

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON BIO- JA YMPÄRISTÖTIETEIDEN
LAITOKSEN TIEDONANTOJA 94

Dan Asplund
Margareta Wihersaari
Anni-Mari Lehtomäki

**Jyväskylän yliopiston rooli seudullisessa
bioenergiayhteistyössä**

Visio vuoteen 2012



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, 2011

Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 94
Research reports in biological and environmental sciences 94

Dan Asplund, Margareta Wihersaari ja Anni-Mari Lehtomäki

Jyväskylän yliopiston rooli seudullisessa bioenergiayhteistyössä
Visio vuoteen 2012



Jyväskylän yliopisto, 2011

Jyväskylä 
Innovation



KESKI-SUOMEN LIITTO

Toimittaja:

Timo Ålander (timo.j.a.alander@jyu.fi)

Kansikuva: Koivun vesiverso, kuvaaja Noora Nuutinen

Uusintapainos raportista: Hankkeen loppuraportti 26.10.2008 (Benet Oy)

ISBN 978-951-39-4271-7 (verkkoj.)

Copyright © 2011 by University of Jyväskylä
Jyväskylän yliopistopaino, 2011

TIIVISTELMÄ

Uusiutuvan Energian (UE) koulutus- ja tutkimusohjelma käynnistyi Jyväskylän yliopistossa (JY) vuonna 2003. Osana tätä ohjelmaa vuonna 2007 käynnistynyt uusi kansainvälinen bioenergiapainotteinen suuntautumisvaihtoehto antaa erinomaiset mahdollisuudet sekä seudullisen että kansainvälisen bioenergiaopetus- ja tutkimusyhteistyön laajentamiseen. Suomi ja erityisesti Keski-Suomi on yksi maailman johtavia alueita bioenergian käytössä ja asiantuntijuudessa, ja tämä voitaisiin nykyistä paremmin hyödyntää JY:n tutkimus- ja opetustoiminnan ja alueellisen yhteistyön kehittämisessä. Tämän selvitystyön tavoitteena on ollut koota tietoja JY:n nykyroolista ja kehittämistarpeista ja -mahdollisuuksista seudullisessa bioenergiayhteistyössä. Lähestymistavaksi valittiin alueen energia-alan toimijoiden ja muiden keskeisten sidosryhmien näkökulma. Näiden perusteella, ja peilaten muuhun bioenergiaopetukseen ja -tutkimukseen Suomessa, laadittiin vuoteen 2012 ulottuva visio yliopiston roolista alueellisessa ja kansallisessa bioenergiayhteistyössä, JY:n bioenergiaopetuksen ja -tutkimuksen kehittämisen tueksi.

Selvitystyön tuloksena sidosryhmien toiveet ja odotukset voidaan kiteyttää seuraavaan visioon: Keski-Suomessa on vuonna 2012 kansainvälisesti arvostettu bioenergiayhteisö, jossa Jyväskylän yliopistolla on johtava perustutkimusrooli. Työistuntojen perusteella muodostettiin arvio yliopiston nykyisistä bioenergiaan liittyvistä tutkimuksen osa-alueista ja ehdotus näille asetettaviksi tavoitteiksi vuodelle 2012, sekä arvio yliopiston potentiaalisista uusista bioenergiaan liittyvistä tutkimuksen osa-alueista. Arvioitiin, että tässä raportissa esitetyn vision toteuttaminen edellyttää JY:n bioenergia-alan tutkimukseen ja opetukseen noin 10 htv lisää henkilöstöresursseja vuoteen 2012 mennessä. Yliopistotasoista bioenergiakoulutusta on jo jonkin verran tarjolla kansainvälisillä markkinoilla, mutta ala on vielä kehityskaaren alkuvaiheessa, joten Jyväskylän yliopistolla on erinomaiset edellytykset kehittää eritasoisia koulutustuotteita kansainvälisiä markkinoita silmällä pitäen. Yritykset olivat erityisen kiinnostuneita Euroopan eri maista sekä Kanadasta ja USA:sta tulevista opiskelijoista.

Visioon toteuttamisen tueksi ehdotettiin toimenpiteitä sekä lähitulevaisuudelle että pidemmällä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä ehdotettiin toteutettavaksi seuraavat toimenpiteet:

- Seudullisen yhteistyön kehittäminen: avaintoimijoiden ja vastuuhenkilöiden määrittäminen JY:ssä, JAMK:illa ja VTT:llä, esitteen laatiminen Keski-Suomen bioenergia-alan tutkimuspalveluista, JY:n bioenergia-alan aktiivinen osallistuminen alueellisiin ohjelmiin ja foorumeihin
- Bioenergia-alan henkilökunnan vahvistaminen: selvitetään edellytykset palkata eri tutkimusosapuolia hyvin tunteva ja näihin jalkautuva bioenergia/energiatutkimuksen tutkimusasiamies, tai vaihtoehtoisesti muodostaa osa-aikaisten kehittämisspäällikköiden verkosto, jonka tehtävänä olisi suunnitelmallisesti lisätä yhteisten hankkeiden suunnittelu- ja markkinointiponnistuksia.

Pidemmillä aikavälillä ehdotettiin toteutettavaksi seuraavat toimenpiteet:

- JY:n bioenergia-alan tutkimuksen ja opetuksen vahvistaminen sekä vakinaisella henkilökunnalla että projektityöntekijöillä, profiiliin nostaminen 1–2 uuden bioenergiaprofessorin rekrytoinnilla
- Alueellisen T&K-yhteistyön lisääminen edelleen: Systemaattiset vuosisuunnitelmat 3-4 monivuotisen yhteishankkeen käynnistämiseksi bioenergia-alan strategisilla tutkimusalueilla
- Koulutuspolkujen ja koulutuksen konseptointi.

Raportissa on lisäksi esitetty aiheita valmisteltaviksi tutkimus- ja verkostohankkeiksi sekä tarkemmin selvitettäviksi potentiaalisiksi uusiksi bioenergiaan liittyviksi tutkimuksen osa-alueiksi.

ALKULAUSE

Jyväskylän yliopistossa (myöhemmin JY) on voinut suorittaa maisterivaiheen syventyvät opinnot eli laudatur-tason opinnot bioenergiassa lukuvuodesta 2007–2008 lähtien. Tämä tuli mahdolliseksi kun kansainväliseen Uusiutuvan Energian tutkimus- ja koulutusohjelmaan perustettiin uusi ympäristötieteen pääainelinja ”Sustainable bioenergy” (Kestävä bioenergia). Tämä uusi avaus antaa JY:lle erinomaiset mahdollisuudet sekä seudullisen että kansainvälisen bioenergiaopetus- ja tutkimusyhteistyön laajentamiseen.

Jyväskylän yliopiston rooli seudullisessa bioenergiayhteistyössä on toistaiseksi ollut vaatimaton johtuen rajallisista resursseista, mutta myös siitä, että bioenergia ei ole biokaasualaa lukuun ottamatta aiemmin ollut opetuksen ja tutkimuksen painopistealana. Suomi ja erityisesti Keski-Suomi on yksi maailman johtavia alueita bioenergian käytössä ja asiantuntijuudessa, ja tämä voitaisiin nykyistä paremmin hyödyntää JY:n tutkimus- ja opetustoiminnan ja alueellisen yhteistyön kehittämisessä. Kansallisessa Energiateknologian klusteriohjelmassa vastuu bioenergiasta on Jyväskylän seudun osaamiskeskuksella. Vuosien 2007–2013 aikana maakunnassa panostetaan myös voimakkaasti bioenergian kehittämiseen ”Bioenergiasta elinvoimaa” -klusteriohjelmalla, joka on yksi maakunnan kolmesta elinkeinopoliittisesta ohjelmasta. Nämä asiat yhdistettynä kansalliseen ja kansainväliseen kiinnostukseen bioenergia-alaa kohtaan antavat Jyväskylän yliopistolle erinomaiset lähtökohdat kehittämisessä jonkin tai joidenkin bioenergia-osa-alueiden huippuosaajaksi.

Mutta – millaisia seudullisten energia-alan toimijoiden odotuksia bioenergiatutkimuksen ja -opetuksen sisältöihin ja laajuuteen kohdistuu? Mihin bioenergia-alan osa-alueisiin JY:n tulisi ensisijaisesti panostaa hankeyhteistyössä seudullisten toimijoiden kanssa? Millaista bioenergia-alan osaamista ja työvoimaa seudulla tarvitaan lähitulevaisuudessa? Löytääkseen vastauksia näihin ja muihin kysymyksiin JY päätti ehdottaa Energiateknologian osaamiskeskukselle vuoteen 2012 ulottuvan vision laatimista Jyväskylän yliopiston roolista seudullisen bioenergiayhteistyön kehittämisen tukena. Ehdotus projektoitiin ja työ rahoitettiin Jyväskylän seudun Energiateknologian osaamiskeskusohjelmasta. Tarjouskilpailun jälkeen työ tilattiin Benet Oy:stä. Konsulttina ja raportin pääkirjoittajana on toiminut professori Dan Asplund. Työn ohjaamiseen ja kirjoittamiseen ovat osallistuneet yliassistentti Margareta Wihersaari Jyväskylän yliopistosta sekä kehitysjohtaja Marika Ryyppö (13.7.2008 asti) ja kehitysjohtaja Annimari Lehtomäki (14.7.2008 alkaen) Jyväskylä Innovation Oy:stä.

JY:n yliopiston edustajien, seudun energia-alan toimijoiden ja muiden keskeisten sidosryhmien näkemyksiä koottiin paitsi kyselyllä ja henkilökohtaisilla haastatteluilta, myös kolmessa työstunnossa, joihin osallistui edustajia Jyväskylän yliopistosta, Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksesta, Jyväskylän ammattikorkeakoulusta, VTT:ltä, Keski-Suomen Liitosta ja energia-alan yrityksistä, yhteensä 21 henkilöä. Työ suoritettiin pääasiassa 19.4–30.6.2008 välisenä aikana ja tulokset viimeisteltiin elo-syyskuussa 2008. Näiden työstuntojen, kyselyjen ja haastattelujen tulokset on koottu yhteenvedona tähän raporttiin. Raportin sisällöstä vastaavat sen tekijät.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ALKULAUSE.....	3
SISÄLLYSLUETTELO.....	4
1. HANKKEEN LÄHTÖKOHTA	5
2. NYKYTILA	6
2.1 Bioenergiaopetus ja -tutkimus Jyväskylän yliopistossa.....	6
2.2 Alueellinen ja kansallinen bioenergiayhteistyö	8
3. ULKOISET TRENDIT/TEKIJÄT – HAASTE YLIOPISTON BIOENERGIA- SEKTORILLE.....	11
4. ASIAKKAAT JA KILPAILIJAT	15
5. VISIO JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON ROOLISTA SEUDULLISESSA BIOENERGIAYHTEISTYÖSSÄ.....	17
6. BIOENERGIATUTKIMUKSEN PAINOPISTEALUEET	19
7. BIOENERGIATUTKIMUKSEN JA KOULUTUKSEN MÄÄRÄLLISET TAVOITTEET	22
8. KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ.....	24
8.1 Yleistä Euroopan bioenergiatutkimuksesta.....	24
8.2 Seudullinen yhteistyö ja kansainvälisyys.....	24
9. VISION TOTEUTTAMISEKSI TARVITTAVAT TOIMENPITEET	27
9.1 Tarvittavat toimenpiteet lähitulevaisuudessa	27
9.2 Tarvittavat toimenpiteet pidemmällä aikavälillä.....	28
10. LÄHIAJAN HANKEVALMISTELUT JA MUUT JATKOTOIMENPITEET	30
LÄHTEET.....	32
LIITE 1. TYÖISTUNTOIHIN OSALLISTUNEET HENKILÖT	33
LIITE 2. YRITYSKYSELYYN VASTANNEET YRITYKSET	34
LIITE 3. YRITYSKYSELYN TULOKSET	35
LIITE 4. BIOENERGIA-ALAN TUTKIMUS JYVÄSKYLÄN YLIOPISTOSSA, NYKYTILA JA LÄHIHISTORIA	37
LIITE 5. BIOENERGIATUTKIMUKSEN VOLYYMI EUROOPAN MAISSA.....	42

1. HANKKEEN LÄHTÖKOHTA

Uusiutuvan Energian (UE) koulutus- ja tutkimusohjelma käynnistyi Jyväskylän yliopistossa (JY) vuonna 2003 kemian laitoksen koordinoimana. Hanketta suunnittelemassa olleen työryhmän puheenjohtajana toimi prof. Aimo Oikari.

UE-ohjelman vetovastuu siirtyi kesällä 2007 bio- ja ympäristötieteen laitokselle (BYTL). Samaan aikaan ohjelmaa muutettiin kansainväliseksi, englanninkielistä opetusta lisättiin ja käynnistettiin uusi suuntautumisvaihtoehto ”Sustainable Bioenergy” (SusBio). Uusi bioenergiapainotteinen suuntautumisvaihtoehto antaa erinomaiset mahdollisuudet seudullisen opetus- ja tutkimusyhteistyön laajentamiseen.

Suomi ja erityisesti Keski-Suomi on yksi maailman johtavia alueita bioenergian käytössä ja asiantuntijuudessa. Tämä kannattaa jatkossakin huomioida UE-ohjelman kehittämisessä. Kansallisessa energiateknologian klusteriohjelmassa Jyväskylän seudun osaamiskeskuksella on vetovastuu bioenergiasta. Vuosien 2007–2013 aikana panostetaan myös maakunnassa voimakkaasti bioenergian kehittämiseen ”Bioenergiasta elinvoimaa”-klusteriohjelmalla, joka on yksi maakunnan kolmesta elinkeinopoliittisesta ohjelmasta.

Jyväskylän yliopiston rooli seudullisessa bioenergiayhteistyössä on vielä toistaiseksi ollut vaatimaton johtuen rajallisista resursseista, mutta myös siitä, että bioenergia ei ole biokaasualaa lukuun ottamatta aiemmin ollut opetuksen ja tutkimuksen painopistealana. Tämän selvitystyön tavoitteena on ollut koota tietoja JY:n nykyroolista ja kehittämistarpeista ja -mahdollisuuksista seudullisessa bioenergiayhteistyössä. Lähestymistavaksi valittiin alueen energia-alan toimijoiden ja muiden keskeisten sidosryhmien näkökulma. Näiden perusteella, ja peilaten muuhun bioenergiaopetukseen ja -tutkimukseen Suomessa, laadittiin vuoteen 2012 ulottuva visio yliopiston roolista alueellisessa ja kansallisessa bioenergiayhteistyössä, JY:n bioenergiaopetuksen ja -tutkimuksen kehittämisen tueksi.

Tämän työn toteuttamisesta vastasi professori Dan Asplund, Benet Oy:stä. Vision laadinta tapahtui kolmessa työpöytätyössä, joihin osallistui edustajat JY:sta, Jyväskylän ammattikorkeakoulusta (JAMK), VTT:ltä, Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksesta (YMTK), Keski-Suomen Liitosta, Jyväskylä Innovation Oy:stä, Ramboll Finland Oy:stä, Jyväskylän Energia Oy:stä, Vapo Oy:stä ja Wärtsilä Biopower Oy:stä. Lisäksi toteutettiin yrityskysely, johon vastasi 20 yritystä, sekä muutamia henkilökohtaisia yrityshaastatteluja. Kyselyyn vastanneet yritykset on esitetty liitteessä 2 ja tulokset on koottu liitteeseen 3.

2. NYKYTILA

2.1 Bioenergiaopetus ja -tutkimus Jyväskylän yliopistossa

UE-ohjelma

Uusiutuvan energian (UE) koulutus- ja tutkimusohjelma käynnistyi Jyväskylän yliopistossa 1.1.2003 Länsi-Suomen lääninhallituksen myöntämän EU:n rakennerahastojen (ESR ja EAKR) sekä silloisen Jyväskylän Teknoliakeskus Oy:n, kuntien ja yritysten tuella. Vuoden 2007 alussa koulutusohjelma vakinaistettiin Uusiutuvan energian maisteriohjelmaksi. UE-ohjelma oli alun perin suomenkielinen ohjelma ja siihen osallistui alusta lähtien kolme tiedekuntaa: matemaattis-luonnontieteellinen (MLTK, fysiikka, kemia ja ympäristötiede), yhteiskuntatieteellinen sekä taloustieteiden tiedekunta. UE-ohjelman koulutustarjonta rakentuu ohjelman yhteisestä opetuksesta (peruskurssi ja maisteriseminaari), kunkin mukana olevan ainelaitoksen omasta pääaineopetuksesta sekä muutamasta vuosittain vaihtuvasta valinnaisesta kurssista (esim. kansainvälisen kesäkoulun kautta järjestetyt kurssit). Heinäkuun 2008 loppuun mennessä oli UE-ohjelmasta valmistunut 32 opiskelijaa, joista 15 ympäristötieteen linjalta (Taulukko 1). Ohjelmassa opiskelee tällä hetkellä noin 60 opiskelijaa.

Taulukko 1. Uusiutuvan energian maisteriohjelma (UENMO), tutkinnot vuosittain

	KEM	FYS	YMP	TAL/YTJ	YTK	YHT.
2004			1	1		2
2005	1		5		1	7
2006	2		3			5
2007	2	2	1	1		6
2008	2	2	5	2	1	12
YHT.	7	4	15	4	2	32

KEM=kemia, FYS=fysiikka, YMP=ympäristötiede, TAL/YTJ= Taloustiede/ympäristöjohtaminen, YTK=yhteiskuntatiede

UE-ohjelman varoilla on tällä hetkellä palkattuna neljä henkilöä: yliopiston ja VTT:n yhteinen tutkimusjohtaja (50 %, BYTL), laboratorioinsinööri (kemia) sekä kaksi tutkijaa (fysiikka ja taloustiede). Lisäksi on erillisellä määrärahalla palkattu henkilö (BYTL) mikro-CHP (μ CHP) -tutkimusympäristön rakentamiseen. Ohjelman ulkopuolelta on UE-yhteistyöhön (koordinointiin ja tutkimustoimintaan) osallistunut viisi professoria sekä (opetustoimintaan) kaksi ympäristötieteen yliassistenttia.

Ensimmäinen UE-professori oli tarkoitus palkata ohjelmaan alkuvuodesta 2008. Virkaa haki viisi henkilöä. Myös yliassistentin määräaikainen virka oli haettavana keväällä 2008. Molempien virkojen täyttöprosessi on kesken. Tämänhetkinen henkilöstövaje vaikeuttaa merkittävästi UE-ohjelman kehittämistä ja rajoittaa tutkimustoimintaan ja opetukseen panostamista.

UE-ohjelmassa ei toistaiseksi opiskele ”omia” jatko-opiskelijoita. Ohjelmassa mukana olevien viiden professorien tutkimusala liittyy osittain UE-alaan, ja näin ollen osaa heidän jatko-opiskelijoistaan voidaan pitää myös UE-alan jatko-

opiskelijoina. Esim. biokaasu-alan jatko-opiskelijoita (prof. Rintala) ei ole aiemmin luokiteltu UE-ohjelman opiskelijoiksi.

Bioenergian rooli ja resurssit UE-ohjelmassa

Tammikuun 2008 hakukierroksella 72 uutta opiskelijaa haki UE-ohjelman opiskelijoiksi (2007: 37 kpl). Ylivoimaisesti eniten eli 34 haki Sustainable Bioenergy (SusBio) pääainevaihtoehtoon. SusBio:on valittiin kahdeksan opiskelijaa, joista neljä aloitti opiskelunsa syyslukukaudella 2008. Syksyllä 2007 aloitti niin ikään neljä uutta SusBio-opiskelijaa. SusBio-opiskelijakiintiö tulee vuonna 2009 olemaan kahdeksan opiskelijaa ja luku on tarkoitus nostaa kymmeneen vuonna 2010, edellyttäen, että soveltuvien hakijoiden määrä pysyy riittävänä.

Bioenergia-alan tutkimus ja -opetus UE-ohjelmassa liittyi ennen vuotta 2007 vahvasti biokaasualaan: biokaasun tuotantoon maatalouden jätteistä ja muista biomassoista, sekä biokaasun ja kaatopaikkakaasun hyödyntämiseen energianlähteenä, mm. liikennepolttoaineena. Meneillään oleva bioenergia-alan tutkimus JY:llä sekä valmistuneet ja käynnissä olevat pro gradu- ja väitöskirjatyöt on liitteessä 4. Jätehuoltoon liittyvä tutkimus, jossa on mukana energia-aspekti, on tässä myös laskettu bioenergiasektorin tutkimukseksi.

Yliopiston yhteinen tutkimusjohtaja VTT:n kanssa on mahdollistanut toimintaa myös mm. polttotekniikan alalla. Tutkimuslaitteita, jotka mahdollistavat μ CHP-tutkimustoimintaa, on vuodesta 2006 ollut rakenteilla Vaajakosken UE-laboratorion tiloihin. Tutkimusympäristö valmistunee loppuvuodesta 2008, jolloin voidaan käynnistää koetoimintaa yhteistyössä mm. Jyväskylän ammattikorkeakoulun (JAMK) kanssa.

Uuden SusBio-pääainelinjan myötä on bioenergiaan liittyvää kurssivalikoimaa pyritty laajentamaan (Taulukot 2 ja 3). Vuonna 2007–2008 järjestetyille uusille kursseille on osallistunut runsaasti myös bio- ja ympäristötieteiden muiden pääaineiden maisteri- ja jatko-opiskelijoita sekä muiden UE-ohjelman pääaineiden opiskelijoita.

Taulukko 2. Bioenergiaan liittyvä kurssivalikoima kansainvälisessä kesäkoulussa, ”Jyväskylä Summer School”

Elokuu 2007

RE 1: Biofuels-Focusing on traffic fuels, 2 ECTS

RE 3: Sustainable biogas production from biomass, 2 ECTS

Elokuu 2008

RE1: Sustainable biogas production from wastes and energy crops, 2 ECTS

Taulukko 3. Bioenergiaan liittyvä kurssivalikoima UE-ohjelmassa 2007–2009

KEMS801	Renewable energy production, 8 op (osittain bioenergia)
KEMS802	Seminar on renewable energy, 4 op (osittain bioenergia)
YMPS340	Ilmansuojelutekniikka, 5 op
YMPS349	Ilmansuojelun mittaustekniikat, 4 op
YMPS450	Biokaasuteknologia, 4 op
YMPS465	Biomassojen termisten konversiotekniikoiden perusteet, 5 op
<i>Uusia kursseja lukuvuonna 2007–2008</i>	
YMPS391	Biomassan tuotanto ja käyttö, 4 op
YMPS392	Energiatuotantojärjestelmien hiili-, energia- ja päästötaseet, 5 op
YMPS493	Biopolttoaineiden tuotannon ympäristövaikutukset, 2 op
CEMS270	Climate business, 5 op
<i>Uusia kursseja lukuvuonna 2008-2009</i>	
YMPS353	Biopolttoaineiden standardit ja laboratoriotyöt, 4 op
YMPS464	Jätteiden energiakäyttö, 4 op
YMPS491	Energiatalous ja ympäristö, 4 op
YMPS492	Bioenergiatuotannon sivutuotteiden käsittely ja hyötykäyttö, 3 op

2.2 Alueellinen ja kansallinen bioenergiayhteistyö

JY:n alueellinen bioenergiayhteistyö on ollut henkilöstöresursseihin nähden kiitettävällä tasolla. Seuraavassa on kuvattu osa yhteistyömuodoista.

Energiateknologian osaamiskeskusohjelma / Jyväskylän Innovation Oy (JI)

JY on osallistunut lukuisiin Jyväskylä Innovation Oy:n koordinoimiin ja rahoittamiin (Energiateknologian osaamiskeskusohjelma, OSKE) yhteistyöhankkeisiin, liittyen mm. biokaasuteknologiaan ja seudullisen biokaasuosaamisen ja –yhteistyön kehittämiseen. JY osallistuu myös JI:n vetämän Jyväskylän seudun energiateknologian osaamiskeskusohjelman asiantuntijaryhmän työskentelyyn.

Bioenergiasta elinvoimaa -ohjelma 2007-2015

Bioenergiasta elinvoimaa (BEV) on yksi Keski-Suomen maakunnan kolmesta kehittämisen painopistealueesta. Klusteriohjelmien päärahoittajat ovat Keski-Suomen liitto ja Euroopan aluekehitysrahasto. BEV-ohjelmaa koordinoi JAMK. Keskeinen rooli käytännön ohjelmatyössä on neljällä teemaryhmällä, jotka vievät eteenpäin yhdessä valittuja kehittämisalueita: Biovoimaloiden polttoainejärjestelmät, Alue- ja kiinteistökohtaiset lämmitysjärjestelmät, Pellettienergiajärjestelmät sekä Biokaasujärjestelmät. JY on mukana kahdessa viimeksi mainitussa teemaryhmässä. Yritykset osallistuvat seudulliseen yhteistyöhön olemalla jäsenenä sekä BEV ohjelman strategiaryhmässä että teemaryhmässä.

Jyväskylän yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus (YMTK)

JY ja YMTK ovat vuonna 2008 hankkimassa yhdessä nanokokoalueen aerosolimittauslaitetta (EU-rahoituksella).

Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK)

JY:n ja JAMK:in rehtorien toivomuksesta käynnistettiin muutama vuosi sitten bioenergiaan liittyvä yhteistyöryhmä. Ryhmä kokoontuu 3 – 4 kertaa vuodessa. Konkreettisia yhteistyöhankkeita on toteutettu mm. biokaasu- ja μ CHP-tekniikan osalta. Koulutusyhteistyömahdollisuuksia etsitään jatkuvasti. Yhteinen ESR-hankehakemus seudullisen bioenergiakoulutusyhteistyön kehittämiseksi jätettiin keväällä 2008. Yhteistyöryhmä on ehdotettu laajennettavaksi jolloin toimintaan tulisi tiiviimmin mukaan myös VTT.

VTT

JY:n UE-ohjelmalla on ollut yhteinen tutkimusjohtaja (M. Aho) VTT:n kanssa vuodesta 2003 lähtien. Vuonna 2006 siirtyi VTT:n erikoistutkija (M. Wihersaari) JY:n yliassistentiksi kehittämään yhteistyötä sekä JY:n energia-alan koulutus- ja tutkimustoimintaa.

Finbio ry

Seudulliset toimijat vaikuttavat valtakunnalliseen bioenergiaverkoston mm. Suomen Bioenergiayhdistys Finbio ry:n kautta (toimisto sijaitsee Jyväskylässä). Finbio ry:llä on yli sata yritys- ja yhteisöjäsentä, ja kaikki alan merkittävimmät yritykset ja yhteisöt Keski-Suomesta ovat mukana yhdistyksen toiminnassa. Finbio ry:llä on lisäksi yli 200 henkilöjäsentä. Seudulliseen yhteistyöhön vaikuttaa myös Finbion joka toinen vuosi Jyväskylässä järjestettävät Bioenergiapäivät ja kansainvälinen Bioenergiakonferenssi.

BENET

Merkittävä seudullinen toimija on myös yli kymmenen vuotta toiminut BENET verkosto. Verkostossa on mukana yrityksiä, koulutusorganisaatioita ja tutkimusorganisaatioita. BENET hallinnoi myös Keski-Suomen Energiatoimistoa.

Seuraavassa on kuvattu JY:n keskeisimmät bioenergia-alan yhteistyöavaukset kansallisella tasolla:

Kestävä Energia-allianssi

”Kestävä Energia” (KE) - allianssin myötä ollaan parhaillaan kehittämässä tutkimus- ja opetusyhteistyötä Jyväskylän, Tampereen teknillisen yliopiston ja Tampereen yliopiston kanssa. Rahoitusta tälle yhteistyölle on myönnetty 0,5 M€ ajalle 1.8.2008 - 31.12.2009. Noin puolet tästä rahoituksesta kohdistetaan JY:n toiminnan kehittämiseen. Myös VTT ja MTT ovat mukana tämän yhteistyön kehittämisessä. Yhteistyö koskee seuraavia sektoreita:

- Aurinkoenergia
- UE:n bioprosessitekniikat
- Energia- ja biojalostamointegraatit sekä energiatehokkuus
- Puhdas pienpoltto
- Energiantuotannon ja -kulutuksen kestävyys

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT)

Prof. Rintala on 2008-2009 50 % virkavapaalla kehittämässä tutkimusyhteistyötä Maa –ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) kanssa. Myös muuta JY:n henkilökuntaa on siirtynyt MTT:n palvelukseen (FM Teija Paavola, MTT Jokioinen,

FT Sari Luostarinen, MTT Mikkeli). Tutkimusryhmän työ keskittyy maa- ja elintarviketalouden sekä yhdyskuntien ja teollisuuden biohajoavien jätteiden ja sivujakeiden kestäväan käsittelyyn hajautetuissa järjestelmissä, erityisesti uusiutuvan energian tuotantoon, ravinteiden kestäväan kierrätykseen ja ympäristömyötäisiin teknologioihin sekä lisäarvotuotteisiin.

3. ULKOISET TRENDIT/TEKIJÄT – HAASTE YLIOPISTON BIOENERGIA-SEKTORILLE

Jyväskylän yliopiston bioenergia-alan tutkimus- ja koulutustoiminnan sekä seudullisen yhteistyön kehittämiseen vaikuttavia ulkoisia tekijöitä hahmotettiin yhdessä seudun yhteistyötahojen kanssa tämän selvityksen puitteissa järjestetyssä työistunnossa. Aineistoa on täydennetty istuntojen jälkeen.

Seuraavassa on esitelty tärkeimmät esille tulleet JY:n bioenergia-alan tutkimuksen ja koulutuksen sekä alueellisen yhteistyön kehittämiseen vaikuttavat tekijät sekä yliopiston vahvuudet ja heikkoudet suhteessa näihin.

”Energia ja Ympäristö tekijät”

- Ilmastonmuutos
- Energiatehokkuus
- Kestävä energiatalous (elinkaariajattelu ja talouskytkennät)
- Omassa hallinnassa oleva (paikallinen) energiantuotanto

”Globaalit tekijät”

- Kansainvälistyminen
- Öljyvarantojen pieneneminen sekä öljyn hinnan jatkuva nousu
- Venäjän ja Aasian kasvava merkitys

”Yhteiskunta ja yhteistyö tekijät”

- Yliopistolaki 2010 ja korkea-asteen koulutuksen uudistuminen
- Kolmannen (yhteiskunnallisen) tehtävän lunastaminen → osa tulosoajasta?
- Ikäluokat pienenevät mutta osaavan työvoiman markkinat kasvavat

Lisäksi tunnistettiin seuraavat trendit:

- Biopolttoaineiden kauppa lisääntyy (polttoaineet kulkevat sinne, missä ohjauskeinot ja maksukyky suotuisat)
- Bioenergian tuotanto kilpailee ruoan kanssa
- Puutullit → kilpailu raaka-aineesta metsäteollisuuden kanssa?
- Biojalostamot tulevat
- Myös muita fossiilisia raaka-aineita korvataan puuraaka-aineilla (esim. muoviteollisuudessa) → kilpailu raaka-aineista?
- Energian säästö on MUST (myös bioenergian säästö!)
- Julkisen tutkimusrahoituksen (Tekes) saamiseen maakuntaan on alettu kiinnittää huomiota. Strategisen huippuosaamisen keskittymät (SHOK:it) vaikuttanevat myös tutkimusrahan määrään tulevaisuudessa.

Energia ja Ympäristö tekijät

Ilmastonmuutoksen torjuntapyrkimykset tuovat mukaansa sen, että UE-alan sekä **energiatehokkuuden parantamiseen** liittyvä tutkimustarve lisääntyy nopeasti. Bioenergian käytön lisäämiseen sekä energiatehokkuuden parantamiseen liittyvä tutkimus on lyhyellä tähtäimellä (vuoteen 2020) Suomen

kannalta avainasemassa. Alan liiketoiminta kasvaa ja uusia toimijoita tulee markkinoille.

EU on ehdottanut teollisuusmaiden tavoitteeksi hiilidioksidipäästöjen alentamisen 20 %:lla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä. EU:n komissio on tehnyt jäsenmaille direktiiviehdotuksen uusiutuvien energialähteiden osuuden lisäämiseksi nykyisestä 8,5 %:sta 20 %:iin. Suomelle on ehdotettu UE-osuuden nostamista 28,5 %:sta 38 %:iin (energian loppukäytöstä). Tästä suurin osa tulee olemaan bioenergiaa. Näiden tavoitteiden asettamisen seurauksena on parhaillaan meneillään bioenergiatrendi, ”hype”, joka voimakkaasti houkuttelee yliopistoja ja tutkimuslaitoksia kehittämään bioenergia-alaan liittyvää tutkimustaan. Myös energiantuotannon ympäristövaikutusten hallinta, kuten päästöjen ja niiden terveysvaikutusten vähentäminen, on jatkossakin tärkeää. Energiatehokkuuden tarve kasvaa. EU:n komissio on ehdottanut tavoitteeksi energiatehokkuuden parantamista 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Tehokkuus koskee sekä energian käyttöä että tuotantoa, ml. bioenergiaa.

Kestävä energiatalous korostuu jatkossa. Tämä merkitsee bioenergian osalta mm. sitä, että vaikka bioenergiaan siirtyminen on sinänsä ympäristön kannalta yleensä positiivista, voivat hyödyt bioenergian käytöstä tai ”hyvyyssasteet” bioenergian tuotannossa ja käytössä olla erilaisia. Bioenergian rooli energijärjestelmässä tulee muuttumaan ajan myötä, kun kilpailu biomassosta kovenee ja tekniikka ja järjestelmät kehittyvät. Tarvitaan työkaluja, joilla voidaan arvioida, ohjata ja optimoida kestävänsä energiatalouden kehittymistä bioenergian suhteen.

Uudessa EU:n direktiiviehdotuksessa todetaan esimerkiksi, että liikenteen biopolttoaineiden tulee pienentää kasvihuonekaasuja vähintään 35 %. Voidaan toisaalta kysyä, ovatko nämä tavoitteet liikennebiopolttoaineiden lisäämisestä oikea kehitysaskel kohti kestävämpää energiataloutta, vai olisiko muilla keinoin mahdollista käyttää bioenergiaa tehokkaammin ilmastonmuutoksen torjuntaan. Nämä kysymykset voidaan ottaa haasteena JY:n bioenergiaopetus- ja tutkimustoiminnan kehittämisessä. Jyväskylän yliopiston monitieteisyyden (tekniikka, talous, ympäristö ja yhteiskunta) hyödyntäminen tarjoaa tässä yhteydessä hyviä mahdollisuuksia. Myös monitieteisyyden imagoa (ei pelkästään kovaa teknologiaa) voidaan pitää vahvuutena.

Omassa hallinnassa oleva energiantuotanto eli paikallinen (hajautettu) energiatuotanto korostuu tulevaisuudessa. Se tarjoaa mahdollisuuksia huoltovarmuuden lisäämisen ja energian säästöön (siirron osalta). Bioenergia on pääasiassa paikallisesti hyödynnettävä resurssi ja sen käyttöä lisäämällä voidaan vastata tähän tavoitteeseen. Paikallisen tuotannon ja hajautetun energiahuollon tason parantaminen sekä bioenergian tarjoamat uudet liiketoimintakonseptit tuovat runsaasti kehittämistarpeita.

Energia- ja ympäristötekijöiden suhteen Jyväskylän yliopiston vahvuksina nähdään:

- Tahtotila kehittämiseen on vahva
- UE-ohjelmassa on jo valittu painopistealueeksi hajautettu energiantuotanto

- Monitieteisyys (fys, kem, ymp. mat, tal jne) on mahdollisuus ja koulutus tarjoaa hyvät edellytykset kokonaisuuksien ymmärtämiseen.
- Kriittinen menestystekijä on osaamisen ”tuotteistaminen”. On ymmärretty, että yleinen ilmiöiden ymmärtäminen ei riitä, vaan osaaminen pitää pystyä kokoamaan työkaluksi, jolla on arvoa yritysmaailmassa.

Uhkana nähdään:

- Toiminnan rönsyäminen liian laaja-alaiseksi ja siitä seuraava rajallisten resurssien kohdentamisen ja fokuosoinnin puute.
- Yritetään kilpailla ”väärässä sarjassa” eli esim. teknisten yliopistojen kanssa.

Yhteiskunta ja Yhteistyö tekijät

Ikäluokat pienenevät samalla kun tullaan tarvitsemaan lisää osaavaa työvoimaa. Tämä merkitsee, että työvoiman markkinat kasvavat ja kilpailu koulutettavista kovenee. Työmarkkinat rekrytoivat osaajia - ei tutkintoja - mikä merkitsee, että on (joustavasti) tuotettava työmarkkinoilla kysyttyä osaamista. Tutkinnot sinänsä eivät vielä takaa ”oikeantyyppistä” työmarkkinoilla tarvittua osaamista. Muutos merkitsee siirtymistä tarjontalähtöisyydestä kysyntälähtöisyyteen tutkimuksessa ja koulutuksessa ja tulee vaikuttamaan myös esim. kasvavana muuntokoulutuskysyntänä. Yliopiston yhteiskunnallisen tehtävät esim. tiiviin alue- ja elinkeinokytkennän kautta.

Toimintaympäristön muuttuessa nopeasti on nopea muutoskyky edellytyksenä myös yliopiston mahdollisuuksille vastata haasteeseen. Vaikka painopistealueiden (keihäänkärkien) valitseminen on tarpeen, tulisi riittäviä valmiuksia kehittää rohkeasti myös muilla alueilla, jotta toimintaympäristössä tapahtuviin muutoksiin pystytään vastaamaan riittävän nopeasti.

Yliopistolaki 2010 ja korkea-asteen uudistuminen tuovat mukanaan mm. seuraavia muutoksia:

- Uudentyyppiset rakenteet ja prosessit
- Kilpailun koveneminen
- Rahoitusmallien muuttuminen (mikä tulee vaikuttamaan ulkopuolisen rahoituksen rooliin)
- Verkostot ja verkostotaidot

Näiden tekijöiden suhteen Jyväskylän yliopiston vahvuutena nähdään:

- Nykyisessä fokusalueessa ollaan vahvoja (biokaasuteknologia)
- Yhteistyö tutkimus- ja oppilaitosten välillä on parantunut. Tällä puolella on kuitenkin edelleen olemassa runsaasti mahdollisuuksia.

Näiden tekijöiden suhteen uhkana nähdään:

- Riittämätön vuoropuhelu ja yhteistyö ympäröivän alueen/yhteiskunnan kanssa
- Riittämättömät henkilöstöresurssit sekä opetus- että tutkimuspuolella
- Jyväskylän houkuttelevuus heikko kansainvälisellä rekrytointikentällä
- Bioenergia tutkimusalana nuori – puute erityisesti osaavasta opetushenkilöstöstä

Globaalit tekijät

Kansainvälistyminen korostuu edelleen sekä EU:n sisällä että suhteessa Aasiaan ja Venäjään. Kansainvälisyys näkyy markkinoilla, yritystoimintana ja tutkimusyhteistyönä. Yliopistolta tarvitaan kansainvälisen kilpailun kestävää tasoa ja laatua, koska yritykset hakevat entistä enemmän työntekijänsä ja tutkimuskumppaninsa globaalisti. Kansainvälisyys merkitsee myös liikkuvuuden lisääntymistä (tutkijat, tieto, työ). Venäjän ja Aasian merkitys kasvaa.

Öljyvarantojen pieneneminen ja öljyn hinnan jatkuva nousu vaikuttavat talouteen monella tavalla. Energiasektorilla se merkitsee mm. bioenergian merkityksen kasvamista lämmitys- ja liikennemarkkinoilla ja siten kasvavaa tutkimus- ja kehittämistarvetta.

Näiden tekijöiden suhteen Jyväskylän yliopiston vahvuutena nähdään:

- mahdollisuus ja tahtotila kehittää nopeasti bioenergia-alan tutkimusta seudullisen ja kansallisen yhteistyön myötävaikutuksesta
- kansainvälinen UE-ohjelma jo olemassa
- mahdollisuus hyödyntää erilaisia jo luotuja instrumentteja liikkuvuuden ja yhteistyön lisäämiseksi sellaisilla kansainvälistymisen painopiste-alueilla, jotka tunnustetaan seudullisesti tärkeiksi
- bioenergiatutkimus- ja koulutusala myös kansainvälisesti nuori ja vahva kehityksen painopistealue

Näiden tekijöiden suhteen uhkana nähdään:

- ei kiinnitetä riittävästi huomiota kansainväliseen opiskelijarekrytointiin, esim. mistä maista opiskelijat tulevat, mitä he haluavat täällä oppia, ja millä tavalla hyödynnetään heidän yliopisto-opintojen jälkeisiä uravalintoja seudullisten verkostojen ja yhteistyön kehittämisessä
- ei kiinnitetä riittävästi huomiota suomalaisten vaihto-opiskelijoiden ohjaamiseen kohdemaata, yliopistoa ja kurssivalikoimaa valittaessa, jolloin suoritettuja opintoja ei usein pystytä hyödyntämään korvaavina opintojaksoina kotimaassa.

4. ASIAKKAAT JA KILPAILIJAT

Jyväskylän yliopiston bioenergiatutkimuksen potentiaalisiksi asiakkaisiksi arvioitiin:

- Polttoaineen tuottajat ja polttoainetuotannon laitevalmistajat
- Logistiikkasuunnittelijat
- Polttoprosessien laitevalmistajat
- Lämpö- ja voimalaitokset
- Metsäteollisuus
- Konsultti- ja suunnittelijayritykset.

Monia potentiaalisia asiakkaita myös toimii maakunnassa ja tämä läheisyys tuo Jyväskylän yliopistolle lisäetua palvelujen tarjonnassa. Koska yritykset hankkivat palvelut sieltä mistä he kokevat parhaiten niitä saavan, tarvitaan läheisyyden lisäksi myös muunlaista kilpailukykyä.

Merkittävimmäksi kilpailijaksi, mutta samalla potentiaaliseksi yhteistyökumppaniksi todettiin VTT. VTT tarjoaa bioenergiatutkimusta kaikilla osa-alueilla. VTT:n bioenergiatutkimuksen henkilöstöresurssit ovat mittavat, yli 100 henkilöä. VTT on lisäksi bioenergia-alalla kansainvälisesti tunnustettu tutkimusorganisaatio.

Metsäntutkimuslaitos (Metla) on erikoistunut metsäpolttoaineisiin ja erityisesti niiden tuotantoon. Metla ja VTT ovat äskettäin solmineet bioenergiatutkimukseen liittyvän yhteistyösopimuksen. Metlassa työskentelee noin 40 tutkijaa bioenergiatutkimuksen parissa.

Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) panostaa energiakasvien jalostukseen ja tuotantoon. Laitos on käynnistänyt biokaasututkimusta yhteistyössä Jyväskylän yliopiston kanssa. MTT:ssä panostetaan vuositasolla noin 10 htv bioenergiatutkimukseen.

Mikään Suomen yliopistoista ei ole vielä profiloitunut bioenergiaan vaan bioenergia on niissä osa muuta energia- tai luonnonvaratutkimusta.

- Joensuun yliopisto on osana metsäalan tutkimusta panostanut myös turve- ja metsäpolttoaineiden tuotantoon (prof. Asikainen). Uuden professuurin myötä ollaan aloittamassa myös pellettien tuotantoon liittyvää tutkimusta, erityisesti uudet raaka-aineet (prof. Sikanen).
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto panostaa metsäpolttoaineiden tuotantoon, logistiikkaan ja talouteen (prof. Ranta) sekä bioenergian ympäristövaikutuksiin. Eräs uusi aluevaltaus on Stirling-tekniikan hyödyntäminen μ CHP-kokoluokassa biopolttoaineisiin perustuen.
- Tampereen teknillinen yliopisto panostaa bioenergiaan monella sektorilla muun tutkimuksen rinnalla (prof. Raiko voimalaitostekniikka; prof. Aittomäki lämpöpumput; prof. Keskinen aerosolifysiikka; prof. Puhakka biotekniikka, biotekninen energiantuotanto; prof. Karp biotekniikka, biotekninen energiantuotanto; prof./Fidipro Tuovinen biotekninen energiantuotanto).
- Teknillinen korkeakoulu on myös panostanut mm. Stirling-tekniikkaan. TKK:lla on myös bioenergia-alaan liittyvää tutkimusta mm. energia- ja ympäristösektorilla sekä jätehuollossa (prof. Fogelholm, prof. Kaila)

- Oulun yliopisto panostaa mm bioenergiatuotantolaitosten säätöön ja ohjaukseen. Yliopistoon kuuluvassa Thule-instituutissa tehdään bioenergiakäytön aluetalouteen liittyvää tutkimusta (dos. Mäenpää)
- Kuopion yliopistossa tutkitaan mm. bioenergiatuotantoon liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä (prof. Martikainen).

Yliopistojen energiatutkimus on arvioitu laajemmin vuonna 2006 Suomen Akatemian teettämän kansainvälisen arvioinnin yhteydessä (1).

5. VISIO JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON ROOLISTA SEUDULLISESSA BIOENERGIAYHTEISTYÖSSÄ

Seudullisessa bioenergiayhteistössä on tällä hetkellä mukana runsaasti yrityksiä, viranomaistahoja ja rahoittajia (esim. Keski-Suomen Liitto ja kunnat) sekä kehittämis-, tutkimus- ja koulutusorganisaatioita (Jykes Oy, Jyväskylä Innovation Oy, TEKES, VTT, JAMK ja pienessä määrin myös Jyväskylän yliopisto).

Tämän selvitystyön keskeisenä tavoitteena oli laatia vuoteen 2012 ulottuva visio Jyväskylän yliopiston roolista seudullisessa bioenergiayhteistyössä ja tältä pohjalta hahmotella toimenpide-ehdotuksia yhteistyön kehittämisen tueksi. Selvitystyön tuloksena sidosryhmien toiveet ja odotukset voidaan kiteyttää seuraavaan visioon:

Visio:

Keski-Suomessa on kansainvälisesti arvostettu bioenergiayhteisö, jossa Jyväskylän yliopistolla on johtava perustutkimusrooli

Visio sisältyy seuraaviin keskeisiin ja haasteellisiin tavoitteisiin:

Keski-Suomi tuottaa maailmanluokan bioenergiaosaamista

Keski-Suomessa on kansainvälisesti arvostettu bioenergiayhteisö jossa Jyväskylän yliopistolla on aktiivinen ja merkittävä rooli. Keski-Suomessa on aktiivinen ja toimiva bioenergiaklusterin toimijoita yhdistävä oppimis- ja innovaatioverkosto, joka tuottaa alalle maailmanluokan osaamista.

Yliopisto toimii aloitteiden tekijänä myös bioenergia-alalla

Yliopistolla on vahva rooli aloitteiden tekemisessä, se tiedottaa niistä ja on hyvin näkyvä perustutkimuksen alalla.

Yliopisto toimii bioenergiayhteistyön rakentajana

Yliopistolla on kansainvälisenä tiedeyliopistona aktiivinen rooli yhteistyön mahdollistajana ja vuoropuhelun rakentajana alueen yritysten, tutkimuslaitosten, oppimislaitosten ja viranomaisten välillä.

Yliopistolla toteutetaan elinkeinoelämän tarpeisiin vastaavaa koulutusta ja tutkimusta

Koulutuksen sisältöä, toteutustapaa, volyyymia ja vaativuustasoa kehitetään yhä joustavammasi perustuen mm. työmarkkinoilla odotettavissa olevaan kysyntään. Yliopistolla toteutetaan elinkeinoelämän tarpeisiin koulutusta ja tutkimusta eli perustutkimuksen lisäksi soveltavaa tutkimusta sisältäen myös asiakassovellutuksia.

Yliopistolla syntyy koulutusinnovaatioita

Yliopistolla syntyy koulutusinnovaatioita ja niitä konseptoidaan. Opetus on kompetenssipohjaista sekä monitieteellistä ja tieteidenvälistä.

Yliopisto toimii bioenergiakoulutuksen ”ehjän polun” keskeisenä rakentajana Keski-Suomessa

Maakunnassa on bioenergiakoulutuksen ehjä polku vähintään toisesta asteesta (ammattikoulu ja lukio) ylimpään tutkintoon asti (tohtoriksi). Toiminta on verkostomainen sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Luodaan akateeminen houkuttelevuus (lisäarvo), joka tunnustetaan bioenergiaosaamisen yhtenä keskeisenä elementtinä.

6. BIOENERGIATUTKIMUKSEN PAINOPISTEALUEET

Jyväskylän yliopiston nykyisen bioenergiatutkimuksen aihealueet sekä valmistuneet ja valmisteilla olevat opinnäytetyöt on esitetty liitteessä 4. Tiedot on kerätty toukokuussa 2008 UE-ohjelmassa mukana olevien professorien ja muun henkilöstön avulla ja saattavat sisältää joitain puutteita. Bioenergia-alaan liittyen on vuosina 1998–2008 valmistunut yhdeksän väitöskirjatyötä ja 61 pro gradu-työtä. Lisäksi useita väitöskirja- ja pro gradutöitä on valmisteilla.

UE-ohjelmassa on keskeisesti mukana viisi professoritasoista henkilöä. Heidän ryhmissään tehtävää bioenergia-alaan liittyvää tutkimustoimintaa voidaan lyhyesti kuvata seuraavilla otsikoilla:

- Tutkimusjohtaja Martti Aho (ympäristötiede): Sähköä ja lämpöä puhtaasti puupelleteistä
- Professori Marja Järvelä (yhteiskuntatiede): Ympäristösosiologia ja maaseutututkimus: energiantuotannon edellytyksiä ja vaikutuksia
- Professori Jouko Korppi-Tommola (kemia): Liikenteen polttoainetta paikallisesti tuotettuna
- Prof. Hanna-Leena Pesonen (taloustiede): Biojalostamot metsäklusterin tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuutena
- Prof. Jukka Rintala (ympäristötiede): Energiaa ja polttoainetta biokaasuteknologialla

Taulukossa 4 on esitetty arvio yliopiston nykyisistä bioenergiatutkimuksen osa-alueista ja taulukossa 5 on esitetty ehdotus potentiaalisiksi uusiksi tutkimusalueiksi.

Taulukko 4. Työistuntojen perusteella muodostettu arvio yliopiston nykyisistä bioenergiaan liittyvistä tutkimuksen osa-alueista sekä ehdotus näille asetettaviksi tavoitteiksi vuodelle 2012

Tutkimusalue	Aiheet	Nykytaso (hyvä, kohtalainen, vaatimaton) ja panostus (ennallaan, kasvava)	Tavoite 2012
Biokaasuteknologia	Biokasun tuotanto erilaisista raaka-aineista Biokaasun puhdistusteknologiat Biometaanin liikennekäyttö Biokaasun hyödyntäminen CHP-tuotannossa Ravinteiden kierrätys Energia- ja ympäristötaseet	Hyvä Ennallaan Kohtalainen Kasvava	Monipuolistuva biotekninen energiantuotanto Uudet biokaasun hyödyntämisteknologiat Sivutuotteiden tuotteistaminen Energia- ja ympäristötaseiden hallinta
Puhdas pienpoltto	Pelletin poltto Klapin poltto Päästöjen hallinta Puhdistustekniikat Integrointi muihin UE-teknohioihin	Kohtalainen Kasvava	Laaja yhteistyö: VTT ja JAMK Pellettipolttimiin hiukkaserotin (demonstroitu) Panospolton savukaasututkimus meneillään
Pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto (μ CHP)	Stirling-prosessin kehittäminen erityisesti kuuman ja puhtaan kaasunvalmistus Kaasutus Moottori-CHP	Hyvä Kasvava Vaatimaton Kasvava	Konsepti alustavasti demonstroitu, kehitetään edelleen Koetoiminta käynnissä teknologian siirron avulla
Pellettikemia	Pellettien raaka-aineen vaikutus pelletöintiin ja pellettien laatuun Raaka-aineen tuotannon ja varastoinnin vaikutus pellettien ominaisuuksiin Varastoinnin biologisten ja kemiallisten prosessien hallinta	Vaatimaton Kasvava Vaatimaton Kasvava	Ilmiöt tutkitaan ja ymmärretään Uusia konsepteja alustavasti demonstroitu
Bioenergian tuotannon järjestelmätarkastelut	Systeemitarkastelut Energia- ja ympäristötaseet Päästökauppa Taloudelliset tarkastelut Yhteiskuntavaikutukset Tutkimusmenetelmien kehitys	Vaatimaton Kasvava	Sovellettu/demonstroitu tutkimuksen alla oleville järjestelmille Referenssejä teollisuustutkimuksista ja kv-yhteistyöstä
Biojalostamo-konseptit metsäteollisuudessa	Liiketoimintakonseptit	Vaatimaton	

Taulukko 5. Työistuntojen perusteella muodostettu arvio yliopiston potentiaalisista uusista bioenergiaan liittyvistä tutkimuksen osa-alueista

Tutkimusalue	Aiheet	Tavoite 2012
Polttolaitosten ongelmaratkaisu-konseptit	Haastavat biopolttoaineet: Mittaustekniikka Signaalin käsittely CO ₂ -talteenotto: käsittelytekniset ominaisuudet ja niiden määrittäminen	T&K toiminta meneillään Tehokas VTT-JY yhteistyö joka johtaa huipputason tutkimukseen Useita yhteisiä projekteja menossa Tutkimus viety osaksi opetusta Useita Pro gradutöitä tehty Vähintään yksi väitöstyö meneillään
Biomassavirtojen hallinta	Biomassaresurssien kestävä käyttö (ruoka, raaka-aine, energia) Biomassojen varastointitutkimus	Vähintään yksi laaja tutkimushanke käynnissä yhdessä muiden tutkimustahojen kanssa Tutkimus viety osaksi opetusta LuK-työ tehty 2008-2009 Pro gradu-töitä tehty 2009-2010 Vähintään yksi väitöstyö meneillään
Nanoteknologian soveltaminen bioenergiatutkimuksen osa-alueilla	Nanoteknologian soveltaminen Nanoteknologian tutkimusmenetelmien soveltaminen	Aiheen seuranta Esitutkimus tehty 2009 Pro gradu-työ tehty 2010
Vedessä viljelty biomassat	Biomassojen tuotanto Jalostus biokaasuksi Biodieselin tuotanto	Aiheen seuranta LuK-työ tehty 2008-2009 Pro gradu-töitä tehty 2010

7. BIOENERGIATUTKIMUKSEN JA KOULUTUKSEN MÄÄRÄLLISET TAVOITTEET

Bioenergia-alaan liittyvän tutkimuksen ja koulutuksen nykytila Jyväskylän yliopistossa on laajemmin esitetty kappaleissa 2 ja 6. Bioenergiaopetuksen ja tutkimuksen henkilöstöresurssit ja opiskelijamäärät Jyväskylän yliopistossa vuonna 2008 on kuvattu taulukossa 6. UE-ohjelmaan on tällä hetkellä palkattuna kolme henkilöä (Aho, Rasi ja Heinsola), jotka yhdessä panostavat noin 2 htv verran bioenergiatutkimuksen ja -opetuksen ydinalueeseen. UE-yhteistyöhön on osallistunut myös neljä professoria (Järvelä, Korppi-Tommola, Pesonen ja Rintala) ja kaksi ympäristötieteen yliassistenttia (Wiheraari, Ålander) jotka myös yhdessä panostavat noin 2 htv verran bioenergiatutkimuksen ja -opetuksen ydinalueeseen. Yhteensä arvioidaan että henkilökunnan panostus bioenergiatutkimuksen ja -opetuksen ydinalueeseen on n. 4 htv ja tästä noin 35 % eli 1,4 htv kohdistu opitukseen ja 2,4 htv eli 65 % tutkimukseen.

UE-ohjelmassa ei toistaiseksi opiskele ”omia” jatko-opiskelijoita mutta, koska ohjelmassa mukana olevien professorien ja yliassistenttien tutkimusala liittyy osittain tai kokonaan bioenergia-alaan, luokitellaan tässä nykyresurssien kuvaamisessa myös nämä opiskelijat bioenergia-alan jatko-opiskelijoiksi. Maisteritason bioenergiaopiskelijoita on tällä hetkellä 8. Varsinaisiksi bioenergiaopiskelijoiksi luokitellaan tässä pelkästään ”Kestävä bioenergia”-pääainelinjan opiskelijat. Bioenergia-alaan liittyville kursseille osallistuu JY:llä vuosittain jopa noin 150–200 opiskelijaa ja opintopisteitä kertyy suoritetuista kursseista n. 400 op. Bioenergiaan liittyviä pro gradu töitä syntyy vuosittain n. 10-15 kappaletta bioenergia-alan jatko-opiskelijamäärä on n. 10, pääasiassa jäte ja biokaasu-alalla.

Kappaleessa 2 kuvatuista syistä johtuvan UE-ohjelman henkilöstövajeen arvioidaan vaikeuttavan merkittävästi ohjelman kehittämistä sekä tutkimustoimintaan ja opetukseen panostamista. Kappaleessa 2 kuvatun kurssivalikoiman ylläpitäminen on vaikeaa eikä sitä pystytä kehittämään ja laajentamaan nykyisten henkilöstöresurssien turvin.

Taulukossa 7 on esitetty arvio siitä, millaisia henkilöstöresursseja tässä raportissa esitetyn vision toteuttaminen edellyttää, sekä millaiset opiskelijamäärät nämä henkilöstöresurssit mahdollistaisivat.

Taulukko 6. Bioenergiaopetuksen/tutkimuksen henkilöstöresurssit ja opiskelijamäärät Jyväskylän yliopistossa 2008

Henkilökunta	2008 (htv) josta (opetus/tutkimus)	Opiskelijat	Yhteensä (aloittaa vuosittain)
<i>UE-ohjelmassa</i> Tutkimusjohtaja (1) Tutkija (1) Laboratorioinsinööri (1)	0,5 (0,2/0,3) 1 (0,1/0,9) 0,5 (0,0/0,5)	Maisteritaso - kestävä bioenergia	8 opiskelijaa (4)
<i>UE virat joiden virantäyttö on kesken</i> Professori (1) Yliassistentti (1)	0 0	Bioenergia- koulutusta saa	150-200 opiskelijaa
<i>UE-yhteistyössä mukana</i> Professorit (4) Yliassistentit (2)	0,5 (0,1/0,4) 1,5 (1,0/0,5)	Opintopisteet 2007- 2008	n. 400 op
Yhteensä	4,0 (1,4/2,6)	Pro graduja	10-15 vuosittain
		Jatko-opiskelijat	7 (JY:n tiloissa) (1-2) 3-4 (muualla) (1-2)
		Väitöskirjoja	1-3 vuodessa

Taulukko 7. Bioenergiaopetuksen/tutkimuksen henkilöstöresurssit ja opiskelijamäärät Jyväskylän yliopistossa 2012 (visio)

Henkilökunta	2012 (htv) josta (opetus/tutkimus)	Opiskelijat ja opinnäytetyöt	Yhteensä 2012 (aloittaa vuosittain)
<i>Kokonaan bioenergiaan keskittyviä:</i> Professori (2) Tutkimusjohtaja (1) Yliassistentti/lehtori (2) Assistentti (1) Tutkija (4) (projekteilla) Yhteensä	2,0 (0,5/1,5) 1,0 (0,2/0,8) 2,0 (0,7/1,3) 1,0 (0,4/0,6) 4,0 (0,4/3,6) 10,0 (2,2/7,8)	Maisteritaso -kestävä bioenergia -uusi bioenergian pääainelinja ja muiden pääainelinjojen bioenergiaan suunt.	25 opiskelijaa (10) 25 opiskelijaa (10)
<i>Osittain bioenergiaan keskittyviä</i> Professorit (8) Yliassistentit/lehtorit (4) Muu henkilökunta Yhteensä	1,0 (0,3/0,7) 2,5 (1,4/1,1) 0,5 (0,1/0,4) 4,0 (1,8/2,2)	Bioenergia- koulutusta saa	200-400 opiskelijaa
		Opintopisteet	1 000 op
		Pro graduja	25-30 vuodessa
Yhteensä	14,0 (4,0/10,0)	Jatko-opiskelijat	15 (JY:n tiloissa) (2-3) 15 (muualla) (3-5)
		Väitöskirjoja	5-8 vuodessa

8. KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

8.1 Yleistä Euroopan bioenergiatutkimuksesta

Vuonna 2004 ilmestyi laaja ns. ERA-raportti, jossa käsitellään eurooppalaista bioenergiatutkimusta ja sen kehittämistä (2). Raportissa todetaan seuraavien alueiden vaativan edelleen mittavaa tutkimus- ja kehittämispanostusta:

Raaka-aineen tuotanto ja esikäsittely:

- Metsätähteen, energiakasvien ja jätteiden bioenergiafraktion tuotanto.
- Standardisoitujen kiinteiden polttoaineiden tuotanto ja kauppa.
- Maankäytön muutosten analyysit ja maankäyttötarkoitusten kilpailu energiamarkkinoiden ulkopuolella.

Energiantuotantoprosessit:

- Kehittyneet kaasutusmenetelmät sähkön ja vedyn/synteesikaasun tuotantoon.
- Etanolin tuotanto puusta integroiduissa laitoksissa.
- Integroidut tuotantolaitokset liikenteen polttoaineille ja biotuotteille (biojalostamot).
- Pienen kokoluokan automaattinen poltto ja päästöjen hallinta.
- Pyrolyysiöljyn valmistus. Polttomoottoreiden ja kaasuturbiinien soveltaminen biopolttoaineille, esim. IGCC prosessi.

Loppukäytön integrointi:

- Biopolttoaineiden yhteispoltto fossiilisten polttoaineiden kanssa.
- Liikennepolttoaineiden logistiikka ja autojen sovittaminen uusille polttoaineille.
- Hajautettu CHP-tuotanto.
- Kioto-protokollan mukaiset laskentamenetelmät.

Luvussa 6 esitetyt ehdotukset JY:n bioenergiatutkimuksen uusiksi painopistealueiksi ovat hyvin samansuuntaisia ERA-raportissa esitettyjen näkemysten kanssa.

Raportissa esitellystä bioenergiatutkimuksesta EU:n tutkimusrahoituksen osuus oli vain 10% kun taas 90 % tutkimuksesta rahoitettiin kansallisista lähteistä. Selvityksen kattaneessa 24 maassa rahallinen panos oli 225 M€/a verrattuna esim. noin 25 M€/a panostuksiin EU:n neljännessä ja viidennessä puiteohjelmassa. Liitteessä 5 on todettu Euroopassa bioenergiatutkimusta tekevien tutkimusinstituuttien ja kokopäiväisten tutkijoiden lukumäärä eri maissa.

8.2 Seudullinen yhteistyö ja kansainvälisyys

Nykyisen seudullisen yhteistyön puitteissa tehdään myös kansainvälistä yhteistyötä. Näitä ovat mm.

- Yhteisesiintymiset kansainvälisissä bioenergia-alan konferensseissa
- EU-puiteohjelman projektit
- EU:n IEE-ohjelman (Intelligent Energy Europe, Euroopan älykäs energiahuolto) projektit

Messuilla on ollut mukana tutkimus- ja koulutuslaitosten lisäksi yrityksiä.

Kansainvälisissä hankkeissa on tyypillisesti ollut koordinaattorina ja keski-suomalaisina partnereina Jyväskylän Innovation Oy, Benet Oy, JAMK ja VTT. Yritykset ovat yleensä hankkeissa mukana rahoittajina ja/tai osatoteuttajina sekä hankkeiden ohjausryhmissä. Jyväskylän yliopisto on tervetullut osapuoli tähän seudullisten toimijoiden kansainväliseen yhteistyöhön.

8.2.1 Yritysten toivomukset

Yrityshaastatteluissa kerättiin tietoa yritysten toivomuksista yliopiston kv-toiminnan kehittämisen osalta. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että seudulliset yritykset harjoittavat eniten bioenergia-alaan liittyvää kv-liiketoimintaa Baltiassa ja Pohjoismaissa, mutta toiminta ulottuu jo melkein koko Eurooppaan, Kanadaan ja USA:han sekä Kaakkois-Aasiaan. Yritykset olivat erityisen kiinnostuneita Euroopan eri maista (Baltia, Pohjoismaat, Saksa, Ranska, Espanja, Itävalta, Venäjä) sekä Kanadasta ja USA:sta tulevista opiskelijoista.

Yritykset olivat ”tapauskohtaisesti” kiinnostuneita palkkaamaan kansainvälisiä opiskelijoita, jotka ovat saaneet lisäkoulutusta JY:ssä sekä käyttämään heidän palvelujaan erilaisissa opiskelijoiden kotimaihin suuntautuviissa kehitysprojekteissa. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että opiskelijarekrytointia kannattaa monipuolistaa ja jonkun verran aktiivisemmin suunnata seudun kehittämisen kannalta tärkeisiin maihin. Paikallista yhteistoimintaa, jossa yritykset pääsisivät tutustumaan tänne bioenergiaa opiskelemaan tullessiin ulkomaalaisiin, kannattaisi myös käynnistää.

Moni suomalainen opiskelija viettää nykyään noin puoli vuotta opiskeluaikasta vaihto-opiskelijana. Tämäkin toiminta voitaisiin kehittää systemaattisemmaksi niin, että bioenergiaopiskelijoiden kv-vaihtomaat olisivat ensisijaisesti yritysten bioenergian T&K-toiminnan kohde- ja yhteistyömaita/alueita, jolloin opiskelijoiden arvo työmarkkinoilla kasvaisi.

8.2.2 Koulutuksen tuotteistamismahdollisuudet kv-markkinoita silmällä pitäen

Yliopistotasoista bioenergian koulutusta on jo jonkun verran tarjolla kansainvälisillä markkinoilla, mutta ala on vielä kehityskaaren alkuvaiheessa. Keski-Suomessa lienee erinomaiset edellytykset kehittää eritasoisia koulutustuotteita kv-markkinoita silmällä pitäen. Toiminta voisi olla hyvin moninaista, ja kaupallinen kv-koulutustoiminta voisi hyvin suunniteltuna tukea myös kotimaista koulutustoimintaa. Eritasoisia toimintamuotoja esim. kurssimateriaalia, opetuspalveluja, yksittäisiä kursseja, kurssipaketteja, projektien suunnittelu- ja johtamistaitoa, maisteri- ja tohtorikoulutuspalveluja,

opettajakoulutusta jne. on hyvin mahdollista sisällyttää Keski-Suomen toimijoiden ja yliopiston bioenergiakoulutustuotevalikoimaan.

8.2.3 Kansainvälinen konferenssitoiminta

Seudullisen bioenergiayhteistyön puitteessa osallistutaan erilaisiin kansainvälisiin foorumeihin. JY:n sidosryhmät toivovat, että myös JY osallistuisi aktiivisemmin näihin tapahtumiin. Keskeisiä foorumeita ovat mm. vuotuinen European Biomass-konferenssi (edellinen oli kesäkuussa 2008 Espanjassa) ja kansainvälinen Bioenergy 2009 –konferenssi (seuraava elo-syyskuussa 2009 Jyväskylässä). Nämä konferenssit tarjoavat hyvän tilaisuuden verkostoitumiseen ja Keski-Suomen bioenergia-alan kansainvälisen yhteistyön laajentamiseen.

8.2.4 Sidosryhmien verkostojen hyödyntämistä

Olemassa olevat keskisuomalaisten bioenergiatoimijoiden verkostot (mm. Benet-verkosto, VTT ja JAMK) ja näiden kanssa yhteistyössä valmisteltavat EU-projektit tarjoavat JY:lle myös väylän muihin kansainvälisiin bioenergiaverkostoihin. JY tarjoaa puolestaan myös sidosryhmille omat verkostonsa esim. henkilöstön täydennys- ja jatkokoulutettavien käyttöön.

9. VISION TOTEUTTAMISEKSI TARVITTAVAT TOIMENPITEET

Vision toteuttamisen tueksi ehdotetaan toimenpiteitä sekä lähitulevaisuudelle että pidemmälle aikavälille:

9.1 Tarvittavat toimenpiteet lähitulevaisuudessa

- Tämän selvitystyön tulosten esittely avaintoimijoille ja sen käsittely JY:ssa eri tasoilla osastoista johtoon
- Toiminnan organisoitu käynnistäminen, vastuualueiden ja henkilöiden määrittäminen
- Toiminnan koordinointi KE-allianssin ja Energia- ja ympäristö SHOK:n (CLEEN Oy:n) kanssa
- Nykyisten henkilöstöressurssien vahvistaminen mikä tarkoittaa avoinna olevien virkojen täyttämistä (UE-professori ja -yliassistenttuuri). Tarvitaan nopeasti myös henkilöstöressurssien vapauttamista rahoitushakemusten valmisteluun. Näillä varmistetaan uusia bioenergia-alan tutkimushankkeita eli uusien bioenergian tutkijaresurssien hankintaa sekä uutta henkilökuntaa joka toimisi seudullisissa bioenergia-alan koulutus-, kehitys- ja verkostohankkeissa yhteistyössä muiden seudullisten toimijoiden kanssa.
- JY:n ja JAMK:in bioenergiaan liittyvä yhteistyöryhmä: Yhteistyöryhmää ehdotetaan laajennettavaksi siten, että toimintaan tulisi tiiviimmin mukaan myös VTT.
- Bioenergiakoulutuksen kolmivuotisen projektipäällikön palkkaaminen (ESR-hanke yhdessä POKE:n ja JAMK:in kanssa)
- Opiskelijakiintiön kasvattaminen (Kestävä bioenergia, 8 aloituspaikkaa 2009) ja opiskelijarekrytoinnin tehostaminen.

Seudullisen yhteistyön kehittäminen. Työ aloitetaan avaintoimijoiden ja vastuuhenkilöiden määrittämisellä JY:ssa, JAMK:illa ja VTT:llä.

Alueellisen yhteistyön lisäämisen edellytys on bioenergian parissa työskentelevän henkilökunnan vahvistaminen. Taulukossa 6 tehdyn arvion mukaan tällä hetkellä JY:ssä panostetaan noin 2,6 htv bioenergiatutkimukseen ja tästä ajasta alle 10 % on käytettävissä alueellisen yhteistyön ylläpitämiseen. Uusia hankkeita on nykyresursseilla käytännössä mahdotonta suunnitella. Henkilöstöressursseja on vapauttava ja suunnattava yhteisten rahoitushakemusten valmisteluun. Resursseja tähän on ainakin osittain mahdollista allokoida hankkeiden seudullisesta valmistelurahoituksesta.

Tutkimuspalvelusite. Ehdotetaan yhteisen esitteen laatimista Keski-Suomen bioenergia-alan tutkimuspalveluista. Esitettä voitaisiin hyödyntää erityisesti keskisuomalaisen bioenergiatutkimuksen ja -osaamisen markkinoimisessa osaksi kv-hankeverkostoja.

Tutkimusasiamies tai osa-aikaiset tutkimuspäälliköt. Ehdotetaan, että selvitetään edellytykset palkata eri tutkimusosapuolia (JY, JAMK ja VTT) hyvin tunteva ja näihin jalkautuva bioenergia/energiatutkimuksen tutkimusasiamies.

Tutkimusasiainmiehen tehtävänä olisi toimia yhdyshenkilönä JY, JAMK:in ja VTT:n verkottamisessa alueen yrityksiin, esitellä ja markkinoida näiden toimijoiden tarjoamia tutkimuspalveluja sekä valmistella yhteisiä tutkimus- ja kehittämishankkeita. Keskeistä on myös alueen bioenergiaosaamisen yhteisesittäytyminen ulospäin. Toiminnan organisoituun käynnistämiseen kuuluu myös tunnettavuuden ja julkisuuden lisääminen eli yhteisen strategian julkistaminen.

Vaihtoehtoinen, selvitettävä toimintatapa olisi nykyisillä henkilöstöresursseilla ja seudullisen projektirahoituksen turvin muodostaa osa-aikaisten kehittämispäälliköiden verkosto (VTT, JAMK, JY) jonka tehtävänä olisi integroida ja tehostaa osapuolten välistä tila-, laite ja henkilöstöresurssien käyttöä (ja liikkuvuutta) valittujen painopistealueiden osalta sekä suunnitelmallisesti lisätä yhteisten hankkeiden suunnittelu- ja markkinointiponnistuksia. Kehittämispäälliköiden toimenkuvaan voitaisiin liittää myös kv-ulottuvuus, johon kuuluisi seudullisen verkostoitumisen vahvistamista, tutkimuspalvelujen markkinointia sekä uusien tutkimus- ja kehittämisideoiden etsintää (ideapankki) ja arviointia.

Keskeinen toimenpide on myös eri toimijoiden intressien yhdistäminen ja bioenergiayhteisön tiivistäminen. Se merkitsee JY:n bioenergia-alan aktiivista osallistumista alueellisiin ohjelmiin ja foorumeihin. Keskeinen toimenpide on myös osallistuminen EU- ja muiden kv-projektien valmisteluun muiden alueellisten toimijoiden kanssa. Yksi toimija EU-hankkeissa on Benet Oy ja liittyminen Benet-verkoston jäseneksi tarjoaa väylän verkoston hallinnoimiin kansainvälisiin hankkeisiin. Yhtenä toimenpiteenä yhteistyön lisäämiseksi voisi olla myös henkilön liikkuvuuden mahdollistamista tutkimus- ja koulutuslaitosten (JY, VTT ja JAMK) ja mahdollisesti muiden alan toimijoiden kesken.

9.2 Tarvittavat toimenpiteet pidemmällä aikavälillä

- UE-ohjelman tilapäisten virkojen vakinaistaminen (viimeistään 2009 lopussa)
- JY:n bioenergia-alan tutkimuksen ja opetuksen vahvistaminen sekä vakinaisella henkilökunnalla että projektityöntekijöillä
- Profiilin nostaminen: 1 – 2 uuden bioenergiaprofessorin rekrytointia, joista toinen ulkomailta
- Alueellisen T&K-yhteistyön lisääminen
- Koulutuspolkujen ja koulutuksen konseptointi
- Systemaattiset vuosisuunnitelmat 3-4 monivuotisen yhteishankkeen käynnistämiseksi bioenergia-alan strategisilla tutkimusalueilla (yhteistyössä mm. JAMK:n, VTT:n, MTT:n, Tampereen teknillisen yliopiston ja muiden kotimaisten ja ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa)

Kappaleessa 7 tehdyn arvion perusteella vision toteuttamiseksi tarvitaan noin 10 htv lisää henkilöstöresursseja vuoteen 2012 mennessä. Tästä

- 3 htv arvioidaan olevan vakinaista henkilökuntaa. Tästä 1 – 2 htv arvioidaan syntyvän olemassa olevien virkojen täyttämällä ja vakinaistamisella
- 5 htv arvioidaan olevan määräaikaisia projektitehtäviä (ulkopuolinen rahoitus)
- 2 htv arvioidaan syntyvän nykyisen henkilökunnan uudelleen suuntautumisella eli osallistumisella nykyistä enemmän bioenergiaopetukseen ja -tutkimukseen

KE-allianssin rahoitus mahdollistane 1 – 2 uuden henkilön palkkaamisen (määräaikaisesti) työskentelemään bioenergiatutkimuksen parissa Jyväskylän yliopistossa.

10. LÄHIAJAN HANKEVALMISTELUT JA MUUT JATKOTOIMENPITEET

Toimenpide	Aikataulu	Kuvaus, osallistujat ja vastuutaho
Laaditaan esite: "K-S:n bioenergia-alan tutkimus-palvelut"	Syky 2008	Esitetään JY:n, JAMK:in sekä VTT:n osaamisen profiilit, yhteistyö sekä tutkimustoiminnan keskeiset yhteyshenkilöt. Benet Oy esittää hanketta OSKEN rahoitettavaksi.
Bioenergiakoulutuksen ehjä polku ja bioenergiakoulutuksen tuotteistaminen	2008-2011	JAMK, POKE ja JY. ESR hankkeen käynnistäminen joka toisi JY:lle n. 30 htkk projektipäällikön vakanssin. JAMK koordinoi yhteishakemusta joka on jätetty huhtikuussa 2008.
Tutkimusryhmän kokoaminen: Seudullinen pellettitutkimus-yhteistyö	2008-2009	Esiselvitys pellettitutkimuksen nykytilasta Suomessa ja Euroopassa sekä tutkimustoiminnan ja -yhteistyön suunnittelu JY:llä, VTT:llä ja Joensuun yliopistolla. Hanke toisi JY:lle noin 4 htkk:n henkilöstöresurssia ja vahvistaisi yhteistyötä VTT:n ja JoY:n kanssa. JY esittää hanketta OSKEN rahoitettavaksi.
Tunnustellaan: Bioenergia-alan tutkimusasiamies	Syky 2008	Tunnustellaan kiinnostusta yhteisen tutkimusasiamiehen palkkaamiseen (JY, JAMK ja VTT). Benet Oy esittää hanketta OSKEN rahoitettavaksi.
Osa-aikaiset kehittämispäälliköt, verkosto (VTT, JAMK, JY)	Syky 2008	Kehittämispäälliköiden tehtävänä on integroida ja tehostaa osapuolten välistä tila-, laite ja henkilöstöresurssien käyttöä valittujen painopistealueiden osalta sekä suunnitelmallisesti lisätä yhteisten hankkeiden suunnittelu- ja markkinointiponnistuksia. Toimenkuvaan liitetään myös uusien tutkimus- ja kehittämisideoiden etsintää (ideapankki) ja arviointia. JY esittää idea arvioitavaksi: BEV-työryhmä
Energia- ja ympäristö-SHOK: Cleen Oy	2008 -	Tavoite: Riittävä seudullisen edustus suunnitteluorganisaatiossa & toiminnan koordinointi
Kansallisen bioenergiatutkimus-yhteistyön vahvistamista	2008-2010	Laaditaan Argumenta -hanke-esitys tieteellisestä seminaarisarjasta aihepiiristä "Biomassan kestävä käyttö" Suomen Kulttuurirahaston rahoitettavaksi. JY koordinoi.
Tutkimusyhteistyö-allianssin luominen/pienpoltto.	2008	JY-TTY-KuY-VTT. VTT koordinoi.
ILMALAB – nanohiukkaset, kehittämishanke	2008-2009	JY ja YMTKn ilmanlaadun ja päästöjen mallinnuslaboratorion kehittäminen. Rahoitus: EAKR.

Regions of Knowledge-hanke	Syky 2008	Valmistellaan yhteinen seudullinen hanke-ehdotus "biomassan kestävä käyttö"-aiheen ympärillä. JI koordinoi, JY osallistuu tammikuussa 2009 jätettävän hakemuksen valmisteluun. Myös mm. VTT ja Jykes Oy mukana. Haetaan seudullista valmistelurahaa hakemuksen tekoon.
Opiskelijarekrytoinnin tehostaminen	2008->	Koulutuksen markkinoinnin tehostaminen opiskelijarekrytoinnin tueksi.
Kansainvälinen konferenssitoiminta	2009->	Keski-Suomen bioenergiavaikutajien yhteisesittäytyminen kansainvälisillä foorumeilla: esim. European Biomass Conference & Exhibition ¹ ja Bioenergy 2009 ²
Esiselvitys, levä	2009	Energiantuotannossa hyödynnettävän vesistöbiomassan (levät jne.) tuotannon ja käytön kehityksen nykytila ja kehitystarpeet. Arvioidaan T&K-toiminnan mahdollisuudet ja painopisteet JY:llä. JI esittää hanketta OSKE:n rahoitettavaksi.
Esiselvitys, nano	2009	Nanoteknologian soveltamismahdollisuudet bioenergia-alalla. Yhteistyön kehittäminen UE- ja Nano-ohjelmien välillä. JI esittää hanketta OSKE:n rahoitettavaksi.
Biomassan varastointitutkimuksen käynnistäminen	2009	Hanke esitetty BEV-työryhmän arvioitavaksi ja saanut positiivista palautetta. Perustutkimusta jossa hyödynnetään mm. JY:ssä tehtyä kompostointitutkimusta. JY jatkaa hankesuunnittelua yhteistyössä mm. VTT:n kanssa.
Älykäs jätteenkäsittely-konsepti	2009	Hanke tutkimusympäristön rakentamisesta ideoitu mm. VTT:n kanssa. Perustutkimusta jossa hyödynnetään mm. VTT:n puupolttoainetutkimusympäristöä. JY jatkaa hankesuunnittelua yhteistyössä mm. VTT:n kanssa.
Bioenergiaverkoston hyödyntäminen	2009	Arvioidaan bioenergiaverkoston (mm. Benet-verkosto) hyödyntämismahdollisuudet mm. asiantuntijoiden rekrytoinnissa, tutkimushankkeiden valmistelussa, kansainvälisten seminaarien ja kurssitoiminnan markkinoinnissa jne.
"40+" tohtorikoulutusta	2009	Työelämässä bioenergiatutkijoina ja asiantuntijoina toimivien oma tohtorikoulutusohjelma. JY jatkaa tarpeiden kartoittamista ja hankkeen esivalmistelua.

¹ <http://www.conference-biomass.com/index.htm>

² <http://www.bioenergy2009.finbioenergy.fi/>

LÄHTEET

1. Publications of the Academy of Finland. ENERGY RESEARCH IN FINLAND 1999-2005 International Evaluation. Helsinki 2006

2. ERA bioenergy strategy – Short term measures to develop the European research area for bioenergy RTD. Research funded by the European Commission (ENK5-CT-2001-80526) March 2004

LIITE 1. TYÖISTUNTOIHIN OSALLISTUNEET HENKILÖT

Maunuksela Jussi	Jyväskylän yliopisto
Oikari Aimo	Jyväskylän yliopisto
Olander Timo	Jyväskylän yliopisto
Pesonen Hanna-Leena	Jyväskylän yliopisto
Rintala Jukka	Jyväskylän yliopisto & MTT
Wihersaari Margareta	Jyväskylän yliopisto & VTT
Laita Mika	Jyväskylän yliopisto ympäristöntutkimuskeskus
Meriläinen Jarmo	Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus
Kataja Jyrki	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
Paananen Markku	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
Raiskinmäki Pasi	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
Hämäläinen Jouni	VTT
Aho Martti	VTT & Jyväskylän yliopisto
Leinonen Arvo	VTT
Elise Tarvainen	Keski-Suomen liitto
Lehtomäki Annimari	Jyväskylä Innovation Oy
Ryypö Marika	Jyväskylä Innovation Oy
Aittola Jussi-Pekka	Ramboll Finland Oy
Ryymin Risto	Jyväskylän Energia Oy
Mutka Kari	Vapo Oy
Huotari Juha	Wärtsilä Biopower Oy

LIITE 2. YRITYSKYSELYYN VASTANNEET YRITYKSET

Wärtsilä Biopower Oy
Vaskol Oy
Ramboll Finland Oy
Vapo Oy
Finncao Oy
Elomatic Oy
HT-Enerco Oy
MK Protech Oy
Mustankorkea Oy
Lämpökeidas Oy
Nokka-Yhtiöt
Puhku Oy
Tulipiippu Oy
YTY-konsultointi
Tulostekniikka Oy
Jyväskylän Energia Oy
UPM Oyj
Watrec Oy
Kotimaiset Energiat Oy

LIITE 3. YRITYSKYSELYN TULOKSET

Kysymys	Kyllä	Ei
Onko yrityksellä ollut yhteistyötä Jyväskylän yliopiston kanssa? Minkälaista, jos ei niin miksi: Poimintoja vastauksista: <i>"Lähinnä graduja. Lisäksi laitesuunnittelua ja luentoja. Lisäksi pari yritystä mukana projekteissa"</i> .	16	4
Tulisiko JY lisätä tutkimustoimintaa bioenergia-alalla? Jos kyllä niin millä aloilla: Poimintoja vastauksista: <i>"Biomassan kaasutusta, polttoaineet, pienpoltto, peltoenergia, tuhkat, liikenteen biopolttoaineet, biohajoavan jätteen energiahyödyntäminen, puupolttaineen käytön parempi hyödyntäminen, aluetalous, liiketoiminnan kannattavuus, hakkeen epäpuhtauksien havaitseminen, biokaasun jalostaminen liikennekäyttöön, biokaasulaitoksen mädätteen jatkojalostaminen"</i>	16	3eos
Käyttääkö yritys muiden yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen tarjoamia bioenergia-alan tutkimuspalveluja? Jos kyllä, niin minkälaisia ja keneltä: Poimintoja vastauksista: <i>"Projekti ja koordinaatiopalveluja. VTT, Åbo Akademi, LTY, TTY, Kuopion yliopisto, Helsingin yliopisto, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Oulun yliopisto"</i>	7	11+1eos
Tulisiko JY:n lisätä bioenergia-alan koulutusta? Jos kyllä, niin millä aloilla ja minkä tasoista: Poimintoja vastauksista: <i>"Bioenergiaan liittyvä fysiikka ja kemia ovat perusasioita, joissa opetuksen tulisi olla riittävän vahva. Bioenergian ympäristövaikutukset ja kansainvälinen kauppa. Teknistä prosessiosaamista. Biopolttaineiden tuotanto ja käyttö. Tohtorikoulutusta"</i>	11	1+7eos
Työmarkkinoiden kehitysnäkymät - tarvitsetko jatkossa maisteri/tohtoritason bioenergia-alaan erikoistunutta henkilöstöä lisää? Jos kyllä, niin millä aloilla: Poimintoja vastauksista: <i>"Palamisen kemia ja päästöt. Biotekniikan sovellustutkimukseen. Metsähakemarkkinat. Bioenergia-alan asiantuntijoita, projektipäälliköitä jotka hallitsevat talousasiat."</i>	9	9+1eos
Oletteko halukas teettämään opinnäytteitä JY:ssä? Jos kyllä, niin millä aloilla: Poimintoja vastauksista: <i>"Bioenergiaan liittyvä fysiikka ja kemia. Teollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen. Biokaasun tuotanto, jatkojalostus ja kaasunkäsittely. Jätteenkäsittely kaatopaikoilla ja biologinen jätteenkäsittely.. Kunnossapito (RCM), simuloinnit"</i>	12	7
Mitkä ovat tärkeimmät kansainväliset yhteistyömaat jotka palvelevat bioenergia-alan liiketoimintaanne? Poimintoja vastauksista: <i>"Ruotsi, Venäjä, Baltia, Saksa, Belgia, UK, Tsekki, Ranska, Tanska, Ruotsi, Norja, UK, Viro, Ruotsi, Puola, Itävalta, Sveitsi, Unkari, Liettua, Viro, Kreikka, Espanja, Kanada, USA, Kaakkois-Aasia"</i> Eniten vastauksia mainittiin Baltian ja Pohjoismaiden maat	9 vastausta, 7 ei vastannut	
Minkä maan opiskelijoista yritys on kiinnostunut? Poimintoja vastauksista: <i>"Saksa, Ranska, ensisijaisesti Euroopan eri maat, Suomi, Pohjoismaat, Saksa, Baltia, Espanja, Itävalta, Venäjä Kanada, USA"</i>	5 vastausta, 10 ei vastannut	
Onko yritys kiinnostunut palkkaamaan kansainvälisiä opiskelijoita, jotka ovat saaneet lisäkoulutusta JY:ssä?	5 vastausta	

5 vastasi "tapauskohtaisesti"		
Onko yritys halukas teettämään kansainvälisillä opiskelijoilla opinnäytetöitä heidän kotimaassaan? Poimintoja vastauksista: "Kehitysprojektikohtaisesti kyllä. Ehkä, sopivan tarpeen ja henkilön kohdatessa. Hyvin valikoituja tapauksia voidaan harkita"	5 vastausta	
Yrityksenne energia-alan henkilökunnasta – montako/ketkä ovat saaneet koulutuksensa JY:ssä? Neljässä yrityksessä 13 henkilöä	4	
Mitä muita toivomuksia teillä on JY:n bioenergia-alan tutkimuksen ja opetuksen suhteen? Poimintoja vastauksista: "Polttoaineen ominaisuuksiin (niin poltto kuin käsittely/mittausdiagnostiikka) liittyvä tutkimuskokonaisuus voisi olla eurooppalaisten yliopistojen välistä yhteistyötä. Kukin yliopisto voisi keskittyä maakohtaisesti tyypillisiin polttoaineominaisuuksiin. Aktiivista yritysytteyttä, avoimuutta, kurssitarjonnan suuntausta myös ns. senioreille, opetuksen käytännöllisyyden korostamista. Vahvaa kansainvälisyyden lisäämistä. Huomioikaa nopeasti toteutettavat pienemmät ratkaisut, silläkin saralla on paljon kehittämistä ja tutkittavaa. Selkeä keskittyminen tarkoin valittuun fokukseen. Käytännönläheistä, pienissäkin yrityksissä hyödynnettäviä asioita."	5	
5 vastasi		
Lisäkommentit: Poimintoja vastauksista: "Onnea ja menestystä bioenergia-alan kehittämiseen Jyväskylän yliopistossa." "Yliopiston pitäisi tutustua yrityksen tilanteeseen ja päätellä itse mitä voisitte tarjota."		

LIITE 4. BIOENERGIA-ALAN TUTKIMUS JYVÄSKYLÄN YLIOPISTOSSA, NYKYTILA JA LÄHIHISTORIA

ENERGIAA BIOMASSASTA

Puhtaampaa polttoainetta biokaasuteknologialla

Raaka-aineiden ja lopputuotteiden käytettävyyden perusteella biokaasun tuotanto on merkittävä kestävä kehityksen mukainen polttoaine. Jyväskylän yliopistossa biokaasuteknologian ajankohtaisia tutkimusaiheita ovat peltobiomassasta tuotetun biokaasun tuotantoketjun optimoiminen, eläinperäisten jätteiden hyödyntäminen biokaasuna, kaatopaikkakaasun puhdistaminen liikennepolttoaineeksi, biologinen vedyntuotanto.

Biokaasu on uusiutuvista raaka-aineista paikallisesti tuotettua energiaa, jota voidaan käyttää sekä lämmön että sähkön tuotantoon. Viime aikoina ollut kiinnostusta biokaasun käyttämisestä liikenteen polttoaineena, sillä se on elinkaarivertailuissa todettu yhdeksi puhtaimmista liikenteen biopolttoaineista. Sillä voidaan korvata uusiutumattomia tuontienergioita ja vähentää merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä.

Biokaasua voidaan valmistaa lähes kaikesta biohajoavasta aineksestä mikrobien avulla hallituissa olosuhteissa. Tyypillisesti sitä tuotetaan jätevedenpuhdistamoilla muodostuvista lietteistä, yhdyskuntien ja teollisuuden biojätteistä sekä maataloilla lannasta.

Peltobiomassan energiapotentiaali voi olla moninkertainen jätemassoihin verrattuna. Biokaasuprosessissa käsitelty orgaaninen aines ei menetä ravinteitaan, joten jäävä kiinteä aines palautetaan peltokäyttöön ravinnekiertojen sulkemiseksi. Yhteyshenkilö: Professori Jukka Rintala

Sähköä ja lämpöä puhtaasti puupelleteistä

UE-tutkimusohjelman suurin hanke on ollut Vaajakoskelle oman koehalliin perustetun UE-laboratorion perustaminen ja varustaminen. Laboratorioon rakentui vuoden 2005 aikana kokonaan uutta teknologiaa edustava sähköä ja lämpöä puupelleteistä tuottava μ CHP-laitteisto (8 kWe, kokonaisteho 50 kW). Uusiutuvan energian laboratorioon rakennetaan pienvoimalaitos, jonka kokonaishyötysuhteeksi arvioidaan noin 80 % ja joka tuottaa puupelleteistä noin 10 kW sähköä ja noin 60 kW lämpöä. Tällaista puupolttoainetta hyödyntävää ja sähköä tuottavaa laitteistoa ei ole maailmalla vielä demonstroitu. Se ei tuota hiilidioksidin nettopäästöjä ja soveltuu hyvin paikalliseen energiantuotantoon. Pellettejä voidaan käyttää polttoaineena kasvihuoneissa, maataloilla, pienteollisuudessa sekä kiinteistöissä. Hanketta toteutetaan yhteistyössä muiden korkeakoulujen, VTT:n ja teollisuuden kanssa. Yhteyshenkilö: Tutkimusjohtaja Martti Aho.

Pienpolton hiukkaspäästöt kuriin sähköisellä erottimella

Pienpolton osuus hiukkaspäästöistä on huomattava. Yhdessä Tampereen teknillisen yliopiston ja teollisuuden kanssa kehitetään yksinkertaista sähköavusteista pienpolton savukaasuille soveltuvaa hiukkaserotinta, joka tehoa myös pienimpiin ja haitallisimpiin hiukkasiin. Tavoitteena on ottaa talteen 80 % savukaasun hiukkasmassasta ja luoda edellytykset massatuotantoon soveltuvan hiukkaserottimen kehittämiseksi. Yhteyshenkilö: Tutkimusjohtaja Martti Aho.

Liikenteen polttoainetta paikallisesti tuotettuna

JY:ssä tutkitaan kokeellisesti mahdollisuutta käyttää mm. biokaasua, kaatopaikkakaasua sekä uusiutuvalla energialla tuotettua vetyä liikenteen biopolttoaineena. Kasviöljyistä valmistettua biodieseliä voidaan käyttää liikenteen polttoaineena. Tutkimuskohteena on kasvien siemenistä puristetun, elintarvikkeeksi kelpaamattoman öljyn soveltuvuus polttoaineen raaka-aineeksi. Kylmäpuristetusta rypsiöljystä valmistetun esteröidyn biodieselpolttoaineen (RME) laatua ja kenttätestejä tutkitaan Hankasalmen kunnan kanssa. Paikallista RME-polttoaineen tuottamista selvitetään yhteistyössä Jyväskylän ammattikorkeakoulun Luonnonvarainstituutin (LUVA) kanssa muutaman tonnin mittakaavassa. Lisäksi yliopistossa selvitetään teoreettista mahdollisuutta käyttää erilaisia biodieselvaihtoehtoja liikenteen polttoaineina, kuten alkoholeja, kasviöljyjä, synteettisiä biopolttoaineita ja eettereitä. Yhteyshenkilö: Prof. Jouko Korppi-Tommola

Biomassan kuivattaminen aurinkolämpöä hyödyntäen

Biomassan kuivattaminen ulkoilmassa tapahtuu pääasiassa auringon ja tuulen myötävaikutuksella. Biomassan energiatuotantoon soveltuvan kuivatuksen tehostamiseksi, yhdessä Vapo Oy:n kanssa,

kehitetään kuivatuskenttää, jonka tehoa lisätään aurinkolämpökeräimillä. Tutkimuksessa optimoidaan aurinkolämpökeräimistä ja kentän rakenteesta saatavaa lisäarvoa, tavoitteena energian säästäminen ja tuotannon tehostaminen. Yhteyshenkilö: Tutkija Jussi Maunuksela

ENERGIA JA KILPAILUKYKY

Biojalostamot metsäklusterin tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuutena

Hankkeessa tarkastellaan biojalostamokonseptia ja jalostamoissa tuotettavien energiatuotteiden metsäklusterille tuomia uusia liiketoimintamahdollisuuksia sekä arvoketjun eri osissa toimivien yritysten uusia liiketoimintastrategioita ja -malleja. Tutkimuksessa verrataan biojalostamoiden leviämiseen vaikuttavia tekijöitä Skandinavian, Pohjois-Amerikan ja Etelä-Amerikan välillä. Tarkastelu keskittyy maihin (USA, Kanada, Ruotsi, Suomi), joissa on hyvät edellytykset metsäteollisuusyritysten yhteyteen integroitavien jalostamojen perustamiselle, korkealaatuista tutkimus- ja kehitystyötä sekä samankaltainen metsäteollisuuden rakenne. Latinalaisesta Amerikasta tarkastellaan valtioita, joihin suomalaiset metsäalan yritykset ovat siirtämässä toimintojaan etenkin biomassan saatavuuden vuoksi. Tarkastelun kohteena on mm. verkostoitumisen, biomassan saatavuuden ja hankintaketjujen, toiminnan ympäristövaikutusten sekä energia- ja ympäristöpolitiikan vaikutus biojalostamoiden leviämiseen. Yhteyshenkilö: prof. Hanna-Leena Pesonen.

YMPÄRISTÖSOSIOLOGIA JA MAASEUTUTUTKIMUS TUTKIVAT ENERGIANTUOTANNON EDELLYTYKSIÄ JA VAIKUTUKSIA

Uusiutuviin energianlähteisiin perustuvien tuotantojärjestelmien käyttöönotto aiheuttaa ja edellyttää monenlaisia sosiaalisia muutoksia. Koulutusohjelman yhteiskuntatieteellinen tutkimus tarkastelee uusiutuvan energiantuotannon sosiaalisia vaikutuksia paikallisella tasolla ympäristösosiologian ja maaseutututkimuksen lähtökohdista. Erityisen mielenkiinnon kohteena on maatilojen uusiutuvan energian tuotanto ja sen merkitys kestäväen kehityksen toteuttajana. Yhteyshenkilö: prof. Marja Järvelä.

Meneillä olevat ja 2008 valmistuneet väitöskirjat

MLTK, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, ympäristötiede

Jagadabhi, Padma Shanthi. Menetelmiä metaanintuoton tehostamiseksi kasveista
Paavola, Teija. Biokaasun tuotanto maataloilla maatalouden ja yhdyskuntien jätteistä
Pakarinen Outi. Vedyn ja metaanin tuotanto kasveista
Rasi Saija Biokaasun puhdistaminen liikennepolttoaineeksi
Seppälä Mari. Metaanintuotto kasveista- potentiaalit, kasvilajikkeet ja tuotantotekniikat
Sivula, Leena. Polton tuhkien jälkikäyttö.

Vesterinen Pirkko. Työnimi: Assessment of the pathway to sustainable bionenergy. Aloitettu 2007.

Sormunen, Kai. Characterisation of landfills for recovery of methane and control of emissions. Väitellyt 2008.

Taloustieteiden tiedekunta, yritysten ympäristöjohtaminen

Näyhä Annukka, Biojalostamot metsäsektorin liiketoimintamahdollisuutena, vertaileva tutkimus Skandinaviasta ja Pohjois-Amerikasta. Aloitettu 2007. Vuoden 2008 vierailevana tutkijana Energy and Resources Groupissa UC Berkeleyssä.

Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos,

Huttunen Suvi. Maatilojen bioenergiantuotantomahdollisuudet. Tehdään SA rahoittamassa hankkeessa Sustainable development and pioneering small scale rural entrepreneurs – SUSMARU.

Salo Miikka. Governance of Finnish energy policy-making: From governmental control and regulation to market-based domination? johtaa TaYn prof. Ilkka Ruostetsaari, vastuuhenkilö Jyväskylässä prof. (ma) Tapio Litmanen (ohjaa Miikan väitöskirjaa).

Meneillä olevat ja 2008 valmistuneet Pro gradu-työt

MLTK, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, ympäristötiede

Huovari Niina. Työnimi: Biokaasulaitosten energiataseet. Aloitettu 5/2008.

Kärkkäinen Eero. Hakkuutähteiden korjuun ympäristövaikutukset sekä hakkuutähteiden korjuun vaikutus metsänuudistamisen kokonaiskustannuksiin. Valmistunee 2008.

Leikkainen Esko. Biomass resources and pellet production in Germany. Case study Baden-Wurttemberg. Valmistunut.

Mykkänen, Eeli. Biokaasun tuottaminen säilörehusta lehmänlantaa käsittelevällä biokaasulaitoksella Valmistunut.

Suonieni, Jani. Lämpöyrittäjien toimintakenttä yrittäjänäkökuilmasta Pirkanmaalla. Valmistunut.

Vehmaa Virpi. Maatilakohtaisen biosähkön yleistymisen. Valmistunut.

MLTK, Fysiikan laitos (UE):

Hytönen Jaana. Biokaasu liikennepolttoaineena Aloitettu 2008.

Niemelä Janne-Petteri. Pienhiukkasten sähköisen suodattamisen keräinkonseptit. Aloitettu 2007.

Leijala, Ulpu. Uusiutuvan energian käyttömahdollisuudet kotitalouksissa. Aloitettu 2007.

Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos, Pro gradu (UE)

Lehtovuori, Viivi.

McDermott Liisa. Energiakäytön hahmottamiseen liittyvä hanke. Aloitusvaiheessa.

BIOENERGIA-AIHEISET VÄITÖSKIRJAT JA PRO GRADU-TYÖT 1998-2007

Ympäristötiede, Väitöskirjat

Lehtomäki, Annimari. Biogas production from energy crops and crop residues. Diss. University of Jyväskylä, 2006.

Luostarinen, Sari. Anaerobic on-site wastewater treatment at low temperatures. Diss. University of Jyväskylä, 2005.

Tolvanen, Outi. Effects of waste treatment technique and quality of waste on bioaerosols in Finnish waste treatment plants. Diss. University of Jyväskylä, 2004.

Kaparaaju, Prasad. Enhancing methane production in a farm-scale biogas production system. Diss. University of Jyväskylä, 2003.

Suvilampi, Juhani. Aerobic wastewater treatment under high and varying temperatures – thermophilic process performance and effluent quality. Diss. University of Jyväskylä, 2003.

Jokela, Jari. Landfill operation and waste management procedures in the reduction of methane and leachate pollutant emissions from municipal solid waste landfills. Diss. University of Jyväskylä, 2002.

Salminen, Esa. Anaerobic digestion of solid poultry slaughterhouse by-products and wastes. Diss. University of Jyväskylä, 2001.

Selin, Pirkko. Turvevarojen teollinen käyttö ja suopohjien hyödyntäminen Suomessa. Diss. University of Jyväskylä, 1999.

MLTK, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, ympäristötiede. Pro gradu-työt.

Alakerttula, Johanna. Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto peltoenergiakasveista ja tuotannon sivutuotteiden hyödyntäminen. 2007.

Luostarinen, Juha. Energiakasveista tuotetun biokaasun energiatase suomalaisessa maatilakokoluokan biokaasulaitoksessa. 2007.

Läntelä, Jussi. Kaatopaikkakaasun puhdistaminen liikennepolttoaineeksi vastavirtavesiabsorptiolla. 2007.

Pakkanen Atte, Hydrogen fuel cell vehicle and a stand-alone renewable energy-based refuelling station. 2007.

Pasanen, Sanna. Ympäristövaikutusten arviointiselostusten laatu jätteenpolttolaitoshankkeissa. 2007.

- Sivonen, Kirsi.* Energiaskenaariot – Keski-Suomen energiantuotannon hiilidioksidipäästöjen kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät. 2007.
- Pakkanen, Atte.* Hydrogen fuel cell vehicle and a stand-alone renewable energy-based refuelling station. 2007.
- Ala-Könni, Satu.* Uusiutuvat energianlähteet Venäjällä ja Suomen lähialueilla sekä pienvesivoima Karjalan tasavallassa ja Leningradin alueella. 2006.
- Huopalainen, Minja.* Energiategohokkuus ja uusiutuvien energiamuotojen käyttö ekotehokkuuden ilmentymismuotoina tieto- ja viestintäteknologiasektorin yrityksissä. 2006.
- Jokinen, Erja.* Maatalouden bioenergia - teknologiat ja ympäristövaikutukset. 2006.
- Kuikka, Essi.* Teknis-taloudellinen selvitys biokaasupotentiaaleista Seinäjoen seudulla. 2006.
- Mattila, Leena.* Kestävä kehitys ja uusiutuvat energiat, etenkin tuulivoima, opetus suunnitelman perusteissa perusasteella. 2006.
- Heiskanen, Jukka.* Metsäpolttoaineiden hyödyntäminen energiaksi ja käytön menestymismahdollisuudet - Keski-Suomen ja Pirkanmaan yli 1 MW:n laitosten energiapuun käyttö ja alueelliset energiapuuvarat. 2005.
- Karhu, Elina.* Mekaanis-biologisesti käsitellyn yhdyskuntajätteen jäännösjakeen soveltuvuus metaanin biologiseen hapetukseen ja kelpoisuus kaatopaikan pintakerroksessa. 2005.
- Kautto, Niina.* Analysis of policy options and implementation measures promoting electricity from renewable biomass in the EU. 2005.
- Niskanen, Sanna.* Kalanjalostuslaitoksen jätevesien ja sianlietelannan anaerobinen yhteiskäsittely. 2005.
- Paavola, Teija.* Kunnallisten lietteiden ja biojätteiden käsittely maatilakohtaisessa biokaasulaitoksessa. 2005.
- Räsänen, Sanna.* Kaatopaikan kaasuntuotto- ja suovesikuormituspotentiaalin arviointi jätetäytön näytteiden ominaisuuksien perusteella, tapaustutkimus Ämmässuon kaatopaikalla. 2005.
- Strandman, Anne.* RDF:n (refuse derived fuel) ja kuoren seospoltto kloorin kerrostumiselta suojaavan hiilen kanssa 20 kW:n kerrosleijulaitteistolla. 2005.
- Asikainen, Vesa.* Environmental impact of household biogas plants in India - local and global perspective. 2004.
- Jokinen, Mikko.* Energiankulutukseen vaikuttavat tekijät pientaloissa. 2004.
- Kinnunen, Saija.* Yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen biokaasun puhdistaminen liikennekäyttöön, kaasun laatu ja laadun vaihtelu kahdella esimerkkilaitoksella. 2004.
- Ronkainen, Outi.* Esikäsittelyjen ja varastointien vaikutus kasvien kemiallisiin ominaisuuksiin ja metaanintuottopotentiaaliin. 2004.
- Usva, Kirsi.* Energijärjestelmän ympäristövaikutukset vuosina 2010 ja 2030 Jyväskylässä. 2004.
- Vuorio, Kari.* Kotitalousjätteen palavan jakeen poltto tulisijoissa. 2004.
- Korkala, Riikka.* Kaasuntuottotesti mekaanis-biologisesti käsitellyn kuivajätealitteen kaatopaikkakelpoisuuden arvioinnissa. 2003.
- Anttonen, Suví.* Syntypaikkalajitellun jätteen energiahyötykäyttö ja syntypaikkalajitellun energijätteen laatu Kymenlaaksossa. 2002.
- Einola, Juha.* Materiaalin, vesipitoisuuden ja matalan lämpötilan vaikutukset metaanin biologiseen hapettumiseen kaatopaikan pintakerroksessa. 2002.
- Sirviö, Annimari.* Biomassan ominaisuudet termofiilissä aerobisissa jätevedenkäsittelyprosesseissa. 2002.
- Ilmarinen, Katja.* Puutuhkan vaikutus männyntaimien kasvuun ja maaperäeliöihin kangasmetsämaassa. 2001.
- Lukkari, Tuomas.* Puun tuhkan ja sen sisältämän kadmiumin ekotoksikologiset vaikutukset maaperässä - ilmentäjinä änkryri- ja sukkulamadot. 2001.
- Luostarinen, Sari.* Maatilakohtainen biokaasulaitos. 2001.
- Laurinen, Tuomo.* Biopolttoainetta käyttävät Stirling-tekniikalla toimivat mikro-CHP-voimalaitokset. Jyväskylä, 2000.
- Yli-Keturi, Niina.* Polykloorattujen dioksiinien ja furaanien muodostumisen vähentäminen yhdyskuntajätteestä jalostetun polttoaineen poltossa. Jyväskylä, 2000.
- Lybeck, Eila.* Tuhkan käyttäytyminen leijukerros-poltossa - ennustusmenetelmän kehittäminen. Jyväskylä, 1999.
- Räikkönen, Kirsi.* Kierrätyspolttoainetuhkan sijoittaminen kaatopaikalle ja tuhkan lisäämisen vaikutus kompostointiin. 1999.
- Turunen, Tatu.* Maatalousjätteiden termofiilinen biometanointi ja biometanoidun jätteen jatkojalostus. 1999.

Urpilainen, Sari. Kotitalousjätteiden lajittelun nykytilanne Suomessa - lajittelun kehittäminen homogeenisen kierrätyspolttoaineen tuottamiseksi ja kierrätyspolttainetuhkan vaikutus kompostointiin. 1999.

Vilenius, Pia. Käytettyjen paperi- ja kartonkipakkausten hyödyntäminen energiana suomalaisissa kotitalouksissa. 1999.

Räisänen, Tiina. Polttoainejakelun ympäristöriskikartoitus. 1998.

MLTK, Kemian laitos, Pro gradu (UE)

Humalämäki, Niko. Pyrolyysiöljyn ominaisuudet ja Fischer-Topsch-synteesi. 2007.

Tuukkanen, Sanna. Rypsimetyyliesterin tuotantopotentiaali, energiataseet ja kannattavuuslaskelma maatilamittakaavaiselle valmistukselle. 2007.

Malkki, Leena. Rypsiöljyn metyyliesterin paikallinen valmistus ja käyttö. Pro gradu -tutkielma. 2006.

MLTK, Fysiikan laitos, Pro gradu (UE)

Lommi, Mikko. Stirling-perustaisen mikro-CHP-laitteiston prosessilaskenta ja lämmönvaihtimen mitoitus. 2006.

Talka, Ismo. Pienpolton hiukkasten sähköinen suodattaminen. 2006.

Taloustieteiden tiedekunta, yritysten ympäristöjohtaminen. Pro gradu-työt.

Kryzin Liudmila, Kyoto protocol mechanisms in the Russian Federation: Realisation of Joint Implementation projects and barriers' analysis, Leningrad-Slanec case study. 2007.

Maleki Laila, Analyzing the investment opportunities in bioenergy sector during emission trading. 2007.

Kokkonen Sanna, Business concept options for Finnish bioenergy sector during emission trading. 2007.

Penttinen Lauri, Bioenergy business in Central Finland during emission trading – Impacts, opportunities and threats. 2007.

Yrjönen Päivi, Ekoinnovaatiot käynnistyvien alojen liiketoimintastrategioissa. Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto kunnallisissa lämpö- ja sähkövoimaloissa liiketoimintastrategian näkökulmasta. 2007.

Näyhä Annukka, Liikenteen biopolttonesteiden tuotanto selluteollisuudessa tulevaisuudessa: Asiantuntijoiden näkemyksiä sivuvirtojen hyödyntämisestä, teknologioiden soveltuvuudesta ja diffuusioista. 2006.

Saarikivi Risto, Liikenteen biopolttoaineiden hajautettu tuotanto pohjoisessa Keski-Suomessa. 2006.

Heiskanen Jukka, Metsäpolttoaineiden hyödyntäminen energiaksi ja käytön menestysmahdollisuudet. 2005.

Finni Tea, Paperiteollisuuden energianäkymät ja niiden vaikutus paperinvalmistukseen. 2004.

Müller Thomas, How can green certificates promote the demand for green electricity? A feasibility study under German market conditions. 2004.

Kiviaho Lotta, Menestystekijät ja pullonkaulat vihreän sähkön myynnissä. 2003.

Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos, Pro gradu (UE)

Salo, Miikka. Ilmasto muuttuu – energiakentän rakenne ei. 2005.

Huttunen, Suvi. Paikallista kestävää energiaa: kestävä kehitys maatalojen energiankäytössä ja tuotannossa. 2004.

LIITE 5. BIOENERGIATUTKIMUKSEN VOLYYMI EUROOPAN MAISSA

Taulukko 1. Tutkimusinstituuttien määrä (N) ja kokopäiväisten tutkijoiden määrä (P)

	University departments		Other public RTD Institutes		Private RTD Institutes		Industry with RTD capacity		Other RTD institutions		Total	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
Austria	7	29	8	46	4	37	6	8			25	118
Belgium	8	27	4	26		11	3				15	64
Bulgaria	4	26	1	10			1	270			6	306
Cyprus	-											
Czech Republic	3	150	1	30	1	75	5	410	1		10	665
Denmark	5	68	4	20	5	33	4	55	1		18	176
Estonia	4	62	2	26	4			58			11	146
Finland	7	75	1	120	3			17	1	1	12	213
Germany	2	15	8	56	1			7			11	78
Greece	10	19	2	16			4	9	5	6	22	49
Hungary	6	75	1	14		9	2				9	98
Ireland	2	6	5	102		5	1		1	3	9	116
Italy	3	23	2	335			4				9	335
Latvia	3	35	4	26	1			10			8	71
Lithuania	2	30	3	39							5	69
Netherlands	5	67	3	77	3	4	2	24	1	30	14	207
Poland	8	50	4	27							12	75
Portugal	3	26	1	35							4	61
Romania	1	2	4	14	3			10			8	26
Slovak Republic	12	57	11	70	2	26	2	9	4	48	31	205
Slovenia	1	2	4	8	1	2	1				7	12
Spain	8	29	6	60	1			5			15	91
Sweden	30	247	4	66	4			18			38	331
United Kingdom	12	251	5	1518	4	263	10	1339			33	3371
Sum	146	1371	88	2741	36	1079	45	1635	14	88	331	6914

Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja -sarjassa ilmestyneet julkaisut

- 1 SIENITALOUSSEMINAARI 7.–8.4.1975.
- 2 RAATIKAINEN M, SAARI V, KANKAALA P, KARILA V, KOVANEN J ja PULKKINEN E 1975: Korospohjan pumppuvoimalaitosalueen kasvisto ja eläimistö.
- 3 KEVOJÄRVEN JA SEN LÄHILAMPIEN HYDROBIOLOGIASTA. Hydrobiologian laudaturkurssi Utsjoen Kevolla 15.–22.7.1974. 1976.
- 4 ELORANTA V 1976: Levätestit selluloosateollisuuden prosessi- ja pääkanaalijätevesien sekä eräiden limantorjunta-aineiden vaikutusten selvittämisessä.
- 5 SAARI V ja OHENOJA E 1976: Korpilahden Vaarunvuorten suursienistä.
- 6 JUSSILAINEN M ja ELORANTA P 1976: Ilmakuviin perustuva tutkimus Konneveden ja Peurunkajärven vesikasvillisuudesta.
- 7 VESAKONTORJUNTA-AINESYMPOSIUMI. 1977.
- 8 PALOKANGAS R 1977: Studies on avian thermoregulation with special reference to heat production in cold and seasonal acclimatization.
- 9 SAARI V 1978: Korpilahden Vaarunvuorten lehtisammalkasvistosta.
- 10 ELORANTA P ja ELORANTA A 1978: Tutkimus kalaston rakenteesta ja kalojen kasvusta Kuusvedessä, Ahvenisessa ja Leivonvedessä (Laukaa).
- 11 HUHTA V, SUNDMAN V, IKONEN E, SIVELÄ S, WARTIOVAARA T ja VILKAMAA P 1978: Jäteliete-kuorirouheseosten maatumisen biologia.
- 12 KOSKELA H 1979: Structure and dynamics of the beetle community inhabiting cow dung.
- 13 VIHKO V 1979: Response of the lysosomal system of skeletal muscle to exercise.
- 14 NORD-EUROPEISKA OGRÄSSYMPOSIET I DICKURSBY, FINLAND DEN 7.–10.9.1976 DEL I. 1979.
- 15 NORD-EUROPEISKA OGRÄSSYMPOSIET I DICKURSBY, FINLAND DEN 7.–10.9.1976 DEL II. 1979.
- 16 NURMELA P-L 1979: Jämsän ympäristönhoitotutkimus.
- 17 RÄSÄNEN L 1979: Elaboration of leukocyte inhibitory factor (LIF) by human peripheral blood lymphocytes and cellular collaboration in LIF production.
- 18 SIHVONEN H 1979: Jämsänkosken kunnan ympäristönhoitosuunnitelma.
- 19 NCE-SYMPOSIUM "Ecology and fishery biology of small forest lakes" Lammi 15.–17.11.1978.
- 20 I. LUONNONTIETEELLISTEN MUSEOIDEN IV VALTAKUNNALLISET NEUVOTTELUPÄIVÄT 2.4.–3.4.1979 JYVÄSKYLÄSSÄ. II. YLIOPISTOJEN PUUTARHOJEN II VALTAKUNNALLISET NEUVOTTELUPÄIVÄT 2.4.–3.4.1979 JYVÄSKYLÄSSÄ.
- 21 RAATIKAINEN T 1979: Jyväskylän yliopiston viheraluepuutarhan esiselvitys.
- 22 FINEM-79. SUOMALAISTEN ELEKTRONIMIKROKOPISTIEN SYMPOSIUMI 27.-28.9.1979 JYVÄSKYLÄSSÄ.
- 23 HIRSIMÄKI P 1980: Studies on vinblastine-induced autophagocytosis in mouse liver.
- 24 KOLEHMAINEN K 1980: Saarijärvi-Kalmari. Kalmarin kyläkuva, suunnitelmia ja toimenpide-ehdotuksia.
- 25 JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON BIOLOGIAN LAITOS 10 VUOTTA.
- 26 SELIN P, KOKKO H ja HAKKARI L 1981: Sulfiittiseluteollisuuden jätevesien likaaman Lievestuoreenjärven pelagiaalin ravintoketjututkimus.
- 27 VIHKO V ja SALMINEN A 1981: Raajalihaksen lysosomaalisen järjestelmän mukautuminen fyysiseen kuormitukseen. Loppuraportti Valtion liikuntatieteellisen toimikunnan rahoittamasta tutkimuksesta vuosina 1978-1980.
- 28 KÄPYLÄ M, TÖNNES P ja VEIJOLA H 1981: Siitepölyn, sieni-itiöiden ja puupölyn esiintyminen Jyväskylän kaupunki-ilmassa.
- 29 Saarijärven Pyhä-Häkin kansallispuiston ja sen lähiympäristön metsäjärvien veden laatu, klorofyllipitoisuus, eläinplankton, pohjaeläimistö sekä vesihyönteis- ja vesipunkkilajisto. 1982.
- 30 ELORANTA A 1982: Tutkimuksia eräiden kivikkorantojen kalalajien biologiasta. I.
- 31 LAHTI T 1983: Ruoveden Siikanevan linnusto.
- 32 RAATIKAINEN M 1983: Kasvitieteellinen julkaisutoiminta Jyväskylän yliopistossa. RAATIKAINEN, M. ja NIEMELÄ, M. 1983: Mustikan poimintatarkkuuden määrittäminen. RAATIKAINEN M, RAATIKAINEN T ja SAARI V 1983: Saarijärven Voudinnemen kasvilajisto.
- 33 KONNEVESISYMPOSIO. I. 7.–8.4.1983.
- 34 KONNEVESISYMPOSIO. II. 7.–8.4.1983.
- 35 MARTTINEN KMJ 1983: Tutkimus Kynsiveden syvänteiden kalastosta touko-lokakuussa 1980.
- 36 HUHTA V, HYVÖNEN R, KOSKENNIEMI A, VILKAMAA P, KAASALAINEN P ja SULANDER M 1984: Metsänlannoituksen ja pH:n vaikutus maaperäeläimistöön.
- 37 LUOTOLA M 1984: Behaviour and effects of some xenobiotics as studied in laboratory model ecosystems.
- 38 JÄRVIEN JA JOKIEN POHJAEÄINTUTKIJOIDEN KOKOUS 13.–15.10.1983.

- 39 SAARI V, RAATIKAINEN T ja VÄLIVAARA R 1984: Korpilahden ja Muuramen uhanalaiset kasvit.
- 40 V EKOLOGIPÄIVÄT JYVÄSKYLÄSSÄ 12.–13.4.1984.
- 41 SALONEN HW 1985: Salamajärven kansallispuistossa sijaitsevan Koirajoen rantojen kasvillisuus ja kasvisto.
- 42 SALONEN V ja SAARI V 1985: Korpilahden Ristisuon kasvisto, kasvillisuus ja suojele.
- 43 ELORANTA A 1985: Tutkimuksia eräiden kivikkorantojen kalalajien biologiasta. II.
- 44 KALLIO-MANNILA K, RAATIKAINEN M ja RAATIKAINEN T 1985: Kevätviljapeltojen rikkaruoholajiston muutoksista 1960-luvulta 1980-luvulle.
- 45 VIII NORDIC MYCOLOGICAL CONGRESS 18.–22.8.1986.
- 46 MIKOLA L 1986: Cereal carboxypeptidases: occurrence, properties and possible functions.
- 47 SUNDELL P ja SAARI V 1986: Jyväskylän maalaiskunnan ja Laukaan uhanalaiset kasvit.
- 48 SIPPONEN M 1987: Keski-Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastuksesta ja sen arvosta v. 1981 erityisesti vesioikeudellisen intressivertailun kannalta.
- 49 HIRSIMÄKI P ja REUNANEN H 1987: Autofagosytoosin mekanismi ja säätely.
- 50 RAATIKAINEN T ja RAATIKAINEN M 1988: Pihlittupaahan uhanalaiset putkilokasvit ja niiden suojele.
- 51 ELORANTA P 1988: Etelä- ja Keski-Suomen kansallispuistojen järvien kasviplanktonista heinäkuussa 1987.
- 52 HALTTUNEN-KEYRILÄINEN L 1988: Ympäristöviranomaisten koulutus- ja pätevyysvaatimuksista kunnissa. Kuntakyselyn tulokset.
- 53 REUNANEN H 1989: Ultrastructural studies on cellular autophagocytosis in vivo and in vitro.
- 54 HARVISALO S ja RAATIKAINEN T 1989: Kinnulan, Kivijärven ja Kyyjärven uhanalaiset putkilokasvit.
- 55 RAATIKAINEN M, IHANAINEN E ja RAATIKAINEN T 1989: Viitasaaren uhanalaiset putkilokasvit ja niiden suojele.
- 56 HUHTA V, HAIMI J, SETÄLÄ H, BOUCELHAM M, MARTIKAINEN E ja TYYNISMAA M 1989: Maaperäeläinten merkitys tuoreen kangasmetsän hajotuksessa, ravinnekierrossa ja maannostumisessa.
- 57 PEITSENHEIMO-AARNIO S ja RAATIKAINEN T 1989: Joutsan, Leivonmäen ja Luhangan uhanalaiset putkilokasvit ja niiden suojele.
- 58 EISTO A-K ja RAATIKAINEN T 1989: Hankasalmen ja Toivakan uhanalaiset putkilokasvit.
- 59 EKOTOKSIKOLOGIAN SEMINAARI. Jyväskylän yliopisto 27.–28.11.1990.
- 60 RAATIKAINEN M 1990: Putkilokasvilajien yleisyyden muutokset 1900-luvun Pihlittupaalla.
- 61 USTINOV A ja RAATIKAINEN M 1991: Lestijärven ja Toholammin uhanalaiset putkilokasvit.
- 62 LIIKUNTA JA LUONTO -SEMINAARI. LIKES, Jyväskylän yliopisto, Keski-Suomen liitto, Jyväskylän latu ry. 21.5.1991.
- 63 HAMARUS A, HELENIUS M ja SAARI V 1991: Jyväskylän uhanalaiset kasvit.
- 64 CONFERENCE ON THE ECOPHYSIOLOGY OF THE LIFE CYCLES OF FISH AND THEIR PARASITES. Konnevesi Research Station 10.3.–11.3.1992.
- 65 HALLMAN J ja RAATIKAINEN M 1992: Halsuan ja Perhon uhanalaiset putkilokasvit.
- 66 ERVI LO ja RAATIKAINEN M 1993: Multian putkilokasvit.
- 67 RAATIKAINEN M ja SAARI V 1994: Viitasaaren seutukunnan lehtisammalet.
- 68 MARJOMÄKI T ja HUOLILA M 1994: Puulaveden kalatutkimuksia I.
- 69 HÄNNINEN K, KOIVULA N, MIIKKI V ja TOLVANEN O 1999: Erilliskerätyn biojätteen aumakompostointi Mustankorkealla Jyväskylässä.
- 70 HÄNNINEN K, ASIKAINEN A, YLI-KETURI N, RUOKOJÄRVI P, AATAMILA M, HALONEN I, TUPPURAINEN K, VESTERINEN R, MIKKELSON P ja RUUSKANEN J 2000: Nestemäisen inhibiittoriyhdisteen käyttö todellisen yhdyskuntajätteen poltossa muodostuvien kloorattujen PCDD/F-yhdisteiden vähentämiseen.
- 71 HÄNNINEN K, YLI-KETURI N, MIKKELSON P, PENTTILÄ H, VESTERINEN R, PAAKKINEN K, HALONEN I, ASIKAINEN A, RUOKOJÄRVI P, TUPPURAINEN K ja RUUSKANEN J 2000: Kemiallis-fysikaalisten tekijöiden vaikutus PCDD/F-yhdisteiden *de novo*-muodostumiseen ja sen ehkäisemiseen jätteenpoltossa.
- 72 HÄNNINEN K, AILUNKA H, KOTIMÄKI I, MAIJALA V, LAMBACKA H, HEIMONEN R ja KUOSKU V 2001: Poron teurasjätteen kompostointi ja kasvatuskokeet kompostilla.
- 73 HÄNNINEN K, KOIVULA N, MIIKKI V, URPILAINEN S and RÄIKKÖNEN T 2001: Source separation and composting of biowaste with a view to recycling of the end product.
- 74 LAMPINEN A 2001: Jyväskylän yliopiston uusiutuvan energian koulutus- ja tutkimusohjelma – Tausta ja toimintaympäristö.
- 75 LAMPINEN A 2001: Co-operation possibilities on renewable energy between Finland and India.
- 76 TOLVANEN O ja HÄNNINEN K 2001: Uusinta teknologiaa hyödyntävien jätteenkäsittelylaitosten työhygieniä v. 1998-2001: bioaerosoli- ja melumittaukset. Suomen Akatemian projekti n:o 42503/1998. Loppuraportti.
- 77 VIILOS P, IMPPOLA U, VEIJANEN A ja HÄNNINEN K 2002: Uusinta teknologiaa hyödyntävien jätteenkäsittelylaitosten työhygieniä v. 1998-2001: haihtuvat, haisevat yhdisteet. Suomen Akatemian projekti n:o 42503/1998. Loppuraportti.

- 78 RAHEEM K, HÄNNINEN K and AKINROYE K (eds.) 2002: West Africa clean studies. Proceedings of the 1st and 2nd international conferences on waste management. Lagos, Nigeria, 2000 and 2001.
- 79 HÄNNINEN K ja MIIKKI V (toim.) 2003: Biojätteiden paineistettu anaerobinen biokonversio.
- 80 HUTTUNEN S 2004: Paikallista kestävä energiaa – Uusiutuvan energian mahdollisuudet maataloilla.
- 81 HUTTUNEN S and LAMPINEN A 2005: Bioenergy technology evaluation and potential in Costa Rica.
- 82 RONKAINEN O, KOSKINEN P, LEHTOMÄKI A, LAMPINEN A, TOIVAINEN K, KAKSONEN A, PUHAKKA J ja RINTALA J 2005: Biologinen vedyntuotanto pimeäfermentaatioprosessilla.
- 83 KUMPULAINEN T 2005: Jyväskylän kaupungin perhoslajisto vuosina 1995 - 2005: I - päiväperhoset ja muu huomionarvoinen perhoslajisto.
- 84 LAMPINEN A ja JOKINEN E 2006: Suomen maatalojen energiantuotantopotentiaalit – Ekologinen perspektiivi.
- 85 LEHTOMÄKI A, PAAVOLA T, RINTALA J ja LUOSTARINEN S 2007: Biokaasusta energiaa maatalouteen – Raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet.
- 86 HÄNNINEN K 2008: Ympäristökemian perusteet (2. painos 2009).
- 87 HÄNNINEN K 2009: Jätteiden käsittely ja kierrätys Suomessa
- 88 HÄNNINEN K JA HIMANEN M 2010: Ympäristömittausten laboratoriotyötavat
- 89 HÄNNINEN K 2010: Kemiaallinen ympäristöanalytiikka
- 90 TÄHTI H ja RINTALA J 2010: Biometaanin ja –vedyn tuotantopotentiaali Suomessa
- 91 MARKKANEN H JA WIHERSAARI M 2011: Kestävän bioenergiatulevaisuuden rakentaminen, verkko-opetuksen kehittäminen
- 92 AGAR D, WIHERSAARI M, JÄMSÉN M, RATIA H JA HEINÄNEN J: Kestävän bioenergiatulevaisuuden rakentaminen: International Bioenergy Education in Europe – An Overview
- 93 JÄMSÉN M, WIHERSAARI M, VERTAINEN L, VESISENAHO T, LEHTONEN M, JANHONEN P JA RANTA M: Kestävän bioenergiatulevaisuuden rakentaminen: Bioenergiakoulutuksen resurssit – OSA 2 Bioenergiaopetus Keski-Suomessa

DEPARTMENT OF BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCE, UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, FINLAND

ISBN 978-951-39-4271-7 (verkkoj.)