



## Sähkön ja lämmön pientuotanto puupolttoaineilla

### Teknologiat

CHP-laitokset voidaan jakaa koon perusteella kolmeen eri kokoluokkaan: mikro-CHP, pien-CHP ja suuren kokoluokan CHP -laitokset. Mikro-CHP -laitosten nimellistehon ylärajana pidetään yleensä 50 kW:a ja pien-CHP:n 10 MW:a. Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto (CHP) on suuremmassa mittakaavassa hyvin yleistä Suomessa, mutta pienen mittakaavan ratkaisut eivät ole vielä yleistyneet. Pien- ja mikro-CHP:n yleistymistä on jarruttanut muun muassa kaupallisten laitteiden heikko saatavuus ja niiden korkea hinta. Teknologian kehittymisen ja hintojen alenemisen myötä pien- ja mikro-CHP:llä tuotettu energia tulee kuitenkin todennäköisesti yleistymään lähivuosina. Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto voi tarjota esimerkiksi lämpöyrittäjille uusia liiketoimintamahdollisuuksia. (Laurila & Lauhanen 2011).

CHP-tuotannon vahvuutena on energiantuotannon korkea kokonaishyötysuhde; sähköntuotannon hyötysuhde on yleensä noin 30 % ja lämmön noin 50 % käytetystä tekniikasta riippuen.

Pien-CHP tuotanto perustuu pääosin neljään perustekniikkaan, joita ovat:

- Polttomoottorit ja kaasuturbiinit
- Höyryturbiinit ja muut höyryvoimalaitteet
- Muut välittäjäaineisiin liittyvät tekniikat
- Polttokennot

Erilaisten polttoaineiden kanssa yhdistettynä näistä tekniikoista muodostuu suuri määrä erilaisia eri kehitysvaiheessa olevia voimalaratkaisuja (Motiva). Erilaisia pien-CHP tekniikoita on esitelty mm. [tässä Motivan raportissa](#). Edullisinta tekniikkaa ovat tällä hetkellä polttomoottoria hyödyntävät CHP-laitokset (Haavisto 2010).

Moottoritekniikkaa käytettäessä sähkö tuotetaan generaattorilla, jota moottori pyörittää. Polttoaineena voidaan käyttää esimerkiksi puukaasua. Kaasutussovelluksissa sähköntuotannon hyötysuhde on 30 %, kun polttosovelluksissa se on vain 15 %. (Laurila & Lauhanen 2011). Kaasutuksen etuna on myös päästöjen minimointi, mikä vähentää lämmönvaihtimien likaantumiseriskiä (Haavisto 2010). Polttomoottoreiden ongelmana ovat usein olleet kaasun puhdistaminen tervoista ja puhdistuksen yhteydessä syntyvät tervapitoiset jätevedet. Ratkaisevassa

asemassa näissä ongelmissa on laitokseen syötetty polttoaine ja sen tasalaatuisuus. (Karjalainen 2012).

### Pien-CHP:n tuotantohinta

Pien-CHP:n käyttökokemukset ovat niin vähäisiä, että luotettavaa kuvaa tuotantokustannuksista on vaikeaa muodostaa ja kustannukset vaihtelevat huomattavasti teknologiasta riippuen. Pien-CHP:n kannattavuutta heikentää pääosin korkeat valmistuksen materiaalikustannukset ja massatuotannon vähäisyys. Myös polttoainekustannuksilla on suuri merkitys tuotantokustannuksiin, sillä niiden osuus voi olla kaikista käyttökustannuksista yli puolet. (Pesola ym. 2014)

Alla olevaan taulukkoon on koottu suomalaisten pien-CHP-laitostoimittajien antamia investointi ja tuotantokustannuksia. Kustannusten vertailussa on huomattava, että eri vaihtoehdoissa sähkön ja lämmön tuotantosuhteet (rakennusaste) poikkeavat toisistaan, samoin laitostoimitusten rajapinnat. Lisäksi osa kustannusarvioista perustuu laitostoimittajien käyttämiin kirjallisuuslähteisiin, ei todellisiin kustannuksiin, joten ratkaisujen vertailua ei voi suorittaa luotettavasti tässä esitettyjen tietojen perusteella. (Pesola ym. 2014).

Taulukko 1. Pien-CHP-laitosten investointi- ja tuotantokustannukset. Investointikustannukset on ilmoitettu sähkötehoa kohti ja sisältävät laitteiston ja asennuksen. Kustannukset on ilmoitettu arvonlisäverottomina. (Pesola ym. 2014).

Yritys	Tekniikka ja kokoluokka	Investointi (sis. laitteisto ja asennus €/kW <sub>e</sub> )*	Tuotantokustannus €/MWh
Volter Oy	Puun kaasutus + kangas-suodatin + kaasumoottori 30 kW <sub>e</sub> /80 kW <sub>th</sub> , 40 kW <sub>e</sub> /100 kW <sub>th</sub>	4 000 – 5 000	40 – 50 <sup>1</sup> (sähkö & lämpö)
Ekogen Oy	Puun arinapoltto + lämmönvaihdin + mikroturbiini (puhdasta ilmaa turbiiniin) 90 kW <sub>e</sub> /360 kW <sub>th</sub>	7 000 (nopeasti saavutettavissa 5 000)	30 (sähkö & lämpö; ilman rahoituskuluja)
Gasek Oy	Puun kaasutus + tuotekaasun puhdistus (Gasek ei toistaiseksi tarjoa sähköntuotantoyksikköä) 1 MW <sub>th</sub>	4 000 – 4 500 <sup>2</sup>	110 (sähkö)

kW<sub>e</sub> = sähköteho, kW<sub>th</sub> = lämpöteho <sup>1</sup>Tällaisen tuotantokustannuksen saavuttaminen vaatii keskimääräistä hintatasoa edullisempaa polttoainetta ja korkeaa huipunkäyttöaikaa (luokkaa 5 000 h). <sup>2</sup> Arvio CHP:lle (perustuu VTT:n arvioihin)

## Pien-CHP:n kannattavuus

Pien CHP:n kannattavuuteen vaikuttavat mm. sähkön ja polttoaineiden hinnat, lainsäädännölliset reunaehdot ja tukimekanismit. Yritysten, kuntien ja muiden yhteisöjen on mahdollista saada uusiutuvia energialähteitä hyödyntäviin energiaratkaisuihin [TEM:n energiatukea](#), jonka suuruus on enimmillään 40 % investoinnista. Energiatuen myöntäminen harkitaan tapauskohtaisesti. Yli 100 kVA:n voimala on mahdollista liittää [syöttötariffijärjestelmään](#) sillä ehdolla, että laitos ei ole saanut investointitukea. Maatilat voivat hakea energiainvestointeihin [maatalouden investointitukea](#) ja maaseudulla sijaitsevat yritykset [maaseudun yritystukea](#).

Pien-CHP-järjestelmät soveltuvat parhaiten kohteisiin, joissa on kohtuullisen suuri oma energiantarve, koska kaasumoottorien ja polttokennojen teho on yleensä vähintään muutamia kymmeniä kilowatteja. Potentiaalisia kohteita ovat esimerkiksi maatilat, kylpylät, urheiluhallit, suurkiinteistöt, kiinteistöryhmät ja aluelämpölaitokset. (Pesola ym. 2014).

Avainasemassa kannattavuuden kannalta on usein löytää tuotetulle lämmölle järkevä käyttökohde kesäaikaan. Lämmölle pitää olla joko tarvetta omassa käytössä tai sille pitää olla asiakas. Asiakas voi olla esimerkiksi suurkeittiö tai muu paljon lämmintä vettä käyttävä toimija. Kaukolämpöverkkoon kuuluvissa kohteissa ylijäämälämpö on mahdollista syöttää lämpöverkkoon. Lämpöä voidaan hyödyntää hakevoimaloiden tapauksessa myös hakkeen kuivaukseen kesällä. (Karjalainen 2012). Kannattavuuden kannalta tärkeää on myös polttoaineen saatavuus ja hinta. Esimerkiksi haketta polttoaineena käytettäessä voidaan säästää kustannuksissa käyttämällä omaa haketta ostohakkeen sijaan.

Pien-CHP:n kannattavuus on kaiken kaikkiaan hyvin kohteesta riippuvaa ja vaatii aina tapauskohtaisen arvioinnin. Esimerkiksi yli 50 lehmän maitotiloilla on usein jo sen verran suuri lämpimän veden ja sähkön tarve, että myös CHP-vaihtoehto kannattaa selvittää. (Karjalainen 2012).

## Lähteet:

[Haavisto 2010: Polttoaineisiin perustuvat pien- CHP tekniikat](#)

[Karjalainen 2012: Pienimuotoisen lämmön ja sähkön yhteistuotannon tilannekatsaus – laitteet ja niiden käyttöönotto.](#)

[Laurila & Lauhanen 2011: Pienen kokoluokan CHP -teknologiasta lisää voimaa Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueelle](#)

Motiva: Pien-CHP

[Pesola ym. 2014: Sähkön pientuotannon kilpailukyvyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi](#)

#### **Esimerkkikohteita:**

- Kuittilan tilan CHP -laitos
  - [Video-esittely](#)
  - [PIKES Oy:n PKBEV -hankkeen vuosiraportissa laitoksen kannattavuuden arviointia](#)
  - [Kuittilan tila HINKU-mapissa](#)
  - [E-farm -esittely](#)
  - [Juttu maakaista.fi -sivustolla](#)
- Kempeleen ekokortteli
  - [Video-esittely](#)

#### **Suomalaisia laitetoimittajia:**

- [Ekogen](#)
- [Volter](#)
- [Gasek](#) (Ei toistaiseksi tarjoa sähköntuotantoyksikköä)