

**AIRIA Oy**

# **ENERGIATEESIT**

**Laatinut : Reijo Alander 20.10.2016**

**AIRIA Oy**

**Kotirannantie 3**

**35800 Mänttä**

**0400646344**

**[www.airia.fi](http://www.airia.fi)**

**reijo.alander@airia.fi**

# **Teesien sisällysluettelo**

	<b>sivu</b>
<b>1. Tiekartta bioenergialla toimivan lämmön ja sähkön kannattavuuden parantamiseksi.</b>	<b>1</b>
<b>2. Tahtotila energiaratkaisuihin</b>	<b>15</b>
<b>3. Kuivamädätys</b>	<b>18</b>
<b>4. Bio KPA kattilan savukaasujen puhdistus ja lämmön talteen otto</b>	<b>19</b>
<b>5. Matalalämpötekniikka</b>	<b>20</b>
<b>6. Kysyntäjousto- Nyt</b>	<b>21</b>
<b>7. Lämpöpumput</b>	<b>22</b>
<b>8. Puun hyödyntäminen liikennepolttoaineena</b>	<b>23</b>
<b>9. Napamoottorilla varustettu kevyt kaupunkisähköauto</b>	<b>24</b>
<b>10Aurinklämmityksellä ei ollut sanottavaa merkitystä.</b>	<b>25</b>
<b>11.Säätö -ja mittaustekniikka- ITC</b>	<b>26</b>
<b>12. Uudet toimintatavat.</b>	<b>27</b>
<b>13. Energialaitoksen investoinnin ekvivalenttihinna</b>	<b>28</b>

## Teesi 1

**Tiekartta bioenergialla toimivan lämmön ja sähkön yhteistuotannon  
kannattavuuden parantamiseksi**

**9.12.2012**

Reijo Alander  
Emilia Olkanen

# Sisällysluettelo

Sisällysluettelo .....	4
Alkusanat ja visio .....	5
Tausta .....	7
Sähkön kulutushuiput ja sähkölämmitys .....	7
Kaukolämmön mahdollisuudet .....	7
Uusiutuvan energian lisästarve ja tehokkaammat lämpövoimalat .....	8
Katsaus lämmöntuotantoon Suomessa .....	8
Historiaa .....	8
Nykytilanne .....	9
Tulevaisuus .....	10
Kaukolämmön lämpötehon parantaminen .....	10
Liiketoimintamahdollisuudet .....	11
Usein kysyttyä .....	13
Jälkisanat .....	15
Lähteet .....	16

## Alkusanat ja visio

Tässä tiekartassa luodaan askeleet, joiden avulla bioenergialla toimivan lämmöntuotannon kannattavuutta ja hyötysuhdetta parannetaan. Apuna käytetään uusia menetelmiä, jotka ovat merkittäviä ympäristön ja kansantalouden kannalta. Työssä kerätään yhteen tieteellistä tutkimustietoa sekä energia- ja teollisuusyritysten osaamista.

Tiekartassa keskitytään kiinteään biopolttoaineeseen sekä sähkön ja lämmön yhteistuotantoon (CHP). Askeleissa huomioidaan myös energian tuotannon ja kulutuksen vaihtelut vuositason ja niiden optimaalinen käyttö suhteessa tuotantoon ja kulutukseen.

Tiekartan avulla muodostetaan kokonaiskuva, jonka avulla energiankäyttäjät, energiayhtiöt, laitevalmistajat ja energiantuottajat saavat parhaan mahdollisen hyödyn kansainvälisiin tutkimuksiin ja suomalaiseen osaamiseen perustuvista tuotantomenetelmistä.

Hyödyntämällä parasta käytettävissä olevaa teknologiaa huomioidaan sekä taloudelliset että ympäristöarvot. Näin saadaan aikaan sekä merkittäviä ympäristötekoja että kansainvälistä liiketoimintaa. Kotimaisten referenssikohteiden olemassaolo tukee vientiä ja biopolttoaineiden ja niitä käyttävien polttolaitosten valmistus työllistää.

Energiateknologiaan liittyvää tietoa on paljon, mutta se on sirpaloitunut, minkä vuoksi kokonaiskuvan hahmottaminen on vaikeaa. Tämän tiekartan tarkoituksena on kansantajuistaa energiatietoutta, jotta päättäjät voivat tehdä hyviä ratkaisuja tulevaisuudessa.

Työn tavoitteena on esittää, kuinka kiinteällä polttoaineella tuotetun lämmön määrää voidaan nostaa 50 %:lla CHP-tuotannossa lisäämättä polttoaineen kulutusta. Tässä työssä perustellaan, kuinka suomalaista termodynamiikan osaamista voidaan tuotteistaa sekä koti- että ulkomaan markkinoille.

09.12.2013,

Reijo Alander, Airia Oy ja Emilia Olkanen, Ekokumppanit Oy

*Ekokumppanit Oy* on Pirkanmaalla toimiva ympäristöalan asiantuntija ja osaamisen yhdistäjä. Ekokumppanit Oy tuottaa tiedotus-, neuvonta-, koulutus- ja asiantuntijapalveluja, joilla edistetään kestävästä kehityksen mukaista elämäntapaa ja yritystoimintaa. Yritys on sitoutunut kestävästä kehityksen edistämiseen kaikessa toiminnassaan.

Kansainvälisestäkin ainutlaatuinen ekokumppanuustoiminta käynnistettiin Pirkanmaalla vuonna 2003, jolloin Tampereen kaupunki liikelaitoksineen yhdessä Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n kanssa perusti Ekokumppanit Oy:n. Yhtiön kolmantena omistajana on vuoden 2009 alusta ollut Tampereen Sähkölaitos Oy.

*Airia Oy* on vuonna 1994 perustettu pirkanmaalainen energia- ja ympäristöalan yritys. Henkilökunnan osaaminen perustuu alan koulutukseen sekä pitkäaikaiseen kokemukseen vaativissa prosessiteollisuuden energia- ja ilmastokäsittelylaitteiden käyttö-, hankinta- ja projektitoimituksissa. Yrityksen liikeideana on ollut soveltaa vaativista prosesseista saatu kokemus ja osaaminen myös mekaanisen puunjalostuksen ja pien- CHP:n ja lämpölaitosten sovelluksissa.

Esimerkkejä Airian aikaisemmista toteutuksista ovat muun muassa Suomen ensimmäiset kaupalliset puun lämpökäsittelylaitokset, puun kuumakuivaamot, matalapainehöyrystimet kuivausprosesseihin, kreosorttikyllästämön kapasiteetin nosto Airia Oy:n kehittämällä höyrystintuotantoprosessilla ja erilaiset lämmön talteenottolaitteiden toteutukset.

## Tausta

Ilmastonmuutos, öljyn loppuminen ja kansainväliset velvoitteet fossiilisista polttoaineista eroon pääsemiseksi ovat johtaneet energiansäästötarpeeseen ja uusiutuvan energian lisäystavoitteisiin. Uusiutuvan energian käyttöönoton yhteydessä esille nousee myös energian hinnan nousun hillitseminen.

## Sähkön kulutushuiput ja sähkölämmitys

Sähkön hinta on laskenut pohjoismaisten yhteismarkkinoiden myötä, mikä on johtanut sivutuotteena syntyvän lämmön korkeampaan kuluttajahintaan. Näin sähkön käyttö lämmitystarkoitukseen on lisääntynyt huomattavasti, mikä on johtanut sähkön kulutushuippujen kohtuuttomaan kasvuun keskitalvella ja edelleen paineeseen lisätä tuotantoa ja siirtokapasiteettia.

Huiput ovat ongelmallisia sähkön tuotannolle ja jakelulle. Ne aiheuttavat myös suhteellisesti suurimmat kasvihuonekaasupäästöt. Vuositasolla lämmitykseen kuluu noin kymmenesosa Suomen sähköstä, mutta talven kulutushuippujen aikana jopa kolmannes sähköstä käytetään rakennusten lämmittämiseen. Sähkölämmityksen talvikuukausina aiheuttama sähkön lisätarve tuotetaan tyypillisesti hiili- ja öljylaitoksissa, mikä nostaa sen hintaa ja päästöjä. <sup>1</sup>

Tilastollisen analyysin mukaan lämpötilan lasku yhdellä asteella lisää lämmityssähkön kulutusta Suomessa noin 80 MW:lla. Lämpötilan laskiessa pakkasen puolelle otetaan käyttöön erilaisia sähkökäyttöisiä lämmittämiä, mikä lisää sähkön kulutusta. Pakkasen kestäessä pitkään rakennusten rakenteet jäätyvät, mikä lisää edelleen lämmitystarvetta. Näin sähkön kulutus voi kovan pakkasen aikana kasvaa yli 130 MW:lla, kun lämpötila laskee yhden asteen.<sup>2</sup> Sähkölämmitys eri muodoissaan aiheuttaa näin talvella yli 3000 MW:n kulutushuipun, joka kasvaa tulevaisuudessa ellei asiaan reagoida.

Sähkön kokonaiskysynnästä kotimaisen tuotannon osuus on ollut viime vuosina 80–88 % ja loppu on katettu tuonnilla. Lämpövoiman osuus Suomen sähköntuotannosta on ollut viime vuosina tyypillisesti hieman yli puolet.<sup>3</sup> Tämän talven sähkönkulutushuipuksi Suomessa on arvioitu 15 000 MW kokonaiskapasiteetin ollessa 13 300 MW reservit huomioiden. <sup>4</sup> Näin kotimaisella tuotannolla ei pystytä kattamaan kulutushuippuja. Kulutushuippujen kasvuun voivat vaikuttaa tulevaisuudessa muun muassa kompressorikäyttöiset lämpöpumput, jos niillä ei korvata suoraa sähkölämmitystä, sähköautojen lisääntyminen tai teollisuuden rakenteen muutokset. <sup>3</sup>

## Kaukolämmön mahdollisuudet

Kaukolämmön yhteistuotannon osuus Suomen sähköntuotannosta on varsin suuri, vuonna 2011 21 %. Asumisen lämmöntarpeesta puolet tuotetaan kaukolämmön avulla. Kaukolämmön tuotanto perustuu lähes kokonaan lämpövoimalaitosten ja lämpökeskusten käyttöön eli polttoaineiden hyödyntämiseen primäärienergiana. Lämpöpumppuja on otettu jonkin verran käyttöön liittyen jätevesien lämmön talteenottoon tai kaukokylmän tuottamiseen. Suomen kaukolämmöntuotannossa lämpöpumpuilla ei kuitenkaan vielä ole yhtä suurta roolia kuin esimerkiksi Tukholmassa. <sup>3</sup>

Rakennusten aleneva lämmöntarve tuo myös oman haasteensa tulevaisuuden kaukolämpöjärjestelmille. Toisaalta kiinnostus kesäaikaista jäähdytyksestä kohtaan luo uusia toimintamahdollisuuksia. <sup>5</sup>

## Uusiutuvan energian lisästarve ja tehokkaammat lämpövoimalat

Valtio on sitoutunut uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseen 38 %:in. <sup>6</sup> Metsäteollisuuden uusiutuvan energiantuotannon väheneminen tuo mukaan omat haasteensa. Jotta energia- ja ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa, on tarvetta uusille sähköä ja lämpöä tuottaville paikallisille biolämpövoimaloille. Uusien voimaloiden tavoitteena on korkea rakennusaste (tuotetun sähkön osuus suhteessa tuotettuun lämpöön), pienet investointi- ja huoltokustannukset sekä nopea asennusvaihe (esivalmisteiden ja moduulirakenteiden käyttö).

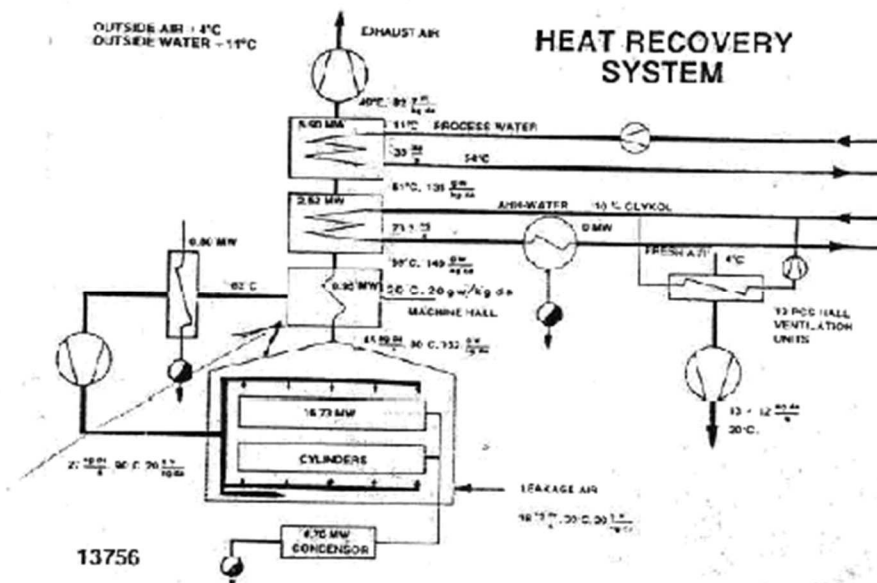
## Katsaus lämmöntuotantoon Suomessa

### Historiaa

Vuonna 1923 otettiin käyttöön sähkön ja lämmön yhteistuotantoa (CHP) esimerkiksi Mäntän tehtailla. Silloin käytössä oli kuivaa haketettua kotimaista polttoainetta. Näin hyötysuhde oli 20-30 % parempi kuin nykyisellä kostealla polttoaineella.

Vuonna 1953 rakennettiin Suomen ensimmäinen CHP-kaukolämpöjärjestelmä Mänttään ja seuraava vuonna 1957 Helsinkiin. Kun Mäntässä alettiin polttaa sellutehtaiden kuorta ja turvetta vuonna 1972, turpeen kosteus oli noin 50 % (kosteuden haihduttamiseen meni noin 35-40 % kattilan antamasta tehosta). Naistenlahdessa aloitettiin turpeen käyttö 1970-luvun puolivälissä, jolloin törmättiin samaan ongelmaan. Savukaasujen käyttö polttoaineiden kuivauksessa on ollut haasteellista, koska latentti energia (vesihöyry) on korkeintaan noin 74-asteista.

Paperitehtailla käyttöön otettu professori Mauri Soinisen kehittämä AHR-järjestelmä (kaavio 1) on hyödyntänyt poistoilmassa olevan vesihöyryn lauhdutusenergiaa. Tätä menetelmää modifioimalla on mahdollista käyttää lämpö- ja voimalaitosten savukaasujen jätelämpöä (esimerkiksi Airia Oy:n patentti FI 104314).

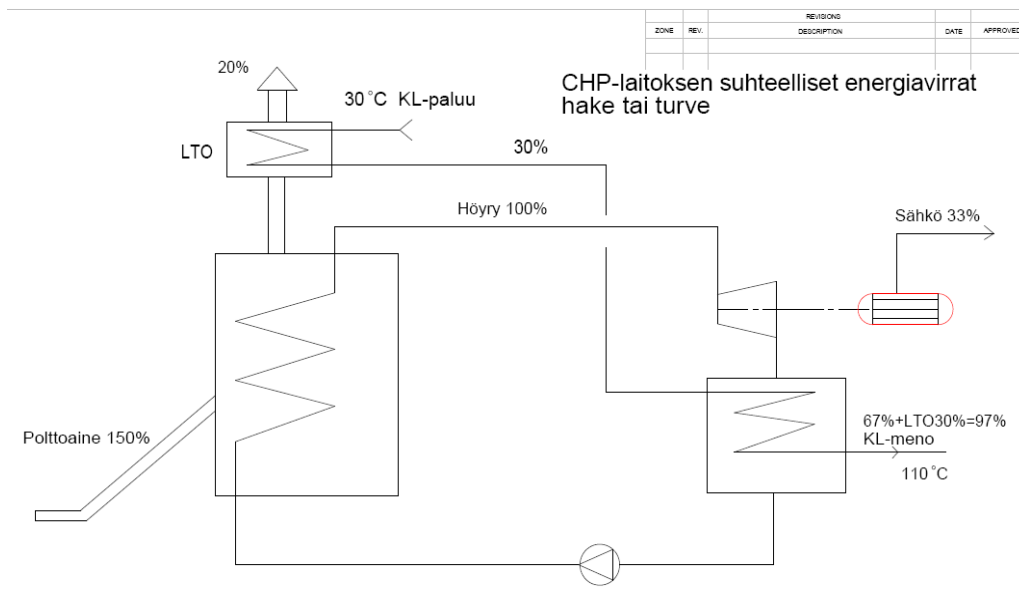




Kuva 1. Professori Mauri Soinisen kehittämä paperikoneiden jätelämpöä hyödyntävä AHR- järjestelmä, jolla lämmitetään paperitehtaiden kiinteistöjä. Lähde: Valmet Pansio.

## Nykytilanne

Sähkön ja lämmön yhteistuotantoteknologia on kehittynyt Suomessa varsin tehokkaaksi. Yhteistuotannossa on mahdollista hyödyntää monia erilaisia polttoaineita. Yhdistetyn tuotannon tyypillinen kokonaishyötysuhde on noin 90 %.<sup>3</sup> Eurooppalaisessa laskukäytännössä ei kuitenkaan oteta huomioon savukaasujen sisältämää energiaa (latentti energia), joten hyötysuhdetta on edelleen mahdollista parantaa merkittävästi. Suurin osa kaukolämmöstä tuotetaan myös edelleen fossiililla polttoaineilla. Lisäksi parannuksia on mahdollista tehdä esimerkiksi hyödyntämällä paperi- ja selluteollisuuden pitkäaikaista kokemusta.



Kuva 2. Kotimaisen KPA-CHP-laitoksen suhteelliset energiavirrat. Periaatteellinen kaavio. Lähde: Reijo Alander.

Nykyisin polttoaineen keinokuivaus on mahdollista, mutta siihen ei ole löytynyt hyvin kannattavaa menetelmää, sillä investoinnit ovat kalliita. Savukaasujen lämmön talteenotto taas toimii Suomessa pääsääntöisesti täytekappalepesureilla, joiden hyötysuhde ei ole yhtä hyvä kuin faasimuutokseen perustuvalla lämmönsiirtotekniikalla (Airian patetti 104314). Pienimuotoisen sähkön ja lämmön yhteistuotannossa savukaasujen puhdistus on mahdollista kustannustehokkaasti myös pienten partikkeleiden osalta Venturi-LTO –menetelmällä. (tähän TKK:n käyrästä alaosa suurennettuna). Eurooppalaisessa laskukäytännössä savukaasuhäviöiksi ei lasketa savukaasujen sisältämää vesihöyryn energiaa (latentti energia). Yhdysvalloissa ne taas lasketaan savukaasuhäviöiksi, jolloin suomalaisten kattiloiden todellinen hyötysuhde jää siellä 50-60 %:n välille.

Normaalisti kannattavien höyryvoimalaitosten kokoluokka alkaa 1-2 MW sähköntuotantotehon kokoluokasta ylöspäin. Pienempiä merkittäviä sähkön tuotantolaitoksia ovat kaasun- ja dieselvoimalat. Kyseiset laitokset toimivat myös useiden satojen MW:n tuotantolaitoksina, erityisesti huippuvoimaloina. Tällä hetkellä uusiutuvan kiinteän polttoaineen pientuotantovaihtoehdot (alle 10 MW sähköä) ovat kaasugeneraattorit (häkäpöntöt, ongelmana kaasun tuoton epätasaisuus ja tuotekaasujen likaisuus), Stirling (ei tällä hetkellä kannattavaa) ja ulkoisen polton kaasuturpiini (EFMGT). EFMGT:tä on tutkittu ja koelaitoksia rakennettu. Tällä hetkellä kaupallisesti merkittäviä tuotteita ei kuitenkaan ole markkinoilla ja sähkönsaantisuhde on

huono (5-15 %, lähde: LTY, Juha Kaikko). Toisaalta mikäli kaasugeneraattoreiden (häkäpönttö) tuotekaasu kyetään puhdistamaan riittävän puhtaaksi, niin Stirlingin käyttö on mahdollista (Jyväskylän yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto). ORC-prosessin sähkönsaantosuhde on noin 15-17 %.

## Tulevaisuus

Sähkön kulutushuippujen leikkaamista auttavat tulevaisuudessa kysyntäjousto ja kehittyneemmät varastointimenetelmät. Teollisuuden sähköntuotannon määrää voidaan myös lisätä ja sen arvoa säätömarkkinoilla voidaan nostaa monin eri keinoin. Tämän suuntainen kehitys on alkanut jo voimakkaammin Ruotsin metsäteollisuudessa. Teollisuuden kysyntäjoustopotentiaalista eikä olemassa olevan potentiaalin hyödyntämisestä ei kuitenkaan ole olemassa luotettavia arvioita. <sup>3</sup> Lisäksi jätelämpöä ja kotimaista polttoainetta hyödyntämällä on mahdollista leikata talven sähkönkulutushuippua. Alue- ja kaukolämmön kilpailukykyä lisäämällä vähennetään tarvetta siirtää sähköä hyödyntäviin lämmitysjärjestelmiin.

Kaikkein edullisin tapa varastoida energiaa on polttoaineiden varastointi. Siksi lämpövoima säilyttää keskeisen roolinsa energiantuotantjärjestelmissä, vaikka tuulivoiman ja aurinkosähkön osuudet jatkossa lisääntyvätkin. Suomen erikoisuus muihin maihin verrattuna on sähkön ja lämmön yhteistuotannon suuri osuus. Yhteistuotantoon liittyy mahdollisuus hyödyntää kaukolämpöakkuja lämmön varastointiin, jolloin pystytään pienentämään sähköntuotannon ja kaukolämmön välistä riippuvuutta. Kun sähkön tarve lisääntyy, voidaan yhteistuotannolla tuotettua lämpöä varastoida kaukolämpöakkuun. Kasvattamalla kaukolämpöakkujen varastointikapasiteettia esimerkiksi kahteen päivään, pystytään kaukolämpöakkuja hyödyntämään myös säätövoiman lisäämisessä. <sup>3</sup>

Kesäaikaiselle käytölle voidaan myös kehittää tehokkaampia ratkaisuja. Kesätilanteessa on usein tyypillistä, että kaukolämmön kulutus jää niin pieneksi, että tuotantolaitos pitää pysäyttää. <sup>3</sup> Myös energianjakelua on mahdollista tehostaa entisestään. Tulevaisuuden kaukolämpöjärjestelmissä kesäaikainen lämpö voidaan tuottaa aurinkoenergialla ja talviaikainen biopolttoaineiden, jättemateriaalien ja lämpöpumppujen yhdistelmällä.

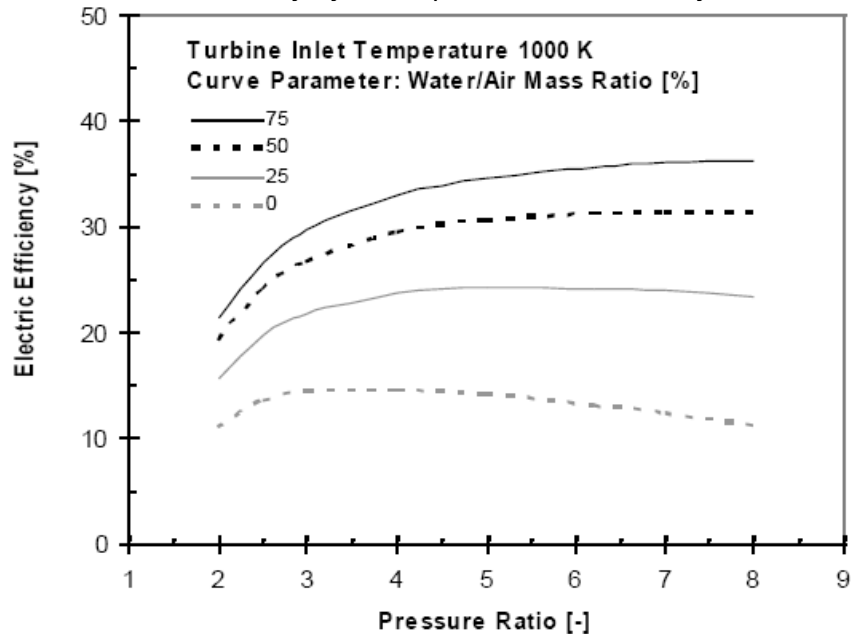
Biomassan käyttöön voi myös ilmetä rajoituksia. Tulevaisuuden jakeluverkostot toimivat myös alemmilla 60-80 Celsius-asteen lämpötiloilla verrattuna nykyiseen jopa 120 asteeseen. Matalalämpöjärjestelmä mahdollistaa useampien uusiutuvien energialähteiden tehokkaamman käytön. Kaukolämpönesteinä voidaan myös käyttää lämpökapasiteetiltaan parempia aineita kuten parafiinin ja veden yhdistelmää. Lisäksi kaukolämmön asiakkaista voi tulla osavuotisia lämmöntuottajia. Yksittäisten kompressorikäyttöisten lämpöpumppujen asentamista kaukolämpöverkon alueelle ei kuitenkaan tule suosia tulevaisuudessa niiden primäärienergian käytön lisäämisen vuoksi. <sup>5</sup>

## Kaukolämmön lämpötehon parantaminen

Savukaasujen lämmön talteenotolla on mahdollista saada jopa 30-35 % lisää lämpöä (laskettuna kattilan tehosta), mistä seuraa, että kaukolämmön lämpöteho voi parantua jopa 50 %. Kun savukaasut puhdistetaan Venturi-pesurilla, tukkeutumisvaara pienenee ja savukaasu jäähdytetään adiabaattisesti kastepisteeseen, jolloin lämmönsiirto on tehokasta (TTK:n käyrästä). Mitä matalampi paluuveden lämpötila on, sitä enemmän hyötysuhde paranee.

Airia Oy:n kehittämässä ja patentoidussa BioHAT-voimalassa (kehitetty EFMGT-prosessista) sähkönsaantosuhde kaksinkertaistuu yli 30 %:iin johtuen kahden väliaineen käytöstä. Laitos on demonstraatiovaiheessa ja sitä on tutkittu yhdessä Lappeenrannan ja Tampereen teknillisten yliopistojen sekä Numerola Oy:n kanssa. BioHAT-kaasuturpiiniprosessi toimii kiinteällä

polttoaineella (KPA). Koska EFMGT:n kiertokaasun lämpötilat jäävät suhteellisen mataliksi, on prosessin hyötysuhdetta parannettu käyttämällä kahta väliainetta eli ilmaa ja vesihöyryä (kuva 3). Vesihöyryn tuottaminen primäärienergialla ei paranna sähkösaantosuhdetta. Tämän vuoksi Airia kehitti höyrystyslauhduuttimen. Airia Oy:n kansainvälinen patentti: PCT/FI2009/051030. Taipalsaarella ajettujen teollisuusmittakaavaisten koeajojen perusteella on todettu että yli 30 %:n sähkösaantosuhde saavutetaan. Kun kompressorin tuotto voidaan optimoida uudella kaasuturbiinikonstruktiolla, niin silloin hyötysuhde paranee radikaalisti yli 40 %:n



Kuva 3. Bio HATin eri toimintapisteet. Vesihöyryn määrän vaikutus hyötysuhteeseen. EFMGT (0), jossa vesihöyryä ei syötetä kiertoan. Lähde: Juha Kaikko, Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Innovaation pohjana ovat paperiteollisuudessa käytetyt samantyyppiset prosessit. Prosessin teoreettista tarkastelua ovat tehneet muun muassa:

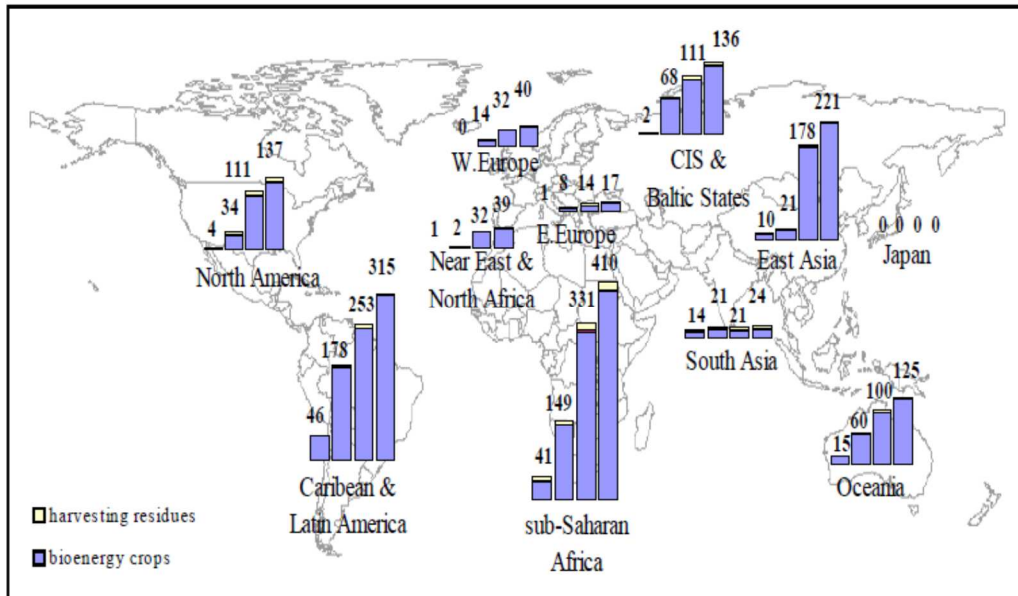
- Professori Juha Kaikko, Lappeenrannan teknillinen yliopisto: prosessin analysointi ja optimointi Ipsepro-ohjelmalla
- Tekn.lis Juha Honkatukia, Lappeenrannan teknillinen yliopisto: Allison 250 kaasuturbiinin soveltuvuus prosessiin
- Professori Risto Raiko, Tampereen teknillinen yliopisto: Tulistimen rakenne ja optimointi
- Professori Erkki Levänen, Tampereen teknillinen yliopisto: Tulistimen materiaalivaihtoehdot ja optimointi
- Tri Sampo Sillanpää Numerola Oy: Höyrystyslauhduuttimen energia ja massavirtojen laskenta.

Suomessa savukaasujen lämmön talteenoton käyttöä on vastustettu, koska jätelämmön hyödyntäminen on vähentänyt sähköntuotantoa, kun vastapaine-energian kulutus on vähentynyt. Aikaisemmin on ollut niin, kun kaukolämpöenergia on ollut periaatteessa jätelämpöä. Viime vuosina sähkön erillistuotanto on lisääntynyt, minkä vuoksi kaukolämpöenergiaa joudutaan tuottamaan muilla kuin tehokkaalla CHP- tuotannolla.

## Liiketoimintamahdollisuudet

Kehitysmaissa 100 kW – 10 MW sähköntuotannon kokoluokassa käytetään perinteisesti polttoöljyä tai maakaasua. BioHAT on sopiva tähän kokoluokkaan, sillä se on investointina kohtuullinen ja

siinä voidaan polttaa lähes kaikkea biomassaa, joka ei ole korrosoivaa (esim. Victoria-järven vesihyasintti, jota poistetaan järvestä suuret määrät, voisi olla yksi vaihtoehto). Energiabiomassan maailmanlaajuiset tuotantomahdollisuudet ovat hyvät (kuva 4). Näin suomalaisen vientiteollisuuden näkymät ovat käytännössä rajattomat, kun osaaminen kehitetään huipputuotteeksi.



Kuva 4. Energiabiomassan alueelliset tuotantomahdollisuudet. Potentiaalit vuonna 2050 kolmen eri skenaarion mukaan (EJ/y, 1 EJ = 10<sup>18</sup> J). Lähde: Smeets & Faaij, 2004, Utrecht University.

On huomattava että pien-CHP on vielä marginaalinen sähkötuotantomuoto Suomessa, mutta kehitysmaissa ja esimerkiksi Venäjällä sillä on suuret markkinat, erityisesti silloin kun sähköenergia tuotetaan Diesel- aggregaateilla.

## Usein kysyttyä

*Miten on mahdollista saavuttaa 120 %:n kattilan kokonaishyötysuhde?*

Eurooppalaisessa käytännössä ei savukaasuhäviöihin lasketa niiden sisältämää latenttia energiaa (vesihöyryn sisältämä energia). Latentti energia on mahdollista hyödyntää kondensoimalla se.

*Kuinka on mahdollista lisätä 50 % kaukolämmön lämpötehoa?*

CHP- kattilan antamasta tehosta noin 66 %:sta tulee kaukolämpöenergiaa. Mikäli savukaasujen latentti energia hyödynnetään saadaan lisäenergiaa noin 30-35 % kattilan antamasta tehosta. Näin ollen kaukolämpöteho nousee 50 % lisäämättä polttoainemäärää.

*Miksi parantaa lämpötehoa?*

Kaukolämmön kilpailukyky paranee lämpöpumppulämmitykseen nähden, mikä on myös yhteiskunnan ja ympäristön kannalta järkevää. Lämpötehon parantaminen nostaa myös bioenergian kannattavuutta.

*Miksi tekniikkaa ei otettaisi käyttöön kaasuturpiiniratkaisuissa?*

Matalalämpötekniikka ja savukaasujen kondensointi saattaa olla kannattavaa myös kaasuturpiiniratkaisuissa (latentin energian osuus on vain noin 5 %).

*Miksi matalalämpöratkaisut?*

Matala paluuveden lämpötila parantaa savukaasujen lämmön talteenottoastetta, vähentää verkostohäviöitä ja oikein toteutettuna vähentää myös pumppauskustannuksia. Pienemmällä vesimäärällä pystytään siirtämään enemmän lämpöä. Myös muun matala asteisen jätelämmön hyödyntäminen tulee kannattavaksi.

*Miksi nämä ratkaisut eivät ole vielä käytössä? Vai ovatko ne käytössä jossain?*

Matalalämpötekniikkaa on käytetty paperiteollisuudessa jo 40 vuotta. Menetelmä on Valmet Pansion AHR-järjestelmä (kehittäjä professori Mauri Soininen). Esimerkiksi Kiinassa joillain paikkakunnilla menoveden lämpötila on 70 Celsius-astetta. Siellä motivaationa on lämpöhäviöiden minimointi ja höyryturpiinin tehon parantaminen.

*Mikä tässä ratkaisussa on uutta?*

Osassa tekniikkaa ei ole mitään uutta, sillä komponentit ovat tunnettuja. Uutta tässä on prosessin ajattelu kokonaisuutena, jolloin primäärienergian kulutus minimoidaan. Tässä kokonaisuudessa hakekuormasta saadaan saman verran sähköä, mutta 50 % enemmän kaukolämpöenergiaa. Perinteiseen suomalaiseen kaukolämpöjärjestelmään on lisätty savukaasujen lämmön talteenotto (lauhdutin).

*Miksi tätä ei ole tehty aiemmin?*

Kaukolämpö on ollut sivutuotetta vielä muutamia vuosia sitten. Muun muassa maakaasun hinta ja verot ovat nousseet niin paljon, että on edullisempaa tuottaa kaukolämpö jätelämmöllä kuin CHP:llä.

*Tarvitaanko lämpöä enemmän? Emmekö tarvitse nimenomaan lisää sähköä?*

Esim. Tampereella tehdään nyt lämpölaitosta, joka toimii pelletillä. Sama lämpö voitaisiin kuitenkin tuottaa savukaasujen jätelämmöllä.

*Tulevaisuudessa talot ovat tiiviimpiä, joten mihin tarvitsemme enää lämpöä?*

Kun lämmöntarve pienenee, voidaan käyttää aina matalampia kaukolämmön paluuveden lämpötiloja. Muun muassa vesikiertoisessa lattialämmityksessä paluuvesi on 22- 23 asteista, mikä mahdollistaa tehokkaan kaukolämpöverkon toteutuksen.

*Tarvitaanko kaukolämpöä tulevaisuudessa? Miksei jatkossa käytettäisi lähinnä maalämpöpumppuja ja aurinkoenergiaa?*

Kesäaikainen lämpimän käyttöveden lämmitys on toteutettavissa kustannustehokkaasti aurinkolämmöllä, tosin menetelmää tulee vielä kehittää. Kompressorikäyttöisten lämpöpumppujen ottama teho vinouttaa entisestään lämmityskauden sähkönkulutusta. Sähkö- ja lämpöpumppulämmittäjät ovat ikään kuin vapaamatkustajia, koska heidän energiantarpeensa voimistaa keskitalven sähkönkulutushuippua. Kuitenkin he maksavat saman keskihinnan sähköstä, kuin asiakkaat jotka käyttävät tasaisesti sähköä ympäri vuoden. Poikkeuksen tähän muodostavat absorptiolämpöpumput, joiden tarvitsema energia saadaan kattilan lämmöstä 1 yksikkö ja 0,7 yksikköä luonnosta (jätevedestä, muusta matala-asteisesta jätelämmöstä, maaperästä tai vesistöistä). Tällä menetelmällä kokonaishyötysuhde saadaan kasvamaan 170 %:iin. Absorptiotekniikalla toteutetun lämmityksen yhteinen etu kompressorilämmitykseen (COP = 4,0) verrattuna on sähköenergian kulutuksen säästö..

*Miksi absorptiotekniikkaa käytetään vielä niin vähän?*

Absorptiolämpöpumppujen tarjonta on ollut hyvin vähäistä .Tällä hetkellä absorbtio- prosessia käytetään suuremmassa määrin kaukojäähdytyksessä (Katso Saksan ja Ruotsin esimerkit absorbtion i fjärrvärme, Absorbtiionskühlung, <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/121345.pdf> )

## Jälkisanat

BioHATiin liittyvä konsepti on sen verran laaja, että perinteiset rahoituskeinot eivät riitä sen toteuttamiseen. Tämän vuoksi tarvitaan puolueettomia asiantuntijoita arvioimaan sekä tekniikka, toimivuus että takaisinmaksuajat. Kun konsepti on todettu toimivaksi, on tärkeää saada myös julkista rahaa jatkokehitykseen. Tähän mennessä BioHATin kehityspolku on ollut hyvin hidas omarahoituksen riittämättömyydestä johtuen. Jonkin verran kehittämistä on saatu Keksintösäätiöltä ja Runar Bäckströmin säätiöltä. BioHAT:in kasvupotentiaali edellyttää jatkossa laajaa osaamis- ja omistuspohjaa, jolloin riskirahan saaminen kasvulialta tai pörssistä paranee. Tämä edellyttää tosin myös yhtiön hallinnon ja organisaation uudistusta.

Tällä hetkellä on myös yhteiskunnallinen tilaus rahastoille, jotka sijoittavat korkean teknologian ympäristö-yrityksiin. Tästä on kirjoittanut muun muassa luovuuskonsultti ja IT-yrittäjä Markku Valtonen. Kiireellisin vaihe on kuitenkin saada rahoitusta yksityiskohtien tutkimukseen, jotta demonstraatiolaitosta päästään rakentamaan. Valmis koelaitos mahdollistaisi patentin myynnin jo tällä hetkellä. Suomen ongelmana on, että korkeatasoisten demonstraatioiden rakentamiseen ei ole rahoitusta. Kokeelliseen toimintaan riittäisi esimerkiksi ESCO-tyyppinen rahoitus, joka ei rasittaisi laitosten valmistajan eikä loppuasiakkaan tasetta. Ilman referenssejä on mahdotonta luoda liiketoimintaa tämän kokoluokan prosesseilla.

09.12..2012

Reijo Alander, Airia Oy

## Lähteet

1. Arvio Suomen sähkön kysynnästä vuosille 2020 ja 2030. Elinkeinoelämän keskusliitto EK ja Energiateollisuus ry . Marraskuu 2007.  
<[http://www.ek.fi/ek/fi/tutkimukset\\_julkaisut/arkisto/2007/EKenergia\\_arviokulutuksesta.pdf](http://www.ek.fi/ek/fi/tutkimukset_julkaisut/arkisto/2007/EKenergia_arviokulutuksesta.pdf)>
2. Kertomus sähkön toimintavarmuudesta 2012. Energiamarkkinavirasto. Lokakuu 2012.  
<<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kertomus%20s%C3%A4hk%C3%B6n%20toimitusvarmuudesta%202012.pdf>>
3. Mistä lisäjoustoja sähköjärjestelmään? Loppuraportti, Energiateollisuus ry ja Fingrid Oyj, marraskuu 2012,  
<[http://energia.fi/sites/default/files/mista\\_lisajoustoja\\_sahkojarjestelmaan\\_loppuraportti\\_28\\_11\\_2012.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/mista_lisajoustoja_sahkojarjestelmaan_loppuraportti_28_11_2012.pdf)>
4. Nordic Winter Power Balance Forecast 2012-2013. Entso-E. Marraskuu 2012.  
<<http://www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/Ajankohtaista%20liitteet/Ajankohtaisten%20liitteet/2012/Nordic%20Winter%20Power%20Balance%202012-2013%20-%20Final%20pptx.pdf>>
5. Long-term Views of District Heating and CHP in the Nordic and Baltic Countries. Energy-AN Consulting. Nordic Council of Ministers. Elokuu 2011.  
<[http://www.epha.ee/File/BASREC\\_AGEE\\_Future\\_of\\_Nordic\\_DH\\_Report\\_Final\\_3\\_30.8.2011.pdf](http://www.epha.ee/File/BASREC_AGEE_Future_of_Nordic_DH_Report_Final_3_30.8.2011.pdf)>
6. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Valtioneuvosto. Marraskuu 2008.  
<[https://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](https://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf)>

Lisää aiheesta:

Gaia group: matalalämpökaukolämpö

Uudemman absorptiojäähdytystekniikan soveltaminen kaukojäähdytyksessä, Tiina Koljonen & Kari Sipilä, VTT Energia, 1998.

Sähkön tuotantokustannusten vertailu. Tutkimusraportti 27. Vakkilainen E. et al. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2012.

<http://www.lut.fi/fi/lut/introduction/media/lueLUTnyt/2012/Documents/S%C3%A4hk%C3%B6n%20tuotantokustannusvertailu%20,%20tutkimusraportti%2027,%202012.pdf>

[http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yene\\_enev\\_201100\\_2012\\_6164\\_net.pdf](http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yene_enev_201100_2012_6164_net.pdf)

Tilastokeskus. Energiatilasto, vuosikirja 2011. Helsinki 2012.

Sähkön kulutushuiput tammikuussa 2006. Energiateollisuus ry. Helsinki. Kesäkuu 2006.

<[http://energia.fi/sites/default/files/sahkon\\_kulutushuiput\\_tammikuussa\\_2006.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/sahkon_kulutushuiput_tammikuussa_2006.pdf)>

Sähkölämmitysveron toteuttamiskelpoisuus Suomessa. Ympäristöministeriö. 2006.

<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=42617&lan=fi>>



Huippuenergiatehokkaan asuintalon kaukolämpöratkaisut. Kryzstof, K. et al. VTT. 2009.  
< <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2513.pdf>>

Strategy for the District Heating Sector. Energiateollisuus ry. Huhtikuu 2011.  
< [http://energia.fi/sites/default/files/kl\\_strategy\\_engl\\_pdf\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/kl_strategy_engl_pdf_0.pdf)>

Allocation of Fuel Energy and Emissionsto Heat and Power in CHP. Nuorkivi, A. Energy-AN Consulting.  
Syyskuu 2010.  
< [http://era17.fi/wp-content/uploads/2012/02/Report-Nordic-CHP-Allocation\\_Energy-AN-Consulting\\_2010-9-7.pdf](http://era17.fi/wp-content/uploads/2012/02/Report-Nordic-CHP-Allocation_Energy-AN-Consulting_2010-9-7.pdf)>

Euro Heat & Power, raportteja: <<http://www.euroheat.org/Reports/Studies-27.aspx>>

# Tahtotila energiaratkaisuihin teesi 2

Tarkastelen seuraavassa soveltavan tutkimuksen nopeaa hyödyntämistä kotimaan energiaratkaisuissa. Näiden toteutusten pohjalta on mahdollista saada merkittävää vientikauppaa oikein organisoituna.

## **Tosiasiat:**

-Maapallon energiasta tuotetaan n. 70 % fossiilisia polttamalla.

-Kravun- ja Kauriin kääntöpiirien välillä paistaa aurinko vähintään yhtenä päivänä vuodessa zenitistä (kohtisuoraan pään yläpuolella) ja huonompanakin päivänä 43 kulma-astetta horisontin yläpuolella. Suomessa tuo auringon korkeus saavutetaan Juhannuksen seudulla. Tällä noin 5000 km leveällä alueella päiväntasaajan seudulla elää arviolta noin 50- 60 % maapallon väestöstä. On ilmeistä että tulevaisuudessa tuolla alueella tulee energian tuotannossa olemaan aurinkoenergialla merkittävä osuus.

- Suomessa aurinkoenergian huipun käyttöaika on noin 700 tuntia, joten 7060 tuntia vuodessa tulee hoitaa sähkön tuotanto muuten kuin aurinkoenergialla.

- Tuulivoimaloiden huipun käyttöaika on nyt keskim. 2400 tuntia, mutta se on nousussa laituskoon suurentuessa.

- Suomen energiahuolto on hoidettu pääsääntöisesti aina 60-luvulle asti kotimaisella kiinteällä polttoaineella sekä vesivoimalla.

## **Boreaalinen vyöhyke**

Borealisessa eli havumetsävyöhykkeellä hyödynnetään metsien tuottoa tehokkaasti selluloosan ja sahatavaran tuotantoon. Näin siirretään kuidun hajoaminen tuonnemmaksi ja lyhyellä tähtämellä estetään ilmaston muutosta. Nopeasti maatuva hakkuutähde ja raivausjäte poltetaan usein sähkön ja lämmön tuotannossa, erityisesti Fennoskandiassa. Metsäbioenergia on ollut kulmakivi uusiutuvan energian tutkimuksessa ja hyödyntämisessä aina viime vuoteen. EU:n tutkimuksessa on todettu että hakkeessa oleva kelo-tukki- ja kantoaines aiheuttaa lyhyellä tähtämellä ilmastomuutosta. Mikäli niitä ei haketettaisi, siirtyisi niiden hiilidioksidin tuotto jopa 70 vuoden päähän. Todellisuudessa ei etelässä ole pystykeloja ja tukkipuukin sahataan sahatavaraksi. On totta että kantoja poltetaan, niiden poltto ei kuitenkaan saa pilata koko toimialaa. Toisaalta kannot on poistettu maaperästä ennakkoon vuosisatoja tervanpolton ja viljelymaan raivauksen yhteydessä.

## Tutkimuksen hyödyntäminen

Metsähakkeen hyödyntämiseen on panostettu viime vuosina runsaasti tutkimusvaroja. On saatu hyviä tuotteita aikaan myös pienessä kokoluokassa, lähinnä lämmön tuotantoon.

Pienen kokoluokan bioCHP:n kehittämiseen on panostettu runsaasti niin yritysten, kuin myös yhteiskunnan resursseja. Tekesin Densy ja Desy ohjelmissa on tehty noin 100 milj. € panoksella liiketoimintasuunnitelmia ja prosesseja. Asiasta on myös runsaasti julkaistua tutkimusmateriaalia. Noin viisi vuotta sitten aihe oli kuumimmillaan ja lupaavia tuotteita oli pilvin pimein. Olisi mielenkiintoista saada yhteenveto noista tuotteista päivitetynä versiona. Niitä pulpahtelee keskusteluissa esille, mutta faktatietoa ei oikein löydy. Samoin olisi mielenkiintoista löytää tietoa taannoin lanseeratusta HINKU – projektista jossa kunnat pyrkivät hiilineutraaliin energian tuotantoon.

## Pienbio – CHP: n kehittämisen tilanteen päivitys

Sisä-Suomessa on satoja biolämpölaitoksia huipputeholtaan < 30 MW(th). Tuohon kokoluokkaa ei ole nykytietämyksellä kannattavaa tehdä höyryvoimalaitoksia. Yksi ORC-laitos on rakennettu tähän kokoluokkaan, olisi hyvä tietää sen tämän hetkinen tilanne.

Aikaisemmassa tutkimuksessa ei ole noteerattu EFmGT (ulkoisen polton mikrokaasuturbiini-prosessia) joka on modifioitu höyrystyslauhduttimella toimivaksi BioHAT- voimalaitokseksi. Laitoksen ylivoimaisuus perustuu kahden väliaineen: ilman ja vesihöyryn käyttöön, sekä veden haihduttamiseen käytetyn kondenssilämmön hyödyntämiseen. Täten voidaan alentaa turbiinin tulolämpötilaa runsaasti, jolloin tulistimen koko pienenee radikaalisti. Samoin turbiinin kuuman pään huoltovälit kasvavat siinä määrin että niillä ei ole enää merkitystä erilliskustannuksena. BioHAT:in sähkön saantosuhde on kauppalaatuisella (Turbec 100) kaasuturbiinilla noin 30 %, mutta se tulee nousemaan merkittävästi kun kompressorin tuotto voidaan optimoida suunniteltaessa uusi kaasuturbiinin konstruktio. Seuraava vaihe on 1 MW(e) kaasuturbiinin työkuvat ja 0-proto. BioHAT prosessi on kuvattu [www.airia.fi](http://www.airia.fi) sivuilla. Sen ensimmäinen demolaitos on Taipalsaarella. Se on muutettu Ekogenin EFmGT- pienvoimalaitoksesta. Muutoksella sähkön tuotto lisääntyi noin viisinkertaiseksi. Prosessista on tekeillä tieteellinen tutkimus LUT, professori Juha Kaikon johdolla. Tämänhetkiset kokeet osoittavat, että BioHAT voimalaitos toimii niin kuin on suunniteltu. Se tulee olemaan merkittävä CHP- voimalaitos konsepti kokoluokassa 0,1 MWe-5 MWe, jossa ei tällä hetkellä ole kilpailukykyistä ratkaisua.

Jotta EU:n ja tiedeyhteisöjen muutamien tahojen lanseeraama biopolttoaineiden vastainen kampanja saadaan torjuttua, tulisi kerätä todellista tutkimusta biomassan poltosta. Puun poltosta vapautunut CO<sub>2</sub> palaa kasvavaan puuainekseen, tämähän on kiistämätöntä. Nyt on tehty numero siitä että kelot- tukkipuut ja kannot varastoivat hiiltä jopa 70 vuotta ellei niitä polteta. Tosiasia kuitenkin on että noita jakeita ei yleensä suomalaisessa hakkeessa ole.

Olemme tutkineet parin vuoden ajan vaihtoehtoa jossa osa BioHAT:in polttoaineesta olisi mätänevää peltobiomassaa. Kuivakompostointi on edullinen tapa tuottaa metaania. Mikäli se

poltetaan hakkeen yhteydessä, ei sitä tarvitse puhdistaa. Kun kuivamädätys on panosprosessi, on sen kaasuntuotto epätasaista. Tämä voidaan kompensoida siten että tasataan lämmöntarve hakkeella. Euroopassa ovat alan tutkimukset ja toteutukset pitkällä, joten niiden hyödyntämiseen Suomessa tulisi pistää vauhtia.

Kuivamädätyksellä on ympäristön kannalta merkittäviä hyötyjä. Oljen ja muun mädätettävän jätteen sisältämä fosfori, typpi ja kali saadaan takaisin lannoitteeksi kun rejekti ajetaan takaisin pellolle. Tällä on suuri merkitys luomutuotannossa niin imago- kuin myös taloudellisista syistä.

Kun peltobiomassa mätänee pellolla, muodostuu siitä metaania ja hiilidioksidia. Metaanihan on tunnetusti kuusi kertaa pahempi ilmaston muutoksen aiheuttaja kuin CO<sub>2</sub>. Kun metaani poltetaan, saadaan siitä energiaa ja lisäksi muutetaan pahasti saastuttava kaasua vähemmän saastuttavaksi. Näin on mahdollista saada pien –bio- CHP ”hiilinieluksi”, eli juuri päinvastoin mitä viimeaikainen tutkimus on osoittanut. Tämä on kuitenkin alue joka edellyttää parempaa tutkimusta ja selvitystä, tällä taustalla ei voi tämän enempää asiaa retostella.

## **Lähiajan toimenpiteet**

Airian yhteistyökumppanit Keuruun Energiatekniikka Ay ja Jarotek ovat tehneet tähän asti kehitystyön kassasta ja tulo-rahoituksella. Jotta kehitykseen saataisiin vauhtia, on haettu eri rahoituslähteistä apua nopeaan tuotantoon käynnistämiseen. Kun pieni laitos toimii, tulisi varsinaisen tuotantomittakaavan 1 MW(e) laitoksen työkuvat ja toteutuksen yhteistyökumppanit olla selvillä.

Taustalla tulisi kuitenkin selvittää ympäristöön vaikuttavia seikkoja, Vientikohteiden polttoaineen eri vaihtoehtoja tulisi selvittää. Tähän on AMK oiva yhteistyökumppani käytännön läheisyyden vuoksi. Tietysti kaikki metsä- ja maataloudessa toimivat yhteisöt ovat tervetulleita verkostoomme mukaan. Mikäli ympäristöjärjestöjä saadaan mukaan verkostoon, olisi se monessa mielessä hedelmällistä. Hankkeemmehan on lähtökohdaltaan sellainen että pyrimme asettamaan reunaehdot siten että tuote on ilmaston muutoksen vastaisessa toiminnassa täsmäase, mutta kuitenkin siten että jatkossa pärjätään ilman tukia. Kansainvälistyminen tulee saavuttaa mahdollisimman pian.

## **Arvot ja asenteet**

Energiaratkaisut ovat kovaa liiketoimintaa ja sen vuoksi pienten verkostojen toiminta on hidasta ja työlästä. Fb- ryhmä: Uusi energiapolitiikka on avannut silmiäni tarkastelemaan asioita eri intressiryhmien kannalta. Usealta eri taholta on todettu että tuon ryhmän melko kiinteää ja jopa kaverillista henkeä tulisi hyödyntää paremmin. Oma esitykseni olisi seminaari työnimellä: ”Väitöstilaisuus” bio-pien- CHP soveltuvuudesta energian tuotantoon. Taustamateriaali jaettaisiin ennakkoon osallistujille. Vastaväittäjille varattaisiin mahdollisuus esittää omia näkemyksiä sekä tilaisuudessa että mediassa. Yhteistyössä kuitenkin haettaisiin menetelmiä edistää suomalaista bioenergian hyödyntämistä. Sen sivutuotteena kehittyisi myös vientituotteita ja työllisyyttä.

## Kuivamädätys. teesi 3

Auringon maahan tulevasta energiasta osa muuttuu kasvukunnassa biomassaksi. Miljoonien vuosien aikana se on muuttunut fossiiliseksi polttoaineiksi, kuten öljy ja kivihiili. Ihmiskunta on käyttänyt puuta energian lähteenä sitten tulen keksimisen. Puu ja vesivoima olivat Suomessa energian pää lähteet aina 1950 – luvun lopulle saakka.

Mädättämällä tuotettu metaani on raivannut alaa viime vuosina. Pääsääntöisesti se on tehty märkä menetelmällä. Energian kulutus on melko suurta ja investoinnit kohtuuttoman suuret.

Kuivamädätys on yksinkertainen auma, joka katetaan tiiviillä kaasua läpäisemättömällä muovilla. Kaasu kerätään sen alta. Prosessi edellyttää kiertonesteen pumppausta kasan päälle jotta prosessi toimii. Prosessi toimii panos periaatteella ja vaihtovälit ovat 3 kk-6 kk. Näin ollen kaasun tuotto ei ole tasaista ,ja olisi suotavaa että useita aumoja olisi kytketty kaasupuolelta rinnakkain, näin tuotto muodostaisi toisiaan täydentävän verhokäyrän.

Ruohoa, olkea ja muuta kasvijätettä sekä lantaa ja sen kuiviketta tulee globaalisti. Sen mädätessä muodostuu metaania joka on ilmaston muutoksen kannalta hyvin haitallinen kaasu.

Kuivamädätys laitteiden yhdistäminen verkostoksi on kohtuullisen edullista, halk. 63 mm muoviputkea saa 500 m keloissa kohtuullisen edullisesti. Maahan upottaminen esim. salaojakoneella tai kaivurilla on nopeaa ja edullista. Näin esim useiden karjatilojen kaasun tuotanto voidaan yhdistää ja yhteisellä kaasunpuhdistus järjestelmällä voidaan tuottaa liikennepolttoainetta. Mikäli ei haluta investoida kaasun puhdistukseen, voidaan kaasu hyödyntää sähkön ja lämmön tuottamiseen esim BioHAT voimalaitoksessa, jossa kaikki ylimääräinen kaasu poltetaan ja puuttuva osa polttoaineesta priimataan esim hakkeella.

Kuivamädätys edellyttää auman pohjan lämmitystä, siihen voidaan käyttää BioHATin savukaasun LTO: n energiaa. Se on ylijäämälämpöä, erityisesti siltä osin kun järjestelmän paluuveden lämpötila alittaa 30 °C-astetta.

Metsähakkeen ympäristö ystävällisyyttä on viime vuosina vähätelty erilaisilla spekulatioilla. Kun prosessissa hyödynnetään muutoin ilmaan karkaavaa metaania, muuttuu menetelmä ”hiilinieluksi”.

Biokaasuhankkeita on lähes joka kunnassa meneillään, niiden integrointi BioHAT voimalaitoksiin tuo suuria mahdollisuuksia tehdä hyviä referenssejä vientikohteille.

## **Bio KPA kattilan savukaasujen puhdistus ja lämmön talteenotto, teesi 4**

Ensimmäisen energiakriisin jälkeen Suomessa on panostettu hakkeen polttoon lämmön tuotannossa. Taloudellisista syistä on päädytty kostean (n. 50% ) hakkeen käyttöön. Tällöin tosin savukaasujen mukana poistuu noin 40 % polttoainetehosta laskettuna energiaa taivaalle. Tähän on johtanut eurooppalainen tapa laskea kattilan hyötysuhde, täällä ei savukaasujen sisältämän kosteuden energiaa lasketa savukaasuhäviöiksi. Suomessa täten kattilan hyötysuhde voi olla 90 % vaikka 40 % energiasta menee taivaalle.

Viimeisen parinkymmenen vuoden aikana on tullut markkinoille täytekappale pesureita jotka polveutuvat Tampellan pesurista vuodelta 1962, se on alun perin kehitetty kaasujen pesuun. Nykyiset täytekappale pesurit eivät toimi kovin tehokkaasti koska niissä ei hyödynnetä tehokkaasti faasimuutosta.

Faasimuutokseen perustuvia LTO- laitteita on toteutettu, mutta niiden tukkeutuminen on ollut ongelma. Tähän on järkevä selitys, sillä jos lämmönsiirrin mitoitetaan teoreettisesti oikein lämmön siirron kannalta, niin tukkeutuminen on varmaa. Olen törmännyt tähän samaan ongelmaan parin italialaisen yrityksen toteutuksiin paperikone ilmastoinnissa. Sen sijaan suomalaiset paperikoneilmastoinnin toimittajat eivät tätä virhettä tee, se on niin asiakkaiden kuin toimittajien tiedossa.

Suomalainen patentti FI104314, Venturi LTO on toteutettu tukkeutumattomaksi, sen lisäksi sen savukaasujen puhdistus vastaa tulevia pienkattiloiden päästönormeja. Yli yhden mikroonin suuruisten partikkeleiden osalta laitos vastaa yksikenttäistä sähkösuodatinta. Mainittakoon että patentin päivitys tulee alentamaan investointi kustannuksia ja erotus astetta.

Kyseisiä Venturi- pesureita olemme rakentaneet paperiteollisuuteen runsaasti sekä yhden savukaasujen puhdistajaksi LUT:n koelaboratorioon. Laitoksen markkinoille pääsyn este on ollut sopivien referenssikohteiden saanti. Syynä lienee uuden ajatuksen pelko sekä termodynamiikan taitamattomuus.

Mikäli kaukolämpöverkko, tai osa siitä toteutetaan matalalämpötekniikalla saadaan savukaasupesurin tuottama tehon lisäys toimimaan myös kattilan huippukuormalla, ja näin kattilan teho nousee noin 30%-35 %. Näin polttoaineesta saadaan huomattavasti enempi energiaa ja savukaasut ovat puhtaampia.

## **Matalalämpötekniikka, teesi 5.**

Kun keskuslämmitysjärjestelmiä kehitettiin, oli rakennusten lämpöhäviöt siinä määrin suuria että päädyttiin patteriverkoston lämpötiloissa aluksi 90 °C / 70 °C-tasolle. Edellisestä seurasi että CHP kaukolämmön toimintalämpötiloiksi tuli aluksi 118 °C / 73 °C joka on vielä tänäkin päivänä samaa suuruusluokkaa.

Nykyisin kiinteistöjen lämmöntarve on vähentynyt noin kolmas osaan tuosta aikaisemmasta kulutuksesta. Tämä antaa mahdollisuuden uuteen optimointiin lämmön jakelussa ja sen tuottamisessa. Nykyiset lattialämmitykset toimivat lämpötiloilla 36 °C / 22 °C. Legionella bakteerin pelko on nostanut EU:n alueella lämpöisen käyttöveden minimilämpötilaksi +55 °C-astetta. Edellisistä seuraa että kaukolämmön tulolämpötilaksi riittää myös mitoituslämpötilassa +70 °C joka on nykyisin riittävä kesä-aikana.

Mikäli kaukolämmön käyttölämpötila alentuisi talvikuukausina tuon lähes 50 °C – astetta vähentyisivät kaukolämpöhäviöt merkittävästi. Savukaasujen LTO: n yhteydessä paluujohdon lämpöhäviöillä ei olisi merkitystä.

Voimalaitoksen sähkön saanto parantuisi merkittävästi alemman lauhtumislämpötilan vuoksi.

Mikäli osa kaukolämpöverkosta toimisi alemmassa lämpötilassa, saataisiin verkon kapasiteettia nostettua.

Verkoston alentuneen paluueden lämpötilan vuoksi saadaan savukaasujen lämmön talteenoton tehoa parannettua, ja voidaan hyödyntää ilmaista energiaa enenevässä määrin.

Matalalämpötekniikka edesauttaa myös prosessilämmön hyödyntämistä, sekä aurinkoenergian ja lämpöpumppu lämmityksen tehokkuus paranee.

Meillä on valmius matalalämpö tekniikan nopeaan käyttöön ottoon, sitä on hyödynnetty paperiteollisuudessa yli 40 vuotta. Järjestelmä on kehitetty Valmet Pansiossa.

KTM kehitti menetelmää 80-luvun alussa ja siitä on hyvää materiaalia, tosin uusien tekniikoiden ja materiaalien vuoksi menetelmät vaativat päivitystä.

Mikäli kaukolämmön putkistona käytetään lämpöä kestäviä muoviputkia, alentuu asennus- ja materiaalikustannukset merkittävästi.

Edellä esitetyillä menetelmillä voidaan alentaa kaukolämmön energiantuotannon kustannuksia siinä määrin että se tulisi olemaan kilpailukykyinen muihin tuotantomuotoihin nähden. Erityisesti lämpöpumppu lämmityksen käyttö mitoituslämpötilassa on ympäristön kannalta tuomittavaa, tuotetaanhan tuolloin huonoimman voimalaitoksen periaatteen mukaisesti sähkö fossiilisella lauhdevoimalla.

## Kysyntäjousto- Nyt, teesi 6

Osa kansalaisista on huolestunut ilmaston muutoksesta. Osa heistä on jopa valmis tekemään omakohtaisia ratkaisuja tilanteen helpottamiseksi.

Mikäli meillä olisi sähkön kulutus tasaista läpi vuoden vastaten noin 9,4 GW:n tehoa, pystyisimme tuottamaan ja hankkimaan tuon sähkö määrän melko saasteettomasti. Kuitenkin huippu pakkasilla kulutus on jopa 15 GW. Lisäys johtuu mm. valaistuksen tarpeesta ja lämmityksen vaatimasta energiasta.

Mitä voidaan tehdä huippukulutuksen vähentämiseksi? Voidaan arvioida että ulkolämpötilan ollessa alle  $-5^{\circ}\text{C}$ -astetta alkaa lämpötilan vaikutus lisäämään sähkötehon tarvetta. Kuluttajat voivat reagoida asiaan usealla tavalla. Ratkaisumalleja on runsaasti tässä yksinkertaisin joka ei vaadi investointeja ja on otettavissa käyttöön heti.

Kuluttajat tekevät sähkösopimuksen Nord Pool hintaan perustuvana, jolloin hän maksaa käyvän hinnan vuoden jokaisena tuntina. Kesäyönä sähkö on todella halpaa ja talven kylmimpinä päivinä viikolla sähkö voi maksaa todella paljon.

Sähkön siirtokustannusten sitominen maan tuntikulutuksen tehoon olisi jouston kannalta tutkimisen arvoinen. Se olisi myös oikeudenmukainen ja lisäisi vapaaehtoista joustoa.

Tulevien päivien sähkön hintaennuste on saatavissa netistä. Siltä osin kun kuluttajalla on mahdollista vaikuttaa tulevaan sähkönkulutukseen omilla toimillaan, on siihen jo nyt täysi valmius.

Jos kulutusjoustosta tulisi kuluttajalle riittävästi hyötyä, olisi teollisuudella intressejä siirtää sähköä kuluttavia toimia halvan sähkön ajankohtaan. Suurteollisuus toimii jo nyt näin. Paperitehtaiden hiertämöiden ajo järjestys tehdään pitkälti kulloisenkin sähkön hinnan mukaan.



## Lämpöpumput. teesi 7

Lämpöpumpuilla voidaan hyödyntää luonnossa olevaa energiaa lämmitys tarkoituksiin. Yleensä sähköenergian kulutus on hyödyksi saatavasta lämpöenergiasta noin 25%- 40 %. Huononman voimalaitoksen periaatteen mukaan tuo sähkö tuotetaan yleensä fossiilisilla, ja talviaikana jopa lauhdevoimalaitoksissa.

Omakotitalot 1 : Uudet maalämpötalot kuluttavat noin 3500 kWh /a sähköä lämmitykseen. Mikäli on mahdollista asentaa keruuputkisto maahan, esimerkiksi puutarhaan, on investointi melko kohtuullinen ja takaisinmaksuaika jäänee tapauskohtaisesti alle 10 vuoden.

Omakotitalot 2 : Sähkölämmitteisten talojen muuttaminen poistoilmalämpöpumppu lämmitteiseksi tuottaa lämpimän käyttöveden ja osan lämmitysenergiasta melko edullisesti. Kylmimpien aikojen, noin sadan päivän aikana lämmitykseen menee kuitenkin suuruusluokaltaan noin 40 % lämpöenergiasta. Tämän osuuden lämmittäminen suoralla sähköllä on melko kallista, ja lisää huippukuormaa. Sen vuoksi huipun leikkaaminen esimerkiksi pelletillä tai haloilla on jopa taloudellisesti kannattavaa. Tulee huomata, että kun puut ovat kuivia ja lämmitys tapahtuu korkeapaineen aikana ei terveysvaikutukset ole niin suuria kuin tutkimuksissa keskimäärin on todettu. Tähän huipun leikkaukseen löytyisi varmaan hyviä ratkaisuja jos toimeen tartutaan. Esim bioöljy ja paineistettu biokaasu voisivat olla kansantaloudellisestikin kannattavia.

Kaukolämpötalojen muuttaminen maalämmölle: Mikäli kaikki kaukolämmitteiset talot muutettaisiin maalämmölle, se edellyttäisi Suomen sähköhankinnassa noin 6 GW lisätehoa huippu pakkasilla. Summa muodostuu menetetyistä kaukolämmön vastapaine kuormasta sekä lämpöpumppujen vaatimasta sähkötehosta. Vertailun vuoksi meidän sähköhankinnassa keskimääräinen keskikulutus on noin 9,4 GW

Kerrostalon kaukolämpö / lämpöpumppu hifistely: Mikäli alle puolen tehon ( -5 C-astetta tai lämpimämpi ulkoilma) lämpöenergia tehdään ulkoilma lämpöpumpulla, olisi melko pienellä laitekoolla mahdollista saada kohtuullinen takaisinmaksuaika. Esimerkiksi 60 MWh /a lämpöä kuluttavan asuinkiinteistön lämmitys aina -5 C-asteeseen voitaisiin toteuttaa Energy Save AWH ilma- vesilämpöpumpulla, teho 9 kW. Sen laitehinta on n. 3700 € ja asennus noin 3300€. Vuosisäästö energian hankinnassa olisi 1400 € , takaisinmaksuaika olisi siten noin 5 vuotta. Näin voitaisiin hoitaa sääriippuvan sähköhankinnasta aiheutuvaa ongelmaa. Tällaisiin järjestelyihin reagoivat eri energialaitokset eri tavoin. Tämän tyyppiset ratkaisut ovat lähellä akateemisen maailman ihanteita.

## **Puun hyödyntäminen liikenne polttoaineena. teesi 8**

Puujätteestä ja metsätähteestä voidaan valmistaa nestemäistä biopolttoainetta. Prosessi toimii noin 50 % hyötysuhteella, toinen puoli energiasta menee jäähdytyksen. Polttomoottorin hyötysuhde on luokkaa 38 % ja kampiakselin ja pyörien välillä on tehohäviöitä noin 30 %. Näin alkuperäisestä puun energiasta saadaan ajoneuvon kuljettamiseen noin 13,3 %.

Haloilla lämmitetyissä vetureissa oli hyötysuhde lähes 12 % . Kun höyryveturin pyörä vastaa kampiakselia, niin muita tehohäviöitä ei siinä ole.

CHP voimalaitoksessa noin 1/3 polttoaine tehosta muuttuu sähköksi ja 2/3 lämmöksi. Voimalaitoksen hyötysuhde on luokkaa 85 %, akun 90 % ja napamoottorin noin 95 %. Näin sähköauton hyötysuhde puuenergian energiasisällöstä on noin 73 %. Voidaan arvioida että sähköauto voi hyödyntää varauskykynsä ansiosta suunnilleen puolet vuotuisesta energiasta sääriippuvaa aurinko ja tuulienergiaa.

## Napamoottorilla varustettu kevyt kaupunki-

### sähköauto. teesi 9

Autojen ajomatkoista on 70 % alle 30 km matkoja. Kaupunkien nopeusrajoitukset alenevat jatkuvasti ja voidaan arvioida että riittävä huippunopeus on kaupungeissa 70 km/h. Edelleen autoissa on useimmiten yksi tai kaksi matkustajaa. Tähän markkinasegmenttiin on muutamia e-pienoisautoja, mutta ne eivät ole Suomessa saavuttaneet kovin suurta suosiota.

Henkilöauton painoiset e-autot kuluttavat sähköä noin (12 kWh- 16 kWh )/100 km, näin 30 kWh:n akun takaama ajomatka on alta 200 km.

Kevyen pienoisauton huippu tehoksi riittää 3kW= 3,9 hv, ja tällöin se huippunopeus voisi olla tuon 70 km /h. Alle 100 km matkoille riittäisi 3 kWh:n litium akut joita saa nykyisin noin 500 € hintaan.

Kevyt e- autoja on mahdollista rakentaa nykyisen tieliikenneasetuksen mukaan seuraavasti:

-Sähkö avusteinen poljettava kinneri 250 W tehoisella moottorilla, max 25 km/h, ei tarvitse vakuuttaa eikä rekisteröidä, saa ajaa kuka vaan.

-Sähkökäyttöinen pienoisauto teho max 1000 W max nopeus 25 km /h, tarvitsee vakuutuksen.

-Mopoauto vaatii mopokortin ja rekisteröinnin max nopeus 45 km /h

-Kevytajoneuvo L7 (mönkijän tasoa korttivaatimuksilta), ei ajoneuvokohtaista max nopeutta.

Trafin kannan mukaa rekisteröitäviin ajoneuvoihin on mahdollista saada tapauskohtaisesti piensarja EC hyväksyntä.

Kotipaikkakunnallani on kiinnostusta rakentaa em tyyppisiä ajoneuvoja tarpeeseen. Samalla kehittyä nuorten luovuus ja käden taito, sekä tulee tutuksi fysiikan lait. Samalla myös ympäristötietoisuus kasvaa. Tällainen projekti voisi olla myös oppilaitosten opinnäytetyönä hyvä. Tämähän olisi vain jatkoa pisaralla pisimmälle ja pienoisformuloiden projekteille. Laajempi yhteistyöverkosto maakunnallisesti voisi hyödyttää usealla eri alueella.

## Aurinkolämmityksellä ei ollut sanottavaa merkitystä teesi 10

Suhtautumista uusiutuvaan energiaan kuvaa seuraava artikkeli paikallislehdessä:

RA rakensi vuonna 1981 paritaloon aurinkolämmityksellä toimivan lämpöisen käyttöveden lämmitysjärjestelmän. Laitteistolla ei ollut sanottavaa merkitystä.

Projektin tausta: Kahden perheen paritalon aurinkolämmitysjärjestelmä vastasi nykyisiä aurinkolämpöjärjestelmiä. Se säästi polttoöljyä noin 600 l/ vuosi. Kun laitteisto tuotti huhtisyykskuussa kahdelle perheelle ja kahdeksalle henkilölle lämpimän käyttöveden, niin voidaan arvioida että laitteisto tuotti noin 3000 kWh /a energiaa. Kesällä lämpöisen veden tuottaminen tuossa mittakaavassa on järkevää sähkövastuksilla, joten vuotuinen säästö oli noin 400 €. Työ toteutettiin harrastetyönä, materiaalikustannukset olivat noin 6400 mk = 1050 €. Näillä arvoilla tämänhetkinen takaisinmaksuaika olisi noin 2,5 vuotta ja vuosituotto noin 40 %. Talon vesikaton uusinnan yhteydessä aurinkolämmitys poistettiin käytöstä noin 15 vuoden käytön jälkeen.

Miksi näin hyvillä tunnusluvuilla ei ollut sanottavaa merkitystä? RA myi asuntonsa kahdeksan vuoden kuluttua, toimien tämän ajan ilmaisena talkkarina, hoitaen laitteiston käynnistyksen /pysäytyksen keväisin ja syksyisin. Mahdolliset verkon ilmaukset ja kiertonesteen pakkasen kesto tuli tarkistaa parin vuoden välein.

Edellisestä voidaan todeta että nyky mittapuun mukainen, paljon hypetetty uusiutuvan energian järjestelmä ei suuren yleisön mielestä ole merkittävä, huolimatta siitä että tunnusluvut ovat todella hyvät. Niiden suuruusluokka on vaan auttamattoman pieni. Jääkö aurinkolämmitys akateemiseksi snobbailuksi ja meidän asian harrastajien puuhasteluksi ?

## Säätö- ja mittaustekniikka- ITC. Teesi 11

Termodynamiikan säätöjärjestelmiä on tehty vuosisatoja erilaisilla paineohjatuilla menetelmillä niin neste kuin myös kaasuväliaineella. Toisen maailmansodan jälkeen yleistyivät sähköiset järjestelmät. Niissä integroivat ja derivoivat ominaisuudet tasasivat prosessin siten että kohtuutonta huojuntaa ei säädössä esiintynyt. Niissä ei ollut älyä. 70-luvulla tapahtui huima kehitys ja säätöjärjestelmät muuttuivat digitaalisiksi. Laitteiden kapasiteetti lisääntyi äärettömästi ja tänä päivänä tiedon käsittely ei rajoita prosessien ominaisuuksia.

Nykyisin tehtäessä älykkäitä järjestelmiä näyttää unohtuneen kunnan PI- kaavioiden ja toimintaselostusten teko. Niiden laadinnassa alan asiantuntijat ottavat eri käyttötilanteet ja fysiikan lait huomioon siten että prosessi toimii optimaalisesti. Esimerkiksi nykyisin rezultoivan lämpötilan tarkastelu jää usein huomiotta, ja säädetään vain kuivalämpötilaa kahden desimaalin tarkkuudella. Käyttötarkoituksen mukaista lämpötilan säätöä pyritään tekemään muutaman sekunnin viiveellä. Asiaa on tutkittu aikoinaan KTM:n taholta ja todettu että esim. koulujen lämpötilan laskeminen viikonlopuksi ei ole viihtyvyyden ja energian säästön kannalta järkevää. Sen sijaan ilmanvaihdon säätö CO<sub>2</sub>-mukaan olisi kannattavaa. Valitettavasti kokemusteni perusteella antureiden käyttöikä LVI-sovelluksissa on luokkaa 1-3 vuotta. Näin saavutetulla säästöllä ei pystytä pitämään yllä ohjausjärjestelmää. Tulee kuitenkin huomioida, että asunnot jotka ovat pitkään käyttämättä, voidaan säätää melko alhaisille lämpötiloille käyttöajan ulkopuolella.

Tällä hetkellä kodinkoneet varustetaan ”älyllä” kaikelta varalta, ilman sen kummempaa ajatusta sen hyödyntämisestä. On todella raivostuttavaa alkaa virittää hellaa sähkökatkoksen jälkeen. Tämä on aivan turhaa puuhaa, voisihan se hoitua automaattisesti, jos on tarpeen.

ITC on mullistanut elämäämme viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana parempaan suuntaan. Se on tuonut myös paljon harmia lähinnä keskeneräisen ja vajavaisen suunnittelun ja testauksen vuoksi. Pienet start upit pyörivät bittiensä ympärillä keskittyen seuraavaan rahoituskierrukseen. Ne edellyttävät myyntiä jonka vuoksi myydään keskeneräisiä tuotteita, pilaten näin tulevat markkinat. Näissä yrityksissä on liikeideana myydä keskeneräinen toimimaton unelma hölmölle joka on saanut elämän lotossa pienen voiton.

Tämän teesin tarkastelu on hieman provosoiva tarkoituksella. Pitkän kokemukseni pohjalta prosessiteollisuudessa näen että ITC:lla suuri merkitys energia ja ilmasto asioissa. Kunnolla toteutetut järjestelmät edellyttävät perus fysiikan osaamista ja soveltamista. Softalta ja raudalta edellytetään toimintavarmuutta kaikissa olosuhteissa.

Keep it simple, but not simpler !

## Uudet toimintatavat. teesi 12

Suomen energiapolitiikka on kehittynyt aina 50-luvun lopulle teollisuuden tarpeesta saada sähkö- ja lämpöenergiaa. Tuolloin energia tuotettiin pääsääntöisesti uusiutuvilla. Merkittäviä toimijoita oli paperiteollisuus ja sen sivussa kehittynyt konepajatoiminta. Teollisuuden yhteisyritys Ekono oli merkittävä tiedon siirtäjä, kehittäjä ja tutkija. Tyypillistä hankkeissa oli, että kun niihin ryhdyttiin, tuli saada myös tuloksia. Kun laskenta kapasiteetti oli rajallista, jouduttiin sitä yksinkertaistamaan, ja uusien laitteiden mittauksilla korjattiin laskentakaavojen kertoimia. Kehitys perustui suurelta osin soveltavaan tutkimukseen ja merkittäviä kehittäjiä olivat mm. konemestarit. Toisaalta ei voida väheksyä akateemista tietoa, professori Henrik Rytin tieteen teko on sitä luokkaa että sieltä voidaan hyödyntää paljon uutta teoriaa vielä tänäkin päivänä, erityisesti kun laskenta kapasiteetti on kehittynyt. Rytin kyky tehdä merkittäviä teollisuuden innovaatioita johtui siitä että hänellä oli teorian lisäksi käytännön kokemusta teollisuuden suunnittelijana.

Tutkimukseen ja kehitykseen on rahaa panostettu Suomessa kohtuullisen paljon viime vuosina. Päättäjät ovat kuitenkin tyytymättömiä, koska uusia merkittäviä vientituotteita ei ole saatu, lukuun ottamatta Vaasan seudun elektroniikkateollisuutta.

Yliopistojen projekteissa on tuotettu paljon hyvää tutkimusta, jonka jalostaminen kansainväliseksi menestys tuotteeksi edellyttäisi teollisuus mittakaavan demoja. Esimerkkinä tällaisesta hajautetun energian tuotantolaitoksesta on LUT: ssa aloitettu EFmGT pienvoimalaitos. Hankkeen jälkeen Airia Group-yritysryhmä paransi patentoidulla menetelmällä prosessia siinä määrin, että uudella tuotteella BioHAT tulee olemaan rajattomat markkinat energian tuotannossa.

On ilmeistä että Suomen resurssit eivät riitä hankkeen läpiviemiseen. Maailmalta löytyy osakokonaisuuksia joita lähes sellaisenaan voidaan hyödyntää voimalaitoksen osastoina. Näitä valmistajia on myös lähellä suuria markkinoita.

Mitä Suomi hyötyy tästä? Meillä voidaan tehdä muutamia osakokonaisuuksia, projektin johto, suunnittelu, prosessien kaukovalvonta, kauppa ja kehityksen päivitys. Tällaiseen yhteistyöhön suomalaisia haetaan jo nyt.

Luovuuskouluttaja, IT – yrittäjä Markku Valtonen on jossain yhteydessä esittänyt jotain tällaista koko kansan yritystä. On paljon ihmisiä ja yhteisöjä jotka haluaisivat olla mukana ilmaston muutoksen torjunnassa, jopa omilla sijoituksillaan. Yrityksen organisoinnissa tulisi olla maan parhaita asiantuntijoita. Heidän tulisi organisoida parhaiden menetelmien ja prosessien seulonta siten että niillä saadaan merkittäviä tuotteita. Tämän jälkeen on mahdollista tehdä tuotantokappaleet, hakea yhteistyökumppanit, rahoitus ja organisaatio. Maailmassa on kyllä rahaa hyviin hankkeisiin. Pienten yrittäjien resurssit ovat rajalliset, verkostoitumalla ne ovat rajattomat. Nykyinen politiikkamme ei tue tuotteiden markkinoille saattamista, sen vuoksi meidän tulee luovuudella hakea uusia menetelmiä.

## Energilaitoksen investoinnin ekvivalenttihinna. Teesi 13

Nykyisin puhutaan sähkön tuotannon huipputehoista, unohtaen vuotuinen huipun käyttöaika.

Jotta asiat saadaan yhteismitalliseksi tulee investointikustannus korjata kertoimella, joka saadaan jakamalla vuoden tunnit huipun käyttöajalla. Esimerkkejä laitoksista joiden investointikustannukset ovat suuntaa antavia. Esimerkki on laadittu 1 kW:n teholle

Ydinvoimala  $6500\text{€} / \text{kW} * 8760\text{h} / 8400\text{h} = 6779\text{€} / \text{kW}$

Tuulivoimala  $1600\text{€} / \text{kW} * 8760\text{h} / 2400\text{h} = 5840\text{€} / \text{kW}$

Aurinkoenergia  $1660\text{€} / \text{kW} * 8760\text{h} / 700\text{h} = 20774\text{€} / \text{kW}$

Iso bioenergia CHP  $3000\text{€} / \text{kW} * 8760\text{h} / 7000\text{h} = 3754\text{€} / \text{kW}$

Pieni CHP bioenergialaitos (1MW,e-5 MW,e)  $3800\text{€} / \text{kW} * 8760\text{h} / 8000\text{h} = 4161\text{€} / \text{kW}$

**Jos lähtöarvoissa on moitittavaa voi niitä korjata aivan vapaasti.**

- Tuulivoima näyttää hyvältä onhan sen lisäksi lähes hiilineutraali

-Aurinkoenergia on yllättävän kallis.

-CHP on täsmä ratkaisu Suomen olosuhteisiin saadaanhan sillä lämmityskauden lämpöenergia "jätelämmöllä"

-Suomessa lähes kaikki suuret kaukolämpöverkot > 30 MW<sub>th</sub> on rakennettu CHP-laitoksiksi.

-Pien bio-CHP on rakentamatta lähes täysin ja VTT:n selvitysten mukaan meillä olisi noin 150 kohdetta rakentaa laitoksia. Niiden etuna on mm. polttoaineen lyhyet kuljetusmatkat sisämaassa.

-Aurinkoenergian investointikustannus on ylivoimaisen korkea, sen lisäksi sen tuoton ennustettavuus on niin huono, että se rasittaa verkkoa ja sen ohjausta suunnattomasti. On ilmeistä että aurinkoenergia tulisi pitää erossa verkosta ja käyttää ainoastaan esim kulkuneuvojen akkujen lataukseen.

-Sähkön kulutushuipun aikana pystyvät tuottamaan energiaa merkittävästi vain CHP ja ydinvoima. Ydinvoiman säädettävyydessä on ongelmia, sen vuoksi ainoastaan bio CHP on kustannustehokas ja ympäristö ystävällinen kaikissa olosuhteissa.