2/2009	10,80	..	14,52	..	..	..	17,53	5,25	166,0
9/2009	106,10	14,99	267,10	26,71	Q3/2009	10,16	..	13,11	..	..	..	18,73	5,20	164,5
12/2009	103,63	14,64	280,40	28,04	Q4/2009	10,16	..	13,11	..	..	..	17,96	5,32	168,5

LÄHTEET
KÄLLOR
SOURCE

Ulkomaankauppatilasto, Gasum Oy, Turveteollisuusliitto ry., Tilastokeskus
Utrikeshandelsstatistik, Gasum Oy, Torvindustriförbundet rf., Statistikcentralen
Foreign Trade Statistics, Gasum Oy, Association of Finnish Peat Industries, Statistiska Finland