

KEMS821

Research projects on bio- and waste- energy at JYU

16.10.2013

Jukka Konttinen
University of Jyväskylä





Main research areas (prof. Konttinen, JYU)

- Bio- and waste refineries: thermochemical conversion of (mainly) solid feedstocks
 - Not dependent on the scale of production capacity

- Hybrid energy production systems at distributed scale

→ Applied research, should also benefit the design and product development of commercial applications

Projects

Thermal conversion of biomass and waste

Project	Duration	Budget JYU, k€	Partners	Funding
IMUSTBC	2013 - 2015	694	LUT (coordinator), Univ. Federal of Minas Gerais & Vicoso, Brazil	Academy of Finland
GASIFREAC	2011 - 2014	220	VTT, Åbo Akademi University	Academy of Finland
OSER	2010-2014	225	VTT (coordinator), JYU Information technology, Metso Power Oy, Foster Wheeler Oy	ERDF (EAKR), private companies
HighBio2	2011-2013	130	Kokkola Chydenius Centre (coord.), Luleå University of Technology, Centria polytechnic	EU INTERREG Nord, municipalities

Hybrid energy production systems

Project	Duration	Budget JYU, k€	Partners	Funding
BIOSTIRLING-4SKA	2013 - 2016	330	Gestamp Solar Steel (coord.), CLEANERGY, Alener, CTAER, Fraunhofer, GSS, Astron, Logica, Machttechnik, Univ. of Seville, CSIC, IT, Astron	EU FP7, private companies and research organizations
Drop in the sea	2011 - 2014	200	Vaasa University (coord.), VAMK, Novia	ELY-centres Central Finland & South Ostrobothnia
DESY Research	2012 - 2014	170	VTT (coord.), LUT, TUT, UV, MTT, SHOK/CLEEN Oy	TEKES, private companies

Other projects and programmes

Project	Duration	Budget JYU, k€	Partners	Funding
Doctoral Program in Energy Efficiency and Systems (EES)	2012 - 2015	N.A.	Aalto (Coord.), UH, TUT, LUT, UV, OU, ÅAU	Academy of Finland

JYU total 1.5 – 2 M€,

Total budget of projects including all partners → 10 M€



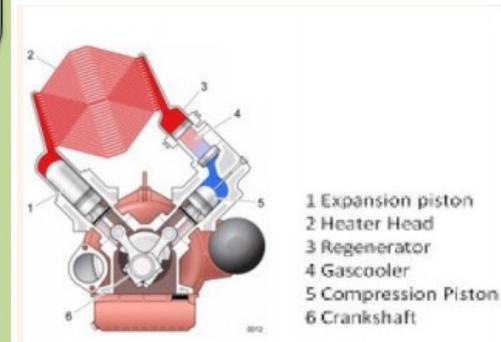
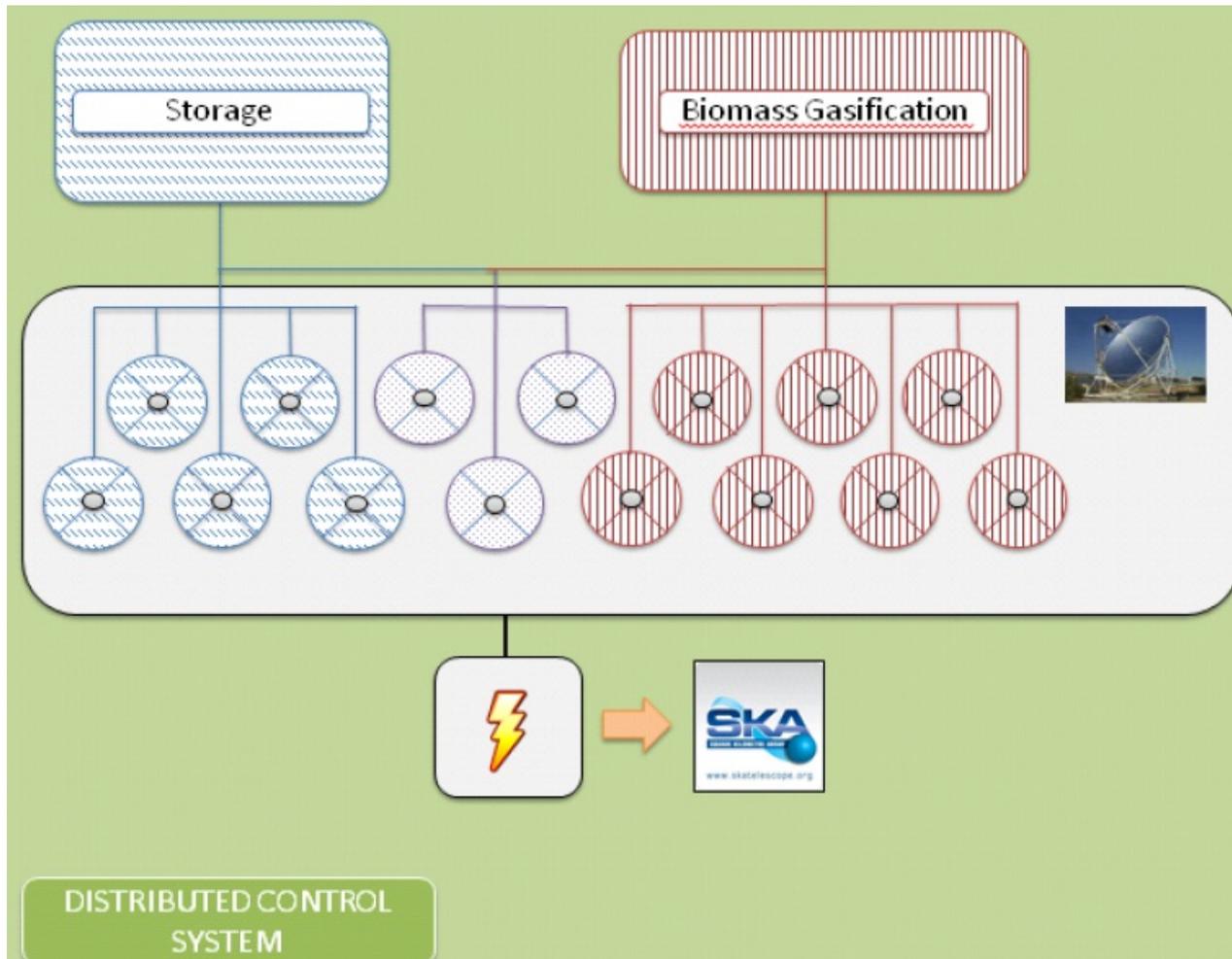
BIOSTIRLING-4SKA

- Financing: EU FP7, participants
- Duration: 2013 – 2016, Budget JYU: 330 k€
- Participants: Gestamp Solar Steel (coord.), CLEANERGY, Alener, CTAER, Fraunhofer, GSS, Astron, Logica, Machttechnik, Univ. of Seville, CSIC, IT, Astron
- Objectives:
 - To build a **hybrid energy production system** in Moura (Portugal) to supply power to a radioastronomical station. Technologies included:
 - Solar thermal concentrators
 - **Biomass gasification plant**
 - Thermal receiver
 - Stirling engines
 - The responsibility of JYU is heavily based on the design & modeling & demonstration of the biomass gasification plant in hybrid energy generation



BIOSTIRLING-4SKA

- Website: <http://entelgycms.foss.entelgy.com/wordpress/>





Brazilian CNPq –

Improving process understanding and widening of feedstock database for thermal biomass conversion

- Financing: Academy of Finland, participants
- Duration: 2013 – 2015, Budget JYU: 694 k€
- Participants: LUT, JYU, University Federal of Minas Gerais, University Federal of Viçosa

- Objectives:
 - to improve the current knowledge on thermal conversion processes of biomass feedstocks
 - The biomass feedstock materials of interest are eucalypt, sugarcane bagasse, grass (“capim elefante”) and coconut
 - Experimental data will be generated at JYU with the help of a pyrolysis / torrefaction apparatus. Also a bench-scale gasification system to evaluate the gasification potential of various biomass feedstocks will be used at UFMG
 - A database can be established, which can potentially serve as a reference for industrial users to assess the potential of their feedstock

GASIFREACT –

Biofuel gasifier feedstock reactivity – explaining the conflicting results

- Financing: Academy of Finland, participants
- Duration: 2011 – 2014, Budget JYU: 220 k€
- Participants: JYU, VTT, ÅAU

- Objectives:
 - to do pioneering work on the form and behavior of inorganics during the stages of char formation and conversion and to model the impact of these changes on the gasification kinetics of biomass and waste fuels
 - The rate data will be used as part of the fluidized-bed gasification reactor model "Carbon conversion predictor", to add a predictive capability regarding the effect of fuel ash composition on the gasification kinetics of biomass char

- Publications
 - http://www.ffrc.fi/FlameDays_2013/Presentations/GW_Konttinen.pdf
 - <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13399-012-0038-2>

OSER –

Osaava energiantuotanto Keski-Suomessa

- Financing: European Regional Development Fund, Metso Power Oy, Foster Wheeler Energia Oy, participants
- Duration: 2011 – 2014, Budget JYU: 388 k€
- Participants: VTT, JYU (Chemistry, Information Technology)

- Objectives:
 - To **convert the know-how generated in academic research** to benefit the private companies in the energy sector
 - To improve the capabilities of the academic research to better respond to the research questions from the private companies
 - **A new innovative method of cooperation** will be developed between the University of Jyväskylä, VTT and private companies

- Ongoing research projects:
 - Chemistry of fuel ash in combustion systems
 - Data mining



European Union
European Regional Development Fund



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Leverage from
the EU
2007–2013

OSER –

Osaava energiantuotanto Keski-Suomessa

- <http://www.uusiouutiset.fi/muoveissa-yllattavan-paljon-metalleja/>

Uusiouutiset

Etusivu Uusiologi Verkkoiesti Arkisto Tilausasiat Ilmoittajalle

Muoveissa yllättävän paljon metalleja

Jätteenpoltossa kattilaa rasittavat metallit saattavatkin olla peräisin polttoaineen sisältämistä muoveista tai kumeista, huomasi Jyväskylän yliopiston tutkijat.

Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen tutkijat ovat löytäneet jättemuoveista yllättävän korkeita epäorgaanisen aineen pitoisuuksia.

Muovit ja kumit sisältävät runsaasti metalleja, halogeeneja ja rikkiyhdisteitä.

Jättemuovien ja -kumiin sisältämät epäorgaaniset aineet voivat olla ongelma hyötykäytössä.

Ne kaasuuntuvat ja kondensoituvat kattilan seinäin polttoprosesissa. Ne hankaloittavat myös muovien kierrätystä ja tuhkien hyötykäyttöä.

”Merkittävä tieteellinen havainto tutkimuksessa on se, että muovit ja kumit sisältävät yllättävän suuria pitoisuuksia metalleja. Jätteenpolttajat ja -kaasuttajat eivät välttämättä ole tietäneet, että kattilaa rasittavat metallit, rikki ja halogeenit voivatkin olla peräisin jättepolttoaineen sisältämistä polymeerilaaduista”, tiivistää professori **Jukka Konttinen** tutkimustuloksia.



[kuva Eina Saarinen] Professori Jukka Konttinen ja tutkija Matti Ranta-Korpi tutkivat, kuinka kierrätyspolttoaineen sisältämistä muoveissa olevat epäorgaaniset aineet käyttäytyvät palaessaan.

”Surprisingly high amounts of metals in waste plastics”



European Union
European Regional Development Fund



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Leverage from
the EU
2007–2013

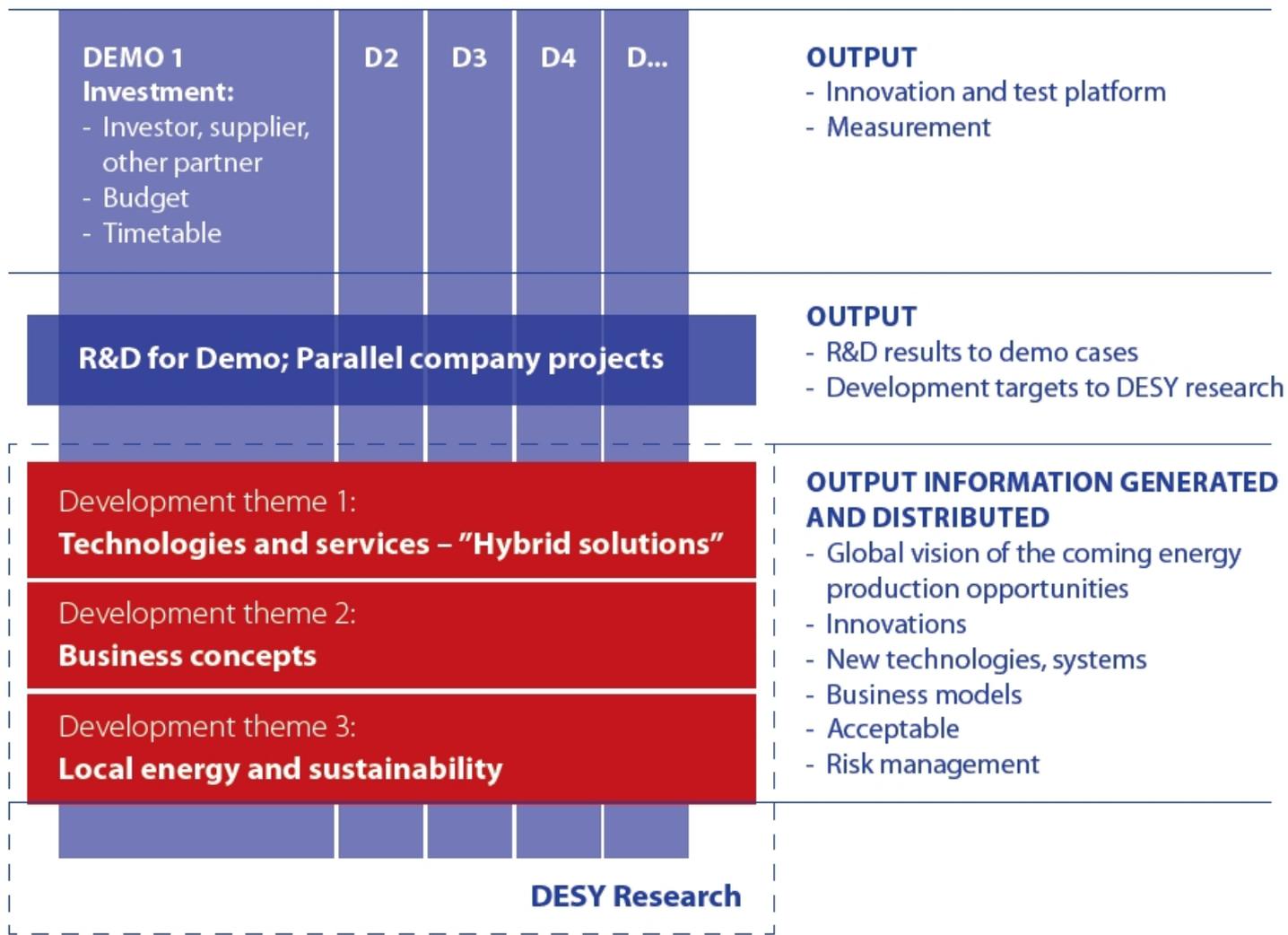
DESY Distributed Energy Systems

Lähienergia

- Financing: TEKES, private companies (13), participants
- Duration: May 2012 – June 2014, Budget JYU: 170 k€
- Participants: VTT, JYU, LUT, MTT, TUT, VU
- DESY is one research programme under CLEEN Ltd which is a strategic centre of excellence in Finland in the field of energy and environment
www.cleen.fi/en/desy

- The research focus on commercial demonstration sites of hybrid energy production systems, such as
 - Zero-energy houses and buildings
 - Small-scale biorefineries with biogas and liquid biofuels production
 - Solar energy CHP plants
 - Energy self-sufficient agricultural farm
 - Biomass-based CHP plants (anaerobic digestion, combustion, gasification)

- The added value is to integrate the multi-disciplinary aspects for the use of private companies in their commercial demonstrations



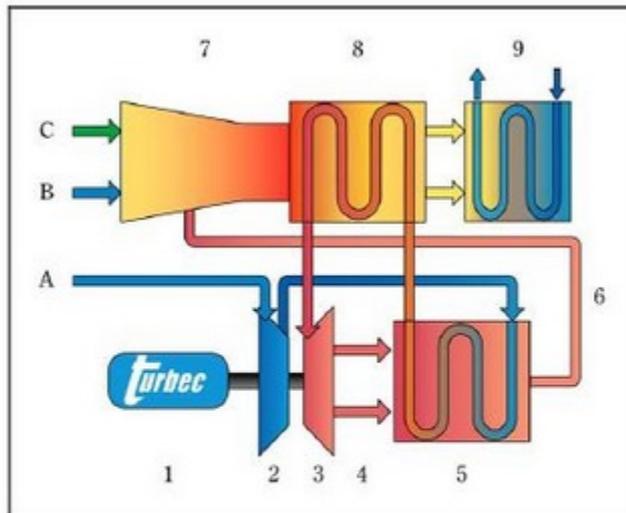
Source: www.cleen.fi/en/desy

DESY Distributed Energy Systems

Biomass-based CHP plants

- Websites: www.ekogen.fi and www.gasek.fi

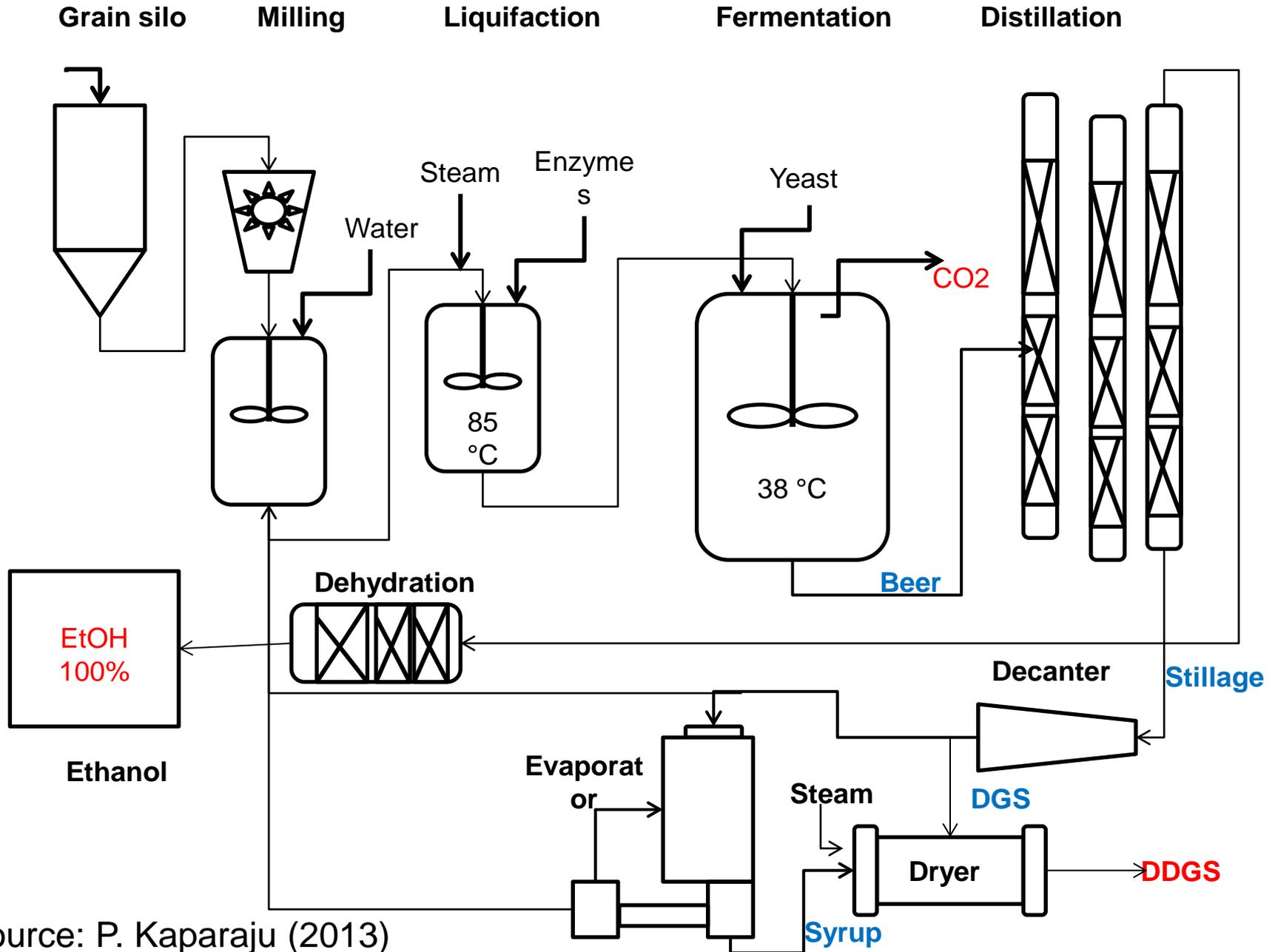
Ulkoisella poltolla toimiva mikroturbiini (EFMT)



1. Generator	7. Biomass boiler
2. Compressor	8. Exhaust gas exchanger
3. Turbine	9. Cogeneration exchanger
4. Air to recuperator	A. Inlet air
5. Recuperator	B. Boiler combusting air
6. Exhaust gases	C. Inlet biomass



Flow sheet of Bioethanol process





Pisara meressä – Drop in the sea

- Financing: ELY-centres of Central Finland and South Ostrobothnia
- Duration: 2011 – 2013, Budget JYU: 200 k€
- Participants: Vaasa Energy Institute (Coordinator), JYU, Vaasa Polytechnic, Novia Polytechnic, Metsähallitus, JAMK

- Objectives:
 - Development of self-sufficient and integrated energy solutions based on renewable energy sources
 - Development of value chain for small-scale distributed energy production, consisting of the local energy sources, production, distribution, efficient use and automatic control and related economics
 - Development of energy supply for energy production islands or sites that are separate from the energy infrastructure

- Central Finland: Energy-related feasibility studies of agricultural farms and energy self-sufficient private buildings and houses

Kotimaa

Oma saareke omalla energialla

Pisara meressä -hanke: Nyt etsitään tapaa, jolla maatila, kylä tai saari voisi tuottaa energiansa paikallisista lähteistä, eri tekniikoilla ja katkotta.

JYVÄSKYLÄ
Heljä Korpijoki

Jyväskylän yliopisto ja Vaasan energiainstituutti (VEI) ovat vastikään yhdessä Metsähallituksen kanssa käynnistäneet Keski-Suomessa sekä Vaasan edustalla energia-alan tutkimus- ja kehitysohjelman. Kaksivuotisessa Pisara meressä -hankkeessa selvitetään aitoja saaria tai saarekkeenomaisia erillisiä alueita, kuten vaikkapa maatiloja, käyttäen, miten niillä voitaisiin tuottaa energiaa omista, erilaisista lähteistä, monilla erilaisilla tekniikoilla ja ilman häiriöitä.

Hankkeella halutaan luoda ratkaisuja, joilla erilaisia uusiutuvia energiamuotoja - tuuli- ja aurinkovoimaa, geo- (maa-) ja bioenergiaa - voitaisiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti ja suotuisasti muun muassa näiden lähteiden erilaisten kausi-



Louna Myllystä, 2, kiinnostaa enemmän sellille pilrtely kuin Jyväskyläläisen koetalon energiakamliina.

luonteiden takia.

Tavoitteena on siis yhteistyössä kehittää energian toinen toistaan tukevaa hybridi tuotantoa näille saarille ja saarekkeille - vähän samaan tapaan kuin nykyaikaiset hybridiautotkin välillä kulkevat polttomoottorin voimalla ja väliin sähköautona.

Keski-Suomessa tutkimushankkeen kenttälaboratorioita

on neljä: kolme maatilaa Kimingissä, Saarijärvellä ja Äänekoskella sekä yksi omakotitalo, joka sijaitsee Jyväskylän kaupungissa. Nämä kohteet on jo hyvin haastateltu, ja lähtötilanne on tiedossa.

Vaasassa "laboratorio" taas sijaitsee Merenkurkun saaristossa, Valassaarilla. Siellä puolustusvoimain entinen merivartiosama on siirtymässä Metsähallituksen hallintaan ja uuteen käyttöön.

Sähkömerivartiosamalle on tähän asti on toimitettu mantereelta, mutta tulevaisuudessa se on ajateltu tuotettavan käyttöpäikällä. Lisäksi tavoitteena on, että saarten uusia energiajärjestelmiä voitaisiin automaatiohjata.

Pisara meressä -hanketta keskeikkona Jyväskylässä videotyöryhmän avulla esitelty vaasalainen puheenjohtaja Erkki Hiltunen sekä uusiutuvan energian Jyväskyläläinen professori Jukka Kontinen tunnustivat, että kummankin osapuolen osaamisalueet ja eri seuduilla tarjolla olevat energialähteet loimituvat ja tukevat hankkeessa toisiaan.

Keski-Suomen energiaran-

toja ovat bioenergia, erityisesti puu eri muodoissaan ja karjatiloihin muun muassa lietelantaa, mutta myös aurinko ja tuuli.

Pohjanlahden Merenkurkun saaristossa bioenergiaa on paljon, paljon vähemmän, mutta tuulta, aurinkoa, vettä ja maata riittää.

Mitä osapuolten tutkimusalueisiin tulee, Jyväskylässä uusiutuvan energian tutkimus on monin tavoin ja monessa paikassa keskittynyt bio- ja aurinkoenergiaan.

Vaasan eri laitoksissa ja kouluissa taas on paneuduttu muun muassa hajautettuun energian tuotantoon, sähköenergiajärjestelmiin ja energiamarkkinoihin.

Hankkeen puheenjohtaja Erkki Hiltunen myönsi, että yksittäisiä uusiutuvan energian muotoja on tutkittu paljonkin esimerkiksi Keski-Euroopassa.

Nyt alkavassa projektissa ei sen sijaan tavoitella enempää tai vähempää kuin koko energiasysteemin, -järjestelmän, selvittämistä. Silloin systeemisissä mukana ovat niin energialähteiden saatavuus ja tekniikka kuin niihin perustuva liiketoimintakin.



Markko Myllyksen näyttää tyttärelleen Aavalle, 7, ja Myrskykoiralle, kuinka maalämpöpumpun ohjataan perheen kellarissa.

Vanhaan taloon tulee uudet vehkeet

JYVÄSKYLÄ
Heljä Korpijoki

Markko Myllyksen ja hänen perheensä koti Jyväskylän Mäki-Matissa kuuluu tuhansiin, sotien jälkeen rakennettuihin 1,5-kerroksisiin omakotitaloihin. Jossain vaiheessa puulämmityksen jälkeen taloon asennettiin öljylämmitys.

Perheeseen työ Jyväskylän yliopiston fysikan laitoksella oli kuitenkin yksi syy, joka johdatti Myllykset taloineen Pisa-

ra meressä -hankkeen koekäyttöön.

Ajautumista energiahankkeen koekäyttöön edesauttoivat myös perheen asenteet. Myllyksen kertoo, että hän oli valinnut Annukka Näyhän kanssa jo ajatellut siirtymistä johonkin öljylämmitystä ekologisempaan lämmitysmuotoon.

Tällä hetkellä, vuoden 2012 helmikuussa, ollaan tilanteessa, jossa Myllyksillä on talossaan jo pari osin tai kokonaan asennettua ekologisempaa energian-

tuotantojärjestelmää.

Ensimmäinen nälkä on perheen pihakallioon viime kesänä porattu maalämpökalvo, jonka jatkeeksi on myös asennettu maalämpöpumppu. Sen pitäisi energiaremontin valmistuttua ohjata kaikkia järjestelmän osia.

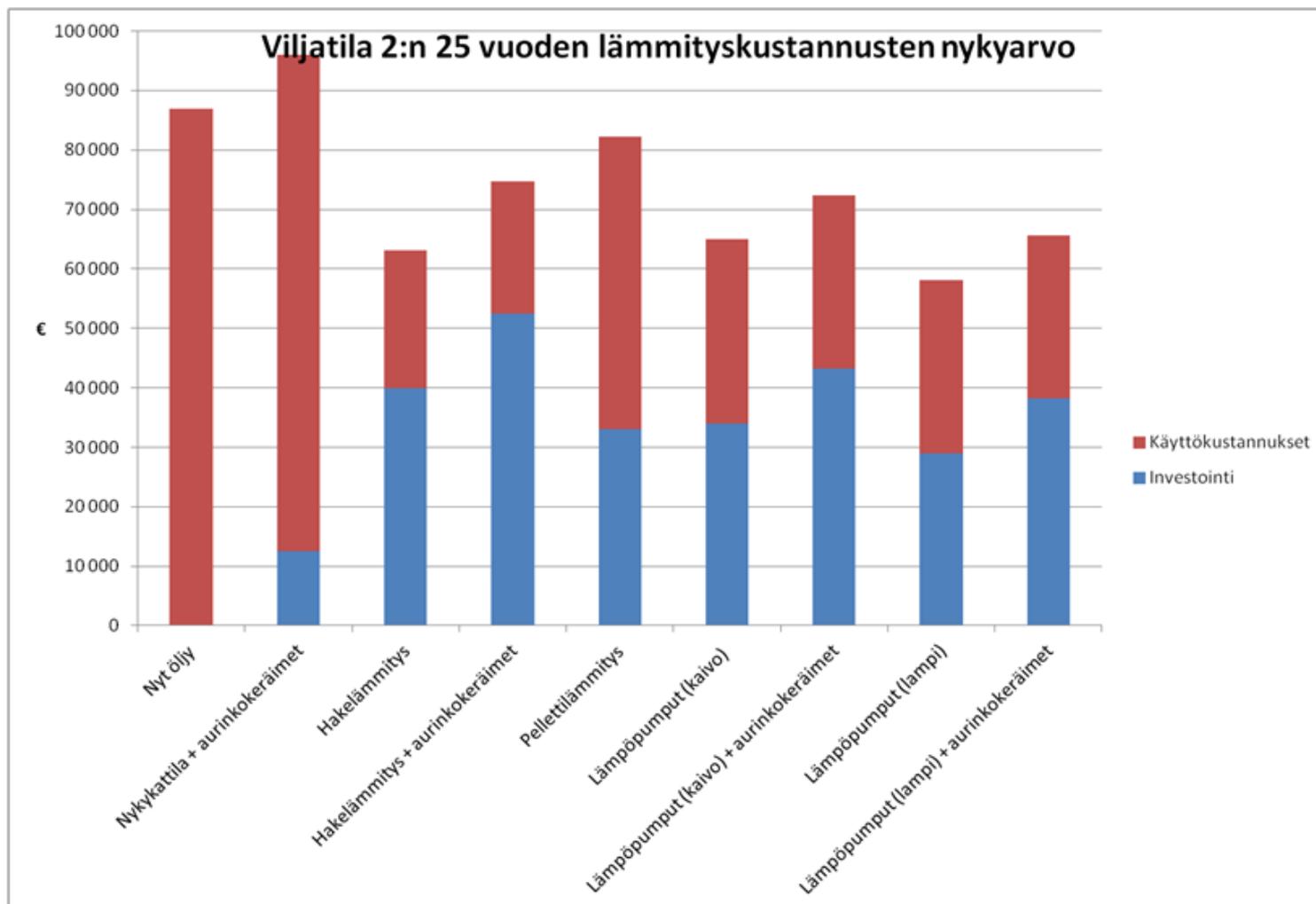
Toinen järjestelmä on talon yläkerrassa. Se on vesikiertoinen kamliina, jota lämmitetään polttoilla pihakallion kylmällä. Kamliinan asennus on vielä hieman kesken: sitä ole kytket-

ty talon lämmitysjärjestelmään. Seuraava, kolmas askel on vuorossa ensi kesänä. Silloin taloon asennetaan aurinkokennät.

Aurinkokennät ei ole aurinkopaneeli, jolla tuotetaan sähköä, vaan sopivasta materiaalista tehty levy putkistoineen. Se kerää aurinnon lämpöä, joka lämmitetään putkien neste puolestaan virtaa lämmönvaihtimeen, jossa lämpö nesteestä siirtyy talon lämmitysjärjestelmän veteen.

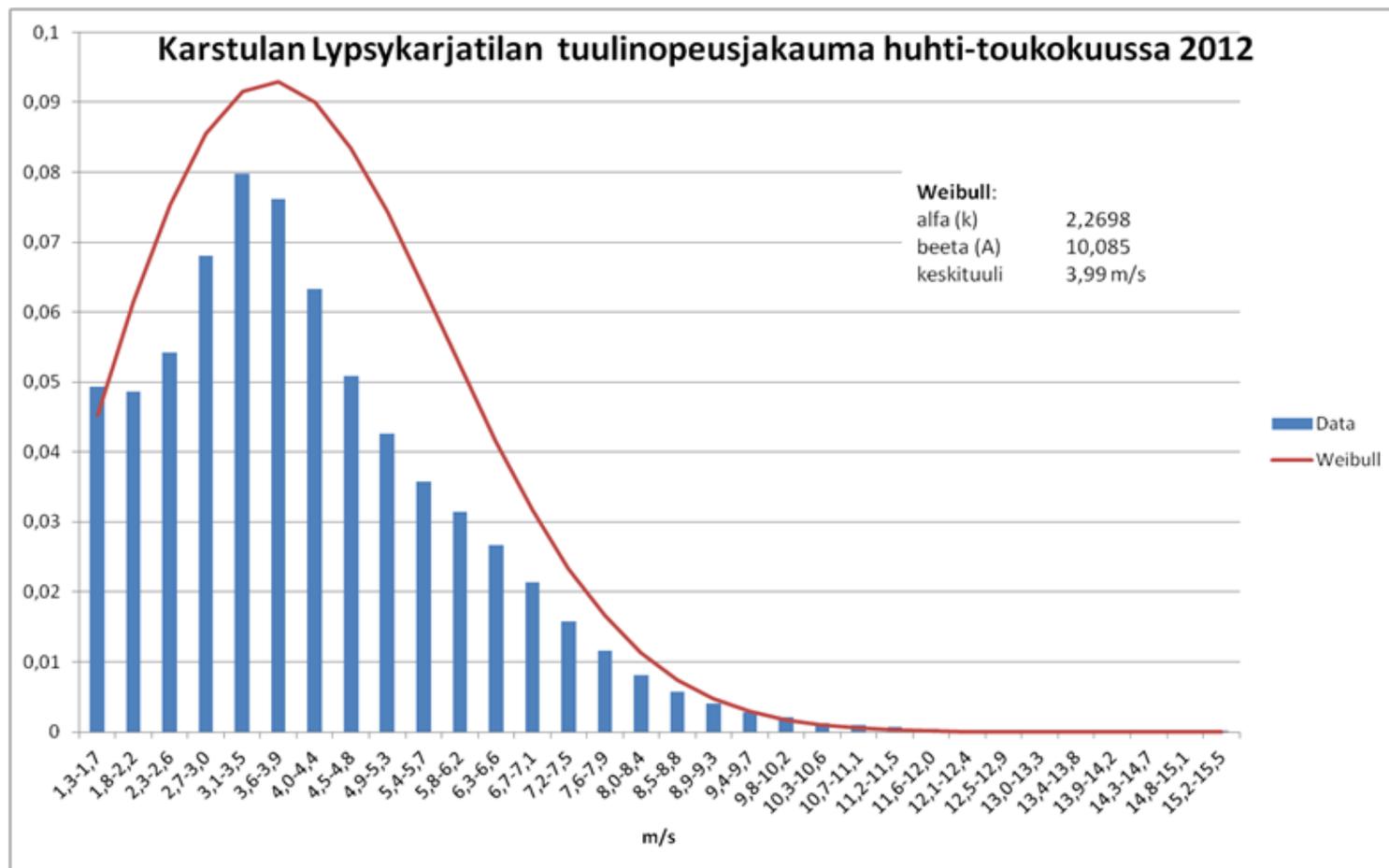


Pisara meressä – Drop in the sea – Example of results





Pisara meressä – Drop in the sea – Example of results



Benefits of investigating hybrid energy systems?

- There is a clear need for reliable information on the performance of hybrid renewable energy systems and for dimensioning methods and optimal operation
- The new information will be used to evaluate the applicability and feasibility of new distributed energy systems and on their export potential
 - bottlenecks in implementing renewable energy systems
 - to integrate the multi-disciplinary aspects as basis for the product development of companies.
- creates a global vision for forthcoming energy production opportunities, new technologies, systems and business models
 - international co-operation with foreign partners, e.g. links with EU and IEA programs

Two main research areas

(prof. Kontinen, JYU)

- Bio- and waste refineries: thermochemical conversion of (mainly) solid feedstocks
 - 4 externally financed research projects, including OSER (JYU & VTT)
 - Hybrid energy production systems at distributed scale
 - BIOSTIRLING-4SKA (12 partners in EU)
 - Drop in the Sea (UV, JYU)
 - DESY (VTT, JYU, MTT, LUT, TUT, UV, private companies)
- Applied research, should also benefit the design and product development of commercial applications