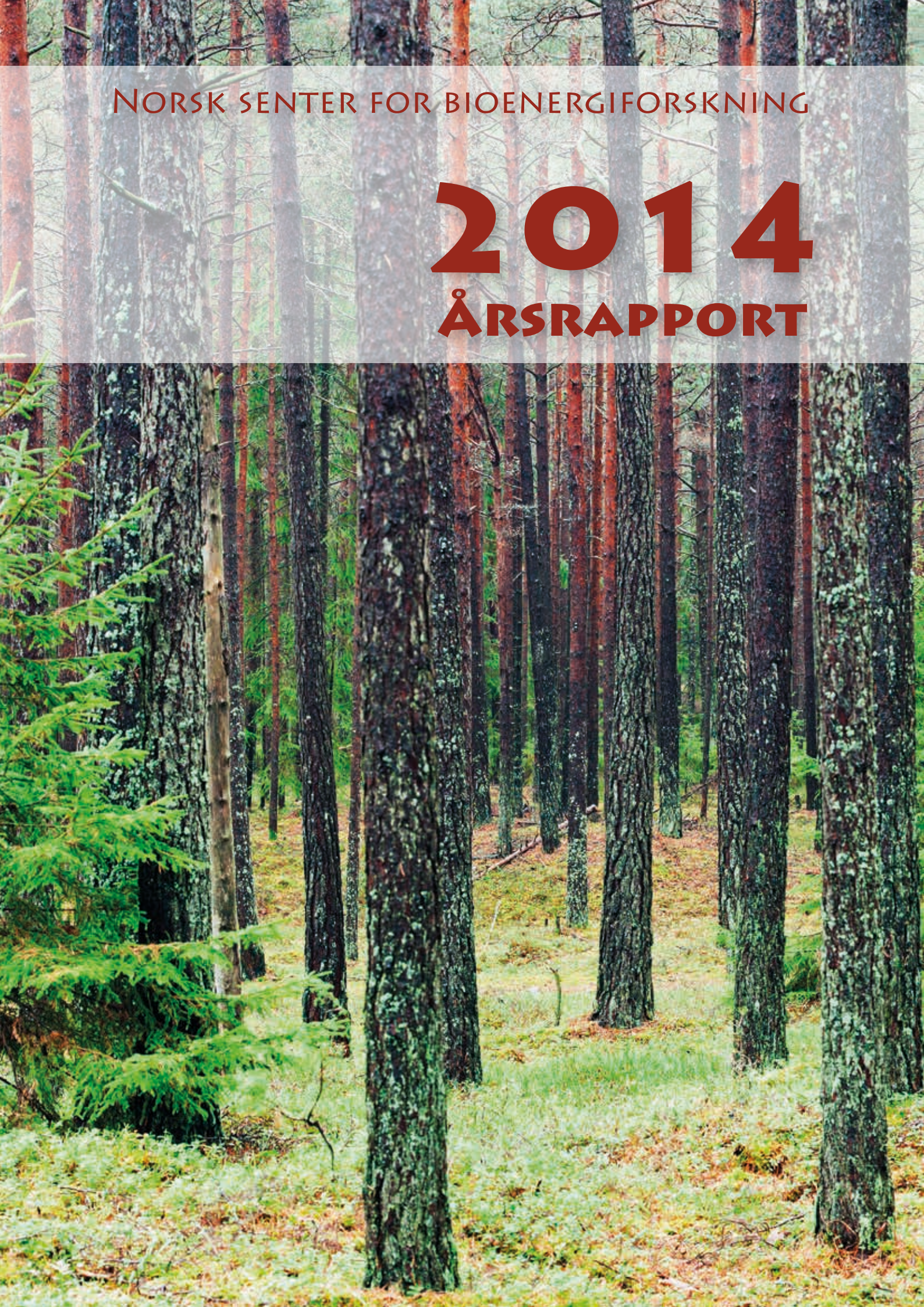
Norsk senter for bioenergiforskning

2014
Årsrapport



Om Norsk senter for bioenergiforskning

Senteret er et forpliktende samarbeid mellom Bioforsk, Norsk institutt for skog og landskap og Norges miljø- og biovitenskapelige universitetet (NMBU). Senterets formål er å øke samfunnsnytten av forskningen på Campus Ås innen fornybar energi, med vekt på bioenergi. Vi skal framstå utad som et samlet kompetansemiljø.

Størrelse
Senteret omfatter om lag 60 forskere og doktorgradsstudenter. Omtrent halvparten av disse bruker mesteparten av sin tid på bioenergiforskning. Prosjektporteføljen har en årlig omsetning på 50-60 millioner kr.

Organisering
Norsk senter for bioenergiforskning er et virtuelt senter på Campus Ås. Forskerne er ansatt hos sentereierne og har sin arbeidsplass der. Senteret har et styre bestående av ledelsen ved hver av de tre eierne. Et sekretariat bestående av senterdirektør og forskningskoordinator står for den daglige driften.

Styre
Harald Lossius, adm. direktør, Bioforsk, leder
Arne Bardalen, adm. direktør, Norsk institutt for skog og landskap
Øystein Johnsen, dekan, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)

Forskerteam
Senteret har campusovergripende forskerteam innen hvert av satsingsområdene. Teamlederne og deres linjeledere er:

Teamleder	*Satsingsområde*	*Organisasjon*	*Linjeleder*
Tormod Briseid	Biogass	Bioforsk	Øistein Vethe
Achim Kohler	Biodrivstoff	NMBU-IMT	Cecilie Rolstad Denby
Vincent Eijsink	Bioraffineri	NMBU-IKBM	Are Aastveit
Per Kr. Rørstad	Bærekraft	NMBU-INA	Sjur Baardsen
Janka Dibdiakova	Bioressurser/biovarme	Skog og landskap	Bjørn Håvard Evjen

Sekretariat
Odd Jarle Skjelhaugen, senterdirektør, NMBU
Bjørn Langerud, forskningskoordinator, Skog og landskap

Foto: Odd Jarle Skjelhaugen

Sørhellinga, der Norsk senter for bioenergiforskning har sine lokaler.

Innhold

Styreleder har ordet 4
Senterdirektøren har ordet 5
Forskning 7
Vitenskapelige artikler 12
Forskerutdanning 17
Masteroppgaver i fornybar energi 19
Internasjonalt 23
Samarbeid med næringslivet 25

Omslag: © Foto: Svein Grønvold.
Grafisk design: Svein Grønvold, www.sveingronvold.com . Trykk: Follotrykk AS 2015

Styreleder har ordet

Politikk og kursendring: *Omfattende forskningspolitisk påvirkning*
Bioenergisenterets forskere og ledelse har over lengre tid gitt innspill til flere politiske strategier av betydning for veivalg i forskningen. I løpet av 2014 ble strategiene OEDs Energi 21, LMDs Skog 22 og MDs Biogasstrategi ferdigstilt. Våre fagområder er blant de høyt prioriterte områdene i Skog 22 og Biogasstrategien, mens bioenergien har fått en mer perifer plass i Energi 21. Alle dokumentene er førende for Norges Forskningsråds prioriteringer.

Sterkere internasjonalt
Regjerningen kom i fjor med pålegg om økt deltagelse i EUs rammeprogram for forskning og innovasjon, Horizon 2020. Den forventer at vi tar initiativ til faglig sterke internasjonale konsortier som er i stand til å etablere og gjennomføre H2020-prosjekter, samt å realisere internasjonal forskermobilitet. Sentereiernes linjeledere tok denne utfordringen og identifiserte konkrete tiltak for utvidet samhandling mellom senterledelse, satsingsområdeledere og linjeledere. Resultatet er at vi nå har flere H2020 konsortier på gang.

Dreining mot bioraffineri
I løpet av fjoråret vurderte vi hvilke tematiske områder vi skal prioritere. Vi identifiserte bioraffineri som et nytt satsingsområde for å tydeliggjøre forskningen på Campus Ås, og følge opp politiske og kommersielle signaler. Dermed har vi følgende satsinger: Bioressurser, biovarme, biogass, bioraffineri og bærekraft. Flere av prosjektene våre omfatter flere satsingsområder. Det viser at vi lykkes med å arbeide tverrfaglig og klarer å få fram den tette sammenhengen mellom satsingene.

Harald Lossius
Styreleder

Foto: Ragnar Vaga Pedersen

Harald Lossius.

Senterdirektøren har ordet

Styrket forankring og dyktige forskere: *Campusovergripende forskningsteam*
Avtalen mellom NMBU, Bioforsk og Norsk institutt for skog og landskap (Skog og landskap) om Norsk senter for bioenergiforskning hjemler campusovergripende forskningsteam innen hvert av våre fem satsingsområder. Gjennom 2014 har vi fått på plass mandatet for lederne av disse teamene, oppnevnt nye teamledere og involvert linjelederne sterkere i senterets virksomhet. Vi har avstemt forventninger og oppgave- og ansvarsfordeling mellom styre, linjeledere, teamledere og sekretariat.

Jevn omsetning
Forskningsprosjektenes økonomiske omsetning lå i 2014 på samme nivå som året før, rundt 58 millioner kroner. Antall prosjekter fordeler seg noenlunde jevnt på satsingsområdene bioressurser, biogass, bioraffinering/biodrivstoff og bærekraft, med litt færre på biovarme. Tilslaget på nye prosjekter i løpet av 2014 har vært godt, 45 % av søknadene er innvilget. Det er verdt å merke seg at Campus Ås forskere er etterspurt som partnere i andres forskningsprosjekter. Ved utgangen av 2014 hadde vi kontraktfestede prosjekter for 56 millioner kroner for 2015 og 51 millioner kroner i 2016. Det ser imidlertid ikke ut til at nesten full ordrebok reduserer forskernes motivasjon for å søke nye prosjekter.

Rekordhøyt antall vitenskapelige artikler
Produksjonen av vitenskapelige artikler fortsetter å stige. I 2014 publiserte forskerne tilknyttet senteret 43 artikler, mot 38 i 2013 og 23 i 2012. Det er naturlig nok NMBU-forskerne som står for flest publikasjoner. Andel artikler med felles forfatterskap mellom sentereiernes forskere ligger på 10 %. Fordelingen mellom satsingsområdene er 16 artikler innen bioraffineri, 10 innen bioressurser, 10 innen biogass og 7 innen bærekraft/marked.

Mange masteroppgaver
Undervisningen i fornybar energi ved NMBU er omfattende. I alt 46 masteroppgaver i fornybar energi ble produsert av NMBU-studentene i 2014. De fleste innen bioenergi, solenergi, vindkraft og energisystem. Men også enkeltoppgaver innen energieffektivitet, offentlige virkemidler, bølgekraft, geovarme og karbonfangst. Blant veilederne finner vi NMBU-ansatte og ansatte ved Bioforsk, Skog og landskap, og i næringslivet.

Jeg er glad for at Bioenergisenteret blir mye brukt både internt og eksternt, og at det fungerer som en møteplass for nye forbindelser i næringslivet. Til slutt vil jeg rose forskerne og lærerne, de gjør en formidabel jobb.

Odd Jarle Skjelhaugen
Senterdirektør

Foto: Signe Bente Skjelhaugen

Odd Jarle Skjelhaugen.

Ny metode hindrer at sukker ikke går opp i røyk

Bagasse er et biprodukt fra sukkerrør etter bioetanolproduksjon. Vanligvis brennes den. Med optimal forbehandling har forskere klart å hente ut 300 kg sukker for hvert tonn av restproduktet, til stor jubel fra industrien.

Av Liv Røhnebæk Bjergene

– Ja, forskningsfunnene er så interessante at Jens Ulltveit Moe er interessert i å bruke metoden for å kunne hente ut mer sukker fra sine bioetanolplantasjer i Brasil, sier NMBU-professor Svein Jarle Horn.

Sammen med kollegaer ved NMBU har han utviklet metoden som omfatter en kombinasjon av dampeksplosjon og enzymteknologi

River i stykker fibrene

Hemmeligheten bak suksessen var å utsette restproduktet for en dampeksplosjon og deretter tilsette enzymer.

– Vi prøvde oss fram med ulike kombinasjoner av temperatur og tid i dampeksplosjonsprosessen for å finne de beste betingelsene, forklarer Horn.

Foto: Liv Røhnebæk Bjergene

Dampeksplosjonsutstyret klart til bruk.

Foto: Liv Røhnebæk Bjergene

Svein J. Horn sjekker de siste resultatene.

Når bagasse utsettes for dampeksplosjon, rives fibrene fra hverandre. Dette gjør at fibre som inneholder cellulose lettere kan brytes ned med enzymer og omdannes til sukker.

– Med den mest optimale forbehandlingen var det mulig å hente ut 300 kg med sukker fra hvert tonn av restproduktet bagasse, sier Horn.

Dampeksplosjonsprosessen har ikke bare vist seg å være effektiv for å få ut mer sukker. I tillegg viste det seg at denne forbehandlingen også økte metanutbyttet fra bagasse.

– Vi kom fram til at det mest gunstige var å ta ut sukkeret først, og så bruke resten til metanproduksjon, forklarer Horn.

Sukkeret kan gjæres til bioetanol.

Mange bruksområder

Biomasse vil bli en mangelvare i framtiden. Horn ser for seg mange mulige bruksområder for restprodukt fra sukkerrør.

– I framtida tror jeg at biomassen i økende grad vil bli brukt til å lage mer høyverdige produkter, som fôr eller kjemikalier, framfor biodrivstoff. Biomasse vil aldri helt kunne erstatte fossilt brennstoff. Forbruket av fossil energi er så stort at vi ikke har nok biomasseressurser, sier Horn.

Forskningsresultatene er publisert i journalen Bioresources.

Forskning

Bioenergisenterets eiere omsatte forskningsprosjekter for nesten 58 millioner kr i 2014, praktisk talt samme beløp som i 2013. Vi har ved utgangen av 2014 kontraktfestede prosjekter for 56 millioner kr som skal utføres i 2015 og 51 millioner som skal utføres i 2016.

Forskerne og sentersekretariatet utarbeidet og sendte inn 16 prosjektsøknader i 2014 med samlet søknadsbeløp for perioden 2014-2018 på litt over 140 millioner kr. Ved starten av april 2015 var 7 søknader innvilget, med verdi på drøyt 50 millioner kr for hele perioden frem mot 2019. Dette gir et tilslag på snaut 45 % målt i antall og noe over 35 % målt i kroner.

Omsetningen i 2009 – 2014, årlig kontraktfestede prosjekter for perioden 2015-2019.

© Foto: Svein Grønvold

Forskningsprosjekter fordelt på satsingsområdene

Bioressurser

Prosjekttittel	Finansiering	Prosjektledelse
Wood based energy systems from Nordic forests (Enerwoods)	Nordic Energy 2050	Skog og landskap Bruce Talbot
FORest management strategies to enhance the MITigation potential of European forests (FORMIT)	EU Knowledge Based Bio Economy (KBBE)	NMBU Birger Solberg
Gjødsling av skog, effekter på volum, biomasse, karbonbudsjett og økonomi	Utviklingsfondet for skogbruket	Skog og landskap Kjersti Holt Hanssen
Sustainable utilization of forest resources in Norway	Norges forskningsråd, BIONÆR	Skog og landskap Erlend Nybakk
Advancing biomass technology - a biomimetic approach	Norges forskningsråd, BIONÆR	Skog og landskap Gry Alfredsen
Securing triple bottom line outcomes from bioenergy development and innovation in rural Norway (TRIBORN)	Norges forskningsråd, Energix	NIFU
Approaches for integrated assessment of forest ecosystem services under large scale bioenergy utilization	Norges forskningsråd, BIONÆR	Skog og landskap Rasmus Astrup
Sustainable path creation for innovative value chains for organic waste products (SusValueWaste)	Norges forskningsråd, Energix	NIFU/Klitkou
WW-Net Competing uses of forest land? The future of integrative and segregative policy and forest management approaches in Europe	Norges forskningsråd, BIONÆR	NMBU Birger Solberg
Omsetning av fyring	Enova, Skogtiltaksfondet, Innov. Norge, Jøtul	Norsk ved
CenBio WP1.1 Feedstock supply	Norges forskningsråd, FME	NMBU Tron Håkon Eid
CenBio WP 1.2 Logistics	Norges forskningsråd, FME	Skog og landskap Bruce Talbot
CenBio WP 1.3 Biomass and residue characteristics and quality	Norges forskningsråd, FME	SINTEF Judith Sandquist
CenBio WP 1.4 Residues upgrading and use	Norges forskningsråd, FME	Bioforsk Trond K. Haraldsen

Alger

Prosjekttittel	Finansiering	Prosjektledelse
Conversion of solar energy to infrastructure-ready transport fuels using aquatic photobiological organisms as the hydrocarbon feedstock producer (AquaFEED)	Nordic Energy Research	Bioforsk Kari Skjånes
Use of solar energy for CO_2 capture, algae cultivation and hydrogen production	Norges forskningsråd,	Bioforsk Stig Borgvang

Biogass

Prosjekttittel	Finansiering	Prosjektledelse
Biogas reactor technology for Norwegian agriculture (BIONA)	Norges forskningsråd, Energix	Bioforsk Roald Sørheim
Hyperthermophilic fermentation as pre-treatment step in biogas plants	Norges forskningsråd, Energix	Bioforsk Tormod Briseid
Effect of farmyard manure biogas digestion on important soil characteristics - establishment of a long-term study under Norwegian conditions (SOILEFFECTS)	Norges forskningsråd, Energix	Bioforsk Anne-Kristin Løes
Biogas Value Chains - A comparative study of Norwegian and Danish biogas production	Norges forskningsråd, Energix	Østfoldforskning Ole Jørgen Hanssen
Modeller for klima- og miljønytte og økonomisk lønnsomhet av verdikjeder for biogass	Landbruksdirektoratet	Østfoldforskning Ole Jørgen Hanssen
Biogas from organic residues and livestock manure as a vehicle fuel (BiogasFuel)	Norges forskningsråd, Energix	UMB Svein Jarle Horn
Documentation of energy production and GHG emissions in a farm level biogas plant digesting animal manure and various types of fish waste	Forskningsmidler over jordbruksavtalen (JA)	Bioforsk Ingvar Kvande
Robust processes for biogas production using manure and by-products	Norges forskningsråd, Energix	UMB Vincent Eijsink
Fixation of nutrient elements in digestate	Norges forskningsråd, Energix	Bioforsk Tormod Briseid
Coordinating and leveraging regional knowledge for initiating a sustainable and optimized EU waste to energy programme (COOLSWEEP)	EU, Region of knowledge	OREEC Eva Næss Karlsen
CenBio WP 2.4 Anaerobic Digestion	Norges forskningsråd, FME	Bioforsk Roald Sørheim

Bioraffinering

Prosjekttittel	Finansiering	Prosjektledelse
Enzyme technology for next generation biofuels	Norges forskningsråd, Energix	NMBU Vincent Eijsink
NNB - New Norwegian Biorefinery	Norges forskningsråd, BiA	Borregaard Martin Lersch
Biocatalytic utilization of lignin for increased biogas production in a biorefinery setting	Norges forskningsråd, Energix	NMBU Svein J Horn
Innovative enzyme technology for biomass conversion	Norges forskningsråd, FRIPRO	NMBU Vincent Eijsink
Carbon Capture in Molten Salts	Norges forskningsråd, CLIMIT	NMBU Espen Olsen

Enzyme development for Norwegian biomass – mining Norwegian biodiversity for seizing Norwegian opportunities in the bio-based economy	Norges forskningsråd, BIOTEK2021	NMBU Vincent Eijsink
Interpreting the irrecoverable microbiota in digestive ecosystems	EU/ERC Starting grant	NMBU Philip Pope
Miljøvennlig transport i dagligvarebransjen	ASKO AS	NMBU Birger Solberg
Norwegian Biorefinery Laboratory (NorBioLab)	Norges forskningsråd, Infrastruktur	PFI Karin Øyaas
Development of a plant biotechnology platform for low cost production of industrial enzymes to boost biorefinery of lignocellulose biomass (Bioboost)	Norges forskningsråd, Energix	Bioforsk Jihong Clarke
Fundamentals of enzymatic turnover of recalcitrant polysaccharides	NMBU/Bioenergisenteret	NMBU Vincent Eijsink
Pretreatment for boosting efficiency of biomass conversion to biofuels (Biomass2Products)	Norges forskningsråd, BiA	Borregaard Martin Lersch
Next generation biomass pre-treatment to make bioenergy competitive with fossil energy without subsidies	Norges forskningsråd, Energix	Standard Bio AS

Bærekraft - økonomi og økologi

Prosjekttittel	Finansiering	Prosjektledelse
Innovativ utnyttelse av aske fra trevirke for økt verdiskaping og bærekraftig skogbruk	Norges forskningsråd, BIONÆR	NTI Henning Horn
Decision support models for increased harvest and climate-motivated forest policies (ClimPol)	Norges forskningsråd, BIONÆR	Skog og landskap Jogeir Stokland
Enabling the biocarbon value chain for energy (BioCarb+)	Norges forskningsråd, Energix	Sintef Øyvind Skreiberg
Energi- og klimaeffektive regioner – nye metoder og verktøy for energi- og klimaarbeid i offentlig og privat sektor (KlimaReg)	Regionale forskningsfond, Oslofjordfondet	Østfoldsforskning Ole Jørgen Hansen
The future role of biomass energy in Norway - an interdiciplinary technological, economical and environmental research program	Norges forskningsråd, Strategisk universitetsprogram	NMBU Birger Solberg
Ecological effects of intensive biomass harvesting in the Nordic and Baltic countries	SNS	Skog og landskap Nicholas Clarke
Fleksibelt samspill mellom el-kraft og termiske energi i framtidens smarte energisystem	Norges forskningsråd, Energix	ENERGI NORGE AS Per Arne Karlsen
CenBio WP 4.2 Ecosystem management	Norges forskningsråd, FME	Skog og landskap Nicholas Clarke
CenBio WP 4.3 Costs, markets, policies and integrated sustainability analyses	Norges forskningsråd, FME	NMBU Birger Solberg
CenBio WP 5.2 Knowledge transfer and dissemination	Norges forskningsråd, FME	NMBU Odd Jarle Skjelhaugen

Bakterier som gir gass

I en biogassprosess er skrekken at prosessen stanser opp ved at syrenivået blir for høyt eller lavt. Nå vet forskerne mye mer om hvilke bakterier som styrer prosessen, så snart har de full kontroll.

Foto: Liv Røhnebæk Bjergene

Forskeren inspiserer biogassreaktorene sine.

Av Liv Røhnebæk Bjergene

– Tidligere klarte vi bare å identifisere noen få av de bakteriene som styrer biogassprosessen. Nå kjenner vi snart alle, hvilket er til stor hjelp når vi skal sørge for at gassproduksjonen ikke stopper opp, forklarer Linjordet.

Kvantespranget kom med DNA-sekvensering.

– Med kunnskap om mikrobiologi kan vi virkelig oppnå gode resultater, sier seniorforsker på biogass ved Bioforsk, Roar Linjordet.

Møkk er ikke møkk

Det lukter umiskjennelig fjøs fra biogasslaboratoriet på Campus Ås. I glassbeholdere er det samlet ulike prøver med husdyrmøkk fra Tomb landbruksskole. Det som især interesserer Linjordet, er mikrobene og spesielt bakteriene i møkka.

– Bakteriemiljøet varierer fra husdyr til husdyr, og med ulike årstider. Men igjen; når vi vet dette, har vi kontrollen, sier han.

Han tror at framtidsmulighetene for biogass er tilnærmet grenseløse.

– Foreløpig er det mest interessant som drivstoff, men vi kan også lage mat av biogass. Det finnes bakterier som spiser metan og som lager proteiner. Teknologien kan forhåpentlig erstatte import av soya fra Brasil brukt til kraftfôrproduksjon, mener Linjordet.

Kumøkk og trevirke

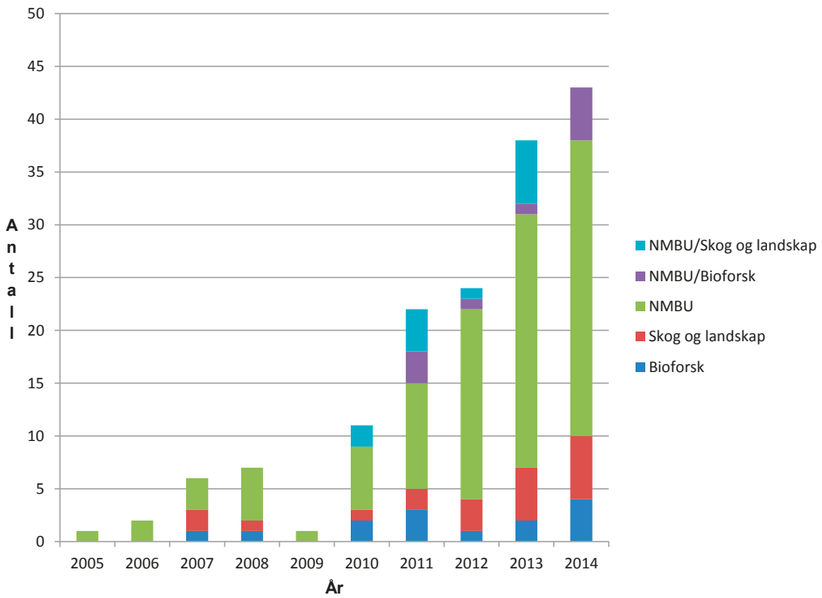
I dag utnyttes bare en brøkdel av potensialet. Forskningen gjør imidlertid stadig framskritt. Visste du for eksempel at husdyrgjødsel kan utnyttes mer effektivt i biogassproduksjon hvis den blandes med trevirke, for eksempel fra piletre eller bjørk?

– Biogassprosessen er en lukket prosess, og gir derfor ingen utslipp. Det som blir igjen av restprodukt, kan brukes som gjødsel.

Oppskriften er ganske så enkel: Utsett trevirke for dampeksplosjon. Da brytes armeringen i trestrukturen, lignin, ned. Det gir tilgang til 'godsakene'. Så tilsetter du kumøkk, full av nyttige bakterier for formålet. Deretter gjør bakteriene jobben. Voilá – full gass!

Vitenskapelige artikler

Produksjonen av vitenskapelige artikler fortsetter å stige; 43 publiserte artikler i 2014, mot 38 i 2013 og 23 i 2012. Andel artikler med felles forfatterskap mellom sentereiernes forskere holder seg på ca 10 %. Som alltid kan det diskuteres hvilke publikasjoner som er tilstrekkelig energirettede. Utvalget er i alle fall omtrent som tidligere år. Fordeling mellom sentereierne er NMBU 28, Skog og landskap 6, Bioforsk 4 og NMBU+Bioforsk 5.



Bioenergirelaterte vitenskapelige artikler trykket i internasjonale tidsskrift med referee-ordning i perioden 2005-2014.

© Foto: Gisle Bjørneby

Vitenskapelige artikler publisert i 2014

Forfatter	Tittel	Tidsskrift
	Bioressurser	
Bauer, A., Lizasoain, J., Theuretzbacher, F., Agger, J. W., Rincon, M., Menardo, S., Saylor, M. K., Enguidanos, R., Nielsen, P. J., Potthast, A., Zweckmair, T., Gronauer, A. and Horn, S. J. 2014	Steam explosion pretreatment for enhancing biogas production of late harvested hay	BIORESOURCE TECHNOLOGY 166: 403-410
Belbo, H. and Talbot, B. 2014	Performance of small-scale straw-to-heat supply chains in Norway	WILEY INTERDISCIPLINARY REVIEWS-ENERGY AND ENVIRONMENT 3 (4): 400-407
Belbo, H. and Talbot, B. 2014	Systems Analysis of Ten Supply Chains for Whole Tree Chips	FORESTS 5 (9): 2084-2105
Breidenbach, J., Anton-Fernandez, C., Petersson, H., McRoberts, R. E. and Astrup, R. 2014	Quantifying the Model-Related Variability of Biomass Stock and Change Estimates in the Norwegian National Forest Inventory	Forest Science 60 (1): 25 - 33
Devlin, G., and Talbot, B. 2014	Deriving cooperative biomass resource transport supply strategies in meeting co-firing energy regulations: A case for peat and wood fibre in Ireland	APPLIED ENERGY 113: 1700 – 1709
Launiainen, S., Futter, M. N., Ellison, D., Clarke, N., Finer, L., Hogbom, L., Lauren, A. and Ring, E. 2014	Is the Water Footprint an Appropriate Tool for Forestry and Forest Products: The Fennoscandian Case	AMBIO 43 (2): 244 - 256
Misljenovic, N., Bach, Q. V., Tran, K. Q., Salas-Bringas, C. and Skreiberg, O. 2014	Torrefaction Influence on Pelletability and Pellet Quality of Norwegian Forest Residues	ENERGY & FUELS 28 (4): 2554 - 2561
Mola-Yudego, B., Dimitriou, I., Gonzalez-Garcia, S., Gritten, D. and Aronsson, P. 2014	A conceptual framework for the introduction of energy crops	RENEWABLE ENERGY 72: 29 - 38
Smith, A., Astrup, R., Raumonen, P., Liski, J., Krooks, A., Kaasalainen, S., Akerblom, M. and Kaasalainen, M. 2014	Tree Root System Characterization and Volume Estimation by Terrestrial Laser Scanning and Quantitative Structure Modeling	FORESTS 5 (12): 3274 – 3294 (DOI: 10.3390/f5123274)
Valente, C., Spinelli, R., Hillring, B. G. and Solberg, B. 2014	Mountain forest wood fuel supply chains: comparative studies between Norway and Italy	BIOMASS & BIOENERGY 71: 370-380
	Biogass	
Bergersen, O. and Haarstad, K. 2014	Treating landfill gas hydrogen sulphide with mineral wool waste (MWW) and rod mill waste (RMW)	WASTE MANAGEMENT 34 (1): 141-147
Estevez, M. M., Sapci, Z., Linjordet, R. and Morken, J. 2014	Incorporation of fish by-product into the semi-continuous anaerobic co-digestion of pre-treated lignocellulose and cow manure, with recovery of digestate's nutrients	RENEWABLE ENERGY 66: 550-558
Estevez, M. M., Sapci, Z., Linjordet, R., Schnurer, A. and Morken, J. 2014	Semi-continuous anaerobic co-digestion of cow manure and steam-exploded Salix with recirculation of liquid digestate	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT 136: 9 - 15
Fjørtoft, K., Morken, J., Hanssen, J. F. and Briseid, T. 2014	Methane production and energy evaluation of a farm scaled biogas plant in cold climate area	BIORESOURCE TECHNOLOGY 169: 72-79

Forfatter	Tittel	Tidsskrift
Froseth, R. B., Bakken, A. K., Bleken, M. A., Riley, H., Pommeresche, R.,Thorup-Kristensen, K. and Hansen, S. 2014	Effects of green manure herbage management and its digestate from biogas production on barley yield, N recovery, soil structure and earthworm populations	EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY 52 (B): 90 - 102
Hagen, L. H., Vivekanand, V., Linjordet, R., Pope, P. B., Eijsink, V. G. H. and Horn, S. J. 2014	Microbial community structure and dynamics during co-digestion of whey permeate and cow manure in continuous stirred tank reactor systems	BIORESOURCE TECHNOLOGY 171: 350-359
Koester, J. R., Dittert, K., Muhling, K. H., Kage, H. and Pacholski, A. 2014	Cold season ammonia emissions from land spreading with anaerobic digestates from biogas production	ATMOSPHERIC ENVIRONMENT 90: 149-149
Sapci, Z. and Morken, J. 2014	The effect of algae species on biodiesel and biogas production observed by using a data model combines algae cultivation with an anaerobic digestion (ACAD) and a biodiesel process	ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT 79: 519 - 524
Solli, L., Bergersen, O., Sørheim, R. and Briseid, T. 2014	Effects of a gradually increased load of fish waste silage in co-digestion with cow manure on methane production	WASTE MANAGEMENT 34 (8): 1553-1559
Solli, L., Havelsrud, O. E., Horn, S. J. and Rike, A. G. 2014	A metagenomic study of the microbial communities in four parallel biogas reactors	BIOTECHNOLOGY FOR BIOFUELS 14: ARTICLE 146
	Bioraffinering	
Agger, J. W., Nilsen, P. J., Eijsink, V. G. H. and Horn, S. J. 2014	On the Determination of Water Content in Biomass Processing	BIOENERGY RESEARCH 7 (1): 442 - 449
Agger, J. W., Isaksen, T., Várnai, A., Vidal-Melgosa, S., Willat, W. G. T., Ludwig, R., Horn, S.J., Vincent G. H. Eijsink and Westereng, B. 2014	Discovery of LPMO activity on hemicelluloses shows the importance of oxidative processes in plant cell wall degradation	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 111 (17): 6287–6292
Beckham, G. T., Stahlberg, J., Knott, B. C., Himmel, M. E., Crowley, M. F., Sandgren, M., Sorlie, M. and Payne, C. M. 2014	Towards a molecular-level theory of carbohydrate processivity in glycoside hydrolases	CURRENT OPINION IN BIOTECHNOLOGY 27: 96-106
Forsberg, Z., Mackenzie, A. K., Sørlie, M., Rohr, A. K., Helland, R., Arvaid, A. S., Vaaje-Kolstad, G. and Vincent G. H. Eijsink, V. G. H. 2014	Structural and functional characterization conserved pair of bacterial cellulose-oxidizing lytic polysaccharide monooxygenases	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 111 (23): 8446-8451
Forsberg, Z., Rohr, A. K., Mekasha, S., Andersson, K. K., Eijsink, V. G. H., Vaaje-Kolstad, G. and Sorlie, M.2014	Comparative Study of Two Chitin-Active and Two Cellulose-Active AA10-Type Lytic Polysaccharide Monooxygenases	BIOCHEMISTRY 53 (10): 1647 - 1656
Isaksen, T., Westereng, B., Aachmann, F. L., Agger, J. W., Kracher, D., Kittl, R., Ludwig, R., Haltrich, D., Eijsink, V. G. H. and Horn, S. J. 2014	A C4-oxidizing Lytic Polysaccharide Monooxygenase Cleaving Both Cellulose and Cello-oligosaccharides	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY 289 (5): 2632-2642 DOI: 10.1074/JBC.M113.530196
Kim, S., Stahlberg, J., Sandgren, M., Paton, R. S., Beckham, G. T. and Gregg T. 2014	Quantum mechanical calculations suggest that lytic polysaccharide monooxygenases use a copper-oxyl, oxygen-rebound mechanism	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 111 (1): 149 - 154
Konietzny, S., Pope, P., Weimann, A. and McHardy, A.C. 2014	Inference of phenotype-defining functional modules of protein families for microbial plant biomass degraders	BIOTECHNOLOGY FOR BIOFUELS 7: ARTICLE 124

Forfatter	Tittel	Tidsskrift
Pakarinen, A., Haven, M. O., Djajadi, D. T., Varnai, A., Puranen, T. and Viikari, L. 2014	Cellulases without carbohydrate-binding modules in high consistency ethanol production process	BIOTECHNOLOGY FOR BIOFUELS 7 ARTICLE 27
Rosewarne, C. P., Pope, P. B., Cheung, J. L. and Morrison, M. 2014	Analysis of the bovine rumen microbiome reveals a diversity of Sus-like polysaccharide utilization loci from the bacterial phylum Bacteroidetes	JOURNAL OF INDUSTRIAL MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY 41 (3): 601 - 606
Ryden, P., Gautier, A., Wellner, N., Tapp, H. S., Horn, S. J., Eijsink, V. G. H., and Waldron, K. W. 2014	Changes in the composition of the main polysaccharide groups of oil seed rape straw following steam explosion and saccharification	BIOMASS & BIOENERGY 61: 121-130
Tiukova, I. A., Pita, W. D., Sundell, D., Momeni, M. H., Horn, S. J., Stahlberg, J., de Morais, M. A. and Passoth, V. 2014	Adaptation of Dekkera bruxellensis to lignocellulose-based substrate	BIOTECHNOLOGY AND APPLIED BIOCHEMISTRY 61 (1): 51-57. SPECIAL ISSUE: SI
Varnai, A., Makela, M. R., Djajadi, D. T., Rahikainen, J., Hatakka, A. and Viikari, L. 2014	Carbohydrate-Binding Modules of Fungal Cellulases: Occurrence in Nature, Function, and Relevance in Industrial Biomass Conversion	IN SARIASLANI, S. AND GADD, G. M. (EDS). ADVANCES IN APPLIED MICROBIOLOGY 88: 103-165
Varnai, A., Tang, C., Bengtsson, O., Atterton, A., Mathiesen, G. and Eijsink, V. G. H. 2014	Expression of endoglucanases in Pichia pastoris under control of the GAP promoter	MICROBIAL CELL FACTORIES 13: ARTICLE 57
Vivekanand, V., Olsen, E. F., Eijsink, V. G. H. and Horn, S. J. 2014	Methane Potential and Enzymatic Saccharification of Steam-exploded Bagasse	BIORESOURCES 9 (1): 1311 - 1324
Zhou, Y., Pope, P., Li, S., Wen, B., Tan, F., Cheng, S., Chen, J., Yang, J., Liu, F., Lei, X., Su, Q., Zhou, C., Zhao, J., Dong, X., Jin, T., Zhou, X., Yang, S., Zhang, G., Yang, H., Wang, J., Yang, R., Eijsink, V. G. H. and Wang, J. 2014	Omics-based interpretation of synergism in a soil-derived cellulose-degrading microbial community	SCIENTIFIC REPORTS 4: ARTICLE 5288
White, W., Lunnan, A., Nybakk, E. & Kulisic, B.	The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency	BIOMASS AND BIOENERGY 57: 97-105
	Bærekraft og marked	
Arevalo, J., Ochieng, R., Mola-Yudego, B. and Gritten, D. 2014	Understanding bioenergy conflicts: Case of a jatropha project in Kenya's Tana Delta	LAND USE POLICY 41: 138 - 148
Gilpin, G., Hanssen, O. J. and Czerwinski, J. 2014	Biodiesel's and advanced exhaust aftertreatment's combined effect on global warming and air pollution in EU road-freight transport	OURNAL OF CLEANER PRODUCTION 78: 84-93
Lillemo, S. C. 2014	Measuring the effect of procrastination and environmental awareness on households' energy-saving behaviours: An empirical approach	ENERGY POLICY 66: 249-256
Moiseyev, A ., Solberg, B. and Kallio, A. M. I. 2014	The impact of subsidies and carbon pricing on the wood biomass use for energy in the EU	ENERGY 76: 161-167
Sjolie, H. K., Latta, G. S. and Solberg, B. 2014	Impacts of the Kyoto Protocol on boreal forest climate change mitigation	ANNALS OF FOREST SCIENCE 71 (2): 267 - 277
Suttles, S. A., Tyner, W. E., Shively, G., Sands, R. D. and Sohngen, B. 2014	Economic effects of bioenergy policy in the United States and Europe: A general equilibrium approach focusing on forest biomass	RENEWABLE ENERGY 69: 428-436
Timmermann,V. and Dibdiakova, J. 2014	Greenhouse gas emissions from forestry in East Norway	INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT 19 (9): 1593 - 1606

Føre-var-modell for bioenergiinvesteringer

Bruk av landbruksjord for å produsere bioenergi er ikke alltid konfliktfritt. I en nyutviklet risikomodell veies ulike interesser opp mot hverandre. Med bedre analyser kan konflikter forebygges og håndteres.

Av Liv Røhnebæk Bjergene

– Med modellen vil vi synliggjøre hvilke mulige utfordringer som bioenergiinvesteringer kan medføre, og hvordan en kan unngå å skape konflikt, sier Blas Mola-Yudego ved Skog og Landskap.

Arbeidet ble utført ved University of Eastern Finland i 2008. Grunnlaget for å utvikle modellen ble etablert ved at Mola-Yudego og daværende kollega, David Gritten, laget en database over eksisterende konflikter forårsaket av skogplantasjer. Databasen var nybrottsarbeid.

– Kort tid etter ble Javier Arévalo med i arbeidet. Sammen kartla vi tre over 300 konflikter, de ulike aktørene og hva som kjennetegnet urolighetene. På basis av dette arbeidet utarbeidet vi modellen, forklarer Mola-Yudego.

Objektiv analyse

I modellen la forskerne inn ulike indikatorer som økonomisk utbytte av investeringene, sosiale tiltak som gavnet lokalbefolkningen, og miljøkonsekvenser. I tillegg ble alle ulike aktørers roller og interesser gitt en verdi.

– Ved at vi ga de ulike faktorene ulik verdi, basert på gjennomgangen av over 300 konflikter, er det gjennom modellen mulig å få fram en objektiv vurdering av hvordan investeringene vil kunne slå ut. Vi tror at modellen kan bidra til å vise at en konflikt om bruk av landareal til skogplantasjer ikke nødvendigvis handler om arealbruk, men hvordan aktørene går fram, sier Mola-Yudego.

Han understreker at modellen ikke kan brukes for å løse en konflikt, men kun er et verktøy for å forstå hvilke faktorer som virker inn når det oppstår uenighet om arealbruk.

Landstudier

I tillegg til å utvikle risikomodellen har forskerne også valgt ut noen av de 300 skogrelaterte konfliktene og utført feltstudier. Flere av disse feltstudiene så på skogplantasjer for å produsere biomasse til energi, inkludert etableringen av et omstridt jatrophaprosjekt i Kenyas Tana Delta. Her foretok forskerne Javier Arévalo ved University of Eastern Finland og Robert Ochieng ved University of Wageningen en såkalt etisk analyse av de ulike aktørenes motivasjoner og forventninger til prosjektet. Én av konklusjonene var at dersom investeringen skal lykkes, må myndighetene være tett involvert i både planleggings- og gjennomføringsfase.

© Foto: Svein Grønvold

Forskerutdanning

Fire doktorgradsstudenter avsluttet sitt studium med disputas i 2014, mens to nye studenter kom til. Ved slutten av året var 26 doktorgradsstudenter i gang med sine studier i bioenergirelaterte emner. Dette er en netto økning på fire fra 2013. Særlig området på fornybar energi ved NMBU, Institutt for naturforvaltning har økt sterkt.

Doktorgradsstudenter (ph.d.) innen bioenergi og energisystemer

Institutt	Student	Fagområde	Veileder	Disputas
		Bioressurser		
Skog og landskap	Aron Smith	Biomassefunksjoner for bjørk	Andreas Brunner	2015
NMBU-INA	Walid Mustapha	Modellering av skog- og bioenergisektoren i Norden	Erik Trømborg	2017
		Biovarme		
NMBU-INA	Anna Kipping	Regional energibruk	Erik Trømborg	2015
Bioforsk	Eva Brod	Effekt av treaske i landbruket	Tore Krogstad	2017
NMBU-IMT	Nevena Misljenovic	Alternative biofuel pellets by torrefaction and additives	Carlos Salas	2017
		Biogass		
NMBU-IMT	Kristian Fjørtoft	Biogassteknologi i gårdsskala	John Morken	2015
NMBU-IMT	Magdalena Bruch	Online sensorteknologi	John Morken	2015
		Bioraffineri/Biodrivstoff		
NMBU-IMT	Ruth Heidi Samuelsen Nygård	Saltsmelters potensiale som varmeoverføringsmedier i hurtigpyrolyse av tre	Espen Olsen	2015
Vestlandsforskning	Geoffry Gilphin	Livssyklusanalyse for biodrivstoff	Petter Heyerdahl	2015
NMBU-IMT	Mangesh Ramhesh Avhad	Utilization of waste raw materials for biodiesel production	Jorge Mario Marchetti	2016
NMBU-IKBM	Trine Isaksen	Developing GH61-type lytic polysaccharide monooxygenase for lignocellulose processing	Vincent Eijsink	2016
NMBU-IKBM	Piotr Chylenski	Thermostable cellulolytic enzyme cocktails for cellulose depolymerization	Vincent Eijsink	2015
NMBU-IKBM	Adrian Naas	Metagenomics-driven discovery of novel enzymes for biomass processing	Vincent Eijsink	2016
NMBU-IKBM	Live Heldal Hagen	Microbiology and enzymology of anaerobic digestion	Svein Jarle Horn	2017
NMBU-IKBM	Jennifer Loose	Fundamentals of lytic polysaccharide monoxoygenases (LPMOs)	Gustav Vaaje-Kolstad	2016
NMBU-IKBM	Gerdt Muller	Novel biorefining strategies for lignocellulosic biomass	Svein Jarle Horn	2017
NMBU-IKBM	Sandeep Sharma	Bioprocessing of seaweed	Svein Jarle Horn	2018
NMBU-IKBM	Benoit Kunath	Microbial biology of biomass conversion	Phil Pope	2017
		Alger		
NMBU-IPM	Daria Markina	Hydrogen fra mikroalger	Hans R Gislerød	2015
		Bærekraft og energisystemer		
NMBU-IPM	Silje Skår	Økologimodell av skog til energi	Trine Sogn	2015
NMBU-INA	Åsa Grytli Tveten	Markedsmodell kraft/varme	Torjus Bolkesjø	2015
NMBU-INA1)	Iliana Ilieva	Smarte energisystemer	Torjus Bolkesjø	2015
NMBU-INA	Jon Gustav Kirkerud	Integrasjon av fornybar energi	Torjus Bolkesjø	2016
NMBU-INA1)	Aleksandra Roos	Balansetjenester og fornybar energi	Torjus Bolkesjø	2017
NMBU-INA	Eli Sandberg	Fleksibelt samspill mellom el-kraft og termisk energi	Erik Trømborg	2017
HiGjøvik	Dejene Hagos	Et fornybart energisystem i Innlandet	Torjus Bolkesjø	2016

1) = nærings-ph.d

Doktorgradsstudenter som disputerte i 2014

NMBU-IMT	Viktorija Tomkute	Carbon capture by CaO in molten halide salts	Espen Olsen	18. februar
NMBU-IKBM	Henrik Zakariassen	Processivity, substrate-binding specificity and transglycosylation in family 18 chitinases from *Serratia marcescens*	Vincent Eijsink	6. mai
NMBU-IKBM	Zarah Forsberg	Discovery and characterization of cellulose-active lytic polysaccharide monooxygenases	Vincent Eijsink	6. juni
NMBU-INA	Paulo Jorge de Almeida Borges	Improved models and methods for solving temporal and spatial harvest activities in forest planning	Tron Eid	14. nov.

Viktorija Tomkute

Henrik Zakariassen

Zarah Forsberg

Paulo Jorge de Almeida Borges

Foto: Bente Giving

Masteroppgaver i fornybar energi ved NMBU i 2014

I alt 46 Mastergrad-oppgaver i fornybar energi ble produsert av NMBU-studentene i 2014. De fleste er innen bioenergi og solenergi, hhv 12 og 11. Fordelingen ellers var vannkraft (5), vindkraft (4), system (3) og effekt av el-bil lading (2). Vi finner dessuten enkeltoppgaver innen solvarme, energieffektivitet, politiske virkemidler, handel, ledelse, bølgekraft, elvekraft, geovarme, karbonfangst og varmepumpe. Blant studentenes master-oppgaveveiledere finner vi ikke bare NMBU-ansatte, men også ansatte ved Bioforsk, Skog og landskap og i næringslivet.

Tittel og institutt	Student	Veileder
Institutt for matematiske realfag og teknologi		
Vurdering av ulike fornybare energiløsninger for Fredrikshald Brygge	Karina Fredly	Tor Kristian Stevik
Analyse av halvt nedsenkbar offshore vindturbin	Henrik Edfelt og Simen Killingstad	Tor Anders Nygaard
Utvikling av energiabsorberende fendersystem for WaveCraft	Daniel Tveiten Haig	Geir Terjesen
Effects of oil content, pressure and temperature on physical and chemical properties of spruce pellets	Rajiv Balakrishna	John Mosby
Regulering av turbiner i vannkraftverk - En litteraturstudie	Jon Harald Skaare	Odd-Ivar Lekang
Moglegheitsstudie av PV-anlegg for dei komande veterinærbygga ved NMBU	Jostein Magnessen	Petter H. Heyerdahl
Karbonfangst i saltsmelter	Yasen Alhaj-Saleh	Espen Olsen
Analysis of actual and forecasted power production for a solar energy system in Norway	Martin Andersen	Espen Olsen
Bruk av fornybar energi fra sol og vind på Ruud gård i Aurskog-Høland	Eline Nordseth Berg	Arne Auen Grimenes
Hyperspectral photoluminescence scans of mc- Si wafers analysed through multivariate curve resolution (MCR)	Astrid Kristine Fremme	Espen Olsen
The use of heterogeneous catalysts in the production of biodiesel	Aleksander Hykkerud	Jorge Marchetti
Karakterisering av multikrystallinske solceller ved bruk av hyperspektral avbildning	Torbjørn Mehl	Espen Olsen
Simulation and experimental study of power losses due to shading and soiling on photovoltaic (PV) module	Anna Derås Pettersen	Espen Olsen
Modellering av solvarmeanlegg og produksjonssimuleringer ved Hafslunds fjernvarmeanlegg på Gardermoen	Reidun Marie Romundstad	Arne Auen Grimenes
Effektiv utnyttelse av grunn geotermisk energi	Øyvind Dehli Sanden	Petter H. Heyerdahl
Småskala nettilknyttede solcelleanlegg i Norge: Elektrisitetskostnad og premisser for drift	Knut Magnus Solbakken	Petter H. Heyerdahl
Fossilfri, frostsikker og energiautonom hytte - En mulighetsstuide	Marit Telneset	Petter H. Heyerdahl
PV system design and production simulations for Mully Children's Family Yatta, Kenya	Ragnhild Tjore	Petter H. Heyerdahl
Comparison of a small scale experiment and a CFD simulation for a Deep River Converter	Fredrik Wold	Carlos Salas
Analyse av meteorologiske data fra Kjøllefjord vindpark, og karakterisering av stabilitet og grenselagshøyde fra WRF	Morten Solstad Øiaas	Ingunn Burud
Institutt for naturforvaltning		
Teknologilæring i norsk vannkraft	John Kristian Alterskjær	Thomas Martinsen
Tilbud av norsk vannkraft - En økonometrisk analyse av hvordan ulike faktorer påvirker nasjonalt og regionalt tilbud av regulerbar vannkraft	Mariann Birkedal	Torjus Folsland Bolkesjø
Integrasjon av vindkraft i energisystemet - Effekten av variabilitet på markedsverdien	Tormod Ween Brekken	Torjus Folsland Bolkesjø

Tittel og institutt	Student	Veileder
Fjerning av skogteiger i Høg-Jæren energipark - Påvirkning på energiproduksjon og biologisk mangfold	Anita M. Edland	Arne R. Gravdahl
Støtteordning for energieffektivisering i Oslo - Analyse av årsaker til at tilskudd ikke blir benyttet	Didrik Gjestvang	Thomas Martinsen
Modell av varmesystem for eneboliger basert på vedovn og solfangere (BOVEDSOL) - Et casestudie	Andreas Grimsland	Odd Jarle Skjelhaugen
Varmepumpe i yrkesbygninger - Analyse av lønnsomhet og elektrisk forbruk under ulike scenarioer for utvikling av varmeforbruk og kraftpriser	Martine Yttervik Hognestad	Erik Trømborg
Fleksibel, lønnsom og miljøvennlig nærvarme - En analyse av sentralvarmeløsninger for Gamlehagen Borettslag	Carsten Høy	Monica Havskjold
Energibruk i skolebygg - Energieffektivitet, kritiske egenskaper, og total energiforbruk i grunnskoler i Østfold fylke	Kia Kriens Haavi	Ole Jørgen Hanssen
Fjernvarmebruk i Oslo - Formålsdeling, temperaturkorrigering og trender for et utvalg kunder	Martin Smedsrud Kristensen	Monica Havskjold
Statistiske analyser av energiforbruk til oppvarming - Regresjonsanalyse av klimatiske påvirkningsfaktorer og estimering av varmtvannsandel	Gregor Skaug Larsen	Monica Havskjold
ISO 50 001 - I en klasse for seg? En sammenligning av implementering av energiledelse med andre ledelsessystemer	Kristin Viko Rasmussen	Monica Havskjold
Økonomien ved å utnytte batteriet i elbiler til å regulere kraftetterspørselen i norske husholdninger	Tor-Håkon Ruud	Monica Havskjold
Impacts of charging of electrical vehicles on the Norwegian distribution grid and possibilities for demand response	Karolin Spindler	Torjus Folsland Bolkesjø
Småkraftverk - En analyse av avvik mellom budsjetterte og faktiske investeringskostnader	Thomas Stokke	Erik Trømborg
Performance assessment of a solar PV-grid connected installation in Ås, Norway	Emil Elias Traaholt Vågnes	Muyiwa Samuel Adaramola
Klima- og miljønytte av biogass fra organisk avfall - En dokumentasjon og sammenligning av MBT-teknologi med andre prosesser for biogass	Petter Brøndbo Wettre	Ole Jørgen Hanssen
Kostnadsevaluering av photovoltaiske solceller integrert i fasade på norske næringsbygg	Magnus Østbye	Thomas Martinsen
Handelshøyskolen		
An analysis of bidding strategies in the Danish wind power market	Nabeela Qureshi	Olvar Bergland
Spot-futures prisrelasjoner i det nordiske kraftmarkedet - Kan enkle handelsstrategier genere unormalt høy avkastning	Erik Njølstad og Olvar Andreas Andresen	Ole Gjølberg
The removal of wood chip subsidies - Boom or gloom for bio-based district heating	Borge Håmsø	Eirik Romstad
En undersøkelse av vannkraftbransjens fremtidsutsikter - sett i lys av klyngeteori	Nikoline Wigand Høeg	Knut Einar Rosendahl
Fremtidens frekvensstabilitet i kraftsystemet - roterende reserver, primærreserver og ny uregulerbar kraft i synkronområdet Norden i 2020	Frida Holand	Olvar Bergland
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap		
Kinetic and functional characterization of a family 19 chitinase from Streptomyces coelicolor A3(2)	Ida Roksvåg Byman	Vincent Eijsink
The influence of divalent metal ions on a lytic polysaccharide monooxygenase	Kaveh Naghshehechi	Vincent Eijsink
Institutt for miljøvitenskap		
Gjenvinning av fosfor som struvitt ved Hias renseanlegg (biogass)	Hans Emil Glestad	Tore Krogstad

Nybrottsforskning om folks energivaner

Ønsker du å gjøre gode energivalg, men utsetter å gjøre noe med det? I så fall er du ikke alene og ei heller lat. Hjernen vår trenger påminnelser. Hvis ikke kan den velge å utsette handlingen.

Foto: Liv Røhnebæk Bjergene

Av Liv Røhnebæk Bjergene

Mens det finnes et vell av forbruksforskning som ser på folks økonomivaner eller matvaner, fantes det ingen empiriske studier som så på folks energivaner. Hva påvirker våre investeringer for å spare energi eller våre fyringsvaner? Shuling Chen Lillemo viet doktorgraden ved NMBU til oppgaven. Noe av det hun fant ut, var at menneskets evne til å utsette handlinger gjør at gode intensjoner om å spare energi, ikke nødvendigvis blir gjennomførte i praksis.

Trenger påminnelser

– De aller fleste av oss undervurderer det faktum at vi utsetter handlinger, sier Lillemo.

Menneskets evne til å utette dreier seg ikke om latskap. Vi er født sånn. I hjernen vår er det én del som håndterer handlinger som skjer her og nå, mens en annen del tar seg av framtidige gjøremål. Så spørs det da, hvilken del av hjernen du bruker mest.

– Løsningen er å bli bevisst over vår evne til å utsette. Derfor må det lages systemer som gjør at vi velger å handle, mener Lillemo.

Et eksempel hun fant, var at mange forbrukere som investerte, eller som planla å investere i alternative og mer miljøvennlige energikilder, aldri hentet ut subsidiene fra Enova.

– Mange tror at det å hente subsidiene tar tid. Derfor utsatte de å gjøre det som må til for å få subsidiene. For at gode intensjoner skal bli til handlinger, trenger vi påminnelser, sier Lillemo.

Bruk av forpliktelser har også vist seg å være effektivt for å få folk til faktisk å gjøre det de har bestemt seg for.

Vis effektene!

Et annet funn i Lillemos forskningsarbeid er viktigheten av å synliggjøre effekten av gode energivalg. Å vise tydeligere at miljøvennlige energiløsninger kan slå positivt ut både for personlig økonomi og for vårt framtidige miljø, er særlig viktig fordi 'energi' er et abstrakt begrep.

– Sparer du penger til framtidig pensjon eller reduserer matinntak for å gå ned i vekt, er resultatene synlige. Slik er det ikke med energi. Fikk vi for eksempel daglig informasjon om energibruken vår og hvor mye den kostet, ville det gjøre det enklere for oss som forbrukere å endre adferd. Det er viktig at vinningene framstår som nært forestående eller at kostnadene ved forsinket energisparing kommer tydeligere fram. Derfor må politikerne vise oss at det lønner seg. Da vil vi som forbrukere også tenke at det er lønnsomt. Vi kjøper ikke en vare fordi den er billig. Vi kjøper den fordi vi tror den er billig, sier Lillemo.

Subsidiering og prising for grønn energi? Tenk helhetlig og globalt!

Det høres så enkelt ut: Å bruke virkemidler som subsidiering og prising for å få den delen av energiproduksjonen som kan bruke biomasse fra skog til å velge grønt og klimavennlig. Så enkelt er det nødvendigvis ikke. EFI-GTM-modellen viser utslagene.

Av Liv Røhnebæk Bjergene

Modellen "European Forest Institute – Global Trade Model (EFI-GTM) inkluderer skogsektorene (skogbruk og skogindustri, inkludert bioenergi) i alle land i Europa. Resten av verden er delt inn i 20 regioner. Ved å inkludere handel, kan modellen vise hvordan endringer i EUs energipolitikk og energiproduksjon virker inn i de ulike regionene.

– Ved å bruke modellen kan vi for eksempel se hvordan en global storaktør på energi som Tyskland påvirker en liten økonomi som den norske, sier NMBU-forsker Birger Solberg.

NMBUs bidrag i forskningsarbeidet med EFI-GTM har særlig vært å utvikle bioenergidelen av modellen og oppdatere den.

– Modellen vi har utviklet er den beste for å kunne analysere denne type effekter, sier Solberg.

Storaktør gir globale ringvirkninger

Da forskerne begynte å bruke modellen fant de for eksempel ut at størrelsen på subsidier eller avgifter, og hvor i verdikjeden de settes inn, er viktig når annen energi skal erstattes med biomasse. Avgjørende for utfallet er også hvordan subsidiene gis, samt hvilke land som omfattes av ordningen. Hvorvidt en global storaktør på energi som Tyskland er med i en subsidieordning eller ikke, gir store utslag både globalt og for et lite land som Norge.

– Ja, modellen viser hvor viktig det er å ta hensyn til EUs energipolitikk når en diskuterer virkemiddelbruk innen bioenergisektoren i Norge og i global sammenheng, sier Solberg.

Forskerne fant for eksempel ut at ved å gi 30 euro per megawatt-time i subsidier til de fire EU-landene Storbritannia, Nederland, Danmark og Tyskland, reduseres bruk av biomasse i tradisjonell skogindustri med 35 millioner kubikkmeter. Hogstvolumet i EU økes med 21 millioner kubikkmeter. Importen av biomasse til EU øker imidlertid med 102 millioner kubikkmeter.

– Det viser at en ikke bare kan se på nasjonale virkninger når en vil kartlegge virkninger av subsidier som tas i bruk for å stimulere bruk av grønn energi. Tiltak i én region kan medføre større karbonavtrykk i andre land og regioner, sier Solberg.

Helhetlig tankegang

Modellen viser også at det å subsidierer bruk av biomasse for energiproduksjon som kan erstatte kull, som flere EU-land gjør i dag, ikke nødvendigvis er det beste klimamessig fordi det økte biomasseforbruket i hovedsak reduserer bruken av gass, og bare i liten grad redusere kullforbruket.

– Konklusjonen må være: Ikke trekk konklusjoner om effekt av virkemidler som subsidier og avgifter basert på virkninger i ett enkelt land. Og ikke isoler analysen til kun én energiproduksjon. Tenk helhetlig og globalt, fastslår Solberg.

© Foto: Svein Grønvold

Internasjonalt

Regjeringen kom i fjor med et pålegg til de vitenskapelige institusjonene om å øke deltagelsen i EUs rammeprogram for forskning og innovasjon, Horizon 2020. Den forventer at vi tar initiativ til faglig sterke internasjonale konsortier som er i stand til å etablere og gjennomføre H2020-prosjekter samt å realisere internasjonal forskermobilitet. Sentereiernes linjeledere tok denne utfordringen og identifiserte konkrete tiltak for utvidet samhandling mellom senterledelse, satsingsområdeledere og linjeledere. Resultatet er at vi ved slutten av 2014 hadde flere H2020 konsortier på gang for søknader i 2015.

Europa

Campus Ås forskere deltok i 2014 i følgende prosjekter i EUs «gamle» rammeprogram FP7:

- Prosjekt: EU Knowledge Based Bio Economy (KBBE), "FORest management strategies to enhance the MITigation potential of European forests (FORMIT)", Birger Solberg, NMBU
- Prosjekt: EU, Region of knowledge, "Coordinating and leveraging regional knowledge for initiating a sustainable and optimized EU waste to energy programme (COOLSWEEP)", Eva Næss Karlsen, OREEC
- Prosjekt: EU/ERC Starting grant, "Interpreting the irrecoverable microbiota in digestive ecosystems", Philip Pope, NMBU

Og i det europeiske vitenskap og teknologi nettverket COST:

- Action FP0902 "Development and Harmonisation of New Operational Research and Assessment Procedures for Sustainable Forest Biomass Supply", Simen Gjølsjø og Helmer Belbo, Skog og landskap

Norden

Campus Ås har følgende forskerutveksling og forskningssamarbeid med de nordiske landene:

- Deltidsstilling ved NMBU i biogass: Anna Schnürer fra Sveriges Lantbruksuniversitet
- Veileder ved NMBU i biogass: Jens Bo Holm-Nielsen fra Universitetet i Ålborg
- Prosjekt, Nordic Energy 2050, "Wood based energy systems from Nordic forests (Enerwoods)", Bruce Talbot, Skog og landskap
- Prosjekt, Nordic Energy Research, "Conversion of solar energy to infrastructure-ready transport fuels using aquatic photobiological organisms as the hydrocarbon feedstock producer (AquaFEED)", Kari Skjånes, Bioforsk

CEN- og ISO-standarder

Internasjonale produkt- og bærekraftstandarder har stor betydning for produktutvikling og internasjonal handel innen energisektoren. Standardene er i utgangspunktet industriens egne verktøy, men blir ofte pålagt å følge gjennom offentlige lover, forskrifter og direktiver. Bioenergisenteret deltar i Standard Norges speilkomité «SNK032 Bioenergi» til det europeiske standardiseringsarbeidet i CEN og det globale i ISO. Senterdirektøren er komiteleder.

Arbeid så langt

- Europeisk standard for egenskaper til treflis i fjernvarmebransjen er ferdig
- Standard metode for dokumentasjon av bærekraft for bioenergi der hele verdikjeden legges til grunn er under utvikling

IEA - International Energy Agency

Byrået, med sine 29 medlemsland, arbeider med energipolitikk i mange fasetter. Det har etablert ekspert grupper der også forskere inviteres inn. Her produseres faktagrunnlag og situasjons-beskrivelser for politiske veivalg innen de ulike fagfelt. Forskere på Campus Ås deltar i følgende IEA Bioenergi grupper (tasks):

Task	*Tittel*	*Medlem*
37	Energy from biogas and landfill gas	Roald Sørheim, Bioforsk
40	Sustainable international bioenergy trade	Birger Solberg, Erik Trømborg, NMBU
43	Biomass feedstocks for energy markets	Bruce Talbot, Skog og landskap

Ekstra rensing medførte høyere utslipp

Første generasjons biodiesel + katalysator + dieselpartikkelfilter = høyere utslipp. Det viser resultatene i et EØS-prosjekt om biodrivstoff.

© Foto: Svein Grønvold

Av Liv Røhnebæk Bjergene

– Resultatene viser hvor viktig det er å se på den samlede effekten av virkemidler, framfor ett og ett tiltak, sier forsker ved Vestlandsforskning, Geoffrey Gilpin.

Han har deltatt i forskningsprosjektet og beskrevet hvordan bruk av biodiesel i kombinasjon med katalysator og dieselpartikkelfilter på lastebiler påvirker lokal forurensing og globale klimagassutslipp.

– Bakgrunnen for studien er at både EU og Norge ønsker å øke bruken av fornybar energi i transportsektoren. Målsetningen er at bruk av biodrivstoff skal gi en målbar reduksjon i klimagassutslipp på 50 prosent innen 2017. Generelt viser studier at første generasjons biodiesel har potensial til å oppnå målene. Det som er avgjørende, er hva som er råstoffet, hvordan biodieselen blir produsert og brukt.

– Dette er det vi kaller for en livsløpsanalyse, forklarer Gilpin.

Men hva da hvis andre virkemidler for å redusere lokal forurensing brukes i tillegg, som katalysator og dieselpartikkelfilter?

Opptil tre prosent økning

– I praksis benyttes ofte flere virkemidler samtidig. Forskningsarbeidet mitt viser at bruk av selektiv katalysator og dieselpartikkelfilter reduserer lokal forurensing, slik som hensikten er. Mer overraskende var det da jeg så på hvordan bruk av katalysator og dieselpartikkelfilter virket sammen med biodiesel, sier Gilpin.

Da fant vi nemlig at bruk av biodiesel sammen med katalysator, ga en økning i utslipp på 1,9 prosent. Hadde bilen både biodiesel på tanken, katalysator og dieselpartikkelfilter, økte klimagassutslippene med tre prosent. Hovedårsaken til de økte utslippene skyldes at bilmotoren og tilhørende eksosanlegg levert fra fabrikken er laget for å benytte fossilt drivstoff. Trykkforholdene øker når katalysator og dieselpartikkelfilter er ettermontert, noe som gjør at utslippene øker.

Politikk i praksis

Han mener studien viser hvor viktig det er å få finansiert forskningsprosjekter som viser hvordan tiltak faktisk slår ut.

– For at politikere skal ha et godt grunnlag for politiske beslutninger og kunne stille riktige krav til bilindustrien, bør vi ha flere forskningsprosjekter som ser nærmere på bruk av biodrivstoff i transportsektoren når det benyttes flere virkemidler. I tillegg må bilmotoren konstrueres for biodrivstoff, ikke fossilt drivstoff, sier Gilpin.

Samarbeid med næringslivet

Deltakelse i forskningsprosjekter

Bioenergiforskningen utføres i stor grad i samarbeid med næringslivet. Brukermedvirkningen varierer fra år til år. Gjennom senteret og vårt nettverk har vi klart å etablere kontakt og samarbeid med stadig nye brukere. I 2014 deltok industribedrifter og offentlig virksomhet i 48 % av prosjektene. Brukerne var:

Biogass

Cambi AS, Norges Bondelag, Avfall Norge, Oslo Kommune Energigjenvinningsetaten, Green Gas AS, MemfoACT AS, IVAR IKS, Bioenergi AS, Green Biotech Solutions AS, Aqua Gen AS, BioPower AS, Re-Biokonsult, Frevar KF, Hyperthermix, Tel-Tek, Re-Biokonsult, Høst verdien av avfall AS, Fylkesmannen i Østfold, Fylkesmannen i Vestfold.

Biovarme

Statkraft Varme AS, Hafslund Varme AS, Akershus Energi AS, Elkem AS, Energi Norge, Norges Skogeierforbund, Viken Skog BA, Mjøsen Skog BA, AT Skog BA, Havass Skog BA, Vest Skog BA, Norsk Ved, Norsk biobrensel AS, Innovasjon Norge, Fylkesmannen Hedmark, Kebony, Energigården.

Bioraffinering

Borregaard ASA, ASKO AS.

Nærings-ph.d

NMBU har to nærings-ph.d. (en ansatt i en næringslivsbedrift tar doktorgrad ved et universitet), begge med professor Torjus Bolkesjø som veileder:

Navn	Fagområde	Ansatt ved	Tilknytning
Iliana Ilieva	Smarte energisystemer	Brady Energy	NMBU-INA
Aleksandra Roos	Balansetjenester og fornybar energi	Enfo Energy	NMBU-INA

© Foto: Svein Grønvold

Borregaard ASA er en samarbeidspartner på bioraffinering.

© Foto: Svein Grønvold

Om FME-CenBio Bioenergy Innovation Centre

CenBio er et av de 11 forskningssentre for miljøvennlig energi i Norge, delfinansiert av Norges forskningsråd. CenBio startet i mars 2009 og varer i 8 år.

CenBio arbeider med å øke tilgjengelig biomasse, forbedre bioenergikjedenes samlede effektivitet (virkningsgrad) og dokumentere bærekraft for de ulike verdikjedene. Kortversjonen av senterets mål er:

«Enabling sustainable and cost-efficient bioenergy industry in Norway»

CenBio representerer det norske landslaget for stasjonær produksjon av bioenergi, og er basert på aksen mellom Campus Gløshaugen i Trondheim og Campus Ås. Senteret dekker hele verdikjeder, fra produksjon og høsting av jomfruelig biomasse og håndtering av organisk avfall, til konvertering til varme og biogass, samt bruk av biomasse og aske etter energiuttak.

Sentereier (vertskap)
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

Ledelse
Leder Berta Matas Güell, SINTEF
Nestleder Odd Jarle Skjelhaugen, NMBU
Administrativ leder Einer Jordanger, SINTEF

Forskningspartnere
NTNU, SINTEF, Skog og landskap, Bioforsk og Vattenfall AB.

Industripartnere
Statkraft Varme AS, Hafslund ASA, Akershus Energi AS, Norges skogeierforbund, Vattenfall AB, Oslo kommune Energigjenvinningsetaten, Cambi AS, Energos AS, Jøtul AS og Grant Kleber AS.

Styre
Petter Røkke, SINTEF, Øystein Johnsen, NMBU, Olav Bolland, NTNU, Erik A. Dahl, Skogeierforbundet, Morten Fossum, Statkraft, Hans Olav Midtbust, Energos og Pål Jahre Nilsen, Cambi.

CenBio Annual Report 2014

NORSK SENTER FOR BIOENERGIFORSKNING

Telefon: 64 96 50 41
Mobil: 918 56 972
odd.jarle.skjelhaugen@nmbu.no

Sørhellinga,
Høgskoleveien 12,
Postboks 5003, 1432 Ås

www.bioenergiforskning.no