



Liiketoimintaa bioenergiasta

Tutkimus- ja kehityspalvelut Keski-Suomessa



Bioenergia Keski-Suomessa

Keski-Suomella on pitkät perinteet ja maailman luokan osaamista bioenergian kehittämisessä ja käyttöönotossa. Osaaminen kattaa koko arvoketjun. Yritysten ja yhteisöjen osaaminen kohdistuu erityisesti tehokkaihin biopolttoaineketjuihin, polttotekniikoihin ja lämmitysjärjestelmiin sekä teollisuuden energiajärjestelmiin.

Bioenergian edelläkävijä

Keski-Suomi on tiennäyttäjä bioenergian käyttöönotossa. Lähes puolet maakunnan kokonaisenergiankulutuksesta katetaan jo bioenergialla. Yhdeksän yhdistettyä sähkön- ja lämmöntuotannon (CHP) laitosta yhdessä kaukolämpölaitosten ja kiinteistökohtaisten lämmitysjärjestelmien kanssa synnyttävät alueelle ainutlaatuisen biopolttoainemarkkinan. Biomassavaroja: metsäenergiaa, turvetta, pellettejä, peltobiomassaa ja kierrätyspolttoaineita hyödynnetään laajasti erikokoisissa käyttökohdeissa omakoti kokoluokasta aina 480 megawatin polttoainetehon voimalaan. Biokaasua käytetään liikennepolttoaineena ja lämmön tuotantoon.

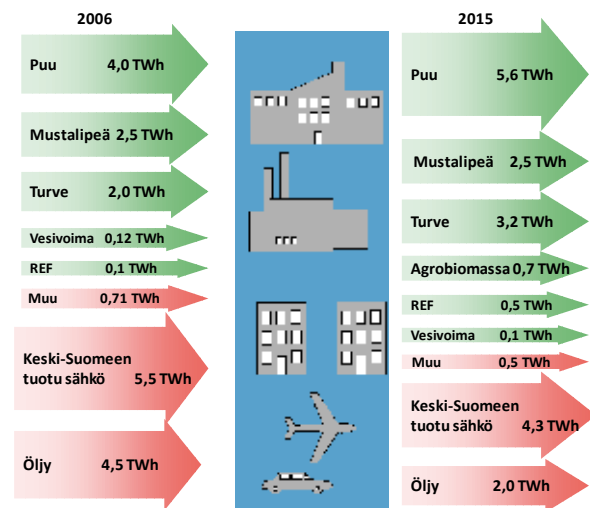
Käyttäjakeskeinen tutkimusympäristö

Keski-Suomen visiona on saavuttaa riippumattomuus fossiilisista polttoaineista sähkön ja lämmön tuotannossa vuoteen 2015 mennessä. Päämäärän tavoittelu yhdessä vuosikymmenien aikana kertyneen kokemuksen, lukuisien eri bioenergi-sovellusten ja laajan bioenergiälähteiden hyödyntämisen kanssa tekevät Keski-Suomesta ainutlaatuisen alueen tutkia ja havainnoida bioenergian intensiiviseen tuotantoon liittyviä ilmiöitä ja oppia bio-

energian kestävä tuotantoa. Alueella toimivat tutkimus- ja kehittämisorganisaatiot hyödyntävät tätä mahdollisuutta tutkimustoiminnassaan ja erityisosaamisensa kasvattamisessa.

Bioenergian osaajat

Merkittävimmät bioenergian tutkimus-, kehittämis- ja koulutusorganisaatiot ovat VTT, Jyväskylän yliopisto ja Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Lisäksi useat yritykset toteuttavat merkittävää tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Bioenergiasta elinvoimaa –klusteriohjelma on yksi Keski-Suomen kärki ponnostuskohteista ja se kokoaa yritykset ja yhteisöt kehittämään bioenergiaan liittyvää liiketoimintaa. Tulevaisuuden energiateknologiat –osaamiskeskusohjelman kautta tehdään yhteistyötä kansallisesti ja synnytetään kilpailukykyä bioenergialle.



Energiälähteet Keski-Suomessa 2006 ja tavoite 2015.

Bioenergian käytön kehitys Keski-Suomessa

	1983	1993	1998	2004	2006	Tavoite 2015
TWh						
Puu	1 782	1 741	2 833	3 873	4 040	5 600
Mustalipeä	953	2 405	2 908	2 266	2 470	2 500
Turve	442	1 900	2 153	1 870	2 035	3 200
Vesivoima	168	159	178	170	119	120
Agrobiomassa						700
Ref					100	500
Uusitutuvat yhteensä	3 345	6 205	8 073	8 179	8 764	12 620
Muu	0	0	3	794	665	500
Keski-Suomeen ostettu sähkö	2 192	3 994	4 814	5 138	5 490	4 300
Hiili	398	195	80	44	57	0
Öljy	6 095	4 850	4 845	4 441	4 482	2 000
Yhteensä	12 030	15 244	17 815	18 596	19 458	19 420

1TWh=3,6PJ

Kannen kuva: JAMK

Jyväskylän yliopisto

Lippulaivana Uusiutuvan energian ohjelma

Jyväskylän yliopisto (JY) on tunnettu poikkitieteellisestä Uusiutuvan energian (UE) ohjelmastaan. Ohjelman yhtenä osana on bioenergian tutkimus ja opetus muiden uusiutuvan energian alojen lisäksi. Kansainvälinen maisterikoulutusohjelma koostuu viidestä tieteenalasta: kemia, fysiikka, ympäristötieteet sekä talous- ja yhteiskuntatieteet.

Bioenergiatutkimuksen pääalueita

Bioenergiatutkimuksen tavoite JY:ssä on kehittää kestäviä tuotanto- ja prosessiteknologioita. Biokaasuun ja biojalostamoon liittyvällä tutkimuksella on pisin perinne. Tähän sisältyvät biologiset, fyysikaaliset ja kemialliset analyysit kiinteille, nestemäisille ja kaasumaisille biomassoille sekä prosessi- ja systeemitarcastelut. Yhtenä esimerkkinä tulevasta tutkimuksesta UE-ohjelmassa on puun (pelletin) pienpoltto sekä tähän liittyvä sähkön ja lämmön tuotto (mikro-CHP).

Tutkimusryhmiä

Bioenergiatutkimuksen parissa JY:ssä työskentelee noin 10 professoria tutkimusryhmineen. Vuosittain bioenergian alalla viimeisen kymmenen vuoden aikana on valmistunut 1-3 väitöskirjaa sekä 10 - 15 gradua tai lopputyötä.

Yhtenä tavoitteena on kehittää biokaasuteknologian prosessiosaamista lähinnä kokeelliseen tutkimukseen perustuen. Tietämystä lisätään mm. prosessin lopputuotteiden hyödyntämisestä sekä eri materiaalien soveltuvuudesta biokaasuprosessin raaka-aineeksi.



Biokaasun tuotannon tutkimus on yksi tärkeä tutkimusaihe. Biokaasua voidaan käyttää henkilöauton polttoaineena. Metener Oy on biokaasualan johtava yritys.



Jyväskylän yliopistossa tutkitaan mm. biojalostamoon liittyvää puun kemiallisuutta.

Bioenergian tuotannon ja biojalostamon tutkimuksessa painoalueita ovat sekä kiinteiden polttoaineiden koostumusselvitykset että biomassapohjaisiin polttonesteisiin ja sulfaattiteollisuuden mustalipeään liittyvät tutkimukset. Erityispiirre on bioenergiatutkimuksessa tarvittavien analyysimenetelmien kehittäminen, jota varten on olemassa syvällistä analyysiosaamista hyvin tukeva, varsin uudenaikainen laitekanta.

UE-ohjelman taloustieteen tutkimusryhmä on mukana uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvien liiketoimintamallien kehittämisessä esimerkkialoina ilmastoliiketoiminta, biojalostamot ja biokaasun jakeluverkosto. Samoin energiansäästöön ja -tehokkuuteen liittyvät kysymykset kuuluvat taloustieteellisen energiatutkimuksen kohteisiin.

Yhteiskuntatieteellisessä tutkimuksessa keskitytään uusiutuvaan energiaan kestävä kehityksen kannalta ja tässä erityisesti sosiaaliseen näkökulmaan. Luonnontieteilijöiden, politiikan tutkijoiden ja taloushistorioitsijoiden välille on myös muodostettu poikkitieteellinen tutkimusryhmä, joka tutkii energiasektorin kehitystä määrittävän institutionaalisen toimintaympäristön ja siihen liittyvien muutosprosessien kuten regulaation sekä globalisaation ja ympäristötietoisuuden vaikutuksia.

Yhteistyö

Biomassan kestävä käytön tutkimuksessa toimii yhteistyössä useita tutkimusryhmiä JY:stä, muista yliopistoista sekä tutkimuslaitoksista kuten VTT ja Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus. Luonnontieteellisellä ja teknisellä alalla on vahvaa osaamista mm. polton kaasu- ja hiukkaspäästöjen, energiajärjestelmiin liittyvän energiatehokkuuden, kasvihuonekaasujen päästötaseiden, energiatalouden sekä ympäristövaikutusten tutkimuksessa. JY tekee yhteistyötä myös kuntien ja yritysten kanssa.

VTT Euroopan johtava bioenergian tutkimuslaitos

VTT on Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio, joka tuottaa monipuolisia teknologia- ja tutkimuspalveluja sekä kotimaisille että kansainvälisille asiakkailleen, yrityksille ja julkiselle sektorille.

Bioenergia-tutkimusalueen keskeiset painopisteet ovat:

- biopoltto- ja bioraaka-aineiden tuotanto- ja käsittelytekniikat,
- vähäpäästöiset poltto- ja kaasutusratkaisut lämmön, sähkön ja liikenteen biopolttoaineiden tuotantoon,
- voimalaitosten polttoainevalikoiman laajentaminen
- teollisuusvirtausten ja polton mallinnus,
- biojalostamokonseptit uusien biopolttoainejalosteiden tuotantoon sekä
- polttokennot ja vetytekniikka.

Bioenergian tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on vähentää sähkön ja lämmön tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä luomalla ratkaisuja ja tietoa biopolttoaineiden käytön lisäämiseen eri käyttökohteissa ja kokoluokissa. Toisaalta tavoitteena on kehittää uutta teknologiaa ja uusia ratkaisuja bioraaka-aineisiin pohjautuvien vähäpäästöisten liikennepolttoaineiden ja bioperäisten tuotteiden tuotantoon korvaamaan fossiilisia polttoaineita ja raaka-aineita. Näillä tutkimusaloilla tavoitteena on parantaa suomalaisen bioenergiaosaamisen näkyvyyttä kansainvälisillä markkinoilla ja vahvistaa bioenergian kilpailukykyä maailmanlaajuisesti.

Tavoitteet toteutetaan kehittämällä:

- kustannustehokkaampia ja vähäpäästöisempiä biopolttoaineiden tuotanto- ja logistiikkaketjuja
- uusiutuviin energialähteisiin ja hiilidioksidin talteenottoon perustuvia sähkön ja lämmön tuotantoratkaisuja
- metsäteollisuuden ja muun teollisuuden yhteyteen integroituja liikenteen ja synteettisten polttoaineiden tuotantokonsepteja
- materiaali- ja energiahyötykäytön yhdistäviä ratkaisuja
- polttokennoihin perustuvia energiaratkaisuja hajautettuun energiatuotantoon

Keskeiset tutkimuksen haasteet

Energiatoimialan keskeisenä tulevaisuuden haasteena on ilmastonmuutoksen hillintä kasvihuonekaasupäästöjä vähentämällä ja fossiilisten polt-



VTT:n pienpolton tutkimusympäristöä voidaan käyttää sekä tulisijojen että kattiloiden testaukseen ja kehittämiseen. Varaavia uuneja voidaan testata CE-merkintää varten. Kattilatestauksille on myönnetty Finas Oy:n akkreditointi. Kuvassa on meneillään Harvian uuden saunankiukaan testaus



VTT:n on kehittänyt menetelmiä, joilla haasteellisia polttoaineita käyttävän kattilan likaantumiseen vaikuttavia tekijöitä on mahdollista jatkuvasti seurata ja optimoida. Kehitetty likaantumisen tarkastelumenetelmä perustuu ns. likaantumissondien ja tulistimille kertyvien likakerrostumien lämpövastuksen monitorointiin. Menetelmää on käytetty useilla laitoksilla mm. Jyväskylän Rauhalahden voimalaitoksella



Vapon uudessa turvetuotantometelmässä turve nostetaan suosta kaivinkoneella ja pumpataan kuivatuskentälle kuivumaan pieninä paloina. Kenttä on päällystetty kestäväällä materiaalilla kuten asfaltilla. VTT on vastannut menetelmän kokeellisesta tutkimuksesta. Kuva Vapo Oy



VTT on tutkinut pienpuun ja kantojen korjuutekniologiaa sekä kuivausta, murskausta, varastointia, terminaalitoimintoja ja kuljetusta. VTT tutkii yhteistyössä metsäkeskuksen kanssa energiapuupaalien kuivumista. Fixteri Oy:n kokopuupaalain nostamassa valmiita paalia alkumassan mittaamiseksi kuivaustutkimusta varten.



VTT:llä tutkitaan ja kehitetään koko ruokohelven korjuu-, varastointi- ja kuljetusketjua polttolaitokselle sekä helven käyttöä kattilassa. Tässä tutkitaan ruokohelven korjuuta etuniittokonepaalain -yhdistelmällä Vapon vetämässä maakunnallisessa ruokohelven kehityshankkeessa

toaineiden käytön korvaaminen biopolttoaineilla. Bioenergialla ja hiilidioksidin talteenotolla on merkittävä rooli kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisessa. Toisaalta bioraaka-aineiden kysyntä erilaisiin sovelluksiin kasvaa merkittävästi. Kysynnän kasvu johtaa sähkön ja lämmöntuotannossa polttoainevalikoiman laajentumiseen ja monipuolistumiseen esimerkiksi peltobiomassojen ja kierrätyskelvottomien jättejakeiden käyttöön. Usein polttoainevalikoiman laajentuminen tarkoittaa tuotannon, käsittelyn ja energiantuotantotekniikan kannalta haasteellisempien ja vaikeammin hallittavien polttoainejakeiden käyttöä eri kokoluokissa. Toinen energia- ja ympäristötoimialan keskeinen haaste on liikenteen polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Maailmalla kehitetään useita erilaisia liikennepolttoaineiden tuotantoteknologioita, joiden kilpailukykyisyys todennetaan lähivuosina rakentamalla demonstraatiolaitoksia.

Resurssit

VTT:llä bioenergiaa tutkii 140 tutkijaa ja käytössä on useita laboratorio- ja pilotmitan koelaitteita polttoaineiden tuotantoon ja käsittelyyn, leiju- ja arinapolton, tulisijojen ja pienkattiloiden, kaasutuksen sekä nestemäisten polttoaineiden kehittämiseen ja tutkimiseen.



VTT:n leijupolton koelaitteita käytetään erilaisten biopolttoaineiden palamisominaisuuksien ja mallinnuksen tutkimukseen. Tutkimukset ovat palvelleet mm. Metson, Alholmens Kraftin sekä Foster Wheelerin Lagiszan kattiloiden kehittämisessä.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK)

JAMK on monialainen ammattikorkeakoulu, jossa on neljä koulutusta, palvelutoimintaa sekä tutkimus- ja kehittämistyötä tuottavaa yksikköä. Koulutusyksiköt tarjoavat ammattikorkeakoulututkintoon johtavaa opetusta seitsemällä koulutusosalalla. Opiskelijamäärä JAMKissa on noin 8000 ja henkilökunnan määrä noin 700.

Bioenergiakeskus

Bioenergia on vahvana osaamisalueena valittu yhdeksi JAMKin aluekehityksen kärjistä. Bioenergian sovellettu tutkimus- ja kehitystoiminta on sijoitettu Luonnonvarainstituutin Bioenergiakeskukseen Saarijärvelle. Luonnonvarainstituutti on osana Teknologiatyöryhmää, kehittänyt aktiivisesti sovellettua T&K toimintaa ja koulutusta bioenergia-alalla.

Keskeisiä Luonnonvarainstituutin osaamisalueita ovat:

- metsä- ja peltoenergian hankinta, logistiikka ja käyttö
- hajautetut energiajärjestelmät (esim. biokaasujärjestelmät)
- bioenergiayrittäjyys



JAMK tarjoaa alan yrityksille ja organisaatioille koulutus-, kehittämis- ja testauspalveluja.



JAMKin Luonnonvarainstituutti Saarijärvellä tarjoaa mm. tutkintoon johtavaa ammattikorkeakoulu koulutusta sekä ammatillisia erikoistumisopintoja ja muuta täydennyskoulutusta.

JAMK on mukana monissa kansallisissa ja EU-rahoitteisissa hankkeissa sekä hallinnoijana että asiantuntijana. Hankkeet ovat mm. esiselvitys- ja tuotekehitysprojekteja sekä erilaisia aluekehitystä tukevia projekteja. Hankkeita toteutetaan yhdessä paikallisten ja kansainvälisten yritysten, asiantuntijoiden ja muiden sidosryhmien kanssa. Bioenergiakeskuksen 10 bioenergia-alan asiantuntijan lisäksi koulutus-, kehittämis- ja testauspalveluiden toteutuksessa hyödynnetään laaja-alaisesti ammattikorkeakoulun muiden alojen asiantuntijoita.

Uusi, nykyaikainen bioenergian T&K- ja koulutuskeskus avataan tammikuussa 2010 Saarijärven Tarvaalassa. Bioenergiakeskuksen varustukseen kuuluu mm. kiinteän polttoaineen biolämmitysjärjestelmiä, polttoainelaboratorio, biokaasun testi-reaktori, biodieselin tuotantolaitteistot sekä kiinteän polttoaineen monikäyttökuivuri.

Bioenergiakeskuksessa kehitetään, edistetään, demonstroidaan ja koulutetaan bioenergian käyttöä. Yritykset voivat hyödyntää keskusta mm. työntekijöiden koulutuksessa, tutkimus- ja kehitystyössä, tuotteiden testauksessa ja markkinoinnissa.

Uudisrakennuksen lämmitys hoidetaan uudella kiinteän polttoaineen lämpölaitoksella. Kehittämis- ja koulutuskäyttöön suunnitellussa lämpölaitoksessa voidaan kehittää kiinteistökokoluokan lämmitysjärjestelmien teknisiä ominaisuuksia ja käytettävyyttä sekä käyttäjien osaamista ympäristöystävällisempään ja tehokkaampaan suuntaan.

Hallitiloihin varustetaan lämmityskattiloiden testauslaboratorio, jossa voidaan akreditoinnin jälkeen tehdä standardin mukaisia testauksia lämmityskattiloille.

Bioenergiapalveluja Keski-Suomessa

Analyysipalveluja

ENAS Oy

ENAS Oy on laboratorioalan yhtiö, joka tuottaa asiakkailleen energia- ja ympäristösektorin analyysipalveluja kilpailukykyisesti ja luotettavasti. Yrityksellä on vankka asiantuntemus ja kokemus erilaisten polttoainneiden (bio- ja fossiiliset), tuhkien yms. ominaisuuksien analysoinnissa. Toiminta ja keskeisimmät analyysimenetelmät on akkreditoitu (FINAS T241). ENAS Oy kehittää ja ylläpitää menetelmiään ja palveluitaan yhteistyössä asiakkaidensa ja alan tutkimuslaitosten kanssa. www.enas.fi

Konsultointi

Benet Oy

Benet Oy on bioenergian asiantuntijayritys, joka markkinoi ja toteuttaa bioenergian asiantuntijapalveluita. Benet Oy hallinnoi Benet Bioenergiaverkostoa, joka on toiminut vuodesta 1997. Verkostoitumisen kautta pystymme tarjoamaan laajat ja monipuoliset asiantuntijapalvelut yli 400 alan johtavan asiantuntijan voimin. Tavoitteenamme on asiantuntemuksemme avulla lisätä taloudellisesti ja ekologisesti järkevää bioenergian käyttöä luomalla bioenergian käytön edellytyksiä, synnyttämällä polttoainelogistiikan ja energiantuotannon projekteja, sekä toteuttamalla ja koordinoimalla projekteja. Tarjoamme konsultointi-, koulutus- ja suunnittelupalveluita jotka kattavat koko bioenergian toimitusketjun polttoaineen hankintapaikalta aina toimitettuun energiaan saakka. Benet Oy hallinnoi Keski-Suomen Energiatoimistoa, joka edistää alueellaan energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä. Energiatoimiston toimintaan kuuluu koulutus, tiedotus, konsultointi sekä erilaiset alueelliset ja kansainväliset hankkeet. www.benet.fi

Elomatic

Elomatic tuottaa energia-alan asiantuntijapalveluja, jotka kattavat projektin kaikki vaiheet alkaen kannattavuusselvityksistä ja päättyen hankkeen toteutukseen ja luovutukseen tilaajalle. Suunnittelupalvelumme käsittävät lämpö- ja voimalaitosten sekä kaukolämpöverkostojen esi- ja toteutussuunnittelun. Laitosten sijoitus- ja mekaaninen suunnittelu tehdään nykyaikaisilla suunnitteluohjelmistoilla, kuten Elomaticin omalla Cadmatic 3D -suunnitteluohjelmistolla. Prosessien laskentaan sekä olemassa olevien prosessien optimointiin käytämme simulointiohjelmistoja. Energia-konsultointipalveluihimme kuuluvat hankekohtaiset kannattavuusselvitykset sekä projektinhoitopalvelut (urakoitsijoiden ja laitostoitajien kilpailutus, lämmöntoimituksen kilpailutus sekä energian myynti- ja hankintasopimukset). Palveluihimme sisältyvät lisäksi energiakatselmukset teollisuudelle ja julkiselle sektorille. www.elomatic.com

MK Protech Oy

MK Protech Oy on erikoistunut anaerobitekologiaan soveltamalla laitostoimeksiantoihin itse kehittämäänsä HLAD-prosessia. Toimituskokonaisuuteen sisältyy myös projektinjohto-, suunnittelu- ja urakointi-palvelut. Yrityksen toiminta-ajatus on tehdä koko laitoksen suunnittelu – kokonainen perussuunnittelu-paketti – jonka paikallinen urakoitsija toteuttaa perussuunnittelun mukaan. Konsepti tarjoaa edullisen ratkaisun, jossa asiakas säästää ylimääräisen toimituskatteen ja saa haluamansa laitostoteutuksen tiiviissä yhteistyössä suunnittelijan kanssa. www.mk-protech.fi

Protacon Engineering Oy

Protacon Engineering Oy tuottaa energiasektorille laitoslaajuiset suunnittelupalvelut sähköistyksen, automaation ja informaatiojärjestelmien toteutukseen. Toimitamme myös automaation järjestelmätoimitukset sekä erillisenä tuotteena laitoksen polttoainetietojärjestelmän (PAS), joka voidaan toimittaa nykyisin myös SaaS-palveluna. www.protacon.fi

Ramboll Finland Oy

Ramboll Finland Oy on osana kansainvälistä Ramboll Groupia johtava insinööri-, suunnittelu- ja konsulttiyhtiö Suomessa. Suomessa toimimme 21 paikkakunnalla yli 1 100 asiantuntijan voimin. Kansainvälinen organisaatiomme toimii yli 9 000 asiantuntijan voimin sijoituen pääasiassa Pohjoismaihin, Iso-Britanniaan (UK), Venäjälle, Lähi-Itään ja Intiaan. Tuotamme infrastruktuurin ja ympäristön suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon sekä talonrakennukseen, teollisuuteen ja energiatekniikkaan liittyviä konsultti- ja asiantuntijapalveluita. Vuoden 2009 alusta tarjontamme on lisääntynyt johdon konsultointi -palvelulla. Keski-Suomen alueella organisaatiossamme toimii 160 asiantuntijaa edustaen yhtiömme eri toimialoja, kuten talo-, infra-, teollisuus-, energia ja ilmasto- sekä vesi- ja ympäristötoimialat. www.ramboll.com

Vaskol Oy

Vaskol Oy on vuonna 2000 perustettu lämpö- ja voimalaitossuunnitteluun erikoistunut suunnittelutoimisto. Vaskol tarjoaa monipuolisen valikoiman alan erikoisosaamista aina esiselvityksistä projektointiin. Toiminta-ajatuksenamme on kokonaisvaltainen laadukkaiden suunnittelupalveluiden tuottaminen yrityksille ja julkisyhteisöille. Vaskol Oy on 1.7.2009 lähtien osa Elomatic konsernia. www.vaskol.com

Watrec Oy

Watrec Oy on ympäristöalan asiantuntijayritys, jonka ydinosaamista on biokaasuteknologia, jäte- ja prosessivesien käsittely sekä ympäristö- ja energiaosaamiseen liittyvä konsultointi. Tarjoamme asiakkaillemme ratkaisuja jätteisiin ja jätevesiin liittyviin ongelmiin. www.watrec.fi

Yhteystiedot



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Jyväskylän Yliopisto

<http://www.jyu.fi/>

www.jyu.fi/uusiutuvaenergia

- Professori Jukka Konttinen, Uusiutuvan energian ohjelma, pienen mittakaavan puupoltton sekä kaasutuksen tutkimus. Kemian laitos. jukka.t.konttinen@jyu.fi.
- Professori Jukka Rintala, Biokaasututkimus, tuotanto ja sovelluskohteet. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. jukka.a.rintala@jyu.fi.
- Yliassistentti Margareta Wihersaari, biomassan kestävä käyttö, energiajärjestelmien energiatehokkuus ja kasvihuonekaasupäästöt, bioenergian huoltovarmuus. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. margareta.wihersaari@jyu.fi.
- Professori Raimo Alén, Biojalostamoihin ja bioenergian tuotantoon liittyvä puukemia ja analytiikka. Soveltavan kemian osasto, kemian laitos. raimo.j.alen@jyu.fi.
- Professori Hanna-Leena Pesonen, bioenergiaan liittyvä liiketoiminta. Yritysten ympäristöjohtaminen. Taloustieteiden tiedekunta. hanna.l.pesonen@jyu.fi.
- Professori Marja Järvelä, bioenergian tuotannon ja käytön paikalliset sosiaaliset vaikutukset, yhteiskuntapolitiikka. Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos. marja.o.jarvela@jyu.fi.
- Professori Jari Ojala, energiasektorin institutionaalinen toimintaympäristö. Historian ja etnologian laitos. jari.a.ojala@jyu.fi.
- Yliassistentti Timo Ålander, ilmansuojelutekniikka. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. timo.j.a.alander@jyu.fi.
- Tutkija Mika Laita, päästömittaukset. Ympäristöntutkimuskeskus. mika.t.laita@jyu.fi.



VTT

www.vtt.fi

- Teknologiapäällikkö Jouni Hämäläinen, Bioenergia. jouni.hamalainen@vtt.fi.
- Asiakaspäällikkö Markku Orjala, Bioenergia. markku.orjala@vtt.fi.
- Tiiminvetäjä Heikki Oravainen, VTT Asiantuntijapalvelut, tulisija- ja pienkattilatestaukset.
- Teknologiapäällikkö Tuula Mäkinen, Polttoainetaloustiet. tuula.makinen@vtt.fi.
- Asiakaspäällikkö Matti Nieminen, Polttoainetaloustiet. matti.nieminen@vtt.fi.



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU

JAMK

www.jamk.fi

- Asiantuntija Pekka Äänismaa, bioenergiaprojektit. pekka.aanismaa@jamk.fi
- Koulutus- ja t&k-päällikkö Jyrki Kataja. jyrki.kataja@jamk.fi
- Bioenergiaklusterin vetäjä Markku Paananen. markku.paananen@jamk.fi

Jyväskylä
Innovation

Jyväskylä Innovation Oy

www.jklinnovation.fi

- Toimitusjohtaja Veli-Pekka Heikkinen. veli-pekka.heikkinen@jklinnovation.fi
- Kehitysjohtaja Mikko Ahonen, energiateknologia. mikko.ahonen@jklinnovation.fi

Lisätietoja Jyväskylän yliopiston, VTT:n ja JAMK:in tutkimuspalveluista saat internetistä osoitteesta:
www.finbioenergy.fi/keskisuomi

Bioenergian tutkimus- ja kehityspalveluja Keski-Suomesta liiketoiminnan kehittämiseksi!



KESKI-SUOMEN LIITTO



Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013