

EnergiaRäätäli®
Suunnittelustartti:

*Taustaselvitys puukaasun ja
aurinkoenergian tuotannon
kannattavuudesta
10.10.2013*

envitecpolis

YMPÄRISTÖLIIKETOIMINNAN AMMATTILAISET

1 Lähtökohta

Tässä raportissa käydään lävitse puukaasulaitoksen ja aurinkoenergian (sähkön tuotanto) energiantuotantomääriä sekä yhteensovittamiseen liittyviä reunaehtoja ja tarkastellaan tuotantomuotojen kannattavuuksia. Kannattavuuslaskelmia ei ole sidottu konkreettiseen kohteeseen. Tuleekin huomioida, että käytännön investointisuunnittelu tulee aina tehdä yritys- ja investointikohtaisesti, joissa huomioidaan kohteen ominaispiirteet, joista keskeisiä ovat mm. tuotetun energian käyttöasteet ja niiden arvottaminen sekä aurinkoenergiantuotannossa paikallinen sijainti ja tuotantopaikan olosuhteen (mm. järjestelmän sijainti, ilmansuunta yms).

Työ on tehty Pro Agria Kainuun toimeksiannosta tuomaan yleisellä tasolla tietoa puukaasu- ja aurinkoenergian (sähkö) tuotannon kannattavuuksista ja ominaispiirteistä.

2 Taustaa aurinkosähkön tuotantoon

Aurinkopaneelien hyötysuhde vaihtelee 10 – 20 % välillä riippuen valmistajasta ja kennon rakenteesta.

Laskentamallissa aurinkosähköjärjestelmäksi ja investointitason määrittämiseksi on valittu nimellisteholtaan 10 kW järjestelmä. Tällöin tarvitaan 44 kpl 250 W paneeleita. Nämä vaativat noin 71 m² pinta-alan. Ko. järjestelmän hinta on noin 14 000 € (alv 0 %) kokonaispakettina. Kiinnitysjärjestelmän hinta pelti- tai huopakatonle on 3 100 € (alv 0 %). Ko. järjestelmällä voidaan syöttää sähköä verkkoon (www.satmatic.fi ja Rainer Nurkkala 9/2013).



Taulukko 1. Vaakatason säteilysumma Jyväskylän korkeudelle kuukausittain ja sähköntuotannon laskelma nimellistehoaltaan 10 kW (71 m²) järjestelmälle.

	Vaakatason säteilysumma kWh/kk/m ² (*)	Pinta-ala / m ²	hyöty-suhde / %	kWh/kk (**)
Tammikuu	5	71	13	46
Helmikuu	20	71	13	185
Maaliskuu	52	71	13	480
Huhtikuu	103	71	13	951
Toukokuu	171	71	13	1578
Kesäkuu	159	71	13	1468
Heinäkuu	158	71	13	1458
Elokuu	114	71	13	1052
Syyskuu	71	71	13	655
Lokakuu	25	71	13	231
Marraskuu	7	71	13	65
Joulukuu	3	71	13	28
YHTEENSÄ	888		YHTEENSÄ (kWh/v)	8196

*) Tuotto Jyväskylän korkeudella, kallistuskulma 0 °. Lähde: Aurinko-opas 2012.

**) Tuotto ei huomioi ilmansuunnan ja kallistuskulman mukaista kerrointa



3 Investointituet

Aurinkosähköjärjestelmille on mahdollista saada tukea seuraaviin kohteisiin:

- 1) Pientalot ja taloyhtiöt: harkinnanvarainen energia-avustus, max. 25 %
- 2) Yritykset, kunnat ja muut yhteisöt: TEM:n harkinnanvarainen energia-avustus, max. 30 % (väh. 10 000 € investointi)
- 3) Maatilat: aurinkosähköjärjestelmille voidaan myöntää harkinnanvaraisesti maatalojen investointiavustusta, edellyttäen kannattavuuden osoittamista (Kjell Brännas, MMM, tulkinta 8/2013)

Puukaasulaitteisto:

- 1) Maatalojen investointituki: tuki 15 % + 20 % korkotukea. Energian raaka-aineesta yli puolet tulee olla tilalta ja energiasta yli puolet pitää hyödyntää tilalla. Enimmäiskustannus: $800 \text{ €} * \text{kW}_{\text{th}} + 3500 \text{ €} * \text{kW}_{\text{e}}$ (VNA 578/2012, Seija Oikarinen, MAVI, 9/2013 ja MMMa 1065_2012).
- 2) Yrityksen investointituki: max. 35 %, mahdollinen tapauskohtaisesti, tällöin energiaa tulee myydä ulospäin ja tulee pystyä osoittamaan investoinnin kannattavuus.

4 Aurinkojärjestelmän kannattavuus

Kannattavuuslaskelmien oletusarvot:

- investointi 17 100 € (alv 0%)
- investointituki 15 % / 30 % (oletusarvo)
- kaikki tuotettu sähkö käytetään tuotantokohteessa (vältetään sähköenergia, siirtomaksu ja vero, ostosähkön oletushintana 13 snt/kWh)
- investointi ei sisällä asennuskuluja (omatoiminen asennus, sähkömiestä tarvitaan kytkennässä)



Taulukko 2. Aurinkoenergian kannattavuuslaskelma. Investointituki 15 %.

Kannattavuuslaskelma		
Tuotanto		
Sähkön tuotanto	8196	kWh/v
Omakäyttöaste	100	%
Oma käyttö	8196	kWh/v
Sähkönenergian hinta		
Ostohinta kohteessa	0,13	€/kWh
Tulot sähkön korvaavuudesta	1066	€/v
Investointi		
Laitteisto (alv 0 %)	14 000	€
Kiinnitysjärjestelmä (alv 0 %)	3100	
Investointi yhteensä	17100	€
Investointituki	15	%
Investointi tuen jälkeen/lainapääoma	14535	€
Korko	3	%
Takaisinmaksu-aika	17,8	v

Taulukko 3. Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuslaskelma, investointituki 30 %.

Kannattavuuslaskelma		
Tuotanto		
Sähkön tuotanto	8196	kWh/v
Omakäyttöaste	100	%
Oma käyttö	8196	kWh/v
Sähkönenergian hinta		
Ostohinta kohteessa	0,13	€/kWh
Tulot sähkön korvaavuudesta	1066	€/v
Investointi		
Laitteisto (alv 0 %)	14 000	€
Kiinnitysjärjestelmä (alv 0 %)	3100	
Investointi yhteensä	17100	€
Investointituki	30	%
Investointi tuen jälkeen/lainapääoma	11970	€
Korko	3	%
Takaisinmaksu-aika	13,9	v



5 Tausta ja oletusarvot puukaasulaitoksen kannattavuustarkasteluun

Puukaasuun perustuvassa sähköntuotannossa kannattavuuteen vaikuttavana ominaispiirteenä on tuotetun energian käyttöaste tuotantokohteessa. Esim. maatiloilla sähköenergiaa kuluu runsaastikin ja ostosähkön korvaavuus voi olla tasaisen kuorman kohteessa korkeakin, mutta kaikissa kohteissa lämmölle ei välttämättä ole aina käyttöä. Kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti myös kohteessa oleva lämmitysmuoto. Jos kohde lämmitetään hakkeella on aikaan saatava säästö huomattavasti esim. öljylämmitystä alhaisempi.

Kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti myös kaasutettavan hakkeen hankintakustannus ja kuinka esim. oma korjuu ja haketus arvotetaan.

Keskimääräiset kustannukset (www.bioenergiapörssi.fi):

- puun korjuu: n. 22 €/k-m³ (=9,1 €/hake i-m³)
- haketus tien varressa: 4,5 €/k-m³ (=1,9 /hake i-m³)
- lisäksi kuljetus laitokselle

Vastaavasti, jos hake hankitaan valmiina toimitettuna laitokselle, hintahaitari on suuruusluokassa 15 – 24 €/i-m³.

Hakkeen ostohinnan ollessa 18 €/i-m³, on lämpöenergian hinta hakkeeseen sidottuna 22,5 € / MWh (0,8MWh/i-m³). Vastaavasti öljyn hinta tällä hetkellä (9/2013) on 107,40 € / MWh (sis alv 24 %, 86,61 €/MWh, alv 0 %), http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2013/02/ehi_2013_02_2013-09-18_tau_003_fi.html, 19.9.2013).



6 Puukaasulaitoksen kannattavuustarkastelu

Laskelmissa keskeiset kannattavuuteen vaikuttavat tekijät:

- Investointi maatilainvestointina, tuki 15 % enimmäiskustannuksista.
- Sähkön käyttö kohteessa 128 MWh (käyttöaste 70 %), arvo 0,13 €/kWh.
- Sähkön myynti 55 MWh, arvo 0,04 €/kWh.
- Lämmön käyttö kohteessa 156 MWh (käyttöaste hyötykäytössä 30 %), arvo 0,09 €/kWh (öljyn korvaus). Ylijäämlämpö 364 MWh, josta osa menee hakkeen kuivaukseen (ei arvoitettu).
- Hakkeen hankinta-/korjuukustannus 15 €/i-m³ (keskiarvo, hake omasta metsästä/hakkeen hankinta tilan ulkopuolelta -> huom. maatilainvestointituen rajaukset liittyen raaka-aineen hankintaan).
- Investointitason/tuotantoparametrien taustalla Volter Oy:n puukaasulaitteisto (Laitteisto ilman hakevarastoa/hakkeen kuivausta 165 000 €, alv 0 %). Kokonaisinvestointitaso on arvioitu suuntaa-antavasti. Määritetty oletusarvo antaa viitteitä, kuinka suuri investointi laskelman lähtöarvoilla voidaan toteuttaa. Investointiin tulee sisällyttää lisäksi tarvittava rakentaminen, mm. hakkeen kuivaus. Investointi riippuu myös kohteen olosuhteista, eli mitä vanhoja rakenteita voidaan käyttää hyväksi.
- Kuluissa ei ole huomioitu laitoksen huoltokustannuksia, ylläpitoon liittyviä työkustannuksia sekä vakuutuskustannuksia.



Taulukko 4. Puukaasulaitoksen tunnusluvut ja tuotannon kannattavuus määritetyillä lähtöarvoilla.

PUUKAASULAITTEISTON PERUSTIEDOT			
Sähköteho	30	kW	
Lämpöteho	80	kW	
Hakkeen kulutus	4	i-m ³ /24 h	948 i-m ³ /v
Käyttötuntimäärä	6 500	h/v	9 kk
ENERGIANTUOTANTO			
Tuotettu sähköenergia	195 000	kWh/v	
Tuotettu lämpöenergia	520 000	kWh/v	
LAITOKSEN OMAKÄYTTÖENERGIA			
- Sähkön oma käyttö	6	%	
- Sähkön käyttö	11 700	kWh/v	
ENERGIAN KÄYTTÖ TILALLA JA ENERGIAN TUOTANNON TULOT			
- sähkön käyttöaste tilalla	70	%	
- lämmön käyttöaste tilalla	30	%	
- sähkön käyttö tilalla	128 310	kWh	
- sähkön myynti	54 990	kWh	
- lämmön käyttö tilalla	156 000	kWh	
- ylijäämä lämpö/hakkeen kuivaus	364 000	kWh	
ENERGIAN TUOTANNON TULOT	32 920	€	
HAKKEEN HANKINTAKULUT			
- Hakkeen hankinta	15	€/i-m ³	
- Vuotuinen kustannus	14 219	€/v	
VUOTUINEN TASE	18 701	€/v	
TAKAISINMAKSUAIKALASKELMA			
Investointi			
Laitteisto (alv 0 %)	230 000	€	
Tuki (enimmäiskustannukselle 15 %)	25 350	€	
Rahoitustarve	204 650	€	
Korko (keskimääräinen)	2	%	
Takaisinmaksu-aika	12,5	v	



Huomiot puukaasulaskelmaan:

- Mikäli kohteessa korvataan tuotetulla lämmöllä hakepohjaista lämpöenergiaa ja lämpöenergia arvotetaan yllä mainitun mukaisesti, investoinnin takaisinmaksuaika kasvaa huomattavasti.
- Ylimääräiselle lämmölle tulisi olla arvotettava käyttökohde, jotta voitaisiin parantaa kannattavuutta.
- Hakkeen hankinta/tuotantokustannus on oleellinen kuluerä, joka voi vaihdella tuotantopaikkakohtaisesti merkittävästi ja vaikuttaa täten myös oleellisesti kannattavuuteen (aikaisemmin vaihteluväli: 1) korjuu ja haketus 2) hakkeen hankinta).
- Investointi on järkevä kohteessa, jossa tuotetut energiat voidaan hyödyntää mahdollisimman täysimääräisesti ja investointitasoa voidaan alentaa esim. hyödyntämällä olemassa olevia rakenteita (hakevarastot -> voiko räätälöidä hakkeen kuivaukseen).
- Yleisesti puun kaasutus vaatii riittävän kuivan hakkeen, jotta toimintavarmuus on parempi. Näin ollen tuotetusta lämmöstä osa kuluu hakkeen kuivaukseen.
- Nyt tuotetusta energiasta (brutto 715 MWh) kohteessa käytetään noin 40 %. Tässä ei ole huomioitu hakkeen kuivausta. Mikäli hakkeen kuivaus lasketaan hyödynnettävään energiaan, nousee käyttöpaikalla käyttö yli 50 % (investointituen linjaus).



7 Energiantuotanto puukaasulaitoksella ja aurinkojärjestelmällä

Investointien kokonaiskannattavuus määrittyy pitkälti tilan sähkön- ja lämmönkulutuksen ja niiden kulutusjakauksen mukaisesti. Erityisesti kesäaikaan lämpökuormaa ei välttämättä ole, joten voi olla järkevää keskittyä tuottamaan puukaasulla energiaa aikavälillä syys – kevät. Tällöin huoltojakson voi ajoittaa kesäkuukausille. Tässä tilanteessa sähköä voidaan tuottaa aurinkojärjestelmällä ja korvata osittain ostoenergiaa. Tulee huomioida, että nyt määritetyllä aurinkojärjestelmällä (nimellisteho 10 kW), vuotuinen sähköntuotto on noin 8 000 kWh. Jos tätä verrataan kohteeseen, jossa vuotuinen sähkönkulutus on 100 MWh ja sähkönkulutusjakauma on tasaista, olisi kuukausittainen sähkönkulutus noin 8 300 kWh, joka vastaa 10 kW aurinkosähköjärjestelmän vuotuista tuottoa. Puukaasulaitoksen käyttöä lämpökuormaohjautuvasti (syys-kevät) ja aurinkojärjestelmän yhteensovittamista tukee taulukon 1 mukainen aurinkoenergian kausiluonteisuus, sillä aikavälillä huhti-elokuu sähköstä tuotetaan noin 80 %. Vastaavasti nyt puukaasulaitoksen käyttöajaksi on määritetty 9 kk, jonka pohjalta kannattavuudet on määritetty.

Keskeiset uusiutuvan energian tuotannon kannattavuuteen ja investointien takaisinmaksu-aikaan vaikuttavat tekijät;

- Lämmön ja sähkön korvaaminen kohteessa. Tähän oleellisesti vaikuttaa tilan kulutustrendit eli milloin energia kuluu ja onko kulutus tasaista vai onko suuria vaihteluja.
- Energian arvottaminen. Kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti myös kohteen vallitseva energiantuotantotapa ja energian hinta. Esimerkiksi öljyllä ja sähköllä tuotettu lämpöenergia on arvokkaampaa kuin puuenergian pohjautuva lämpöenergia.

