

---

**Eventuelt**  
**Forskningsetikk – energiomstilling – bærekraftig utvikling**

---

I Universitetsstyremøtet 28.5.2014 under sak 65 - Eventuelt, ba Peter Haugan om en oppdatering på oppfølging av bærekraftige investeringer. Professor Haugan har siden, i en egen henvendelse til ledelsen, bedt om at UiB tar til orde for at:

"Den langsiktige grunnforskningen som skal drives ved et universitet med UiBs ambisjoner er imidlertid blant de første virksomhetene som må stimuleres til å dreie inn på nye spor, lenge før yrkesutdanning og faktisk næringsvirksomhet i samfunnet endrer seg».

Haugan tar videre til orde for føre var-prinsippet, bærekraftig utvikling og forskning som bidrar til en rask overgang til en fossilfri fremtid.

Den 24.11.2014 vedtok Studentparlamentet en resolusjon «Et studentpolitisk klimaforlik på Høyden». De mener her at UiB blant annet må legge til rette for forskning på fornybar energi og tverrfaglig samarbeid innen forskning på klima og omstilling til et lavutslippssamfunn.

Problemstillinger i forbindelse med debatter om energi- og miljøutfordringer er både forskningsetisk interessante og viktige. UiB rettet derfor allerede 8.1.2014 en henvendelse til Den nasjonale forskningsetiske komite for naturvitenskap og teknologi (NENT), hvor de ble bedt om å gjøre en vurdering av forskningsetiske spørsmål rundt petroleumsforskning (sak 09/4636).

I universitetsstyremøte 19.6.2014, sak 67- Eventuelt, orienterte rektor om den etiske vurderingen av petroleumsforskning fra Den nasjonale forskningsetiske komiteen, NENT. Komiteen vurderte ikke universitetets faglige virksomhet som uetisk og understrekte at petroleumsforskning har en rolle å spille i energiomstillingsprosessen. Rektor orienterte om at UiB ønsker å gjøre klima og energiomstilling til en av tre satsingsområder ved UiB. Styret tok rektor sin orientering om uttalelsen til NENT til etterretning, samtidig som det ble bedt om at universitetsledelsen skulle arbeide videre med planene om å etablere klima- og energiomstilling som et tredje satsingsområde ved UiB.

I etterkant av NENT sitt svarbrev har ledelsen mottatt flere dokumenter som er relevant for oppfølgingen i saken:

- På oppdrag fra universitetsledelsen har Professor Eystein Jansen fått i oppdrag å utrede et policydokument for UiBs satsning på klimaforskning (Brev 11.12.2013 – sak 13/13720). Policydokumentet er ment å berede grunnen for en satsning på tverrfaglig klimaforskning og klimatilpasning ved UiB. Dokumentet «**Utkast til strategiplan for UiBs satsning på klimaforskning**» ble levert 30.6.2014.
- I forbindelse med utarbeidelse av ny strategiplan for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet for perioden 2016-2020, oppnevnte dekanen 30.4.2014 en arbeidsgruppe som skulle utforme et forslag til strategi for fakultetets videre satsning på forskning og

utdanning innen bærekraftig energi. De leverte sin innstilling «**Strategi for bærekraftig energi**» den 20.10.2014.

- En arbeidsgruppe har utarbeidet et innspill om forskningens samfunnsansvar til UiBs strategiprosess. Arbeidsgruppen avga sitt innspill «**Forskningens samfunnsansvar ved Universitetet i Bergen**» den 1.10.2014.

Videre arrangeres det en konferanse «Samfunnsperspektiver på energi- og klimaomstilling», på SV den 5. desember.

Etter universitetsdirektørens oppfatning pekes det i de ovenfor nevnte dokumenter på viktige forhold som knytter seg til behov for nye prioriteringer og strategier for en langsiktig omlegging av forskningens innretning ved UIB. Dokumentene ble utarbeidet bl.a. som et ledd i UiBs arbeid med en ny strategi. Andre relevante innspill og henvendelser til ledelsen, bør på samme måte knyttes til strategiprosessen. Det vil bidra til å sikre en informert og opplyst diskusjon om hvilke mål og tiltak som vil gjøre at UiB, gjennom forskning og utdanning, best kan følge opp og gi svar på viktige globale utfordringer.

Det er naturlig at Haugans henvendelse og de nevnte dokumenter nå danner grunnlag for et oppfølgingsarbeid. En sak planlegges lagt frem for Forskningsutvalget (FU) i januar 2015. Denne saken vil bli fulgt opp av en universitetsstyresak til møtet 12.2.2015.

Saken legges med dette frem for universitetsstyret til orientering.

25.11.14/Heidi Annette Espedal



Vedlegg:

1. Forskningens samfunnsansvar ved UiB – innspill til strategiprosessen
2. Utkast strategiplan for UiBs satsing på klimaforskning
3. Forslag til strategi for bærekraftig energi
4. Et Studentpolitisk klimaforlik på Høyden

## Forskningens samfunnsansvar ved Universitetet i Bergen

### Innspill til UiBs strategiprosess fra arbeidsgruppe

Forskningens forhold til samfunnet – regionalt, nasjonalt og internasjonalt; som leverandør av kompetanse, kunnskap og teknologi – er et viktig tema for UiBs strategiprosess. UiB oppnevnte derfor en arbeidsgruppe 30.06.2014 med mandat til å komme med innspill om forskningens samfunnsansvar til UiBs strategiprosess.

Arbeidsgruppen har bestått av:

- Lars Andreas Akslen, senterleder, CCBIO
- Ståle Knudsen, professor, Institutt for sosialantropologi
- Lise Øvreås, prodekan, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, medlem NENT
- Roger Strand, professor, SVT (leder)

I tillegg har spesialrådgiver **Elisabeth Gulbrandsen** (Norges forskningsråd) bistått gruppen med sin kompetanse og deltatt på arbeidsgruppens møter.

Arbeidsgruppen avgir med dette sitt innspill.

## Forskningspolitisk bakteppe

Det fins, og bør finnes, et mangfold av relasjoner mellom forskning og samfunn. Verken «forskningen» eller «samfunnet» er entydige størrelser. En strategi for et breddeuniversitet som UiB bør derfor ta høyde for mangfold og forskjeller mellom vitenskapelige fagfelt og tradisjoner, så vel som et mangfold av samfunnsmessige kontekster som ulike fagfelt primært forholder seg til.

Nasjonal og europeisk forskningspolitikk har også – i varierende grad – tatt høyde for dette mangfoldet. I arbeidet med dette innspill har vi funnet det nyttig å skille mellom det vi vil kalle **fire forskningspolitiske strømninger**:

1. **Satsing på grunnforskning.** Universitets- og høyskolesektoren er selv en sterk stemme for sterk satsing på grunnforskning, nysgjerrighetsdrevet forskning og vitenskapelig ansattes mulighet og rett til selv å velge forskningstema. I Norge er Regjeringens politikk å finansiere slik forskning gjennom grunnbevilgninger, såkalte «fri» programmer i Forskningsrådet og deltakelse i European Research Council. Grunnforskning begynnes på ulike måter. Vannevar Bush' rapport *Science: the Endless Frontier* fra 1945 ga den såkalte «lineære modellen» sterk politisk legitimitet i etterkrigstida. Her postulerte Bush at sterk satsing på ikke-styrt grunnforskning er den mest kostnadseffektive strategi for å oppnå det vi i dag ville kalle høy innovasjonsrate. Dette prinsippet har vært viktig bl.a. for å begrunne store forskningspolitiske satsinger på «generiske» vitenskaper og teknologier. Andre begrunnelser for grunnforskning inkluderer den platonisk-aristoteliske, som henviser til vitebegjær som et essensielt trekk ved mennesket, og den som ofte knyttes til Karl Popper, Robert K. Merton og Michael Polanyi: Akademisk frihet som en nødvendig betingelse for et åpent og demokratisk samfunn. Gjeldende forskningsmelding legger også vekt på faglig bredde og grunnforskning som et kunnskapsreservoar i samfunnet som gjør oss rustet til nye utfordringer. **En sterk grunnforskning er et viktig element i forskningens samfunnsansvar.**
2. **Store samfunnsutfordringer.** En annen sterk forskningspolitisk strømning er den som oppfordrer og stimulerer til forskning som tematisk retter seg inn mot å gi bidrag til samfunnets møte med store utfordringer, f.eks. klima, bærekraft, demografiske endringer, helse og velferd, og ikke minst i den europeiske konteksten: ønsket om å komme ut av økonomisk krise og skape nye arbeidsplasser. Ønsket om tematisk styring i forskningsfinansiering begrunnes på ulike måter: Det hevdes at vi nå står overfor ekstraordinært store samfunnsutfordringer som krever ekstra oppmerksomhet også i forskningssektoren. Men det kan også hevdes at den såkalte lineære modellen verken er universelt gyldig eller empirisk godt belagt. Forskning har alltid stått i en samfunnsmessig kontekst, og spørsmål om relevans har alltid hatt innflytelse på forskernes valg. En forskningspolitisk interesse for slike valg kan derfor også ses som en demokratisk utvikling så vel som et forsøk på mer effektiv ressursutnyttelse. Denne forskningspolitiske strømningen stiller framfor alt **to fordringer til å ta samfunnsansvar** ved et breddeuniversitet som UiB. Den første er **UiBs strategiske valg av forskningsfokus**: I hvilken grad vi skal satse på forskning innrettet mot spesifikke samfunnsutfordringer, og hvilke av dem som skal prioriteres. Den andre fordringen er å **utvikle en organisasjon og en kultur for et mangfold av samarbeidsformer i og mellom fag**. De fleste, om ikke alle, store samfunnsutfordringer er knyttet til komplekse interaksjoner mellom en

rekke ulike faktorer og aspekter, ofte på tvers av grensen mellom natur og kultur. Det hevdes derfor ofte at tradisjonelt disiplinbaserte forskningsinstitusjoner bør utvikle nye og komplementære samarbeidsformer (fler-, tverr- og transfaglighet; radikal tverrfaglighet på tvers av skillet mellom HumSam- og MNT-forskning; modus 2-forskning; postnormal vitenskap o.l.) for å få ny og bedre forståelse av samfunnsutfordringene. Stimulering til tverrfaglig samarbeid har ligget som et element i nasjonal og europeisk forskningspolitikk i flere tiår. Man ser nå også tegn til økende stimulering til transfaglighet, nasjonalt f.eks. gjennom NFRs «Idelab»-piloter, og europeisk ved at transdisiplinaret er inkludert som et generelt evalueringskriterium i Horizon 2020-søknader nettopp med tanke på at forskningen skal bidra til å løse de store samfunnsutfordringene vi står overfor.

3. **Forskningens samfunnsimplikasjoner.** Et tredje forskningspolitisk motiv som har blitt stadig sterkere de siste 20 åra, er erkjennelsen av at **forskning påvirker samfunn og miljø** i en rekke ulike henseende. Forskning gir ny innsikt og nye samfunns-goder gjennom slik innsikt og gjennom utvikling av nye teknologier, praksiser og tjenester. Men så vel forskningsprosesser som forskningsresultater kan også ha uønskede eller utilsiktede virkninger. Fokuset på implikasjoner av selve forskningsprosessen er blitt stadig sterkere og mer velregulert gjennom forskningsetiske prinsipper, retningslinjer og institusjoner. Forskningsetisk vurdering av prosjekter er blitt obligatorisk i en rekke sammenhenger. I økende grad ser imidlertid også samfunnet et behov for å forholde seg aktivt til implikasjonene av forskningens **resultater** (kunnskap og dens anvendelser). Gjeldende forskningspolitikk i Norge så vel som i andre vestlige land er å stimulere kraftig til økt forskningstakt og økt innovasjonsrate. Myndighetene *ønsker* at forskningen skal bidra til uforutsigbar samfunnsendring, for eksempel gjennom utvikling av «disruptive technologies». Disse uforutsigbare endringsprosessene innebærer også **samfunnsrisiko** for blant annet for negative helse- og miljøeffekter eller etisk problematiske anvendelser av ny teknologi, problematisk overskuddsinformasjon eller stigmatisering av grupper og individer gjennom formidling av kunnskap. Ofte har vitenskapens egne representanter argumentert for at ansvaret for slike samfunnsimplikasjoner må ligge utenfor vitenskapen selv – at problemet er uvetting eller uønsket bruk av kunnskap. Utviklingen av atomvåpen og seinere bio- og nanoteknologi har ført til en erkjennelse av at problematikken ikke kan isoleres til kunnskapens bruk i samfunnet. Bruken kan på noen områder lovreguleres, men slik regulering kan være for svak til å oppnå det nivå av kontroll som risikoene krever. «Collingridges dilemma» sier at regulering av implementering og bruk nærmest er dømt til å komme for seint, fordi det fulle omfanget av konsekvensene ofte er uklart før kunnskapen og teknologien er solid implementert i samfunnet. Da er det gjerne for seint å «u-oppfinne» den. Nasjonale forskningsetiske regler i Norge (spesielt for naturvitenskap og teknologi) legger derfor vekt på at forskningen også har et ansvar for å vurdere risiko og usikkerhet knyttet til implikasjonene av sin egen virksomhet. Dette innebærer å forske på risiko- og usikkerhetsaspekter, og videre sørge for å informere offentligheten, slik at samfunnet kan ta stilling til de verdivalgene som forskningsresultatene og de påfølgende forskningsvalg kan innebære. Opprettelsen av Bioteknologinemnda, Teknologirådet og de nasjonale forskningsetiske komiteer kan ses som virkemidler i denne sammenheng. Utviklingen av metoder for teknologivurdering, såkalt **ELSI/ELSA-forskning** («ethical, legal and societal issues/aspects»), forskning på **helse- og miljøeffekter** av ny kunnskap og nå såkalte **«integreerte prosjekter» for ansvarlig teknologiutvikling** er andre eksempler. Dette forskningspolitiske motivet er nedfelt som en hovedpilar i de norske



regjeringsstrategiene for bioteknologi og nanoteknologi og implementert som obligatoriske krav for store prosjekter i BIOTEK2021 og NANO2021. Det er også bredt omtalt i forskningsmeldingen (kap 3.2 Etisk forsvarlig forskning). Ved UiB har enheter som CCBio implementert en egen ELSA-satsing. Vår lokale og etter hvert nasjonale debatt om petroleumsrelatert forskning viser også bredt engasjement og økende bevissthet rundt forskningens samfunnsimplikasjoner ved UiB.

4. **Tettere involvering og dialog mellom forskning, andre samfunnsaktører og sivilsamfunnet som sådan.** I nær forbindelse med punkt 2 og 3 ovenfor kan man også se en sterkere vektlegging av bedre dialog og tettere involvering av sivilsamfunnet i forskningen. Initiativer som «citizen science», «science cafés», «public engagement in science and technology» med mer, har eksistert iallfall siden slutten av 1960-tallet. I store deler av verden – framfor alt i sør – ser mange forskningsmiljøer seg som agenter for samfunnsendring i allianse med fattige, marginaliserte og svake grupper, tidvis i felles opposisjon mot myndigheter og makthegemonier. Det europeiske forskningsområdet er kanskje mindre preget av åpen politisk konflikt av denne type og mer preget av en økende erkjennelse blant toneangivende forskningspolitiske institusjoner av verdien av og behovet for samfunnsdialog og involvering av sivilsamfunnet. I Storbritannia var Engineering and Physical Sciences Research Council tidlig ute med et «Framework for Responsible Innovation» bygd opp rundt stikkordene «Anticipate, Reflect, Engage and Act». European Science Foundation-rapporten «Responses to Environmental and Societal Challenges for our Unstable Earth» fra 2014 understreker betydningen av et «open knowledge system» hvor «knowledge is generated from multiple sources (some of which are scientific) and shared at every stage of its development.» De fortsetter: «Problems are defined by society as a whole, not just by scientists.» EU har på sin side nedfelt **«Responsible Research and Innovation»** som et tversgående prinsipp for hele Horizon 2020, **forskningens samfunnsansvar nettopp defineres som vilje og evne til involvering og dialog med sivilsamfunnet.**

Samlet sett kan vi si at forsknings- og innovasjonssystemet er **i endring**, og dette har konsekvenser for hvilke forventninger som stilles til UiB av myndigheter og sivilsamfunn. Noen av disse endringene er langsomme og indirekte, og de fordrer like mye refleksjon og erkjennelse som handling. Paradoksalt nok er det kanskje universitetene som i størst grad blir utfordret på gamle tankemønstre, som når European Science Foundation (2013)<sup>1</sup> skriver:

*«... we invite the reader to consider carefully the very meaning of the notions 'science' and 'society' as articulated in many programmes, activities and policy discourses. Is science understood as 'an institution producing objective/truthful knowledge' or is science 'a social activity in context'?» (s. 3)*

Andre forventninger til UiB er handlingsorienterte, konkrete og akutte, som når f.eks. Forskningsrådets utlysninger – nå seinest ved den store utlysningen til skisser for et nasjonalt senter for digitalt liv – krever at søkerne skal vise hvordan de vil implementere og integrere prinsippet om «Responsible Research and Innovation». Fra EU vektlegges det stadig tydeligere at ambisjonen er **institusjonell endring** og ikke bare nye moteord på gamle praksiser. Med mindre det skjer et forskningspolitisk værskifte, er det grunn til å tro at alle disse strømningene blir

---

<sup>1</sup> European Science Foundation (2013) Science in Society: caring for our futures in turbulent times. Science Policy Briefing 50.

sterkere i tida framover: Tydeligere satsing på grunnforskning som ett element; og tydeligere satsing på store samfunnsutfordringer og på samfunnsansvar som et aktivt og bevisst forhold til forskningens samfunnsimplikasjoner og til involvering og dialog med sivilsamfunnet. Dette er allerede på vei til å bli nedfelt i mekanismene for forskningsfinansiering, så vel i Horizon 2020 som i Norges Forskningsråd. I EU fins det en klar ambisjon om å gjøre disse prinsippene gjeldende for hele ERA.

## Utfordringer og muligheter ved UiB

Vårt hovedbudskap er positivt: **Vi mener at argumentene er gode for den økte vektleggingen av forskningens samfunnsansvar, og vi mener at UiB har gode forutsetninger for å møte denne utviklingen og gi sitt markante bidrag til den.**

For det første er fagmiljøer ved UiB allerede aktive i debattene og prosessene beskrevet ovenfor. UiB (og randsonen) har ikke bare sterke grunnforskingsmiljøer, men også sterke tematiske forskningsmiljøer rettet mot samfunnsutfordringer. Klimaforskningen i Bergen og den marine forskningen er to opplagte eksempler blant mange. UiB har et sterkt miljø for ELSA-forskning og forskning på Science-in-Society or Responsible Research and Innovation, og har deltatt aktivt i de nasjonale forskningspolitiske prosessene beskrevet ovenfor. UiB-forskere er også aktive deltakere i EUs politikkutvikling på området, i DG Research and Innovation. Integrert ELSA-forskning skjer allerede i ulike miljøer, blant annet som en integrert del av SFF CCBIO.

Disse fortrinnene er knyttet til lange faglige tradisjoner ved UiB. Marin og meteorologisk forskning har lange tradisjonene tilbake til Bergen Museum, og tverrfagligheten og brede debatter, har røtter tilbake til det lille og kompakte byuniversitetet som UiB har vært og i noen grad stadig er. Og våre miljøer for forskningsetikk og forskning på forholdet mellom forskning og samfunn står i en faglig tradisjon tilbake til Knut-Erik Tranøys vitenskapsetikk og Hans Skjervheims grunnleggende erkjennelse om at forskeren alltid er både «**deltakar og tilskodar**». Dette er komparative **fortrinn**.

Samtidig står vi overfor utfordringer. Dette er erkjent og tatt tak i blant annet gjennom UiBs prosjekt for organisasjonsutvikling. UiB kan få bedre møteplasser og institusjonelle rammer for å utvikle samarbeidsformer mellom fag og også mellom UiB og sivilsamfunnet. Det fins stadig vekk terskler og barrierer for samarbeid på tvers av fag i forskning og utdanning. UiB har et aktivt samarbeid med andre samfunnsaktører, blant annet i næringslivet, og vi har et aktivt intellektuelt engasjement blant ansatte og studenter i forhold til samfunnsansvaret knyttet til slikt samarbeid. Dette viste ikke minst det store engasjementet rundt petroleumsrelatert forskning og den såkalte «Akademia-avtalen» med Statoil. Vurderingen av disse forholdene som ble gjort av Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi (NENT) viser imidlertid at vi trenger å utvikle vår evne til systematisk å gjøre vurderinger av samfunnsansvar (i dette tilfelle ansvaret for bærekraftig utvikling) og ta opp slike vurderinger i organisasjonens beslutningsprosesser. NENT har her gitt UiB en tydelig bestilling i forhold til vårt samfunnsoppdrag.

## **Forslag til strategiske mål for UiB for forskningens samfunnsansvar**

Den ovenstående redegjørelsen er ment som en begrunnelse for arbeidsgruppens innspill, som vi har formulert som kortfattede forslag til formuleringer i UiBs kommende strategi. Noen av våre forslag vil også være relevante for organisasjonsutviklingsprosjektet, spesielt for forskningsstrategisk og forskningsadministrativ organisasjonsutvikling. Vi ber derfor om at våre forslag også oversendes dette prosjektet, og står gjerne til disposisjon for nærmere samtale.

Vi foreslår det følgende:

### *Forskningens samfunnsansvar*

UiB vil i all sin virksomhet vektlegge forskningens samfunnsansvar. Dette er et sentralt aspekt ved UiBs faglige profil.

Forholdet mellom forskning og samfunn har mange dimensjoner og aspekter.

Én viktig dimensjon ved forskningens samfunnsansvar er forskningens rolle som et kritisk og uavhengig perspektiv på forhold og utviklingstrekk i samfunnet. Denne dimensjonen er nøye forbundet med UiBs grunnleggende verdier: åpenhet, etterprøvbarehet, vitenskapelig redelighet og kritisk diskusjon.

UiB vil anvende de samme grunnleggende verdiene på vår egen virksomhet. UiB ønsker åpen og kritisk diskusjon av sin egen forskningsvirksomhet, basert på tett involvering og dialog med andre samfunnsaktører og sivilsamfunnet, og på forskningsbasert kunnskap om konsekvensene av vår egen forskning.

Forskningen har et ansvar for å bidra positivt i møtet med de store samfunnsutfordringene. UiB vil opprette nye møteplasser og bygge ned institusjonelle og organisatoriske terskler og barrierer for nye samarbeidsformer i forskning, herunder tverrfaglig og transfaglig forskning, og for innovasjon som involverer og står i dialog med sivilsamfunnet.

UiB gjør prinsippet om ansvarlig forskning og innovasjon (responsible research and innovation, RRI) gjeldende for all forskning. Alle forskningsstrategiske satsingsområder og større forskningssatsinger ved UiB skal ha en plan for implementering av RRI.

UiB vil være en ledende aktør i utviklingen og implementeringen av RRI som forskningspolitisk prinsipp, i Norge og i Europa.

UiB vil videreutvikle kompetanse og beredskap for RRI gjennom et samarbeid mellom Senter for vitenskapsteori og Forskningsadministrativ avdeling. Dette vil gi støtte til implementering av RRI fra søknadsfase til driftsfase for større forskningsprosjekter.

UiB vil dokumentere sitt arbeid for å vektlegge forskningens samfunnsansvar og iverksette prinsippet om RRI i tråd med europeisk beste praksis.



Bergen, 1. oktober 2014

Lars Andreas Akslen (sign)

Ståle Knudsen (sign)

Lise Øvreås (sign)

Roger Strand (sign)

## UTKAST TIL STRATEGIPLAN FOR UIBs SATSNING PÅ KLIMAFORSKNING

### Forord

*Dette utkastet er blitt til etter at undertegnede fikk i oppdrag fra Universitetsledelsen (Brev 11.12.2013 – 2013/13720-TOT) om å utarbeide et policydokument for UiBs satsning på klimaforskning, med et åpent mandat angående innretning og arbeidsform. I oppdragsbrevet bes det om et policydokument som skal berede grunnen til en satsning på tverrfaglig klimaforskning og klimatilpasning ved UiB.*

*Jeg har hatt omfattende konsultasjoner og dialog med et bredt utvalg av aktuelle fagmiljø og innhentet informasjon fra alle fakultet. De jeg har konsultert med har fått anledning til å kommentere på det første utkastet av denne planen, og fakultetsledelsene og ledelsen for UiB Global har kommentert på det andre utkastet. Både den andre og denne tredje reviderte versjonen er betydelig omarbeidet som følge av denne prosessen. Jeg håper derfor at dette dokumentet er godt forankret i UiBs fakultet og fagmiljø. Det er likevel mine egne vurderinger og sammenfatninger som legges frem.*

Bergen 30. juni 2014



Eystein Jansen  
Professor

## Sammendrag

Dagens utvikling med befolkningsvekst, tap av biologisk magfold, matproduksjonsusikkerhet, økende ressurs- og energiforbruk og økt samfunnsrisiko fra klimaendringer setter jordens bærekraft under press, og skaper store globale utfordringer. De eksisterende utviklingsbanene må endres, og verden må i de neste få tiårene gjennomgå en rask og unik transformasjon over på en bærekraftig kurs. UiB skal være en ledende kraft i å skape kunnskapsgrunnlag og kompetanse for å bidra til denne globale omstillingen. Dette skal skje ved å videreutvikle og skape fremragende forskningsmiljø med stor relevans i forhold til å gi kunnskapbaserte svar på utfordringene - som grunnlag for handling.

Universitetet i Bergen har som mål å være Nordens ledende forsknings- og utdanningsinstitusjon på klimaforskning og med det gi vesentlig kunnskap for en bærekraftig utvikling i verden. Sammen med partnere i andre bergenske forskningsinstitusjoner skal UiB sikre at Bergen blir den fremste klimaforskningsbyen i Norden, med sterke bånd til næringsutvikling og offentlig forvaltning. Som følge av satsningen skal UiB være sterkt representert i internasjonale organisasjoner og fora innenfor energi- og klimaforskning.

UiBs veletablerte styrke og nasjonale lederrolle innenfor naturvitenskapelig forskning på klimasystemet skal bidra sammen med nye flerfaglige satsninger til at det i løpet av fire år ha etablert nye komplementære flerfaglige og tverrfakultære tyngdepunkt med nasjonal og internasjonal synlighet.

Denne planen dekker ikke ren teknologisk forskning som *utvikler* de nye produksjons- og distribusjonsteknologiene for energi, men tar med forskning som studerer energisystemene og som i bred forstand er knyttet til befolkningens holdninger og handlinger, sosiale og organisatoriske prosesser som påvirker energiomstillingen i samfunnet, som studerer energisystemenes utvikling, virkningene av politiske og økonomiske rammebetingelser for omstilling og hvordan klimaendringene bidrar til og begrunner slik omstilling.

UiB har en nasjonal lederrolle i klimasystemforskning gjennom Bjerknessenteret. Den øvrige klimaforskningen ved UiB er svært fragmentert, har lav synlighet utover enkeltprosjekter, og en relativt beskjeden konkurranseevne på de nasjonale finansieringsarenaene. Til tross for disse svakhetene er det åpenbart at det finnes et betydelig og bredt klimaforskningspotensiale ved UiB, og situasjonen er bedre nå enn for få år siden med hensyn til å få til flerfaglig integrasjon.

### Klimaforskning som satsningsfelt ved UiB skal ha tre siktemål:

1. Styrke den ledende internasjonale og nasjonale posisjonen som er etablert gjennom Bjerknessenteret.
2. Bygge opp styrke innenfor forskning knyttet til klimaeffekter på økosystem og samfunn og forske på klima- og energiomstilling med samfunnsfaglig (inkludert psykologi og pedagogikk) og humanistisk forankring.
3. Sikre flerfaglig samarbeid bl.a. slik at Bjerknessenterets styrke bidrar inn i prosjekter med utgangspunkt i andre fagfelt. Dette gir UiB en unik bred kompetanse og åpner for sterk konkurransekraft på forskjellige finansieringsarenaer.

Den eksisterende kompetansen ved UiB tilsier at det er mulig å utvikle nye forskningsnisjer som i stor grad er komplementære i forhold til andre nasjonale institusjoner. Dette gir unike muligheter for banebrytende forskning av høy kvalitet og relevans.

UiBs klimasatsing skal skje ved utvikling av internasjonalt synlige forskningsenheter som kan integrere og koordinere forskningen og som besitter virkemidler til en slik integrasjon. Disse vil motvirke den eksisterende fragmenterte situasjonen og utnytte synergieffektene ved den brede

flerfaglige kompetansen ved Universitetet, og rekruttere forskertalent fra ledende internasjonale fagmiljø. Tematisk vil dette gjelde: *Klimasystemforskning; Klimaeffekter; klimatilpasning, sårbarhet og risiko; samt Energiomstilling i klimaperspektiv*

Erfaringene fra Bjerknessenteret viser at uten en fysisk samling av sentrale prosjektmiljø i et senter vil det være vanskelig å motarbeide fragmenteringen i UiBs klimaforskning utenom Bjerknessenteret. Det skal derfor etableres et nytt senter: *Centre for Climate and Energy Transformation* som også skal inkludere forskning på samfunnseffekter av klimaendringene og klimatilpasning. Forskningen vil gå på tvers av klimaeffekt- og klimaomstillingsfeltene. Senteret skal være et fysisk senter som skal ha en kjerne av samlokaliserte forskningsgrupper, som kan utvikle faglige ideer og synergier. Forskere fra HF, Det juridiske fakultet, Det psykologiske fakultet, SV-fakultetet samt SVT forventes å knyttes til i senteret, samt forskere fra MNF og MOF på prosjektbasis. Det skal være tett samarbeid med Bjerknessenteret, og med andre institusjoner i Bergen (Uni Research, CMI, CMR, NHH).

Til tross for at det finnes noe tverrfakultær aktivitet innenfor UiBs klimaforskning, er det en mangel på forskere med erfaring, nettverk og bakgrunn fra ledende flerfaglige sentre i internasjonal klimaforskning. Satsningen blir bare vellykket såfremt UiB er i stand til å supplere eksisterende kompetanse ved å tiltrekke seg nye talentfulle forskere med potensiale for å etablere seg godt fremme i internasjonal forskning i nettverk med de fremste fagmiljøene. Det skal utvikles virkemidler for å få til strategisk rekruttering til satsningen.

UiB skal arbeide aktivt for å etablere nye eksterntfinansierte sentre innenfor klimasystemforskning og klima- og energiomstilling under FME, SFI og SFF-ordningene, i samarbeid med partnerinstitusjoner i Bergen, og eventuelt i andre nasjonale konstellasjoner.

Klimasatsningen skal samspille med UiBs øvrige satsninger på marin forskning og utviklingsforskning. De marine forskningssentra og UiBs tyngdepunkt i klimaforskningen må etablere gode samarbeidsrelasjoner som skaper gjensidig styrke. Den globale dimensjonen og tverrfaglige innretningen til UiB Global må spille sammen med klimasatsningen.

Klimasatsningen skal ha en ledelse på institusjonsnivå: Ledere av UiBs klimaforskningssentre og forskerskolene samt andre medlemmer utpekt av universitetet utgjør styringsgruppen for klimasatsningen. Direktøren ansettes på åremål og møter i rektors ledergruppe.

Forutsatt at satsningen starter i 2015 og gis nødvendig økonomisk stimulering, skal det være synlige resultat i form av økende suksessrate i Forskningsrådets klimaprogram Klimaforsk og i Horizon 2020 og ERC allerede i løpet av noen få år. UiB skal i 2018 ha etablert flere nye flerfaglige forskningsgrupper ledet av nye, yngre forskere som til dels er rekruttert fra ledende utenlandske miljø.

## 1. Visjon

**Universitetet i Bergen skal være Nordens ledende forsknings- og utdanningsinstitusjon på klimaforskning og med det gi vesentlig kunnskap for en bærekraftig utvikling i verden. Sammen med partnere i andre bergenske forskningsinstitusjoner skal UiB sikre at Bergen blir den fremste klimaforskningsbyen i Norden, med ekspertise på globale endringer og sterke bånd til næringsutvikling og offentlig forvaltning.**

Med utgangspunkt i UiBs veletablerte styrke og nasjonale lederrolle innenfor naturvitenskapelig forskning på klimasystemet og en videreføring av denne styrken, skal Universitetet i løpet av fire år ha etablert nye sterke flerfaglige tyngdepunkt med nasjonal og internasjonal synlighet som integrerer forskningsgrupper innenfor 1) Klimaendringenes effekter på økosystem og samfunn, 2) Økosystemer og samfunns sårbarhet og klimatilpassningsstrategier, 3) Klima- og energiomstilling

med spesiell vekt på å forstå samfunnsmessige og kulturelle forhold, drivkrefter og egnede tiltak. Den økte eksterne finansieringen som ventes fra den nye klimaforskningen skal minst tilsvare den egeninnsatsen som tilføres satsningen. Som følge av satsningen skal UiB være sterkt representert i internasjonale forskningsprogram og fora innenfor klima- og energiforskning.

## **2. Forskningsutfordringer**

### 2.1 Klimautfordringene

Dagens utvikling med befolkningsvekst, tap av biologisk magfold, matproduksjonsusikkerhet, økende ressurs- og energiforbruk og økt samfunnsrisiko fra klimaendringer setter jordens bærekraft under press, og skaper store globale utfordringer. De eksisterende utviklingsbanene må endres, og verden må i de neste få tiårene gjennomgå en rask og unik transformasjon over på en bærekraftig kurs. UiB skal være en ledende kraft i å skape kunnskapsgrunnlag og kompetanse for å bidra til denne globale omstillingen. Dette skal skje ved å videreutvikle og skape fremragende forskningsmiljø med stor relevans i forhold til å gi kunnskapbaserte svar på utfordringene - som grunnlag for handling.

Det er så godt som ubestridt at menneskehetens bruk av fossile energikilder og forvaltning av jordens arealer fører til menneskeskapt klimaendringer som nå er sterkere enn naturlige svingninger både på global og kontinental skala. Rapportene i FNs klimapanelers femte hovedrapport, IPCC (2013-14), oppsummerer status i det forskningsmessige grunnlaget. Forskningen viser økende sikkerhet omkring klimaendringene, deres årsaker og de negative virkningene de vil få for natur og samfunn, med alvorlige konsekvenser, sårbarhet og risiko ved fortsatt global oppvarming. Klimaendringene sees på av mange som verdenssamfunnets kanskje største langsiktige utfordring. De vil få økende betydning for mange av de store globale utfordringene, som fattigdom, ernæring, helse og sikkerhet. Å dempe klimaendringene krever en rask og global omstilling av verdens energisystem til fornybare løsninger i en situasjon med befolkningsvekst og et økende energibehov som følge av økonomisk vekst i den fattige delen av verden. Økonomer betegner klimaendringene som kanskje det største eksemplet på "markedssvikt" med behov for reguleringsintervensjon og økonomiske virkemidler. Det er liten fremgang i forhandlingene i FN-regi (UNFCCC) for å få vedtatt globale avtaler som skaper kontroll over endringene, men samtidig skjer det raske endringer i investering og tilgang på fornybar energi, og en tendens til at investeringene i fossile ressurser svekkes. Til tross for en sterk overgang til fornybare energiløsninger i enkelte markeder, har likevel utslippene av klimadrivende gasser vist en akselererende økning fordi energietterspørselen øker. Effektene av klimaendringene er allerede nå observerbare over hele kloden.

### 2.2 Sentrale forskningsutfordringer

Klimaendringene er påvist og dokumentert av naturvitenskapelig forskning, men siden klimautfordringene er menneskeskapt og må løses ved samfunnsmessige endringer, er samfunnsfaglig og humanistisk kunnskap nødvendig for å etablere løsninger.

Norge og verdenssamfunnet trenger sikrere fremskrivninger og prediksjoner av endringer, men også mer kunnskap om hvordan økosystemer og samfunn påvirkes i møtet med dem. Ikke minst er det vesentlig å forstå de barrierer og hindringer som står i veien for verdenssamfunnets og lokale myndigheters evne til å vurdere risiko, forstå og dempe virkningene, etablere mottiltak, påvirke holdninger og befolkningens atferd, samt håndtere endringer som kommer. Slik forskning er nødvendigvis og i sterk grad flerfaglig og krever integrasjon av kunnskap i hele det faglige spekteret: grunnleggende geofaglig forståelse og spesifikke naturvitenskapelige innsikter, samfunnsvitenskap inkludert psykologi og pedagogikk, rettsvitenskap, humaniora og helsevitenskapene.

I 2012 nedsatte Forskningsrådet et internasjonalt ekspertutvalg for å evaluere norsk klimaforskning. Evalueringen foretok en tematisk inndeling av klimaforskningen i tre hovedkategorier som viser den bredden i forskning som må til for å svare på klimautfordringene:

- 1. The climate system and climate change: research on climate variability and change in order to improve our capability of understanding climate and of projecting climate change for different time scales with reduced uncertainty and increased spatial detail.*
- 2. The impacts of, and adaptation to, climate change and variability: insights into the impacts of climate change and variability on the natural environment and on society; i.e. research on how species and ecosystems will be affected and on how society will be affected through changes in food production, water availability, health, etc.*
- 3. Institutions and instruments for response to climate change: research on national and international climate policy, institutions (norms, principles, organisations, strategies, measures and instruments) for reducing greenhouse gases and adapting to climate change. Analysis of how societal relations at multiple levels of governance need to change in order to deal with climate change. This includes issues related to economic growth and poverty reduction, migration, changes in the attitudes and behaviour of the population etc.*

I forskning på klimasystemet er det flere sentrale problemer som krever langsiktig forskningsinnsats: Det er stor usikkerhet knyttet til de lokale og regionale aspektene ved klimaendringene. Dette skyldes kjente svakheter ved klimamodellene, svakheter ved vår forståelse for sentrale fysiske prosesser, problemer med å simulere prosesser som har liten romlig utbredelse (for eksempel skyer), begrenset kapasitet i tungregnesystemene som kjører modellene, og svak forståelse for naturlige endringer som samspiller med menneskeskapte, og som gir store lokale utslag. Det er stor usikkerhet omkring den langsiktige følsomheten til klimapådriv fra utslipp av klimagasser, og til en rekke tilbakekoblingsmekanismer som kan forsterke virkningene - for eksempel naturens opptak og avgivelse av klimagasser. Dette skaper usikkerhet om når klimaendringene vil passere politisk vedtatte mål, og til hastigheten i den tilpasningen som må finne sted, noe som hindrer formidling av klimakunnskap og iverksetting av nødvendig omstilling. Det er også vesentlige mangler i vår forståelse for prosesser i polarområdenes respons til klimaendringene, og faren for brå og aksellererte endringer ved fortsatt global oppvarming. Det er økende vekt på å utvikle varslingsmodeller som skal gi varsler på halvårlig til dekadisk skala, noe som er sentralt for klimaeffekt- og tilpasningsforskningen. En vedvarende usikkerhet ved modellsimuleringene kommer også fra de samfunnsscenarioene som ligger til grunn for de fremtidige utslippsscenarioene som brukes i simuleringene. Forbedringer krever derfor integrasjon av samfunnsmodellering og klimasystemmodellering.

Det er store kunnskapshull om virkningene av klimaendringene på økosystemene og deres tilpasningsevne, herunder arters utbredelse og populasjonsdynamikk, og eksistensen av terskler eller vippepunkter under nye klimaforhold. Det foreligger få storskala og syntesepregede vurderinger og forskning på spillet mellom klimaendringer og andre drivkrefter som endrer økosystemene, for eksempel arealbruk eller uttak av marine ressurser.

Klimaeffektene på samfunnsmessig infrastruktur forventes å bli store, men forskningen og implementering av tilpasningsstrategier krever mer presise klimafremskrivninger, særlig forståelse av ekstremværsendringer, med mer relevant informasjon som kan brukes til å vurdere sårbarhet og tilpasning.

Både tilpasningsstrategier og klimatiltak krever betydelig samfunnsmessig omstillingsevne og mobilisering til handling. Bærekraftig tilpasning må hvile på bredt anlagt forskning omkring sårbarhet, kunnskapsoverføring, etiske og juridiske forhold, og analyser av regulatoriske og økonomiske virkemidler, effekter og løsninger. Et viktig tema i tiden som kommer er den økende risikoen for matvareusikkerhet, med klare koblinger mot fattigdomsproblemer og global helse.



Forskning som bidrar til utvikling av klimatjenester som kan nyttes av sluttbrukere til tilpasning og omstilling er derfor sentrale i nasjonale og europeiske forskningsprogram de neste årene.

Mesteparten av klimagassutslippene relatert til menneskelig aktivitet kommer fra produksjon og konsum av energi. Omstilling av energisystemene er dermed den sentrale samfunnsmessige klimautfordringen, noe som får konsekvenser for forskningsprioriteringene. For å få kontroll over klimautviklingen er det derfor nødvendig med raske og betydelige kutt i utslippene av klimagasser. Dette vil kreve en storstilt global omstilling av energisystemene til bruk av fornybare kilder i de neste tiårene og en eller flere avtaler og reguleringsmekanismer som regulerer og svekker utslippene fra bruk av fossil energi og stimulerer til innfasing av forbybare energikilder. Slike handlinger krever analyser av hindre og barrierer mot omstilling, forståelse for teknologisk drevne omstillinger, endringenes samspill med markedene og forskning som kobler klimaproblemet til andre samfunnsforhold. Det blir viktig å forstå utviklingen av energisystemer og hvordan disse transformeres i møte med den fremvoksende grønne økonomien og billigere fornybare løsninger som skaper helt nye markedsforhold.

Kunnskapsbehovene gjelder også politisk styring nasjonalt og internasjonalt, og enkeltmennesker, organisasjoner, samfunnsinstitusjoners og beslutningstakers evne til å forstå problemene og handle i forhold til dem. For å få et tilfredsstillende grunnlag for at beslutningstakere og enkeltmennesker velger relevante, informerte og opplyste handlinger trengs kunnskap om kommunikasjon, kultur og språkbruk. Formidling av utfordringer og muligheter vil være avgjørende for respons og omstillingsvilje. Energiomstilling dreier seg både om å utvikle nye teknologier for produksjon og distribusjon av energi, markedenes implementering av nye teknologier eller kjente teknologier som blir billigere, forbrukerholdninger og mobilisering. Hertil hører myndighetenes reguleringer og insentivbruk. I økende grad er energimarkedene internasjonale og samtidig mer fragmenterte, og forskningen på klima- og energiomstilling må ha både globalt og lokalt perspektiv.

UiBs strategi kan ikke favne om alt dette, men skal utvikle de elementer innenfor dette forskningsmangfoldet som:

- har forankring i de eksisterende faglige styrkene ved UiB,
- kan skape samspill mellom fagmiljøene,
- kan samvirke best med randsonen rundt Universitetet,
- etablerer nasjonalt unike forskningsmiljø,
- kan gi vesentlige bidrag til den globale kunnskapsproduksjonen.
- kan skape samspill med UiBs øvrige satsningsfelt (marin forskning og utviklingsforskning)

*Når det gjelder energiforskning vil ikke planen dekke ren teknologisk forskning som utvikler de nye produksjons- og distribusjonsteknologiene for energi. Denne forskningen vurderes i andre plandokument ved UiB. Men planen tar med forskning som i bred forstand er knyttet til prosesser som påvirker energiomstillingen i samfunnet, som studerer energisystemenes utvikling, politiske og økonomiske rammebetingelser for omstilling og hvordan klimaendringene bidrar til og begrunner slik omstilling.*

### **3. Klimaforskning ved UiB**

#### **3.1 Bjerknessenteret**

UiBs forskning på klimasystemet er forankret ved Bjerknessenteret som koordineres fra UiB i et partnerskap med Uni Research, Nansensenteret og Havforskningsinstituttet. Bjerknessenteret forsker bredt omkring forståelse av klimaendringer i fortid, nåtid og fremtid og på forskjellige klimadrivende prosesser. Forskningen kombinerer observasjonsbaserte studier med numerisk simulering av klimasystemet, den har sterkt inpass i IPCC og skjer i nettverk med de fremste fagmiljøene i verden. UiB står for ca. 50 % av virksomheten i senteret som samler ca. 150 forskere, teknikere og stipendiater. Særlig Geofysisk Institutt og Inst. for Geovitenskap har stor

klimaforskningsaktivitet, der mesteparten er kanalisert inn i Bjerknessenteret. I tillegg deltar Inst. for Biologi. Gjennom sin tid som SFF vokste Bjerknessenteret til en fremskutt plass i nasjonal og internasjonal klimaforskning og kunnskapsformidling, som Nordens største klimaforskningsmiljø. Dette førte til en 12-års langsiktig basisfinansiering fra Kunnskapsdepartementet fom 2010 (i 2014 er tilskuddet på 25 mill). UiBs forskere er sentrale i fagmiljøets sterke evne til å innhente finansiering fra Forskningsrådet og EU, og det har over lang tid vært en årlig finansiering på mer enn 10 mill kroner fra EUs Rammeprogram til Bjerknessenteret. Bjerknessenteret fikk bl.a. 2/3 av tilgjengelige midler fra den store utlysningen på klimasystemet i Forskningsrådet i 2013. Samlet ekstern finansiering er på ca 50 mill kr/år utenom den direkte støtten fra KD. Uni Research står for 30 % av innsatsen i Bjerknessenteret og har en egen avdeling for klimaforskning som deltar i Bjerknessenteret. UiBs egeninnsats i Bjerknessenteret er på ca. 20 mill/år og dekker lønn til fast personale, rekrutteringsstillinger, tungregning og skipstid.

Etableringen av et sterkt, synlig forskningsfellesskap i Bjerknessenteret har utløst en synergi som gir merverdi på ekstern finansiering som mer enn dobler den inntjeningen man ellers ville ha forventet, uten dette fellesskapet. Bjerknessenteret har også gitt vesentlige bidrag til å trekke ledende internasjonale forskere og forskertalenter til UiB. En viktig årsak til dette er at UiB har lyktes med å rekruttere sterke forskere som er utviklet i Uni Research.

Bjerknessenteret har siste året tatt initiativ til å styrke forskning på klimamodellering med klimapolitisk relevans og på å støtte utvikling av forskning som bygger opp under utvikling av klimatjenester. Disse initiativene vil styrke mulighetene for flerfaglig samarbeid utenom ren naturvitenskap.

### 3.2 Øvrig klimaforskning

Den øvrige klimaforskningen ved UiB er fragmentert og har lav synlighet utover enkeltprosjekter, og en beskjeden konkurransevne på de nasjonale finansieringsarenaene. Det er lite EU-finansiering utenom den omfattende porteføljen som forvaltes i Bjerknessenteret.

Prosjekter med ekstern finansiering innenfor klimaeffekter på terrestre økosystemer finnes ved Institutt for biologi i samarbeid med Bjerknessenteret, og ved Institutt for geografi. Samfunnseffekter blir studert i et nytt prosjekt fra Senter for vitenskapsteori i samarbeid med Bjerknessenteret og Rokkansenteret. Ved Institutt for sosialantropologi koordineres det bredt anlagte EU-finansierte ECOPAS-prosjektet, som studerer klimaendringenes effekter for øysamfunn i Stillehavet, og som er rådgivende for EU-kommisjonen innen dette feltet.

Studier av hvordan klimakunnskap og politikk formidles, hvilke språklige og retoriske virkemidler som brukes og hvordan de blir oppfattet foregår i forskningsrådsfinansierte prosjekter ved Institutt for fremmedspråk, Institutt for informasjons- og medievitenskap og Institutt for sammenliknende politikk i samarbeid bl.a. med forskere ved Det psykologiske fakultet, Rokkansenteret, Institutt for sammenliknende politikk, samt fra Bjerknessenteret, Uni Computing og NHH. Forskerne i disse prosjektene har etablert et velfungerende nettverk.

Ved Senter for internasjonal helse er det avlagt to doktorgrader om klimaendringenes betydning for sykdomsspredning i Afrika, i samarbeid med Bjerknessenteret. Det er også pågående arbeid ved Senter for internasjonal helse knyttet til klima og underernæring i fattige land, særlig i forbindelse med tørke. Det forskes også på matvaresikkerhet ved Institutt for geografi i samarbeid med Institutt for biologi.

Et nytt samarbeid omkring global energi- og klimaomstilling er etablert mellom Institutt for geografi og Institutt for økonomi, og vil etterhvert involvere flere institutt ved SV-fakultetet. Prosjektet er koblet opp mot WUN-nettverket og har støtte fra Akademia-avtalen med Statoil. Dette samarbeidet gir muligheter for konsolidering av klimasatsingen ved Det samfunnsvitenskapelige fakultet, og gir

også gode muligheter for samarbeid med forskere ved andre fakultet. Parallelt med dette forskes det på den tyske energiomstillingen ved Senter for vitenskapsteori.

Ved flere institutt på SV-fakultetet arbeider enkeltforskere og mindre forskningsgrupper med klimarelaterte problemstillinger, men det har vært vanskelig å finne ekstern finansiering for slik aktivitet, og utbyttet fra Forskningsrådets klimautlysninger har vært magert. Fakultetet har imidlertid allokert PhD-stillinger til feltet for å stimulere til økt aktivitet. Dette har gitt positive ringvirkninger bl.a. ved at klimaorienterte stipendiater i sosialantropologi samarbeider med miljøer i naturvitenskapelige fag. Ved juridisk fakultet er det betydelig kompetanse omkring internasjonal miljø- og ressurslovgivning og juridiske forhold knyttet til arealbruk. Fagmiljøet, sammen med miljø ved SV-fakultetet planlegger å etablere et *Centre for Ocean Governance*. Denne planen er inkorporert i den foreslåtte marine strategiplanen for UiB. Et slikt senter vil inneholde viktige klimafaglige dimensjoner, for eksempel knyttet til endringene i Arktis.

Ved Institutt for sammenlignende politikk er det betydelig kompetanse om politiske prosesser med relevans for klimatilpasning og klimaomstilling, både nasjonalt og internasjonalt. Klima, energi og miljø er en av tre hovedsatsninger for Norsk medborgerpanel som er en web-basert infrastruktur for nyskapende forskning om holdninger etablert i 2013. Det er etablert en tverrfaglig klimagruppe med sterk internasjonal kontaktflate i forbindelse med Norsk medborgerpanel. Samarbeid med tilsvarende initiativer i andre land for å sammenlikne holdninger på dette feltet er etablert. Forskere fra UniRokkansenteret, HF-fakultetet, SV-fakultetet og psykologisk fakultet inngår i gruppen. Gruppens arbeid er delvis finansiert internt via de ulike universitetsbudsjettene og delvis eksternt. Gruppen har begynt å skaffe seg forskningsrådsfinansiering og inngår nå i og er med på å styrke flere søknader om ekstern finansiering på klimafeltet både nasjonalt og i EU-programmer.

Ved Institutt for administrasjons- og organisasjonsvitenskap er det aktivitet knyttet til forbrukeratferd og klimaomstilling i Sør-Afrika. Ved Sosiologisk institutt er det aktivitet omkring studier av norsk miljø- og klimapolitikk. Forskningsgruppen i systemdynamikk ved Institutt for geografi arbeider bl.a. med såkalte Integrated Assessment Models som kombinerer økonomisk modellering med enkle klimamodeller og modeller for forskjellige samfunnsmessige prosesser i forhold til scenarier og risiko for beslutningstakere. Gruppen ønsker samarbeid med IIASA som arbeider innenfor dette feltet.

Flere institutt på HF-fakultetet forsker på klimarelaterte problemstillinger og på fagfelt som har betydelig potensiale til å bidra inn i klimaforskningen dersom en tilrettelegger for dette. Slike muligheter eksisterer innenfor kultur, religion, historie, arkeologi, og innenfor filosofi, knyttet til etiske og moralske spørsmål.

Flere miljø ved Institutt for Samfunnspsykologi har relevant aktivitet inn mot klimafeltet, innenfor forskning omkring individers forståelse for klimautfordringene, hvordan de blir kommunisert og oppfattet og reflekteres i handling. Det psykologiske fakultet har flere eksterntfinansierte prosjekter knyttet til helse, miljø og sikkerhet innenfor petroleumsindustri, maritime næringer, transportsikkerhet og operativ ledelse med relevans for håndtering av klimaendringer. Flere forskere som samarbeider innenfor UiB-Global og HEMIL senteret har aktivitet med betydelig klimaforskningsrelevans.

UiBs sommerskole (Bergen Summer Research School - BSRS) som driftes fra UiB Global, har over mange år tatt opp klimaendringer og klimautfordringer, og arbeidet med sommerskolen har skapt gode nettverk på tvers av fagene og fakultetene ved UiB, samt med miljøer ved NHH, CMI, Uni Research og HiB.

I 2011 ble "Bergen Programme on Climate and Governance" etablert som et samarbeid mellom UiB, Uni Research og NHH/SNF, med en felles styringsgruppe. Uni Research har til nå finansiert en forsker som har ledet koordineringen på en god måte. Det har gjennom dette arbeidet blitt

etablert velfungerende seminarserier og kontakter som har skapt mange nye flerfaglige prosjektideer og spennende og gode søknader til Forskningsrådet, hvorav noen få har fått finansiering. Forskere fra flere fakultet og fra Bjerknessenteret har vært aktive. Dette har gitt noe uttelling, men mindre enn man opprinnelig hadde målsetning om. En evaluering av arbeidet utført av styringsgruppen pekte på behov for at det tas sterkere institusjonelle grep for å bygge opp momentum og faglig tyngde.

#### **4. Samarbeid med andre forskningsinstitusjoner i Bergen.**

Bjerknessenteret integrerer forskere fra UiB, Uni Research, Nansensenteret og Havforskningsinstituttet på bakgrunn av en forpliktende samarbeidsavtale. På basis av dette er det etablert ledelsesfunksjoner, sekretariat, felles ledergruppe og 7 felles forskningsgrupper. Det er et betydelig samarbeid på tvers av institusjonene i de fleste eksterne og interne prosjekt. Særlig sterk er integrasjonen mellom UiB, Uni Research og Nansensenteret, og konkurransekraften i forskningsmiljøet er meget sterk fordi man kan trekke på den brede kompetansen og definere unike og sterke søknader. Dette har vært en viktig suksessfaktor for Bjerknessenteret.

I februar 2014 ble det søkt om en SFI (PREPARE) som skal utvikle produkter for klimatjenester og klimatilpasning. Søknaden koordineres fra Uni Research, med UiB som den mest sentrale forskningspartneren og med de andre partnerne i Bjerknessenteret som deltakere. De sentrale industripartnerne er StormGeo og DNV-GL, samt en rekke andre partnere, særlig fra energisektoren.

Tilsvarende er Uni Research partner i Det nasjonale senteret for klimatjenester i samarbeid med Meteorologisk institutt som leder senteret og NVE. Her er UiB en medspiller på kompetanse- og metodesiden, og det forventes økende statlig støtte til senteret i de følgende statsbudsjettene som ledd i satsningen på klimatilpasning (St.meld 49-2013).

UiB deltar i to FME-er innenfor klimatiltak, koordinert fra CMR. Disse dekker vindenergi til havs (NorCowe) og karbonfangst- og lagring (Success). Det arbeides nå med planer for nye FME-søknader i neste runde som kan komme til å dekke sentrale elementer i forskning på energiomstilling og energisystemer av betydelig relevans også for denne planen.

Det nylig etablerte Hjort-senteret for økosystemforskning som har de samme partnerne som Bjerknessenteret, vil være en naturlig koordinator for prosjekter omkring virkningen av klimaendringene på de marine økosystemene, i samarbeid med Bjerknessenteret. Det bør også være muligheter for å trekke inn samfunnsforskning ved UiB og NHH i slike prosjekt. Det er et stort potensiale for at det tunge marine forskningsmiljøet i Bergen tar nasjonalt lederskap over hele bredden av slik forskning.

Bergen Programme for Climate and Governance skapte kimen til institusjonelt samarbeid mellom UiB, Uni Research og NHH/SNF. Det er knyttet mange gode faglige kontakter og etablert en situasjon som gir mange muligheter, såfremt initiativ og kontakter kan finne sammen i en mer forpliktende organisatorisk løsning. Det er viktig at flere av satsningene ved UiB etablerer samarbeid med NHH/SNF.

Det er mange kontakter og samarbeid mellom Røkkansenteret og flere institutt ved SV- og HF-fakultetet, både innenfor klimarelatert forskning og forskningsfelt som er relevant for klimaforskningen, slik som flernivåstyring, virkemidler i klimapolitikken, klimakommunikasjon og holdninger til klimaomstilling. Røkkansenteret har i den sammenhengen etablert en "Interdisciplinary Climate Research Group – ICRG". En satsning på samfunnsvitenskapelig og humanistisk klimaforskning må sikre at man utnytter synergimulighetene med Røkkansenteret til fulle, på samme vis som integrasjonen mellom UiB og Uni Research har vært essensielt for Bjerknessenterets styrke og for UiBs rekruttering av unge, internasjonalt ledende klimaforskere til

faste vitenskapelige stillinger. Et bredere samarbeid mellom Uni Computing og humanistisk og lingvistisk forskning bør også styrkes, særlig med tanke på utnyttning av store elektroniske tekst-dokumentdata.

Også mellom CMI, UiB Global og flere miljø ved SV-fakultetet er det samarbeid som kan knyttes til klimatilpasning i sør, og det eksisterer noe aktivitet mot implementering av "Global Framework for Climate Services" som man forventer vil få stor betydning for klimatilpassningsarbeidet i global sammenheng. Klimatjenester vil kreve samarbeid mellom naturvitenskap og samfunnsforskning, og blir vesentlig for å skape kunnskapsgrunnlag om klimaendringer og samfunnsforhold som basis for implementering av mekanismer fra klimavtalene for å dekke skader og tilpassningskostnader i fattige land. Klimatilpassningsforskning i det globale sør er sammen med helseaspektene ved klimaendringene viktig for å få til et godt samspill mellom klimasatsningen og UiBs satsning på utviklingsrelatert forskning.

I noen prosjekt har det vært samarbeid mellom Bjerknessenteret, særlig fra Uni Research, og Vestlandsforskning i Sogndal som har en aktiv forskningsgruppe på klimatilpasning og samfunnseffekter. Denne "Vestlandsalliansen" kan bygges videre ut, men krever et sterkere og mer samordnet forskningsmiljø ved UiB som kan opptre strategisk og har noe å tilby den andre parten.

## **5. Styrker, svakheter og muligheter ved UiBs klimaforskning i en nasjonal kontekst**

I evalueringen av norsk klimaforskning fra 2011 er det tydelig at UiBs tyngdepunkt er i naturvitenskapelig klimaforskning. Dette sees bl.a. av at ingen ikke-naturvitenskapelige faggrupper ble invitert til intervju av evalueringspanelet fordi de ble oppfattet som marginale i nasjonal sammenheng og uten stor tyngde. Utlysningene i Forskningsrådets klimaprogram innenfor samfunnsfaglig klimaforskning har i all hovedsak finansiert prosjekter ved UiO og instituttsektoren i Oslo og ved NTNU/Sintef. UiBs og de bergenske forskningsinstitusjonenes samlede tildelinger er på linje med de som har tilfalt Vestlandsforskning i Sogndal.

Til tross for dette er det åpenbart at det finnes et betydelig og bredt klimaforskningspotensiale ved UiB, som vist i pkt. 3 og 4, og situasjonen er mye bedre nå enn for få år siden med hensyn til å få til flerfaglig integrasjon. Dette fordi det er finansiert noen større prosjekt med finansiering fra NFR og EUs FP7, og det er etablert en rekke nye faglige kontakter og uformelle nettverk, særlig blant yngre forskere. Disse kan utnyttes og bygges på, men for å få dette til må det bli en tettere organisering og ledelse på institusjonsnivå, og satses strategisk på rekruttering. Trass i potensialet ved UiB er det behov for nyrekruttering for å få inn forskere med erfaring og kompetanse fra sterke flerfaglige forskningsmiljø utenfor UiB.

Utenom den naturvitenskapelige klimaforskningen virker UiBs klimaforskning i varierende grad koblet opp mot sterke internasjonale miljøer og nettverk, selv om det finnes noen eksempler på sterke internasjonale kontaktflater. Svake nettverk svekker mulighetene for å skape fremaregnede miljøer og sikre finansiering. UiB må derfor systematisk utvikle et gjennomtenkt internasjonalt nettverk mot de sentrale gruppene og institusjonene, særlig i Europa og USA, men også i andre verdensdeler. Her er rekrutteringsstrategien viktig. UiBs sterke internasjonale profil og brede globale kontaktflate er en styrke som også må komme dette arbeidet til gode, og WUN-nettverket vil være et tjenlig middel.

### Klimaforskning som satsningsfelt ved UiB skal ha tre siktemål:

1. Styrke den ledende internasjonale og nasjonale posisjonen som er etablert gjennom Bjerknessenteret.



2. Bygge opp styrke innenfor forskning knyttet til klimaeffekter på økosystem og samfunn og forske på klima- og energiomstilling med samfunnsfaglig (inkludert psykologi og pedagogikk) og humanistisk forankring.

3. Sikre flerfaglig samarbeid bl.a. slik at Bjerknessenterets styrke bidrar inn i prosjekter som har utgangspunkt i andre fagfelt. Dette gir UiB en unik styrke med bred kompetanse og åpner for sterk konkurransekraft på forskjellige finansieringsarenaer.

Satsningen skal bidra til å profilere UiBs rolle i "det grønne skiftet" i tråd med anbefalingene fra NENT om de etiske sidene ved petroleumsforskningen. Den eksisterende kompetansen ved UiB tilsier at det er mulig å utvikle nye forskningsnisjer som i stor grad er komplementære i forhold til andre nasjonale institusjoner. Dette gir unike muligheter for banebrytende forskning av høy kvalitet og relevans som er kjennetegnet ved å:

- Ha et globalt, fremfor strengt nasjonalt perspektiv på forskningen
- Bidra til en synliggjøring av UiB som ledende polarforskningsinstitusjon
- Utvikle interaksjon mellom klimaprediksjoner og forskjellige studier av klimaeffekter på økosystem og samfunn nasjonalt og globalt. Koble dette mot utvikling av klimatjenester og samarbeid med næringslivet og offentlig forvaltning.
- Satse på å integrere klimascenarier med studier av matvaresikkerhet, inkludert de lokale konsekvensene og helseutfordringene knyttet til matvaresituasjonen.
- Utvikle forbedrede integrerte samfunns- og klimamodeller i samarbeid mellom klimamodellering og samfunnsforskning
- Koble klimasimuleringer og klimamodeller til arbeidet med å studere global energiomstilling og reduksjon av klimagassutslipp.
- Arbeide med forskning for klimatiltak ved å forstå prosessene i den pågående globale energiomstillingen og dens klimabetydning med vekt på å integrere kunnskap om teknologiske endringer, økonomiske virkemidler, markedsforhold og sosiale prosesser. Knytte dette til klimaberegninger og nasjonale og regionale energipolitiske forhold.
- Utvikle prosjekter som studerer forståelsen av og den språklige formidlingen av klimakunnskap og klimatiltak bl.a. gjennom Medborgerpanelet og forskning på kognitive og samfunnsmessige barrierer og holdninger.
- Utvikle en sterk marin profil på klimatilpasnings- og klimaeffektforskningen, og utnytte den sterke marine kompetansen i Bergen også til studier av klimaomstilling innenfor maritim sektor. Herunder studere utfordringer knyttet til reguleringer og forvaltning av marine ressurser og kystsonen under klimaendringer.
- Utnytte de nye åpningene i H2020 for videreutvikling av samfunnsvitenskapelig klimaforskning

En slik faglig og global profil vil fylle nasjonale tomrom, gi UiB unike muligheter og samtidig spille på eksisterende styrker ved UiB og i randsonen.

## 6. Tematiske satsninger

UiBs klimasatsing skal skje ved utvikling av internasjonalt synlige forskningsenheter som kan integrere og koordinere forskningen og som besitter virkemidler til en slik integrasjon. En slik utvikling vil motvirke den eksisterende fragmenteringen og utnytte synergieffektene ved den brede flerfaglige kompetansen ved Universitetet. Et sentralt virkemiddel i oppbyggen er å rekruttere forskertalent fra ledende internasjonale fagmiljø. Det skal legges vekt på forskningsnisjer som i størst mulig grad er nasjonalt unike, og UiBs forskningsenheter skal fungere som nav for samarbeid i Bergensregionen.



### 6.1. Klimasystemforskning

- Innsatsen i Bjerknessenteret skal fortsette. Som ledd i dette vil egenbidragene bli videreført i form av rekrutteringsstillinger og sikring av nøkkelkompetanse i den vitenskapelige staben ved instituttene på MNF. UiB skal legge til rette for at klimaforskningen får tilgang til tung infrastruktur i form av laboratorier, tungregnesystemer med støttepersonell og egnede forskningsfartøy. Det sentrale fagmiljøet i Bjerknessenteret skal samlokaliseres i Jahnebakken 5 og, om det er større behov, i tilgrensende bygg i Allégaten 70 og Jahnebakken 3.
- Innenfor naturvitenskapelig klimaforskning skal det satses på å styrke kompetansen på vannkretsløpet (hydrologi), som skal bindes sammen med en tverrfakultær satsning på vann i forhold til ren energi, matsikkerhet, helse, samt sårbarhet for flom og tørke.
- UiB skal aktivt bidra til utvikling av klimatjenester og klimaprodukter som har sitt opphav i klimasystemforskningen, med Uni Research som naturlig koordinerende institusjon.
- UiB skal sikre fortsatt tett samarbeid med partnerne i Bjerknessenteret og bidra til å skape én sterk randsoneneenhet for klimasystembasert forskning og utvikling av applikasjoner fra denne ved en fusjonering av Nansensenteret i Uni Research.
- Bjerknessenteret får en nøkkelrolle i å forene klimamodellering, klimascenarioer og klimaprediksjoner med de andre satsningsfeltene i denne planen.

### 6.2 Klimaeffekter, klimatilpasning, sårbarhet og risiko

- Det skal etableres en integrert forskningsgruppe som studerer global og regional matvareproduksjon, matvaresikkerhet, sårbarhet og helsevirkninger av endringer i matforsyning, koblet opp mot klimascenarioer og klimaprediksjon.
- Det skal etableres forskningsaktivitet som integrerer klimascenariokunnskap med samfunnseffekter og strategier for redusert sårbarhet. Dette kan knyttes opp mot forskning for utvikling av klimatjenester, vannkretsløpet betydning for infrastruktur, mat og samfunnssikkerhet, samt kunnskapsformidling og kommunikasjon med særlig vekt på fattige lands situasjon og behov. En viktig side ved forskningen vil gjelde marine forhold og de endrede klimaforholdene i Arktis og deres utfordringer med hensyn til bærekraftig utvikling og regulering. Forskningen skal ha tette bånd til UiBs satsning på utviklingsforskning (UiB Global) og til den marine satsningens etablering av et Center for Ocean Governance.
- UiB skal delta aktivt i arbeidet med å utvikle klimaprediksjonssystemer og bidra til deres anvendelse i klimatilpasningssammenheng.
- Forskning på marine økosystemeffekter og marint rettet klimatilpasning skal koordineres gjennom Hjort-senteret, i et tett samarbeid med Bjerknessenterets modelleringsaktiviteter og med samfunnsfaglige miljøer der det er naturlig. Det skal tilstrebes et tett samarbeid med Centre for Ocean Governance.
- Studier av terrestre økosystemeffekter bør utvikles som et samarbeid mellom Bjerknessenteret og relevante instituttmiljøer, og der det er naturlig, trekkes inn i satsningen på matvaresikkerhet. Koordineringsansvar kan ligge ved Bjerknessenteret.

### 6.3 Energiomstilling i klimaperspektiv

- Omstilling til fornybarsamfunnet ("det grønne skiftet") er det sentrale elementet i å redusere klimagassutslipp. Det skal etableres en synlig forskningsaktivitet innenfor energiomstilling som også inkluderer dens konsekvenser for nasjonal og global energipolitikk. Her skal det vektlegges forskning på prosessene som driver energiomstillingen i ulike deler av verden, teknologiske, økonomiske, politiske og sosiale drivkrefter og barrierer til effektiv omstilling.
- Satsningen skal i mindre grad være rettet inn mot klimaavtaler enn hos andre nasjonale aktører, men integrere samfunns- og klimascenarioer med politikk og forståelse for de faktiske globale endringsprosessene slik de utspiller seg. Den skal samle kunnskap både

om politiske og regulatoriske forhold, økonomiske drivkrefter og virkemidler, teknologiske endringer i energisystemene og individers motivasjon og handling, bl.a. basert på infrastruktur for undersøkelse av holdninger og kommunikasjon (Medborgerpanelet).

- Forskningen må etablere samarbeid mellom samfunnsvitenskapelig, humanistisk og naturvitenskapelig/teknologisk forskning, og skal inngå i planene for Science City Bergen. Nye FME-initiativ innenfor utvikling av energisystemer skal knyttes opp mot denne satsningen.

## 6.4 Utdanning

Klimasatsningen skal etablere flere nye tverrfaglige utdanningstilbud fortrinnsvis på Master og PhD-nivået, men det bør også etableres noen dedikerte kurs på utvalgte bachelor-utdanninger. Det skal utvikles "spin offs" fra klimaforskningen slik at klimaperspektiv kan integres i den vanlige undervisningen ved alle fakultet:

- Satsningen skal bidra til å styrke og utvikle masterprogrammet i energi slik at det også inngår samfunnsvitenskap – som element i Science City Bergen.
- Satsningen skal utvikle en tverrfaglig mastergrad i klimaomstilling – som element i Science City Bergen.
- Ved mat Nat Fakultetet bør den klimarelaterte undervisningen ved Geofysisk Institutt og Inst. for Geovitenskap samordnes og det må komme på plass felles undervisningstilbud med vekt på globale endringsprosesser (Global Change) og vannets kretsløp.
- Det skal utvikles et bredt tilbud av MOOC kurs innenfor klimafeltet som vil gi UiB god nasjonal og internasjonal profilering
- Satsningen skal bidra aktivt inn mot Bergen Research Summer School
- ResClim – Forskerskolen i Klimadynamikk videreføres og det opprettes en tverrfaglig forskerskole i klimaforskning med utgangspunkt i samfunnsfag og humaniora.
- UiB skal støtte videreutviklingen av nettverket "Climate Snack" for yngre klimaforskere

## **7. Strukturelle grep og virkemidler**

### 7.1 Bjerknessenteret

Bjerknessenteret videreføres etter samme modell og faglige innretning som i dag. Utenom rene instituttprosjekt, vil tverrfaglig forskning på klimaeffekter på økosystemene organiseres fra Hjortsenteret når det gjelder marine økosystem, og organiseres fra Bjerknessenteret når det gjelder terrestre økosystem.

### 7.2 Tverrfaglig forskningsenter for Klima- og Energiomstilling

Erfaringen fra Bjerknesenteret viser betydningen av å integrere forskningsgrupper, samlokalisere dem og skape en kritisk masse som kan utvikle konkurransekraft på finansieringsarenaene som i økende grad etterspør flerfaglig forskning.

Uten en fysisk samling av sentrale prosjektmiljø i et senter vil det være vanskelig å motarbeide den sterke fragmenteringen av UiBs klimaforskning utenom Bjerknessenteret. Det skal derfor etableres et tilsvarende senter: *Centre for Climate and Energy Transformation* som også skal inkludere forskning på samfunnseffekter og klimatilpasning. Forskningen vil gå på tvers av klimaeffekt og klimaomstillingsdimensjonene og flere forskere forventes å arbeide innenfor begge. Det er derfor formålstjenlig å etablere ett senter som rommer begge feltene.

- Senteret skal være et fysisk senter som skal ha en kjerne av samlokaliserte forskningsgrupper, som kan utvikle faglige ideer og synergier. Forskere fra HF, Juridisk, Psykologisk, SV fakultetet samt SVT forventes å arbeide i senteret, samt forskere fra MNF

- og MOF på prosjektbasis. Tilsvarende vil det i prosjektsammenheng være ønskelig med utveksling motsatt vei inn i prosjekter ved Bjerknessenteret.
- Senteret vil ha en ledelse og forskningskoordinerende virkemidler, herunder ressurser til høyprofilerte seminarserier. Det skal ansettes en leder for senteret i kombinasjon med et professorat ved et av instituttene ved SV-fakultetet.
  - Senteret skal fungere som nav for initiativ som utvikles i felleskap med UiBs partnere i Uni Research, NHH/SNF, CMR og CMI.
  - Senteret skal lokaliseres så tett som mulig til de mest aktuelle instituttmiljøene i det nordlige campusområdet.
  - I senteret lokaliseres forskningsgrupper og prosjekt der deltakere og prosjektledelse ønsker et flerfaglig arbeidsmiljø. Senteret får også ansvar for forskerutdanning, seminarserier og koordinering av søknadsprosesser. Det er viktig å beholde god disiplinær forankring og instituttkontakt for dem som engasjerer seg ved senteret.
  - Innenfor senteret skal det etableres sterke forskningsgrupper eller forskningsenheter for:
    - Strategiske analyser av regional og global klima/energiomstilling, herunder forskning på energiomstillingsprosesser, energisystemer, regulering, drivere og hindre i forhold til forskjellige klimatiltak. Virksomheten skal arbeide med utvikling av scenarier som kombinerer modellbaserte klimaframskrivninger og prediksjoner med samfunnsfaglige perspektiv, der økonomiske modeller, klimamodeller og politiske scenarier blir integrert. UiB vil tilstrebe et tett samarbeid med NHH, Uni Research, CMR og søke å skape en enhet som i tillegg til grunnleggende forskning også har en sterk utredningskapasitet som skal fylle nasjonale behov for uavhengige analyser for å forstå de globale energiomstillingsprosessene. Enheten vil passe godt inn i programmet som planlegges for Science City Bergen, som legger vekt på forskning omkring utvikling av nye energisystemer, med tett samarbeid med regionalt og nasjonalt næringsliv. En ordning som for BECCLE-senteret kan være en aktuell modell for slik virksomhet. En slik enhet bør tilstrebe en langsiktig basisfinansiering fra det offentlige og/eller private stiftelser.
    - Holdninger til klimaendringer, energiomstilling og klimapolitikk. Aktiviteten skal bygge videre på den tverrfaglige forskningsgruppen etablert rundt infrastrukturen Norsk medborgerpanel og være et samlingspunkt for ulike internasjonale, nordiske og norske prosjekter hvor studiet av holdninger inngår som en komponent. Videreutvikling av nyskapende datainnsamling og -analyse innen Norsk medborgerpanel vil være sentralt. Senteret skal bidra til å sikre langsiktigheten i infrastrukturen, fordi tilgang til data på holdninger over tid i klimaspørsmål vil bidra til å etablere senterets forskning i et internasjonal toppsjikt.
    - Samfunnsmessige klimaeffekter og klimatilpasning, med særlig vekt på marine og polare forhold og forhold i det globale sør. Forskningen vil også omfatte studier som bidrar til utvikling av klimatjenester og klimaprediksjoner og bør skje i samarbeid med UiB Global, Uni Research, NHH/SNF og CMI.
    - Klimaendringer og deres betydning for matvaresikkerhet, helse og stabilitet. Aktiviteten vil kombinere modellbaserte beregninger fra Bjerknessenteret, kunnskap om matproduksjon under forskjellige klimaforhold med undersøkelser av samfunnsforhold og klimaendringenes helsemessige implikasjoner. UiB vil arbeide for et tett samarbeid mellom CIH, Bjerknessenteret, Uni Research, CMI og Havforskningsinstituttet.

En alternativ modell ville være å samle hele denne satsningen under Bjerknesparaplyen som da kunne vært et samlende merkenavn for den brede klimaforskningen ved UiB og i Bergen. Bjerknessenteret har imidlertid et etablert internasjonalt merkenavn som er spisset innenfor naturvitenskapelig forskning på klimasystemet, og en bred utvidelse av Bjerknessenterets fokus vil kunne svekke denne posisjonen og skape intern diskusjon om navnevalg og organisasjon fremfor faglig fokusering og eksternt rettede initiativer. En slik løsning blir derfor ikke anbefalt på det

nåværende tidspunkt. Samtidig er det helt nødvendig å knytte Bjerknessenterets kompetanse tett til det nye senteret og skape godt integrerte prosjekter på tvers av sentrene.

### 7.3 Næringsutvikling og innovasjon gjennom FME, SFI, SFF

UiB skal arbeide aktivt for å etablere nye eksterntfinansierte sentre innenfor klimasystemforskning og klima- og energiomstilling under FME, SFI og SFF-ordningene i samarbeid med partnerinstitusjoner i Bergen, og eventuelt i andre nasjonale og internasjonale konstellasjoner. Dette blir sentrale tiltak for å utvikle innovasjoner, næringsutvikling og forbedrede offentlige tjenester som kan styrke klimaomstillingen.

### 7.4 Behov for nyrekruttering

Til tross for at det finnes noe tverrfaglig aktivitet innenfor UiBs klimaforskning, er det en mangel på forskere med erfaring, nettverk og bakgrunn fra ledende flerfaglige sentre i internasjonal klimaforskning. Satsningen blir bare vellykket såfremt UiB er i stand til å supplere eksisterende kompetanse ved å tiltrekke seg nye talentfulle forskere med potensiale for å etablere seg godt fremme i internasjonal forskning i nettverk med de fremste fagmiljøene. Noen slike finnes trolig ved institusjonen, men noen må hentes utenfra.

- Et sentralt virkemiddel vil være å etablere såkalte Junior Research Groups, etter modell som benyttes ved Universitetet i Kiel sin marine satsning, og som forøvrig har sterke likhetstrekk med Bergen Forskningsstiftelse og ERC starting-grant sine virkemidler.
- Satsningen vil ta i bruk dette virkemidlet innenfor det nye senteret for Klima og Energiomstilling for å rekruttere lovende forskere som kan etablere sterke flerfaglige forskningsgrupper som integrerer forskning inn mot *minst to fakultet*. Utlysningen av slike muligheter bør være relativt åpen, inneholde rekrutteringsstillinger til de utvalgte prosjektene, og utnytte søkerens evne til nytenkning på tvers av fag. For vellykkede prosjektledere vil det følge mulighet for fast ansettelse etter fire år via den nye ordningen med innstegsstillinger. UiB vil også søke samarbeid med Bergen Forskningsstiftelse og andre mulige finansierer rundt denne ordningen.

### 7.5 Satsningens organisering og ledelsesmodell

Formålet er å etablere en organisasjonsmessig overbygning over de to forskningssentrene på klimafeltet, forskerskolene, masterprogrammene og tunge prosjektaktiviteter utenfor sentrene. Det skal etableres en styringsgruppe og opprettes en åremålsstilling som leder for klimasatsningen

Klimasatsningen skal inneholde bred tverrfaglig tilnærming. For å stimulere til dette blir overordnet forskningsledelse viktig. Dette vil også styrke det faglige samarbeidet mellom forskere på tvers av UiBs grunneheter. «Marum» som organiserer den marine forskningen ved Universitetet i Bremen, kan med noen justeringer være en egnet modell for UiB. Der er marine forskere både fulle medlemmer i sine institutter med normale undervisningsplikter og medlemmer i Marum. Marum har en ledergruppe med en direktør som har status som dekan og møter i rektors ledergruppe.

Ledelsen av klimasatsningen får seks oppgaver:

- 1) Overse og videreutvikle forskningssentrene
- 2) Drifte forskerskolen og bidra til utvikling av utdanningsprogrammer på klima og energifeltet.
- 3) Være rådgiver i saker som angår UiBs strategi for forskning og utdanning på klimafeltet
- 4) Arbeide for å skaffe finansiering til de store flerfaglige satsningene, og sikre at klimaforskningen tilgodesees med moderne og konkurransedyktig infrastruktur.
- 5) Ha et strategisk ansvar for å rekruttere fremragende forskere til satsningsfeltene innenfor klimaforskningen ved UiB.

6) Sikre koordinering med de andre satsningsfeltene ved UiB.

Ledere av UiBs klimaforskningscentre og forskerskolene samt andre medlemmer utpekt av universitetet utgjør styringsgruppen for klimasatsningen. Direktøren ansettes på åremål og møter i rektors ledergruppe. UiBs dekaner og relevante instituttledere deltar etter behov på styringsgruppens møter. Til støtte for gruppens arbeid oppnevnes en vitenskapelig rådgivende komite av internasjonalt ledende forskere.

### **8. Målepunkt: UiBs Klimaforskning i 2018**

Forutsatt at satsningen starter i 2015 og gis nødvendig økonomisk stimulering, skal det være synlige resultat i form av økende suksessrate i Forskningsrådets klimaprogram Klimaforsk og i Horizon 2020 og ERC allerede i løpet av noen få år. UiB skal i 2018 ha etablert flere nye flerfaglige forskningsgrupper ledet av yngre forskere som til dels er rekruttert fra ledende utenlandske miljø.

Satsningen skal i 2018 ha økt den eksterne inntjeningen fra prosjekter innenfor de nye satsningene med like mye som de koster i egeninnsats, og på den tid fungere som en del av UiBs normale virksomhet på linje med de to andre satsningsfeltene, marin- og utviklingsforskning.

Forslag til

# **Strategi for bærekraftig energi**

for

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Innstilling fra et utvalg

20.oktober 2014



## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Oppsummering og anbefalinger</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Oppnevning og mandat</b> .....	<b>5</b>
2.1	Oppnevning og sammensetning av arbeidsgruppen .....	5
2.2	Overordnede rammer .....	5
2.3	Mandat .....	5
2.4	Tolkning av mandatet .....	6
2.5	Utvalgets arbeidsform .....	6
2.6	Anbefalinger knyttet til universitetets videre strategiprosess .....	6
<b>3</b>	<b>Framtidens behov og nasjonale rammer</b> .....	<b>6</b>
3.1	Status og trender .....	6
3.2	Nasjonale rammer .....	8
3.3	Forskningsfinansiering .....	9
<b>4</b>	<b>Eksisterende aktivitet innen utdanning og forskning</b> .....	<b>10</b>
4.1	Organisering.....	10
4.2	Kompetanse og forskningsaktivitet.....	10
4.3	Utdanning .....	13
4.4	Vurdering av aktivitet opp mot fremtidens behov .....	14
<b>5</b>	<b>Muligheter for energirelatert forskning og utdanning</b> .....	<b>14</b>
5.1	Forskning.....	14
5.2	Utdanning.....	16
<b>6</b>	<b>Målsetninger og tiltak for styrking, vekst og synliggjøring</b> .....	<b>17</b>
6.1	Målsetninger.....	17
6.2	Tiltak for styrking, vekst og synliggjøring.....	18
6.2.1	Gjennomgang av organiseringen ved UiB.....	18
6.2.2	Oppbygging og vekst i forskningsaktivitet.....	19
6.2.3	Styrking av samarbeid på tvers av institutter, fakulteter og institusjoner ...	19
6.2.4	Synliggjøring av energiutdanning og tverrfaglige utdanningsmuligheter ....	20
6.2.5	Styrking av undervisningstilbud på fakultetet .....	20
	<b>Referanser</b> .....	<b>21</b>

# 1 Oppsummering og anbefalinger

*Forskning og utdanning med betydning for framtidige energiløsninger.*

Teknologiutvikling, klimaendringer, miljøutfordringer, befolkningsvekst og fattigdom har stor betydning for valg av framtidige energiløsninger. Det globale energiforbruket øker, og den største økningen vil komme i utviklingsland, der over 1.2 milliarder mennesker i dag mangler tilgang til elektrisitet. Ny teknologi for mer effektive energitjenester, bl.a. ved elektrifisering, gjør imidlertid at forbruket av primærenergi i velstående områder kan komme til å reduseres.

Utdannings og -forskningsaktivitet ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet må baseres på en erkjennelse av nåværende tilstand, raske endringer og framtidig usikkerhet i den globale energimiksen. For å sikre en bærekraftig utvikling er en omstilling mot økt fornybar og renere energiproduksjon og energieffektivisering nødvendig, og denne må også innebære sterke bidrag fra forsknings- og utdanningsinstitusjonene. Nye, komplekse problemer må møtes med grunnleggende disiplinbasert forskning så vel som kombinasjon av ekspertise fra flere fagfelt, og kandidater må utdannes slik at de får den best mulige bakgrunn for senere å kunne gi sine bidrag til å møte framtidens energiutfordringer, også med løsninger som nå ikke er kjent.

For at UiB skal kunne gi sine bidrag behøves en styrket satsing både innen utdanning og forskning. Universitetets ansatte bør engasjeres i en felles bestrebelse for å løse komplekse forskningsoppgaver og etablere et godt utdanningstilbud for å bidra til å løse globale energiutfordringer.

Organiseringen av forskning og utdanning knyttet til bærekraftig energi på ulike fakulteter ved UiB bør gjennomgås. Utvalget anbefaler opprettelse av et sentralt organ som har ansvar for forskning og utdanning, nettverksarbeid og ekstern kommunikasjon. En koordinator for energisatsingen bør tilsettes.

Oppbygging og vekst i utdannings- og forskningsaktivitet knyttet til bærekraftig energi ved Universitetet i Bergen er nødvendig for å møte samfunnets behov. Spesifikt for fakultetet bør det opprettes tre nye vitenskapelige stillinger (energiprofessorat) inn mot forskning og utdanning. For universitetet som helhet anbefaler utvalget at det avsettes såkornmidler for å stimulere til økt forskningsaktivitet innen området.

Mye av forskningen på bærekraftig energi og energiomstilling i Bergensområdet er fragmentert, og foregår i relativt små og isolerte grupper. Styrket forskningsaktivitet vil derfor også kreve samarbeid mellom forskere fra flere institutter, fakulteter og institusjoner. For å synliggjøre og legge til rette for slikt samarbeid, bør det vurderes å opprette tidsbegrensede "Bergensforskergrupper" som skal samarbeide med målsetning om å levere fremragende bidrag til forskningen innen bærekraftig energi og energiomstilling. Videre gir det planlagte EnTek-bygget mulighet til å oppnå samlokalisering av energiforskningsgrupper som i dag er spredt, og det anbefales at dette momentet vektlegges i vurderingen av hvilke aktiviteter som skal inn i det nye bygget.

For å møte samfunnets behov må fakultetet utdanne flere studenter med kompetanse innen bærekraftig energi og energiomstilling. Mye av styrken i energiutdanningen som tilbys ved fakultetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området i et bredere faglig perspektiv og blir engasjert i dagsaktuelle problemstillinger og prosjekter gjennom studiet.

”Energistudier ved UiB” bør opprettes som en felles samlebetegnelse for universitetets utdanningstilbud innen energi og synliggjøres som en del av studietilbudet. Profileringen bør inkludere både disiplinbaserte og tverrfaglige studieprogram med muligheter for fordypning inn mot bærekraftig energi. Alle fakulteter bør inviteres til en slik felles satsing, og bidra med kurs som kan tilbys til studenter ved andre fakulteter. Fakultetene må arbeide for å videreutvikle studietilbudet og gjøre tilpasninger slik at enkeltkurs kan tas av studenter fra andre fakultet. Spesifikt for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet anbefaler utvalget opprettelse av to nye kurs på Bachelornivå.

## 2 Oppnevning og mandat

### 2.1 Oppnevning og sammensetning av arbeidsgruppen

I forbindelse med utarbeiding av ny strategiplan for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet for perioden 2016-2020, har dekanen 30.april 2014 oppnevnt en arbeidsgruppe som skal utforme forslag til strategi for fakultetets videre satsing på forskning og utdanning innen bærekraftig energi. Gruppen er en videreføring av en "tenketank" som ble oppnevnt høsten 2013 og har hatt følgende sammensetning:

- Professor Jostein Bakke
- Professor Inga Berre (leder)
- Professor Vidar R. Jensen
- Professor Peter Haugan
- Professor Jan Petter Hansen

### 2.2 Overordnede rammer

I oppnevningensbrevet heter det: "Dagens energilandskap er i hurtig endring både lokalt og globalt. Dette er perspektiver fakultetet, i dialog med andre aktører, ønsker et bevisst forhold til, for tilpassing til morgendagens behov for omfang og innretning på energirelatert forskning og utdanning ved fakultetet og ved UiB som helhet."

Arbeidsgruppen ble bedt om å levere sin innstilling innen 20.oktober 2014.

### 2.3 Mandat

Arbeidsgruppens mandat er gitt i oppnevningensbrevet, der det heter:

"Gruppen skal utforme forslag til strategi for fakultetets videre satsing på forskning og utdanning innen bærekraftig energi. Denne skal senere innarbeides i en helhetlig energistrategi for fakultetet. Forslaget skal ha som mål å styrke fakultetets energirelaterte aktivitet, og omfatte fornybare energikilder, kjernekraft, CCS og relevante tverrgående områder som energilagring, - distribusjon og -effektivisering.

- Gruppen skal gjøre rede for eksisterende aktivitet ved fakultetet
- Gruppen skal definere områder der fakultetet har naturlige forutsetninger og/eller muligheter for å bidra med viktig forskning
- Gruppen skal vurdere om fakultetets utdanningstilbud svarer på de samfunnsmessige og faglige behovene tilbudet bør dekke.
- Gruppen skal foreslå tiltak for styrking og vekst i forskning og utdanning, og særlig foreslå tiltak som styrker samarbeid og koordinering internt på fakultetet og UiB og i samarbeid med andre aktører.
- Gruppen skal foreslå tiltak for sterkere synliggjøring av fakultetets aktivitet.

Gruppen skal vurdere muligheter for fremtidig satsing i lys av det kommende ENTEK-bygget, etableringen av Bergen Science City og etablering av sivilingeniørstudier i Bergen."

I etterkant av oppnevningen har gruppen blitt bedt om å se arbeidet i lys av etablering av klima og energi som et nytt satsingsområde ved Universitetet i Bergen, og også uttale seg om sentrale og tverrfakultære aktiviteter.

## **2.4 Tolkning av mandatet**

I sin gjennomgang av status og kompetanse har arbeidsgruppen valgt å gjennomføre en kartlegging av kompetanse og aktivitet innen hele energifeltet på fakultetet. Denne kartleggingen er samordnet med leder for arbeidsgruppen som skal legge fram forslag til ny strategi for petroleumsforskning ved fakultetet.

## **2.5 Utvalgets arbeidsform**

På vegne av utvalget ble det sendt ut en kartleggingsundersøkelse til instituttene der instituttene ble bedt om å gi tilbakemeldinger på eksisterende aktivitet og kompetanse ved å fylle ut et skjema for kompetansekartlegging (jf. tabell 1 og 2 i vedlegg 1). I tillegg ble instituttene bedt om å oppgi navn på vitenskapelig ansatte med kompetanse og forskningsinteresser knyttet til tema innen energi. Utvalget har hatt direkte kontakt mot de mest sentrale fagmiljøene, og disse har bidratt i utfyllende beskrivelser av de ulike områdene (jf. vedlegg 1). Teksten reflekterer innspillene som er kommet inn, og utvalget har i liten grad redigert disse. Utvalgets leder har også hatt møte med CMR og Uni.

Forslag til tiltak ble lagt fram på Horisontdebatten 2014, som ble arrangert på VilVite 8.september 2014 med svært god deltakelse.

## **2.6 Anbefalinger knyttet til universitetets videre strategiprosess**

I lys av det utvidete mandatet har utvalget vurdert muligheter og tiltak som angår hele universitetet, men utvalget har i liten grad hatt kontakt mot andre fakulteter. Utvalget anbefaler at universitetsledelsen vurderer å oppnevne en arbeidsgruppe som kan vurdere forslagene fra utvalget og legge fram et helhetlig forslag til strategi for forskning og utdanning innen energiomstilling og bærekraftig energi for Universitetet i Bergen.

# **3 Framtidens behov og nasjonale rammer**

## **3.1 Status og trender**

Teknologiutvikling, klimaendringer, miljøutfordringer, befolkningsvekst og fattigdom har stor betydning for valg av framtidige energiløsninger. Det globale energiforbruket øker og den største økningen vil komme i utviklingsland, der over 1.2 milliarder mennesker i dag mangler tilgang til elektrisitet. Ny teknologi for mer effektive energitjenester, bl.a. ved elektrifisering, gjør imidlertid at forbruket av primærenergi i velstående områder kan komme til å reduseres.

Verdens forbruk av primærenergi ligger nå på ca. 17 TW og forventes å stige grunnet befolkningsøkning og global velstandsutvikling. Energieffektivisering vil ventelig redusere energibehovet, men ikke kunne kompensere for økningen. Effektiviserer man dagens energiforbruk per Europeer med 25% og tillegger alle mennesker på jorden et slikt energiforbruk så er verdens energiforbruk i siste halvdel av 2100-tallet omkring 40 TW. Med kjent teknologi i dag er det kun solenergi som kan dekke et slikt energibehov. Samtlige andre fornybare

energikilder til sammen er vurdert til å ha et realistisk utnyttbart potensiale på om lag 10 TW hvor vind- og bioenergi er hovedbidragsytere (Narbel, Hansen og Lien 2014). Til sammenlikning er det i dag installert en kapasitet på om lag 0,5 TW sol og vindkraft globalt. Det er viktig å påpeke at forskning og ny teknologi kan endre dette bildet til fordel for andre energikilder, som for eksempel kunstig fotosyntese, geotermisk energi, havvind eller kjernekraft (GenIV, fusjon) utover i århundret. Det er også studier som konkluderer med at man kan oppnå redusert globalt energiforbruk innen 2030 og dekke alle behov med fornybar energi i 2050 (Jacobson og Delucchi 2011), men utviklingsbanene i den store og omfattende analysen Global Energy Assessment indikerer 50-100% økning frem mot 2050 (GEA 2012).

Sol- og vindkraft har hatt en dramatisk vekst de siste 10 årene. Utbyggingen i perioden 2010-2013 ligger på om lag 80 GW installert kapasitet per år, men det faktiske bidraget i kraftproduksjonen er langt mindre grunnet stor variabilitet i tilgangen på energi. Det er grunn til å tro at prisreduksjonene vil fortsette nå som sol og vind er kommet opp i industriell skala. Vannkraft er i dag den største globale kilden til moderne fornybar energiproduksjon (1 TW), men det er et begrenset potensiale for ytterligere økning (3-4 TW). Potensialet vannkraft har som balansekraft er mye diskutert i takt med utbygging og forbedring av internasjonale overføringskabler.

På litt lengre sikt kan moderne bioenergi følge etter utviklingen av vind og solenergi ettersom avfallshåndtering og energiutvinning fra dyrkbar mark og skog har et betydelig potensiale og kjent konverteringsteknologi. Utnytting av havområder til bioenergi er en fremtidig mulighet til både å øke potensialet for bioenergi globalt.

Energiutvinning fra havbølger, tidevannsstrømmer og saltgradienter har også et betydelig potensiale på opp mot et par TW, men disse teknologien er svært umodne og vil kreve mye FOU innsats før de evt. kan bidra til kommersiell energiproduksjon. Den økonomisk utvinnbare geotermiske energiressursen er foreløpig geografisk begrenset, men kan bli mer tilgjengelig avhengig av forskningsmessig framgang. Hvis den geotermiske energiressursen kan utnyttes, er energibehovet dekket på en tidsskala på mange millioner år med dagens forbruk.

Innen energisystemer og energibruk/energieffektivisering forventes store endringer. Elektrifisering står sentralt i de fleste fremtidsscenarioer, men hvilke energikilder som bidrar vesentlig til produksjonen mer enn 20 år inn i fremtiden er avhengig av så mange ukjente faktorer at det ikke er hensiktsmessig å omtale det her. Mulighetene for distribuert energiproduksjon, lokalt eierskap, særlig av solenergianlegg, og forbrukermakt gjør at strukturen i energibransjen vil utfordres. Utviklingen av infrastruktur for energiforsyning er i stor grad bestemt av offentlige reguleringer, skatteregler m.m. Politiske veivalg, inkludert hensyn til nasjonal energisikkerhet og helse, og kanskje også klima, kan derfor spille en viktig rolle.



Norge har en spesiell energisituasjon ved at kraftforsyningen nesten utelukkende er basert på fornybar energi, i tillegg til at potensialet for ytterligere fornybare energiresurser er stort, men i liten grad utnyttet. Norsk energibruk er relativt høy, blant annet på grunn av kraftkrevende olje- og gassproduksjon og industri, omfattende transport og kaldt klima, og potensialet for energieffektivisering og utslippsreduksjoner er betydelig. I 2013 var Norges samlede klimagassutslipp 52,8 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Statistisk Sentralbyrå 2014). Utslipp fra olje- og gassproduksjon utgjorde 27%, mens utslipp fra Industri og bergverk utgjorde 22% og utslipp fra veitrafikk 19%.

### 3.2 Nasjonale rammer

De viktigste førende dokumentene for nasjonale forskning rettet mot energiomstilling er listet i det følgende.

Energi21 er Olje- og energidepartementets strategiorgan for forskning, utvikling og demonstrasjon innen energiområdet. Energi21 anbefaler i sin tredje strategi (Energi21 2014) "en sterk vekst i de offentlige bevilgningene til forskning, utvikling og demonstrasjon innen 6 strategiske satsingsområder: vannkraft, fleksible energisystemer, solkraft, offshore vindkraft, energieffektivisering og CO<sub>2</sub>-håndtering". I tillegg blir "betydningen av å sikre og kontinuerlig videreutvikle kompetanseplattformen som er en forutsetning for hele den tematiske bredden i energiområdet" understreket. Når det gjelder offentlige bevilgninger, anbefaler Energi21 "en finansiell opptrappingsplan over fire år, med en samlet vekst i offentlige bevilgninger på 1 milliard kroner".

Klimaforliket (Miljøverndepartementet 2012) vektlegger en målsetning om "en langsiktig omstilling av Norge til et lavutslippssamfunn" der "regjeringen vil forsterke den nasjonale virkemiddelbruken for å nå dette målet." Til forskning og utvikling innen fornybare energikilder og karbonfangst- og lagring "bevilges det, i tillegg til Mongstad-satsingen, nær 800 mill. kroner i året ..., opp fra et nivå på i overkant av 200 mill. kroner i 2008." Av konkrete tiltak som er vedtatt er følgende av særlig interessante for forskningsmiljøene ved Det matematiske-naturvitenskapelige fakultet:

- "Doble støtten til Forskningscenter for miljøvennlig energiteknologi."
- "Opprette to nye FME-senter, for geotermisk energi og for Thorium, hvorav sistnevnte skjer i samarbeid med IFEs Haldenreaktor."

Forskningsmeldingen (Kunnskapsdepartementet 2013) framhever at norsk forskningspolitikk fortsatt skal "rettes inn mot fem strategiske mål", hvorav ett er "løsninger på globale utfordringer, særlig innenfor miljø, klima, hav, matsikkerhet og energi". I tillegg vektlegges næringsutvikling innen energiområdet. Videre i meldingen står det at forskning på "klimatiltak og omstilling til lavutslippssamfunnet, bl.a. fornybar energi og energieffektivisering, CO<sub>2</sub>-håndtering herunder også ordningen med forskningscentre for miljøvennlig energi,..." skal prioriteres.

Langtidsplan for forskning og høyere utdanning (Kunnskapsdepartementet 2014) utpeker "Klima, miljø og miljøvennlig energi" som en av seks langsiktige prioriteringer der bevilgningene til forskning og høyere utdanning skal trappes

opp. Meldingen vektlegger at forskningsinnsatsen må "være integrert på tvers av fagdisipliner som natur- og samfunnsvitenskap, teknologi og humaniora" "for å kunne forstå og håndtere effekter av endringene og møte samfunnets og næringslivets omstillingsbehov på en kostnadseffektiv måte". Videre heter det at "Regjeringen vil trappe opp innsatsen til forskning og høyere utdanning om klima, miljø og miljøvennlig energi for å oppnå:

- utvikling av norsk teknologi for verdens klima-, miljø- og energiutfordringer omstilling til lavutslippssamfunnet
- bedre forståelse av klimaendringene og god tilpasning til dem
- en miljøtilpasset samfunnsutvikling.

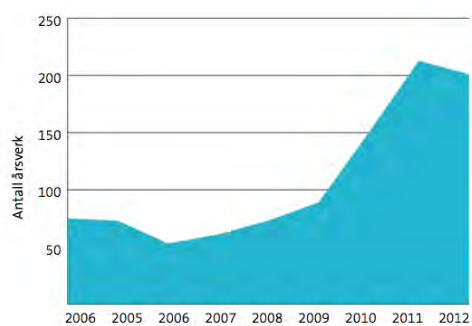
Utvikling av norsk teknologi og omstilling til lavutslippssamfunnet vil bli særskilt prioritert. "

### 3.3 Forskningsfinansiering

Det første klimaforliket ble vedtatt i 2008, med forpliktelse om å øke finansieringen av forskningen på miljøvennlig energi med minst 600 millioner kroner i året. I det andre klimaforliket fra 2012 ble det av Stortinget blant annet vedtatt at FME-ordningen skal styrkes.

De to klimaforlikene har gitt gode muligheter for eksternfinansiering fra Norges forskningsråd gjennom RENERGI-programmet (2004-2013), ENERGIX-programmet (2013-2022), CLIMIT-programmet (2005-2020) og FME ordningen (2008-2014). Satsingen har gitt en kraftig økning i antall doktorgradsårverk innen energi (Forskningsrådet 2014); se Figur 1.

Forskning på fornybar energi og energiomstilling finansieres i hovedsak av ENERGIX-programmet, som definerer tyngdepunkt for forskningen innen fornybar energi, energibruk- og konvertering, energipolitikk, økonomi og samfunn og nye energikonsepter. Programmet legger opp til å styrke næringslivets og forvaltningens satsing på forskning, og det har i stor grad vært lagt føringer på utlysningene som begrenser muligheter for å søke om midler til forskningsprosjekter uten kontantbidrag fra næringslivet. Tilsvarende legger FME-ordningen opp til sterke bidrag fra næringslivet til forskningssentrene som etableres.



Figur 2: Utviklingen av doktorgradsårverk innen energi basert på prosjekter i RENERGI, CLIMIT og FME-ene. Kilde: Forskningsrådet.

EUs forskningsprogram Horisont 2020 - The EU Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) har "Societal Challenges" som en av tre hovedpilarer. Innen denne er "Secure, Clean and Efficient Energy" og "Smart, Green and Integrated Transport" igjen to av sju hovedsatsingsområder. I tillegg har pilaren "Excellent Science" gode muligheter for å finansiere grunnleggende forskning knyttet til bærekraftig energi.

## 4 Eksisterende aktivitet innen utdanning og forskning

### 4.1 Organisering

Strategiutvalg for energiforskning (SEF) ble opprettet på fakultetsnivå i 2011 og "er et rådgivende organ for å initiere, koordinere, og ivareta forskning og utdanning innenfor energiområdet på tvers av instituttene" (Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 2011)<sup>1</sup>. Utvalget ledes av visedekan og fakultetets institutter er representert i utvalget etter ønske. Instituttleder eller stedfortreder representerer instituttet i utvalget. Sentrale oppgaver for utvalget (Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 2011) er som følger

- "Være fakultetets organ for å gi innspill til og følge opp strategier innen energiforskning og bidra til at disse blir implementert.
- Bidra til at fakultetet profilerer Energi som eget satsingsområde
- Bidra til effektiv ressursbruk
- Medvirke til at MN-fakultetet sender søknader til Forskningsrådet og EUs programmer innen energiforskning og prioritere søknader når det er aktuelt
- Bidra til utvikling av samarbeid med eksterne aktører".

Utvalget er blant annet sentralt i oppfølging og prioritering av fakultetets aktiviteter innen rammeavtaler med Statoil (Akademiaavtalen) og BKK.

Det matematisk naturvitenskapelige fakultet har tatt initiativ til og deltar i "Science City Bergen", som er et samarbeid mellom forsknings- og utviklingsmiljøer, utdanningsinstitusjoner og næringsliv i regionen innenfor naturvitenskap med vekt på energi og teknologi som ble etablert i 2013. Science City Bergen har følgende målsetninger:

- "Bidra til at regionen kan tilby høykvalitets utdanningsveier innenfor området energi, fra grunnskole til doktorgradsutdanning. Tilbudet skal dekke alle relevante deler av energiområdet.
- Etablere godt samarbeid mellom videregående skoler og de høyere utdanningsinstitusjonene og bedriftene.
- Sette Bergen/Hordaland på det globale kartet når det gjelder tverrfaglig samarbeid innen forskning og næringsutvikling innenfor energisystemer.
- Etablere avansert felles infrastruktur for forskning, utvikling og master/PhD utdanning i form av gode forskningslaboratorier, avansert instrumentering og møteplasser.
- Etablere samarbeidsprosjekter mellom forskning og utdanningsinstitusjonene, og mellom disse og næringslivet.
- Etablere og styrke felles møteplasser/arenaer."

### 4.2 Kompetanse og forskningsaktivitet

Kompetansen og interessene til forskerne ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet vil langt på vei bestemme hvilken energiforskning som kan og bør utvikles ved fakultetet. Grunnleggende kompetanse i de enkelte disiplinene er avgjørende, og ligger til grunn for ny utvikling på anvendte områder, så også når det gjelder bærekraftig energi.

---

<sup>1</sup> Før dette hadde fakultetet et Strategiutvalg for energi- og petroleumsforskning (2006-2011).

En viktig del av utvalgets arbeid har derfor vært å kartlegge hvilken kompetanse som finnes i de enkelte miljøene ved fakultetet, og i hvilken grad den allerede benyttes mot energirelatert forskning; se vedlegg 1. Denne kartleggingen er oppsummert i tabell 1, vedlegg 1, som gir en oversikt over relevant kompetanse ved fakultetet innen forskningsområder knyttet til utnyttelse av ulike energikilder, og tabell 2, vedlegg 1, som gir en oversikt over tverrgående tema knyttet til energi. Hovedinntrykket er at fakultetet totalt sett besitter betydelig kompetanse innen en rekke disiplinorienterte og tverrfaglige energirelaterte forskningsområder som spenner en stor faglig bredde.

Fakultetet har, og har gjennom flere tiår hatt, stor aktivitet rettet mot petroleumsforskning, og dette ser en tydelig i kolonnene for fossile energikilder i tabell 1 i vedlegg 1, der flere institutter kan vise til aktiviteter som har pågått i mer enn fem år. Videre ser en også at forskning innen CO<sub>2</sub>-håndtering står sterkt ved fakultetet. For de fornybare energikildene er det lengre mellom de godt etablerte aktivitetene, og forskningen er også mer begrenset i omfang. Lyspunktene er at bioenergiforskning ved fakultetet er bygget opp over snart 20 år, og at det i løpet av bare de siste fem årene også er etablert betydelig forskningsaktivitet rettet mot vindenergi og geotermisk energi. Fakultetets forskning innen bærekraftig energi er forankret i en rekke disiplinorienterte og tverrfaglige områder, og spenner svært bredt faglig sett. I tillegg besitter flere forskningsmiljøer grunnleggende ekspertise for å kunne gå løs på forskningsoppgaver knyttet til bærekraftig energi.

For en del områder ser man at det er samme type grunnleggende ekspertise som anvendes. Dette gjelder for eksempel for geotermisk energi, fossil energi og CO<sub>2</sub> lagring, der det er en stor grad av overlapp med hensyn til hvilke fagområder som danner grunnlaget for forskningen. Med utgangspunkt i basiskompetanse bygget opp gjennom grunnleggende forskning på problemstillinger som i stor grad har vært motivert av petroleumsutvinning, har fakultetet de siste 20 årene kunnet markere seg sterkt i forskning på CO<sub>2</sub>-lagring. Innen dette området har fakultetet en stor aktivitet, som inkluderer deltakelse i FME SUCCESS og en stor ekstern prosjektportefølje ved flere institutter.

Utgangspunktet for forskningen på geotermisk energi ved fakultetet har igjen i stor grad blitt lagt gjennom fakultetets grunnforskning motivert av anvendelser innen petroleum og CO<sub>2</sub>-lagring. Forskningsaktiviteten foregår i hovedsak på Matematisk institutt og Institutt for geovitenskap. Disse instituttene har etablert samarbeid innen geologisk og geofysisk kartlegging og matematisk modellering og simulering, med mål om forbedret forståelse av flyt, varmetransport, oppsprekking og deformasjon i geotermiske reservoarer. Instituttene har sammen gjennomført et større forskningsprosjekt i perioden 2009-2013 med støtte fra Forskningsrådets RENERGI-program og Akademiaavtalen, og en felles prosjektsøknad ble sendt ENERGIX-programmet i september 2014. Ved Matematisk institutt pågår det for tiden et prosjekt finansiert av ENERGIX. Samarbeid mot CMR og Uni er også godt etablert, og UiB, Uni og CMR deltar i et felles initiativ for etablering av et FME innen geotermisk energi.

Aktiviteten innen vindkraft ved fakultetet er markant, og i stor grad knyttet til fakultetets deltakelse i FME NORCOWE. Innen vindenergi er Geofysisk institutt den største aktøren, men også Institutt for informatikk har betydelig aktivitet og eksterne prosjekter, særlig knyttet til kompetansen i optimering. Meteorologer og oseanografer ved Geofysisk institutt har i mange år vært svært etterspurt i klimaforskning, og vindenergi var ikke noe aktivt forskningstema selv om noen utdannede kandidater gikk til denne bransjen. Med FME-utlysningen i 2009 kom imidlertid en mulighet til å utnytte og dreie noe av kompetansen inn mot havvind. Særlig har målinger av vindvariabilitet og havtilstand nær havoverflaten vært et fokusert område og blitt den mest internasjonalt profilerte og anerkjente delen av NORCOWE. Miljøet har også vært sentral i å få finansiert og etablert nasjonal forskningsinfrastruktur (Offshore Boundary Layer Observatory - OBLO), som brukes i internasjonale målekampanjer rettet mot bedre forståelse og kontroll av store vindturbiner i store havvindparker og også har trukket nye internasjonale industripartnere inn i NORCOWE. Det samarbeides tett med både forsknings- og brukerpartnere, særlig CMR, Statoil, Statkraft, Met.no og StormGEO, og det er etablert helt nye samarbeidsrelasjoner til komplementær kompetanse ved UiS, UiA og i Danmark.

Innen bioenergi finner vi de mest markante aktivitetene ved Kjemisk institutt, der energimaterialer og (katalytisk og ikke-katalytisk) kjemisk konvertering til biodrivstoff står sterkt. Denne aktiviteten er spredd over tre forskningsgrupper, og har lenge ikke vært samordnet. Det jobbes med å få til samarbeid, og bl.a. ble det nylig sendt inn en felles søknad (som altså involverer de tre gruppene) til ENERGIX-programmet. Ved Molekylærbiologisk institutt og Biologisk institutt finnes det kompetanse og aktiviteter relevant for produksjon av (marin og ikke-marin) biomasse til energiformål. I randsonen har Uni Research, ved Uni miljø og Senter for anvendt bioteknologi, betydelige aktiviteter knyttet til produksjon og anvendelse av alger. Et godt eksempel på hva en kan få til gjennom tverrfaglig samarbeid, også på tvers av institusjonene, er Tunikat-prosjektet. Dette prosjektet tar for seg dyrking og bruk av kappedyr (tunikater) til blant annet biodrivstoff, og er et samarbeid mellom UiB (Biologisk institutt) og Uni Research (Uni Miljø). Fakultetet har kompetanse og aktiviteter som involverer hele verdikjeden fra produksjon av biomasse til produksjon av bioenergi og biodrivstoff, men den er i begrenset grad integrert. Økt samarbeid mellom de ulike miljøene gir mulighet til å få mer ut av de eksisterende aktivitetene.

For solenergiforskning, et felt som ikke kan sies å stå sterkt ved fakultetet, er kompetanse og aktiviteter spredd på tre institutter (Kjemisk institutt, Institutt for fysikk og teknologi og Geofysisk institutt). Ved både Kjemisk institutt og Institutt for fysikk og teknologi handler ekspertisen/aktiviteten om materialer for nye og mer effektive solceller. Geofysisk institutt var bl.a. svært tidlig med i europeiske prosjekter om solenergi og har fortsatt en viss aktivitet. Kompetansen her retter seg særlig mot ressursgrunnlaget.

Et bærekraftig energisystem innebærer også løsninger for elproduksjon, -transport og -distribusjon, energieffektivisering, og energilagring. Også innenfor disse tverrgående områdene har fakultetet en viss aktivitet (jf. tabell 2, vedlegg 1) selv om denne er mindre enn innen fornybar energi. Ved Institutt for fysikk og

teknologi er det etablert en god kompetansebase for forskning på brenselcelleteknologi gjennom flere forskningsprosjekter knyttet til fundamentale problemstillinger. Instituttet har gode samarbeidsrelasjoner mot andre forskningspartnere og det sendt inn flere forsknings søknader for å opprettholde forskningsaktiviteten. Det samme miljøet arbeider med å etablere forskningsaktivitet knyttet til energieffektivisering i skipstransport i samarbeid med Kjemisk institutt, CMR, Uni Research og NHH.

### 4.3 Utdanning

Utdanning spesifikt knyttet til områdene strategien behandler har i hovedsak vært gitt på masternivå ved fakultetet, både gjennom de disiplinorienterte programmene og i Masterprogrammet i energi. Studentene har da anvendt grunnleggende kompetanse fra disiplinene inn mot energirelaterte problemstillinger. En forutsetning for flere av disse masterprosjektene er en utdanningsbakgrunn med tilstrekkelig faglig dybde. For eksempel har en bakgrunn i matematisk modellering og numeriske metoder vært en forutsetning for mastergradsprosjekter rettet mot CO<sub>2</sub>-lagring eller geotermisk energi tilknyttet Matematisk institutt, og på samme måte har en disiplinorientert utdanning i kjemi vært en forutsetning for å kunne arbeide med problemstillinger knyttet til biodrivstoff i masterprosjekter ved Kjemisk institutt. En gjennomgang av aktiviteter (se vedlegg 1) viser at det er gjennomført mange mastergradsprosjekter rettet mot problemstillinger knyttet både til fornybar energi og kjernekraft innen disiplinorienterte masterprogrammer ved instituttene på fakultetet. Når det gjelder tverrgående tema, utpeker CO<sub>2</sub>-lagring seg som et område som er behandlet av mange masteroppgaver. Innen andre områder, som elektrisitetssystemer, elektrisitetsproduksjon og energieffektivisering, er det også skrevet masteroppgaver ved flere institutter.

Masterprogrammet i energi ble opprettet i 2011 med oppstart i 2012 som et tverrfaglig studieprogram koordinert av Geofysisk institutt. Målsetningen med studiet er å utnytte forskning og ekspertise, både fra universitetets fagmiljø og eksterne forskningsmiljø innen energi, til å utdanne kandidater med kompetanse som er velegnet for arbeid i næringsliv så vel som i forvaltning og universitets- og høyskolesektoren. Energimasteren legger opp til at studentene som kommer fra UiB har en god forankring i de disiplinbaserte fagmiljøene gjennom sin bachelorutdanning. Dette skaper muligheter for både tverrfaglige og disiplinorienterte masteroppgaver, samtidig som studentene vil ha gode jobbmuligheter etter fullført utdanning.

Studiet har fra starten hatt fire studieretninger: Fornybar energi, CO<sub>2</sub>-håndtering, Kjernekraft og Energiteknologi. Innen hver av studieretningene kan det velges en rekke forskjellige master-tema med forskjellige opptakskrav, veiledere og opplegg, men slik at alle studentene skal ha to obligatoriske fellesemner Energi200 og Energi210 på 10 studiepoeng hver. Høyskolen i Bergen er samarbeidspartner og særlig involvert i temaet Termiske maskiner som tilhører studieretning for energiteknologi. De tre første uteksaminerte kandidatene fordelte seg over temaene geotermisk energi, tidevannsenergi og vindenergi. Andre kull er dominert av mer enn 10 studenter innen termiske maskiner. Før opptaket av tredje kull høsten 2014 ble det lagt til flere tema innen

fornybar energi og tatt opp flere enn måltallet på 20, med god spredning på tema innen både fornybar energi og energiteknologi. Det har ikke vært noen studenter innen kjernekraft eller CO<sub>2</sub>-håndtering i noen av de tre årene. En av flere mulige årsaker kan være at studenter med interesser for disse retningene ser seg bedre tjent med en tradisjonell disiplinær mastergrad. Programstyret har anbefalt at disse to studieretningene legges ned. Programstyret anbefaler også etablering av nytt tema elkraftteknikk under studieretning Energiteknologi og økning av antall studieplasser fra 20 til 30 fra 2015, særlig for å imøtekomme ønsker og behov for kandidater til næringslivet.

Undervisningen i Energi200 og Energi210, har vært utført av ansatte i II-stillinger og fast vitenskapelig ansatte, i tillegg til at det har vært gitt gjesteforelesninger fra internasjonale forskere. Personer i II-stillinger har vært ansvarlig for mer en halvparten av undervisningen i de to kursene.

#### **4.4 Vurdering av aktivitet opp mot fremtidens behov**

Utdannings og -forskningsaktivitet ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet må baseres på en erkjennelse av nåværende tilstand, raske endringer og framtidig usikkerhet i den globale energimiksen. For å sikre en bærekraftig utvikling er en omstilling mot økt fornybar og renere energiproduksjon og energieffektivisering nødvendig, og denne må også innebære sterke bidrag fra forsknings- og utdanningsinstitusjonene. Nye, komplekse problemer må møtes med grunnleggende disiplinbasert forskning så vel som kombinasjon av ekspertise fra flere fagfelt, og kandidater må utdannes slik at de får den best mulige bakgrunn for senere å kunne gi sine bidrag til å møte framtidens energiutfordringer, også med løsninger som nå ikke er kjent.

Utvalget mener at UiB i dag ikke i tilstrekkelig grad gir sine bidrag i denne utviklingen. Den energirelaterte forskningen ved fakultetet holder høy vitenskapelig kvalitet, men er for begrenset sett i lys av globale og nasjonale utfordringer. Tilsvarende er det også et behov for styrking og vekst i utdanningstilbudet.

## **5 Muligheter for energirelatert forskning og utdanning**

I det følgende gis en gjennomgang av muligheter for energirelatert forskning og utdanning ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet og for Universitetet i Bergen som helhet i lys av eksisterende kompetanse og aktivitet og fremtidens behov.

### **5.1 Forskning**

Fornybar energiforskning får stor ekstern oppmerksomhet og det er gode muligheter for UiB å ta nasjonalt og internasjonalt ledende roller.

En vekst i forskningen rettet mot bærekraftig energi ved fakultetet vil i hovedsak måtte kunne komme gjennom

- økning i eksternfinansiert forskningsprosjekter
- endring av forskningsprofil for vitenskapelige ansatte i retning bærekraftig energi

- strategiske nyansettelser i vitenskapelige stillinger rettet mot bærekraftig energi
- vekst i basisfinansieringen av aktiviteten innen bærekraftig energi som følge av økt studenttilstrømning til energistudier ved fakultetet.

Av disse mulighetene er den siste muligheten for vekst kun mulig i et lengre tidsperspektiv.

Fakultetet har sterk ekspertise og gode muligheter til å bidra med forskning finansiert av eksterne midler. En omstilling i denne retningen vil innebære at fakultetets forskningsressurser blir benyttet inn mot dagsaktuelle og viktige utfordringer innen bærekraftig energi. Det vil også gi mulighet for i større grad å dra nytte av eksterne forskningsmidler dersom trenden der en økende andel av nasjonale og europeiske forskningsmidler går til forskning mot fornybar energi fortsetter. En satsing på forskning rettet mot spesifikke fornybare energikilder og tverrgående områder vil være viktig både for å utløse muligheter i tverrfaglig samarbeid innad på fakultetet, men også for å posisjonere fakultetets miljøer sterkere mot Forskningsrådets programmer ENERGIX og CLIMIT og EUs Horisont 2020.

En forutsetning for å etablere sterke og dynamisk forskningsmiljøer som kan vokse over tid er vitenskapelig ansatte som initierer og leder forskningsaktiviteten. Bortsett fra innen CO<sub>2</sub>-lagring, er det i dag få ansatte ved fakultetet som bruker mye av sin tid på forskning rettet mot tema som er dekket av arbeidsgruppens mandat. Muligheter for vekst i forskningsaktivitet innen bærekraftig energi forutsetter at flere vitenskapelig ansatte velger å innrette sin forskning inn mot områder knyttet til bærekraftig energi og/eller at forskere med en forskningsprofil rettet mot bærekraftig energi rekrutteres ved nyttilsetninger.

For å vurdere fakultetets muligheter for videre satsing innen ulike områder knyttet til energi og energiomstilling er følgende faktorer av betydning:

- nåværende kompetanse og forskningsaktivitet ved fakultetet
- langsiktig globalt forskningsbehov
- mulighet for å ta sterke posisjoner nasjonalt og internasjonalt
- involvering fra flere forskergrupper og institutter
- potensial for tverrfaglig samarbeid
- potensial for vekst gjennom ekstern finansiering
- forskningsaktivitet i UiBs randsone.

Basert på kompetansekartleggingen som er gjennomført og oppsummert i Seksjon 3, er det tydelig at de områdene der fakultetet i dag står sterkest er CO<sub>2</sub>-lagring, bioenergi, geotermisk energi og vindenergi. Innen disse områdene har det pågått forskningsaktivitet over tid, og flere forskergrupper ved fakultetet er involvert. Dette er områder der fakultetet har naturlige fortrinn grunnet i eksisterende kompetanse og også har mulighet til å ta ledende roller nasjonalt og internasjonalt. Potensialet for vekst gjennom ekstern finansiering fra Forskningsrådet og Horisont 2020 er også god.



Gjennomgangen i kapittel 4.2 (se også vedlegg 1) viser at mye av kompetansen og mange av aktivitetene innen fornybar energi både ved fakultetet og i randsonen er fragmentert, typisk med internasjonalt sett ganske små forskningsgrupper som jobber hver for seg med ulike aspekter av samme hovedtema. Det samme gjelder for den ekspertisen som i prinsippet kunne vært benyttet til slik forskning. Potensialet for økt tverrfaglig samarbeid innad på fakultetet og mot randsonen er dermed betydelig. Knyttet til bioenergi er det muligheter for noe av dette potensialet kan hentes ut i form av samlokalisering av per i dag fragmenterte miljøer i det planlagte Energi- og teknologi-bygget.

Fakultetet har også noe aktivitet innen havenergi og dette er også et område der Universitetet i Bergen har mulighet til å ta en sterk rolle, men det skiller seg fra områdene nevnt over ved at det i mindre grad er prioritert i nasjonale satsinger.

Fakultetet har noe forskningsaktivitet og forskningsinitiativer knyttet til brenselcelleteknologi, energieffektivisering for transportsektoren og energilagring. Fakultetet har mulighet til å gi sterke bidrag til forskning innen disse områdene.

I forskning rettet mot bærekraftig energi og energiomstilling er det gode muligheter for å bygge opp ledende forskning gjennom økt samarbeid på tvers av institutter og fakulteter og mot randsonen. En mekanisme for å bedre utnytte tverrfaglige muligheter og komplementære og sammenfallende interesser er etablering av tidsbegrensete forskningsgrupper der forskere får mulighet til å sammen bygge fremragende forskningsmiljøer, gjennom etablering av felles prosjekter og posisjonering mot større utlysninger. Det er også aktuelt bl.a. å delta i tverrfaglige FME sammen med andre institusjoner. Dette gjelder særlig for forskning knyttet til kraftsystemer og energieffektivisering.

## **5.2 Utdanning**

Mye av styrken i utdanningen som tilbys ved universitetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen mener det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området og blir engasjert i problemstillinger, oppgaver og prosjekter gjennom studiet. Dette vil bedre legge til rette for planlegging av både disiplinbaserte og tverrfaglige studieløp innen energi. En disiplinbasert bachelorgrad kan både gi grunnlag for opptak på masterprogrammet i energi eller et disiplinbasert masterstudium med en energirelatert masteroppgave.

Universitetet har flere muligheter for å styrke sitt utdanningstilbud i energi

- opprettelse av nye studieprogrammer på bachelor- og masternivå
- nye kurstilbud
- økt oppmerksomhet omkring energi- og energispørsmål i eksisterende kurs
- tilbud om master- og bacheloroppgaver rettet mot energi og energiomstilling innenfor eksisterende disiplinorienterte studieprogram
- opprettelse av sivilingeniørutdanning
- bedre utnyttelse av tverrfakultære og tverrinstitusjonelle muligheter
- styrket samarbeid med næringsliv i regionen

Ved Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet tilbys det i liten grad undervisning i energi- og energiomstilling på bachelornivå innenfor eksisterende studietilbud. Et undervisningstilbud i energi på bachelornivå vil føre til at fakultetet i større grad utdanner kandidater med kompetanse på energi- og energiomstilling, og vil også være viktig for at flere studenter skal se muligheter for å ta energirelaterte masteroppgaver. Å opprette egne bachelorprogram i energi ved fakultetet ser ikke utvalget som en god løsning, siden energifeltet spenner svært bredt, og dette kan skape utfordringer med å gi studentene tilstrekkelig faglig dybde til å kunne gjennomføre et masterstudium, også innen de tema som tilbys i energimasteren.

Et utdanningstilbud innen energi- og energiomstilling som inkluderer kontakt mot industri og næringsliv vil bidra til at utdanningen i sterkere grad møter samfunnsmessige behov, og også legge til rette for sterkere bidrag fra industri og næringsliv inn mot energiutdanningen. Det er allerede god kontakt med regionale og nasjonale energiselskap samt leverandørindustri innen visse tema slik som vind, vann og elkraft, men potensiale for mer kontakt, bl.a. til medveiledning, gjesteforelesninger og ekskursionsjoner.

Basert på ekspertisen som finnes ved flere fakulteter på universitetet er det også gode muligheter for å styrke utdanningstilbudet i tverrfaglig retning. Dette kan gjøres ved at ulike fakulteter tilbyr undervisning også til studenter fra andre fakulteter gjennom bidrag til et felles kurstilbud. Tilbud om prosjektarbeidskurs, der studenter fra ulike institutter og/eller fakulteter samarbeider om å løse energirelaterte problemstillinger, er også en mulighet. Universitetet har erfaring med tilsvarende type kurs gjennom "Dannelsesemnene". Energikompetansen ved fakultetet har vært trukket inn i dannelsesemnet VIT212 "Klima, hva vet vi, hva skal vi gjøre?" og i MNF490 "Vitenskapsteori med etikk". Erfaringene bl.a. herfra og fra sommerskoler i regi av NorRen viser at energifeltet er svært egnet til tverrfaglig refleksjon og vekselvirkning mellom flere disipliner.

Fakultetet planlegger å etablere flere sivilingeniørprogram i tråd med en utvikling mot et mer teknologiorientert fakultet, og det er oppnevnt en egen arbeidsgruppe for vurdering av et sivilingeniørprogram rettet mot energiomstilling. Utvalget anbefaler at denne rapporten tas med i det videre arbeidet med vurdering av nye sivilingeniørprogram.

## **6 Målsetninger og tiltak for styrking, vekst og synliggjøring**

### **6.1 Målsetninger**

Utvalget anbefaler følgende mål for universitetets og fakultetets energistrategi: Forskning og utdanning innen energi og energiomstilling ved UiB og Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet skal være av betydelig omfang og stå sterkt internasjonalt innen utgangen av neste strategiperiode (2016-2022).

Dette skal oppnås gjennom følgende delmål:

- Grunnleggende forskning mot fornybar energi og energiomstilling der UiB har forskningsaktivitet skal prioriteres tydeligere i nasjonale satsinger.
- UiB skal ha sterk vekst i eksternfinansiert forskning knyttet til energi og energiomstilling.
- UiB skal ha nasjonalt ledende roller i flere forskningsområder knyttet til energi og energiomstilling.
- UiB skal delta aktivt i nye Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME).
- UiB skal delta aktivt i energirelaterte forskernettverk og satsinger nasjonalt og internasjonalt.
- UiB skal ha en aktiv og koordinert deltakelse internasjonale nettverk som European Energy Research Alliance (EERA) og EPUE (European Platform of Universities Engaged in Energy Research, Education and Training).
- UiB skal opprette et tverrfakultært undervisningstilbud i energi og energiomstilling for alle studenter ved UiB knyttet til ulike fakulteter og fagområder.
- UiB generelt, og Det matematiske naturvitenskapelige fakultet spesielt, skal ha en sterk vekst i antall kandidater som tar utdanning knyttet til energiomstilling.

## **6.2 Tiltak for styrking, vekst og synliggjøring**

Arbeidsgruppen vil foreslå sju tiltak for styrking og vekst i forskningen innen bærekraftig energi ved UiB, knyttet til fem områder.

### **6.2.1 Gjennomgang av organiseringen ved UiB**

Forskning og utdanning innen bærekraftig energi er i dag fragmentert og for lite synlig. For å kunne realisere muligheter på tvers av institutter, fakulteter og randsoneinstitusjoner, vil en sentral organisering være av betydning. Bedre oversikt over fagmiljøene og forskningen som gjøres vil kunne legge til rette for tverrfaglige initiativer, felles strategisk arbeid og deltakelse i internasjonale fora. En felles organisering vil også bidra til koordinering av felles innspill inn mot nasjonale og internasjonale aktører og deltakelse i internasjonale fora som EERA, Horisont 2020, ETP-RHC, EPUE (European Platform of Universities Engaged in Energy Research, Education and Training). I tillegg vil det bedre kontakten mot forskningsråd og myndigheter i spørsmål som angår bærekraftig energi, og bidra til posisjonering av fakultetets forskningsaktivitet i forskningsrådets programmer og H2020. En sentral koordinering gir også muligheter for bedre tilrettelegging for tverrfaglige utdanninger innen bærekraftig energi.

**Tiltak 1:** Organiseringen av forskning og utdanning knyttet til bærekraftig energi på ulike fakulteter ved UiB bør gjennomgås. Utvalget anbefaler opprettelse av et sentralt utvalg som har ansvar for forskning og utdanning innen energiomstilling, særlig knyttet til opprettelse og drift av tverrfakultære aktiviteter innen forskning og utdanning (jf. tiltak 4, 5, og 6), fordeling av såkornmidler (jf. tiltak 2), deltakelse i nettverk og ekstern kommunikasjon mot forskningsråd, myndigheter og andre. En koordinator for energisatsingen bør tilsettes.

### 6.2.2 Oppbygging og vekst i forskningsaktivitet

Oppbygging og vekst av forskningsaktivitet knyttet til bærekraftig energi er nødvendig for å møte samfunnets behov, men kan bare oppnås ved at vitenskapelige ansatte som har forskningsaktivitet rettet mot områdene styrker denne aktiviteten, ved at forskere endrer sin forskningsaktivitet slik at den i større grad er rettet mot forskningsutfordringer relatert til bærekraftig energi eller energiomstilling, eller ved at fakultetet ansetter flere forskere med en vitenskapelig profil rettet inn mot disse områdene.

**Tiltak 2:** Avsetting av såkornmidler for å stimulere til økt forskningsaktivitet innen bærekraftig energi og energiomstilling ved UiB. Disse midlene kan gå til

- a) frikjøp til skriving av større søknader (f.eks. senter- og Horisont 2020-søknader)
- b) professor II-stillinger for å styrke eksisterende miljøer
- c) driftsmidler til reiser og organisering av arbeidsmøter for faglig utvikling
- d) prosjektmidler i form av stipendiatstillinger for å styrke miljøer som er i ferd med å bygge opp aktivitet.

**Tiltak 3:** Opprettelse av tre stillinger (energiprofessorat) med oppstartspakker innen energi- og energiomstilling. En forutsetning for tilsetting bør være at forskningsaktivitet kan knyttes opp mot forskningsaktivitet i eksisterende miljøer ved fakultetet og/eller i randsonen (jf. kapittel 4.2 og 5.1), og at de som ansettes kan bidra inn mot fakultetets energirelaterte undervisningstilbud.

### 6.2.3 Styrking av samarbeid på tvers av institutter, fakulteter og institusjoner

En styrking av forskningen vil kreve samarbeid mellom forskere fra flere institutter, fakulteter og institusjoner. Realiseringen av EnTek-bygget gir muligheter til å oppnå samlokalisering og etablering av møteplasser for energiforskningsgrupper som i dag er spredt over flere institutter, fakulteter og institusjoner.

**Tiltak 4:** Opprettelse av tidsbegrensete "Bergensforskergrupper" i samarbeid med CMR, Uni, NHH og Høgskolen i Bergen for å stimulere til samarbeid mellom institusjonene og legge grunnlag for ny felles forskningsaktivitet og synliggjøring av denne. Bergensforskergruppene skal ha som målsetning å levere fremragende bidrag til forskningen innen bærekraftig energi og energiomstilling. Som ledd i dette skal forskergruppene samarbeide om større søknader og etablere en felles prosjektportefølje. Ordningen bør gjelde for hele universitetet. Science City Bergen bør bidra i synliggjøring av satsingen.

**Tiltak 5:** Samlokalisering av energiforskningsgrupper bør vurderes i EnTek-bygget. Forskningsgrupper med fokus mot fornybar energi og energiomstilling som har behov for moderne laboratoriearealer og den tunge infrastrukturen som en ser for seg i EnTek-bygget, for eksempel innen bioenergi, er særlig aktuelle. Det anbefales videre at det i EnTek-bygget vurderes å tilrettelegge for møteplasser for energiforskningsgrupper (jf. tiltak 5) som ikke har sitt daglige virke i bygget, i tråd med tankegangen bak Science City Bergen.

#### **6.2.4 Synliggjøring av energiutdanning og tverrfaglige utdanningsmuligheter**

Mye av styrken i energiutdanningen som tilbys ved fakultetet i dag ligger i en disiplinbasert tyngde. Samtidig mener arbeidsgruppen det er viktig at studenter som ønsker en utdanning rettet mot energi tidlig får kjennskap til området i et bredere faglig perspektiv og blir engasjert i dagsaktuelle problemstillinger og prosjekter gjennom studiet. Dette vil bedre legge til rette for studentenes planlegging av både disiplinbaserte og tverrfaglige studieløp innen energi. Utdanning knyttet til bærekraftig energi bør være et satsingsområde ved fakultetet og universitetet, og UiBs eksisterende utdanningstilbud knyttet til energi må synliggjøres og videreutvikles.

**Tiltak 6:** "Energistudier ved UiB" bør opprettes som en felles samlebetegnelse for universitetets utdanningstilbud innen energi og synliggjøres som en del av studietilbudet. Profileringen bør inkludere både disiplinbaserte og tverrfaglige studieprogram med muligheter for fordypning inn mot bærekraftig energi. Alle fakulteter bør inviteres til en slik felles satsing, og bidra med kurs som kan tilbys til studenter ved andre fakulteter. Fakultetene må arbeide for å videreutvikle studietilbudet og gjøre tilpasninger slik at enkeltkurs kan tas av studenter fra andre fakultet.

#### **6.2.5 Styrking av undervisningstilbud på fakultetet**

For å møte samfunnets behov må fakultetet utdanne flere studenter med kompetanse innen bærekraftig energi og energiomstilling. Studenter som tar kurs knyttet til energi tidlig i studiet, tilegner seg kompetanse som er viktig for samfunnet samtidig som de har bedre muligheter planlegge disiplinorienterte og tverrfaglige studieløp innen bærekraftig energi og energiomstilling.

**Tiltak 7:** Styrking av undervisningstilbud innen energimasteren og på bachelornivå ved ansettelse av tre nye vitenskapelige stillinger (jf. tiltak 3) og opprettelse av to nye kurs:

- a) Et innledende, overordnet kurs som kan tas tidlig i studiet (2. eller 3. semester) som tar for seg energikilder og energibruk fra et matematisk-naturvitenskapelig perspektiv.
- b) Et prosjektarbeidskurs som innledes med en dagskonferanse ("Energistudentkonferansen") der inviterte foredragsholdere fra industri, næringsliv og academia presenterer aktuelle problemstillinger. Med utgangspunkt i tema som blir løftet fram på konferansen, skriver studentene prosjektoppgaver knyttet til dagsaktuelle problemstillinger, som så presenteres på et seminar ved kursslutt.

Kurset beskrevet i punkt a) kan eventuelt erstatte PTEK100-kurset. Begge kursene bør kunne tilbys til alle studenter ved UiB gjennom "Energistudier ved UiB" og også gjøres tilgjengelig for studenter ved samarbeidende institusjoner. Kurset beskrevet i punkt a) bør opprettes av fakultetet, men kan etableres og/eller videreutvikles i samarbeid med andre fakulteter (jf. opprettelse av "Energistudier ved UiB"), slik at studenter med ulik fagbakgrunn kan jobbe sammen om tverrfaglige prosjektoppgaver. Kurset bør utformes slik at det dekker skrivekrav i bachelorgraden.

## Referanser

- Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet. «Mandat for Strategiutvalg for energiforskning.» *Fakultetsstyresak 51, saksnr 2011/1801*. Bergen: Universitetet i Bergen, 8 September 2011.
- Energi21. *Energi21 - Strategi 2014 Nasjonal Strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknolog, Del 1/2*. Rapport, Lysaker: Energi21, 2014.
- Forskningsrådet. *Mobilisering av energiforskningen*. Rapport, Oslo: Norges forskningsråd, 2014.
- GEA. *Global Energy Assessment*. Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria: Cambridge University Press, 2012.
- IPCC. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. IPCC Report, New York: Cambridge University Press, 2012.
- Jacobson, M.Z., og M.A. Delucchi. «Providing all global energy with wind, water and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure and materials.» *Energy Policy* 39 (2011): 1154-1169.
- Kunnskapsdepartementet. *Lange linjer - kunnskap gir muligheter, Meld. St. 19 (2012-2013)*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske kunnskapsdepartement, 2013.
- Kunnskapsdepartementet. *Langtidsplan for forskning og høyere utdanning*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske kunnskapsdepartement, 2014.
- Miljøverndepartementet. *Norsk klimapolitikk, Meld. St. 21 (2011-2012)*. Melding til Stortinget, Oslo: Det kongelige norske miljøverndepartement, 2012.
- Narbel, P. A., J. P. Hansen, og J. R. Lien. *Energy Technologies and Economics*. Springer, 2014.
- Statistisk Sentralbyrå. *Utslipp av klimagasser - årlig, foreløpige tall - SSB*. 14 Oktober 2014. <http://www.ssb.no/klimagassn>.

# Gjennomgang av utdanning og forskning innen bærekraftig energi

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Oppsummerende oversikt.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Utdanning og forskning innen fornybare energikilder og kjernekraft....</b>	<b>5</b>
3.1	Bioenergi .....	5
3.2	Geotermisk energi.....	7
3.3	Havenergi .....	9
3.4	Vannkraft.....	11
3.5	Solenergi.....	13
3.6	Vindkraft.....	15
3.7	Kjernekraft.....	17
<b>4</b>	<b>Utdanning og forskningsaktiviteter i tverrgående tema.....</b>	<b>18</b>
4.1	CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring.....	18
4.2	Elproduksjon, -transport og - distribusjon .....	20
4.3	Energieffektivisering.....	22
4.4	Energilagring.....	23
<b>5</b>	<b>Grunnleggende/tverrfaglig energiforskning.....</b>	<b>24</b>



## 1 Innledning

I dette dokumentet blir utdanning, forskningsaktivitet, kompetanse og muligheter for Det matematisk naturvitenskapelige fakultet ved UiB innen ulike fornybare energikilder og relevante tverrgående forskningstema behandlet. I kapittel 2 gis en oppsummerende oversikt på matriseform over kompetanse og forskningsaktivitet innen ulike områder, mens kapittel 3 gir en mer utfyllende beskrivelse. I dette kapitlet gis det for hvert område en kort innledende omtale før utdanning, forskning, kompetanse og muligheter, samarbeid med randsonen og evt. andre forhold blir beskrevet. Det oppgis også navn på vitenskapelig ansatte med forskningsaktivitet eller forskningsinteresser knyttet til temaet.

Gjennomgangen baseres i stor grad på de innspill som er kommet inn fra fagmiljøene, og utvalget har i liten grad redigert disse. Utvalgets beskrivelse av eksisterende aktivitet innen utdanning og forskning er gitt i Kapittel 4 i hovedrapporten.

## 2 Oppsummerende oversikt

Matrisene på de neste sidene (tabell 1 og 2) gir en oversikt over forskningsfelt knyttet til ulike energikilder og tverrgående områder der de ulike instituttene besitter direkte anvendbar ekspertise.

Det anvendes følgende indekser (med tilhørende fargekoding) for rangering av aktiviteter:

1. Instituttet har pågående forskningsaktivitet rettet mot eller motivert av det aktuelle området som har gått over 5 år eller mer
2. Instituttet har pågående forskningsaktivitet rettet mot eller motivert av det aktuelle området.
3. Instituttet har pågående forskningsaktivitet som er relevant for området i grunnforskningsprosjekter eller prosjekter motivert av andre anvendelser.
4. Instituttet besitter grunnleggende ekspertise for å kunne gå inn i forskningsoppgaver knyttet til området.

Det er benyttet følgende forkortelser:

GFI	Geofysisk institutt
BIO	Institutt for biologi
IFT	Institutt for fysikk og teknologi
GEO	Institutt for geovitenskap
II	Institutt for informatikk
KJ	Kjemisk institutt
MI	Matematisk institutt
MBI	Molekylærbiologisk institutt

For Geovitenskap er aktivitet og kompetanse delvis oppgitt på forskergruppenivå: Kvantære jordsystemer (KJS), Senter for geobiologi (GCB), Geodynamikk (GV), Petroleumsgeofag gruppen (PG).

Tabell 1: Energikilder, forskningsområder og kompetanse

Forskningsfelt	Fornybare energikilder						Kjernekraft	Fossile energikilder		
	El/energi	Geotermisk energi (termisk/elektrisk)	Havenergi (bølger, tidevann, osmose, CTEC)	Solenergi (termisk/elektrisk)	Vannkraft	Vindkraft		Konversjonell (critical reactors)	Ukonversjonell (ADS/fusjon)	Konversjonelle
Akseleratorfysikk								U		
Bergmekanikk		G2 G2 PG3 U							G2 G2 PG2	G2 G2 PG2
Biologisk materiale som energikilde	U								U	
Biomolekylære "devices" - syntetisk biologi	U									
CCUS									G1	G1
Ferfase-systemer	U	G2 G2		U					G1 G1 U	U
Fluiddynamikk	U	G2 PG3 U	G2 U	U	U	U	U	U	G1 G1 PG2	G1 PG2
Fuel cycle							U	U		
Geokjemi	U	G1 G1 G2 U	U	U					G1 PG3 G3 U	G1 PG3 G3 U
Hydrologi		G1	U	U						
Instrumentering og målevitenskap		G1 G1 G2					U	U		
Kjemisk konvertering og katalyse	G2 U								G1 U	G1
Løting		G1 G1 G2 PG2 G3							G1 PG1 G2	PG1
Marin begroing (biofilm)			U							
Marin produksjon	U									
Materialteknologi										
Molekylmodellering	G2 U	G1 U	U	G1	U	U			G1 U	G1 U
Nuclear instrumentation							U	U		
Optimering						G2				
Plasmadynamikk										
Prosessteknologi	G2 U	U							U	U
Prosessikkerhet	U	U					U	U	U	U
Reaktorteknologi							U	U		
Reservoarkarakterisering		G2 PG2 G3							G1 G1 PG1	PG1
Seismikk		PG2 G3 G3							G1 PG1 G2	PG1
Strømning i porøse media	U	G1 G3	U		U				G1 PG1 U	
Syntese og karakterisering av energimaterialer	G1			G1					G1	G1
Termodynamikk	U	G3					U	U	G1 G1 U	G1
Elektromagnetisme		G3							G1	
Geofysisk monitoring		G3							G1	
Stråling innvirkning på liv							U	U		
Kartlegging fornybare energiresurser		PG2	G2	G1	G2	G1				
Variabilitet og prediksjon		G2	G2	G2	G2	G1				
Miljøpåvirkning		G3	G2	G3	G2	G1				

Tabell 2: Tverrgående tema, forskningsområder og kompetanse

Forskningsfelt	Elproduksjon, -transport og -distribusjon		Energieffektivisering			Energilagring			CCU og CCS	
	Kraftsystemer	System for elproduksjon	Bygninger	Transportsektoren	Industri	Kjemisk lagring	Mekanisk lagring	Termisk lagring	Feriget	Praktisk lagring
Bergmekanikk						III-IV	III-III	III-2		III-2 III-III
Faststoff adsorbenter						III-1			III-1	III-1
Flerfasesystemer		III-IV				IV-IV				III-1
Fluiddynamikk		III-IV							III-IV	III-1 III-1
Geofysisk monitorering										III-1
Geokjemi	III-III			III-1	III-1	III-III III-IV III-III	III-III III-IV	III-III III-IV	IV-IV	III-1 III-III III-2
Hydrologi	III-III					III-III	III-III	III-III		III-III III-IV
Instrumentering og målevitenskap									III-1	III-1 III-III III-1
Kjemisk konvertering og katalyse				III-1	III-1	IV-IV			III-1	III-1
Materialteknologi		III-IV								
Molekylmodellering				III-IV	III-IV	IV-IV III-IV	III-IV	III-IV	III-2 III-2	III-1 III-2
Optimering				III-2						
Reservoarkarakterisering						III-IV	III-IV III-IV	III-IV		III-1 III-IV
Seismikk						III-IV	III-IV	III-IV		III-IV
Strømning i porøse media	III-III					IV-IV III-IV III-IV III-IV	III-III III-IV	III-III III-IV		III-1 III-1 III-IV
Syntese og karakterisering av nanomaterialer	III-IV	III-IV		III-2	III-2	III-1	III-III	III-IV	III-1	III-1
Termodynamikk		III-IV				III-1 III-IV	III-IV	III-IV	III-1 III-1	III-1 III-2

## 3 Utdanning og forskning innen fornybare energikilder og kjernekraft

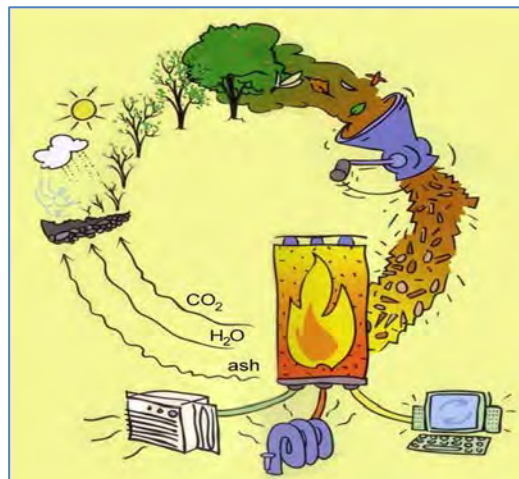
### 3.1 Bioenergi

Bioenergi er betegnelsen på energi som dannes ved forbrenning av biomasse, og som dermed utnytter energien som er lagret i kjemiske forbindelser i planter og dyr. Den primære energikilden er lys som driver fotosyntesen i planter, og i denne prosessen bygger opp energirike organiske forbindelser fra karbondioksid og vann.

Solenergien "lagres" altså som biomasse som fungerer som en energibærer for å generere varme, elektrisitet og drivstoff for ulike sektorer. Estimert total biomasseforsyning for moderne bioenergi var i 2008 0.4 TW og sekundær levert energi er ca 0.2 TW (IPCC 2012). Siden biomasse er

karbonbasert, utgjør den en kilde til fornybare karbonforbindelser som er et alternativ til petroleumsbaserte drivstoffer og råstoffer til kjemisk industri. Forskning innen konvertering av biomasse til biodrivstoff og kjemiske produkter er derfor et raskt voksende område. Kjemisk konvertering baserer seg ofte på temperatur-drevne reaksjoner – termokjemisk omdanning. Utvikling av egnede katalysatorer kan fremme effektiv konvertering til produkter med høy verdi. En viktig målsetningen er å produsere drivstoff som kan brukes i transportsektoren med eksisterende motorteknologi, og det er derfor klare koplinger til oljeraffinering. Siden karbonet som til slutt forbrennes i utgangspunktet er en del av det atmosfæriske kretsløpet, kan produksjonsprosessene være bærekraftige fordi den ikke frigjøres fossilt karbon.

Effektiv og bærekraftig utnyttelse av bioenergi krever tverrfaglig innsats. Eksempelvis er mye av den biologiske forskningen på området rettet mot identifikasjon, studier og videreutvikling av egnede kilder til biomasse, først og fremst planter. Den tilsvarende kjemisk forskningen er i stor grad rettet mot utvikling av effektive prosesser for å konvertere biopolymerer med høyt oksygeninnhold og lav energitetthet til produkter med lite oksygen og høy energitetthet. Det handler altså om organisk-kjemiske reaksjoner for omdanning av polymerer til monomerer og videre transformasjoner til sluttprodukter med egnet struktur, og her inngår en kombinasjon av syntetisk organisk kjemi, utvikling og bruk av nye katalysatorer som kan kutte opp polymerene og fremme hydrogenering og deoksygenering av oksygenrike forbindelser, analytisk kjemi



#### Bioenergi og karbonkretsløpet

Fra Oakland University 2011 April -  
BioEnergy Conference

([http://www.oakland.edu/upload/images/Energy%20Management/BioEnergy\\_Pic.jpg](http://www.oakland.edu/upload/images/Energy%20Management/BioEnergy_Pic.jpg))

for karakterisering av produkter, og petroleumskjemi for samkjøring med eksisterende prosesser og produkter.

#### Utdanning:

Bachelor i biologi, molekylærbiologi, kjemi eller fysikk gir den nødvendige bredden for videre spesialisering i de aktuelle temaene innen biomasse, bioproduksjon og konvertering på masternivå. Ved Kjemisk institutt tilbys for eksempel masterprosjekter innen konvertering av biomasse til biodrivstoff og kjemiske produkter av forskningsgruppene Petroleum- og kolloidkjemi, Uorganisk nanokjemi og katalyse samt Nanomodellering og teoretisk kjemi.

#### Forskningsaktivitet

For Kjemisk institutt er petroleum, naturgass og biodrivstoff tematiske satsingsområder, og det er betydelig aktivitet, både med finansiering fra Norges Forskningsråd og relevant industri. Europeiske prosjekt er også under utvikling. Prosjektene spenner fra grunnleggende utvikling av prosesser for kjemisk konvertering av bio-råstoff til optimering i nær kontakt med industripartnere. Forskningsprosjekter foregår spesifikt på følgende områder:

- konvertering av lignin fra trevirke til petroleumskompatibel bio-olje
- utvikling og testing av katalysatorer for forbedret termokjemisk konvertering av lignin
- oppskalering av termokjemiske prosesser for produksjon av bio-olje
- katalytisk konvertering av lipider/fettsyrer fra mikroalger

Ved Molekylærbiologisk institutt og Biologisk institutt finnes det kompetanse og aktiviteter relevant for produksjon av (marin og ikke-marin) biomasse til energiformål. Tunikat-prosjektet tar for seg dyrking og bruk av kappedyr (tunikater) til blant annet biodrivstoff.

#### Kompetanse og muligheter

I tillegg til den pågående forskningen innen biomasse, konvertering og biodrivstoff, har Fakultetet bred kompetanse innen petroleumsforskning som er overførbart til biodrivstoff. Ved Kjemisk institutt gjelder dette for eksempel produksjon og raffinering av bio-olje, analyse av produkter, kjemometri i forsøksdesign, evaluering av analysedata og modellering sammenhenger mellom kjemisk sammensetning og fysikalske egenskaper samt utvikling av katalysatorer. Instituttets sterke kompetanse innen naturstoffkjemi kan også bidra til målrettet utnyttelse av biomasse i produksjon av finkjemikalier.

Fakultetet har kompetanse og aktiviteter som involverer hele verdikjeden fra produksjon av biomasse til produksjon av bioenergi og biodrivstoff, men den er i begrenset grad integrert. Et sterkere samarbeid på tvers av instituttene vil kunne gi gode resultater.

#### Samarbeid med randsonen

Det samarbeides med Senter for anvendt bioteknologi ved Uni Research på prosjekter innen bioprospektering, og noen av disse har relevans for bioenergi og produksjon av biodrivstoff. Samtidig er det klart at hele potensialet for denne

typen samarbeid ikke er tatt ut, kanskje spesielt når det gjelder utnyttelse av marin biomasse til bioenergi.

I Tunikat-prosjektet er det etablert tverrfaglig samarbeid, også på tvers av institusjonene, mellom UiB (Biologisk institutt) og Uni Research (Uni Miljø) i dette tilfellet.

#### Andre forhold

Biomasse som råstoff vil være sentralt på global basis for omlegging til fornybar og bærekraftig industri. En slik omlegging er helt avhengig av et meget aktivt forskningsarbeid innenfor flere kjemiske spesialiseringer. Bioraffinerier må raskt etablere prosesser som konkurrerer økonomisk i markedet for drivstoff og kjemikalier i forhold til oljeraffinerier som har fått utvikle seg over lang tid (>75 år), og dette krever kjemisk forskning og innovasjon. Norge har betydelige ledige ressurser av skogsråstoff og stort potensiale for utnyttelse av marine råstoff, og kjemisk forskning og utvikling har dermed betydelige og interessante utfordringer å jobbe med i overgangen fra petroleums-basert til fornybar produksjon av drivstoff og kjemikalier.

#### Vitenskapelig personell:

- Tanja Barth (KJ)
- Pascal Dietzel (KJ)
- Gunnar Bratbak (BIO)
- Thorolf Magnesen (BIO)
- Erwan Le Roux (KJ)
- Vidar R. Jensen

### **3.2 Geotermisk energi**

Dyp geotermisk energi kan utvinnes fra konvensjonelle hydrotermiske systemer (varme grunnvannskilder) eller ved konstruerte geotermiske systemer, der et dypt reservoar etableres ved åpning av sprekkenettverk i undergrunnen. Den dype ressursen benyttes til kraftproduksjon eller fjernvarme. En fordel med kraftproduksjon fra geotermiske anlegg er den høye kapasitetsfaktoren: 75% i gjennomsnitt, og som regel over 90% for nyere anlegg. Bortsett fra på Svalbard har Norge ikke hydrotermiske ressurser, men utvinning av geotermisk energi har sterke synergieffekter mot petroleumsutvinning og gir dermed muligheter internasjonalt.

Grunn geotermisk energi utnyttes til oppvarming og kjøling ved bruk av varmepumper. I Norge er størstedelen av anvendelsen knyttet til borehull i fjell, og spenner fra enkle borehull knyttet til husstander til større brønnparker med over 200 borehull knyttet til oppvarming og kjøling av større bygningskomplekser. For de større anleggene kombineres varme og kjøling slik at grunnen fungerer som et energilager.

Kommersiell kraftproduksjon basert på geotermisk energi har foregått i mer enn hundre år, og i 2010 var den årlige kraftproduksjonen 76 GW, hovedsakelig fra konvensjonelle hydrotermiske ressurser. I tillegg ble det benyttet 140 GW

geotermisk varme fra dype og grunne systemer (IPCC 2012), der ca. halvparten av bruken er muliggjort ved geotermiske varmepumper.

De største forskningsutfordringene for økt utnyttelse av geotermisk energi er knyttet til bedre forståelse av koblede fysiske prosesser i reservoaret og utvikling av kostnadseffektive kartleggingsmetoder og boreteknologi.

### Utdanning

Geotermisk energi er en egen spesialiseringsretning i masterprogrammet i energi, og blir også behandlet i kurset Energi 200. I tillegg gis det mange relevante kurs innen fysikk, geologi, matematikk og kjemi ved fakultetet.

Det er skrevet masteroppgaver innen geotermisk energi ved Matematisk institutt, Institutt for geovitenskap og Institutt for fysikk og teknologi. Oppgavene har vært gjennomført i instituttens egne masterprogrammer og gjennom energimasteren. Oppgavene har tatt for seg problemstillinger knyttet til både dyp og grunn geotermisk energi.

### Forskningsaktivitet

Fakultetet har i dag forskningsaktivitet rettet mot geotermisk energi ved Matematisk institutt og institutt for geovitenskap.

Ved Matematisk institutt er forskningstema matematisk modellering og numerisk simulering knyttet til

- oppsprukne geotermiske reservoarer
- produksjon av høytemperatur ressurser
- geokjemiske prosesser og fluid-stein interaksjon
- stimulering av geotermiske reservoarer åpning av sprekenettverk

I tillegg til interne ressurser, er aktiviteten finansiert gjennom flere eksterntfinansierte prosjekter ledet fra instituttet, med bidrag fra Forskningsrådet, Akademia-avtalen og BKK-avtalen. Forskningen involverer 4 fast vitenskapelig ansatte i tillegg til PhD studenter, postdoktorer og masterstudenter.

Ved institutt for geovitenskap har forskningsaktivitet vært knyttet til

- kartlegging av sprekker og effekt på fluidstrøm
- kartlegging av varmestrøm
- analyse av seismiske data fra geotermiske felt.

Aktiviteten har så langt involvert 3 fast vitenskapelig ansatte i tillegg til PhD og masterstudenter.

### Kompetanse og muligheter

Det finnes sterk ekspertise på aktuelle forskningstema som ikke inngår i dagens aktivitet ved både Institutt for fysikk og teknologi, Kjemisk institutt og Institutt for geovitenskap (se Tabell 1), og UiB har gode muligheter til å hevde seg med forskningsbidrag viktige for utnyttelse av geotermisk energi med utgangspunkt i eksisterende ekspertise. Kompetanse rettet mot petroleum er i mange tilfeller overførbar inn mot forskningsområder knyttet til geotermisk energi. Økt



samarbeid på tvers av instituttene vil kunne bidra til at forskningsmiljøet ved fakultetet får en kritisk masse forankret i flere disipliner.

#### Samarbeid med randsonen

UiB har forskningssamarbeid med både CMR og Uni på fagområdet, som begge har sterk kompetanse innen flere relevante forskningstema. Foreløpig har samarbeidet vært knyttet til mindre forskningsprosjekter og masterprosjekter, men det er sendt og planlegges felles forskningssøknader til ENERGIX og Horizon2020. UiB, CMR og Uni deltar sammen som konsortium i EERA-JPGE (European Energy Research Alliance – Joint Program Geothermal Energy), som har som mål å levere forskning av høy kvalitet for å øke kostnadseffektive teknologier for økt produksjon av geotermisk energi i EU og verden forøvrig. UiB, CMR og Uni var alle sentrale i etableringen av CGER (Norwegian Center for Geothermal Energy Research i 2009), og UiB ledet også nettverket fram til vertskapet for senteret ble overført til CMR. Et ytterligere forsterket samarbeid med randsonen, særlig knyttet til mer anvendte forskningstema, vil gi et bredere orientert og mer robust forskningsmiljø rettet mot geotermisk energi i Bergen.

#### Andre forhold

Gjennom klimaforliket er det vedtatt at det skal opprettes et forskningscenter for miljøvennlig energi innen geotermisk energi, og dette er også nevnt i regjeringsplattformen. Det er avsatt midler fra akademia-avtalen fra 2014 mellom Statoil og UiB til søknadsarbeid.

#### Vitenskapelig personell:

- Inga Berre (MI)
- Ritske Huisman (GEO)
- Henk Keers (GEO)
- Eirik Keilegavlen (MI)
- Jan Nordbotten (MI)
- Florin Radu (MI)
- Atle Rotevatn (GEO)

### **3.3 Havenergi**

Energi fra havet kan produseres fra seks kilder: bølger, tidevann-svingninger i vannstand, tidevannstrømmer, havstrømmer, termisk energi og saltgradienter. Det teoretiske potensialet for havenergi overskrider de globale behov. Teoretiske estimat er imidlertid usikre og det globale tekniske potensialet varierer fra omlag 0.2 – 10 GW (IPCC 2012). Teknologisk er havenergisystemer i et tidlig utviklingsstadium men teknologisk framskritt kan med tiden gi strøm fra havenergi til konkurransedyktig pris.

Bølgeenergi er energi fra vinddrevne bølger. Norge har en lang kyst med mye vind og det teoretiske potensialet er estimert til omlag 34 GW. Runde miljøcenter i Møre og Romsdal er foreslått som sted for testing av bølgekraftteknologier. For dette fylket alene

er potensialet for bølgekraft estimert til mere enn 10 GW. Mange teknologiske løsninger for utnyttning av kraft fra bølger er foreslått og i mange tilfeller er de også prøvd ut. Det er imidlertid betydelige teknologiske utfordringer som

gjenstår. Bølgekraftverk må tåle alle bølgetilstander og samtidig kunne levere kraft til konkurransedyktig pris.

Det er to ulike måter å utnytte energi fra tidevannet på. Det kan bygges basseng som samler opp vann når det flør. Ved fjære slippes vannet ut og ledes gjennom turbiner. Slike kraftverk er bygd flere steder rundt i verden og egner seg der det er stor vannstandsfor forskjell mellom flo og fjære som for eksempel i Frankrike og Korea. Langs Norskekysten er vannstandsfor forskjellene forholdsvis små og metoden er derfor mindre aktuell her.

Alternativt kan det produseres strøm fra tidevannsstrømmer gjennom sund. Både innløp til fjorder og sund mellom øyer eller mellom øy og fastland er aktuelle. Det er også foreslått å bygge kunstige barrierer med åpninger der vannet ledes gjennom med tanke på optimal energiproduksjon. Langs Norskekysten er det mange sund med sterke strømmer slik at denne metoden framstår som attraktiv her.

Det er estimert at det teoretiske potensialet er 2 GW. Estimater er usikkert, det tar for eksempel ikke hensyn til det store reservoaret av potensiell energi som er tilgjengelig for omdanning til kinetisk energi og videre til strøm. På den andre siden er det som for bølgekraft mange teknologiske utfordringer. Mange metoder for å utnytte energi i tidevannsstrømmer er og blir foreslått og de blir prøvd ut både i Norge og flere steder i verden.

Havstrømmer har generelt lavere hastighet enn tidevannsstrømmer og det vil kreve betydelig teknologiutvikling før energi fra disse kan utnyttes. Potensialet for termisk energi fra havet er enorm. Utnyttelse til oppvarming gjøres i dag, men det vil kreves store teknologiske framskritt før det kan produseres strøm til konkurransedyktig pris fra varmen i havet. Metoden egner seg også best i varmere farvann enn Norge. Saltkraftproduksjon har vært prøvd i Norge, men videre satsing vil kreve videreutvikling av membranteknologi.

### Utdanning

Havenergi er en egen spesialiseringsretning i masterprogrammet i energi, og blir også behandlet i kurset Energi 200. I tillegg gis det mange relevante kurs innen fysikk, oseanografi, matematikk og kjemi ved fakultetet.

Det er skrevet masteroppgaver innen havenergi ved Matematisk institutt og Institutt for fysikk og teknologi. Oppgavene har vært gjennomført i instituttens egne masterprogrammer og gjennom energimasteren. Oppgavene har tatt for seg problemstillinger knyttet til potensialet for utnyttelse av energi fra havet.

### Forskningsaktivitet

Det er en betydelig marin forskning ved fakultetet som danner et faglig grunnlag for satsing på havenergi. Det er relevante forskningsaktiviteter rettet mot forståelse av fysiske fenomen ved Geofysisk institutt, Institutt for fysikk og teknologi og Matematisk institutt. Optimering er sentralt i forskning på energi og det gir kobling mot Institutt for informatikk. Fysiske installasjoner med tanke på energiproduksjon fra havet vil påvirke det marine miljø, sedimenter og

bunnforhold og det gir koblinger mot Institutt for biologi og Institutt for geovitenskap.

Aktuelle forskningstema er

- optimal plassering av havenergiinstallasjoner
- potensialstudier av havenergi
- bevegelser og krefter på flytende energiinstallasjoner
- konsekvensstudier av havenergiproduksjon både på fysikk og miljø
- studier av energi knyttet til spesifikke lokaliteter og/eller spesifikke teknologiske løsninger
- fysisk forståelse av strøm og bølger inn mot havkraftverk

Aktiviteten involverer så langt fast vitenskapelig ansatte, PhD studenter, postdoktorer og masterstudenter.

#### Kompetanse og muligheter

Ved fakultetet er det ekspertise og forskningsaktiviteter som i dag ikke er rettet mot havenergi, men som kan danne en faglig sterk basis for forskning på energi fra havet i vid forstand. Økt samarbeid på tvers av instituttene vil kunne bidra til at forskningsmiljøet ved fakultetet får en kritisk masse forankret i flere disipliner.

#### Samarbeid med randsonen

UiB har forskningssamarbeid med Uni Research innenfor havenergi. Det planlegges å knytte kontakter mot CMR, Nansensenteret, Havforskningsinstituttet og NIVA. Det er tatt kontakt med Bergen Marine Klynge med tanke på å styrke samarbeidet og å danne et robust forskningsmiljø på havenergi i Bergen.

#### Andre forhold

Havenergi er trukket fram som et satsingsområde i den marine strategien for fakultetet som nylig er vedtatt.

#### Vitenskapelig personell:

- Jarle Berntsen (MI)
- Finn Gunnar Nielsen (GFI)
- Knut Barthel (GFI)

### **3.4 Vannkraft**

Vannkraft er en miljøvennlig og fornybar energikilde som bruker strømmende vann til mekanisk arbeid eller til omforming til elektrisitet. Man utnytter energipotensialet som vann innehar i en høyde over havet på grunn av jordklodens gravitasjonskraft. 97 prosent av all kraftproduksjon i Norge kommer fra vannkraft. Norge har spesielt gode forutsetninger for å drive med vannkraftproduksjon da neste 40 % av landarealet ligger over 600moh., der Norddryggen utgjør et høyfjellsområde som strekker seg gjennom hele landet fra sør til nord. I forhold til det globale vindsystemet ligger Norge midt i vestavindsbeltet som fører med seg mye fuktig luft inn mot kysten. Luften blir presset opp i møtet med fjellene og gjør at kyststrøkene i Norge har en års

nedbør på mellom 1000 og 3000 mm. Den relativt lave lufttemperaturen gjør at fordampingen er moderat hele året noe som gjør det mulig å utnytte mer av nedbøren til vannkraft.

Prinsippet bak vannkraft er enkelt; å utnytte energien i rennende vann. Mange vannkraftverk har vannmagasiner, og i noen vassdrag ligger flere kraftstasjoner etter hverandre i vassdraget slik at energien i vannet utnyttes flere ganger før vannet renner ut i havet. I kraftstasjonen sørger vannet for å drive turbinen, og i generatoren omdannes den mekaniske energien til elektrisk energi. Elektrisk energi kan transporteres via kraftlinjer over store avstander og gjør at områder langt vekk fra kraftverkene kan forsynes med strøm. Vannkraft er en regulerbar energikilde siden vann kan lagres i magasinene. Særlig vannkraftverkene med magasiner er interessante i fremtidens energi perspektiv da disse kan lagre energi og på den måten spille en viktig rolle sammen med andre fornybare energikilder som vind- og solkraft da lagring av disse energitypene er dyrt og vanskelig.

På verdensbasis utgjør vannkraft rundt en sjettedel av den totale kraftproduksjonen, og var i 2008 rundt 1 TW (IPCC 2012). Norsk vannkraft utgjør nesten 50 prosent av Europas magasinkapasitet. Nye prosjekter i Norge har potensiale for å produsere nærmere 4 GW gjennom forbedring av eksisterende anlegg samt utbygging av nye områder. Disse prosjektene er i hovedsak knyttet til mindre elvekraftverk samt modernisering av eksisterende anlegg gjerne med omlegging til pumpekraftverk der en utnytter elektrisiteten i perioder med lave kraftpriser til å pumpe vannet opp igjen i høyereliggende magasiner.

### Utdanning

UiB har innføringskurs i geologi som er relevant for de som vil jobbe med vannkraft der hele krysofæren bli gjennomgått. Pr i dag er det ikke tilbud innen for hydrologi/hydrogeologi innen geofagene i Bergen noe som ville ha styrket denne utdanningen. Men fra 2014 er det tatt opp 4 studenter i energimasteren innen temaet Nedbør, snømelting og vannkraft med veiledning fra GFI. Også meteorologi ved GFI er relevant utdanning for arbeid innen for vannkraftindustrien. De senere år har flere uteksaminerte kandidater ved GFI fått arbeid i BKK og andre energiselskaper. Ved Institutt for biologi er det også relevante utdanningsløp i særlig i forhold til å se på konsekvenser av vannkraftutbygginger og dets effekter på biosfæren.

### Forskningsaktivitet

Det er begrenset forskningsaktivitet ved UiB i dag som er rettet direkte inn mot vannkraft. Men dersom en ser på forskning som er knyttet til den hydrologiske syklus og forskning knyttet til krysofæren er det relativt stor aktivitet ved UiB. Dette inkluderer forskere både ved Institutt for biologi, Institutt for geofysikk og Institutt for geovitenskap. Mye av forskningen har dreiet seg om konsekvenser av vannkraftutbygging som endringer i vassdrags hydrologi, endringer i fjordsirkulasjon, redusert fossesprøyt, konsekvenser for biologisk mangfold, konsekvenser for fiskebestander, samt i mer samfunnsvitenskapelig retning forskning som går på svekket opplevelsesverdi av landskapet som en konsekvens av utbygging.

Aktuelle forskningstema er:

- All forskningsaktivitet som går inn mot den hydrologiske syklus der en ser på endringer i fortid, nåtid og i fremtid.
- Kryosfære forskning der en ser på endringer i for eksempel brehydrologi i et fremtidig varmere klima, endringer i permafrost, skråningsstabilitet osv.
- Flom – vassdragshydrologi
- Fjordsystemer – sirkulasjonssimulering, endringer i fisk og biologisk mangfold

#### Andre forhold

Gjennom BKK er sine årlige stipend er det relativt god kommunikasjon mellom industrien og prosjekter med relevans for kraftprodusentene. Også andre aktører som Statkraft og Sunnhordaland Kraftlag er inne og finansierer forskning knyttet særlig til isbreer og vassdrag knyttet til disse.

#### Vitenskapelig personell:

- Jostein Bakke (GEO)
- Asgeir Sorteberg (GFI)
- Joachim Reuder (GFI)

### **3.5 Solenergi**

Uten skyer og midt på dagen ved ekvator tilsvarer den elektromagnetiske strålingen fra solen ca. 1000 W per m<sup>2</sup> overflate. Selv om denne energifluksen er klart mindre ved våre breddegrader og med vestlandske værforhold, er den i gjennomsnitt (ca. 175 W/m<sup>2</sup>, dvs. ca. 89000 TW for hele jordoverflaten og 27000 TW for det totale landarealet) likevel mer enn høy nok til å dekke verdens løpende energibehov på ca. 17 TW. Strålingen fra solen utnyttes indirekte i fornybare energikilder som biomasse, vind, bølger og vannkraft. Solenergi kan også utnyttes direkte, til oppvarming, til produksjon av elektrisitet samt til produksjon av kjemisk energi.

Mens varme kan genereres relativt enkelt og også effektivt fra sollys, er denne energiformen ikke like anvendelig som elektrisitet eller kjemiske energibærere. Mye av fokuset de senere årene, både når det gjelder forskning og implementering, vært på fotovoltaiske celler. I de ledende forskningslaboratoriene utvikles det stadig nye celler som omdanner sollys til elektrisk kraft mer effektivt enn før, og de masseproduserte solpanelene blir stadig billigere. Selv om fotovoltaiske celler totalt bidrar med under 1% av verdens totale elektrisitetsproduksjon, økes den installerte kapasiteten med 30-40% per år. Internasjonalt forskes det også intenst på ulike former for fotokatalytisk konvertering av solenergi til kjemisk energi (for eksempel hydrogen), men det vil ta tid før slik kunstig fotosyntese vil kunne spille en rolle i den globale energiproduksjonen.

Innen kunstig fotosyntese er de viktigste forskningsutfordringene fremdeles av ganske fundamental karakter. Blant annet må det utvikles langt mer robuste fotokatalysatorer for at disse skal kunne brukes i industriell produksjon og ikke bare under kontrollerte laboratorieforhold. Den fotovoltaiske

energiproduksjonen er kommet mye lenger, og her ligger de viktigste utfordringene i å utvikle celler som kombinerer høy effektivitet med lang levetid og lave produksjonskostnader.

### Utdanning

Solenergi inngår som en del av spesialiseringsretningen Fornybar energi i masterprogrammet i energi, og blir også behandlet i kurset Energi 200. I tillegg gis det mange relevante kurs innen fysikk og kjemi ved fakultetet. Ved Institutt for fysikk og teknologi er en mastergradsoppgave innen fotovoltaiske celler under utarbeidelse.

### Forskningsaktivitet

Fakultetet har i dag forskningsaktivitet rettet mot solenergi ved Institutt for fysikk og teknologi. Forskningen foregår i forskningsgruppen for Nanofysikk, og er rettet mot fremstilling av metalliske nanopartikler samt studier av slike partiklers optiske egenskaper. Disse aktivitetene er direkte relevante for utvikling av nye fotovoltaiske celler basert på nanotynne metall-lag som avsettes på bærerflater. Aktiviteten relatert til fotovoltaiske celler involverer én fast vitenskapelig stilling, og har mottatt eksterne ressurser blant annet fra Forskningsrådet.

### Kompetanse og muligheter

Det finnes ekspertise og miljøer ved både IFT og KI (se Tabell 1) som i høy grad vil kunne spille en rolle i fremtidige prosjekter rettet mot utnyttelse av solenergi. Blant annet har grupperinger som per i dag ikke har aktivitet innen solenergi deltatt i prosjektsøknader rettet mot fotovoltaiske celler de siste årene. Ved IFT vil for eksempel ekspertisen innen kvantefysikk og optikk kunne være nyttig for forståelse og beskrivelse av fundamentale fotoelektriske prosesser. Ved KI synes det klart at flere aktiviteter, blant innen molekylmodellering, energimaterialer og kjemisk reaktivitet og katalyse, eventuelt vil kunne vinkles mot problemstillinger knyttet til fotovoltaiske celler og kunstig fotosyntese. Ved GFI gjøres høykvalitets målinger og beregninger av solstråling og det har vært deltakelse i europeiske prosjekter om ressursgrunnlaget siden 1990-tallet. Også innen solenergi ser en altså at økt samarbeid på tvers av instituttene vil kunne bidra til at forskningsmiljøet ved fakultetet får en kritisk masse forankret i flere disipliner.

### Samarbeid med randsonen

Nanofysikk-miljøet ved IFT samarbeider med EnSol AS som står for den kommersielle utviklingen av solceller blant annet basert på teknologi fra forskningsgruppen. Ved Høyskolen i Bergen finnes det et lite miljø som, i samarbeid med utenlandske forskningsgrupper, utvikler fargestoff-sensibiliserte solceller.

### Andre forhold

Den norske solenergiforskningen er i stor grad vinklet mot silisiumbasert teknologi, noe som ikke minst reflekteres i aktivitetene til det IFE-ledede FME-senteret innen solcelleteknologi. Dersom Bergens-ledede nisjer i solenergiforskningen skal styrkes/utvikles, bør disse i hovedsak konsentreres om alternativer til tradisjonell silisiumbasert teknologi.

#### Vitenskapelig personell:

- Pascal Dietzel (KJ)
- Bodil Holst (IFT)
- Vidar R. Jensen (KJ)
- Jan Asle Olseth (GFI)

### **3.6 Vindkraft**

Vind er sammen med solenergi den av de nye fornybare energikildene som er kommet lengst i implementering både i verden, Europa, Norden og Norge. Masseproduksjon av turbiner foregår i industriell skala med stadig større turbiner og bedre energiutnyttelse. Dette er en moden teknologi, men med potensiale for stadig reduserte kostnader. Havvind har generelt større teknisk potensiale enn vind på land simpelthen fordi det blåser mer til sjøs. Store turbiner på opp mot 10 MW som nå produseres kan hente mer energi pr areal. Det er også lettere å transportere slike store konstruksjoner til vanns enn til lands. Utfordringene offshore er i første rekke knyttet til det tilhørende investeringsbehovet og vedlikeholdskostnader. Det kreves bedre kunnskap om ressursgrunnlaget og vindvariabiliteten inkludert turbulens for å utvikle bedre styringssystemer og rimeligere vedlikeholdsprosedyrer. Storbritannia er idag verdensledende utbyggingsområde for havvind med langsiktige ambisjoner. Statoil og Statkraft har bl.a. tatt ansvar for utbygging og drift av de to feltene Sheringham Shoal og Dudgeon og er også tungt inne i utvikling av det planlagte gigantfeltet på Doggerbank i britisk sektor. Det finnes også en betydelig norsk leverandørindustri med milliardomsetning selv om det ikke er noe norsk hjemmemarked for havvind. De fleste felt bygges ut med bunnfaste installasjoner, men bl.a. Japan og USA har store ambisjoner for flytere. Statoils flytende vindturbin Hywind som er utstyrt med en 2.3 MW turbin har nå i 5 år produsert energi utenfor Karmøy og er fortsatt verdensledende på flytende havvind.

#### *Utdanning*

Ved Geofysisk institutt har master og PhD-kandidater i meteorologi i mer enn 10 år, gått til energibransjen og leverandører til energiselskapene der de jobber med ressurskartlegging og planlegging av særlig vind og vann. En betydelig økning i antall kandidater både på master og PhD er kommet ifbm satsing på havvind inkludert FME NORCOWE fra 2009. Dette gjelder særlig GFI, men også Informatikk. Vindenergi inngår som et tema innen studieretningen Fornybar energi i masterprogrammet i energi, og blir også behandlet i kurset Energi200. I tillegg vil energimasterstudenter i temaene Miljøkonsekvenser av fornybar energi og Energianalyse og Optimering jobbe med forskjellige aspekter av vindkraft.

#### Forskningsaktivitet

Innen vindenergi er Geofysisk institutt den største aktøren, men også Institutt for informatikk har betydelig aktivitet og eksterne prosjekter særlig knyttet til kompetansen i optimering. Meteorologer og oseanografer ved Geofysisk institutt har i mange år vært svært etterspurt i klimaforskning, og vindenergi var ikke noe aktivt forskningstema før 2008 selv om noen utdannete kandidater gikk til



denne bransjen. Med FME-utlysningen i 2009 kom imidlertid en mulighet til å utnytte og dreie noe av kompetansen inn mot havvind. Særlig har målinger av vindvariabilitet og havtilstand nær havoverflaten vært et fokusert område og blitt den mest internasjonalt profilerte og anerkjente delen av NORCOWE.

Miljøet har også vært sentral i å få finansiert og etablert nasjonal forskningsinfrastruktur for havvind. Som del av den felles norske forskningsinfrastrukturen NOWERI (Norwegian Offshore Wind Energy Research Infrastructure) har UiB v/Geofysisk Institutt eierskap til og ansvar for måleutstyr i Offshore Boundary Layer Observatory (OBLO), mens NTNU har ansvar for en flytende turbin (FLEXWT). OBLO brukes i internasjonale målekampanjer rettet mot bedre forståelse og kontroll av store vindturbiner i store havvindparker. Aktiv forskning foregår på havvind med tema innen grenselagsmeteorologi og oseanografi, strømming, laster og energihøsting fra enkeltturbiner, parkstyring og vedlikehold i tillegg til den klassiske ressurskartleggingen. Generelt er utvikling av målesystemer, test og verifikasjon av modeller og fremskrivninger av vindforholdene inkludert turbulensstruktur over tidsskala fra sekunder til år aktive forskningstema.

#### Kompetanse og muligheter

Norge har særlige kompetansefortrinn for havvind med marin og maritim tradisjon i næringsliv og forskning. I tillegg til det operasjonelle med parkstyring og vedlikehold er det voksende interesse for tjenester som kan gi fremskrivninger for energimarkedene, lignende til tjenester for vannkraft.

#### Samarbeid med randsonen

NORCOWE koordineres av CMR. Met.no og Uni Research er blant deltakerne. I regi av NORCOWE og i samarbeid med Arena NOW, Bergen Næringsråd og Greater Stavanger er det bygget opp en svært vellykket tradisjon for arrangement "Science meets industry". Virksomheten ved Geofysisk institutt tilknyttet NORCOWE har vært sentral i å trekke nye internasjonale industripartnere inn i NORCOWE fra 2014. Det samarbeides tett med både forsknings og brukerpartnere særlig CMR, Statoil, Statkraft, Met.no, StormGEO.

#### Andre forhold

Gjennom NORCOWE er det etablert nye samarbeidsflater med komplementær kompetanse ved UiS (offshore engineering og miljølaste på konstruksjoner), UiA (mekatronikk) og UiÅlborg (vindturbiner, vedlikeholdsprosedyrer).

#### Vitenskapelig personell:

- Joachim Reuder (GFI)
- Ilker Fer (GFI)
- Corinna Schrum (GFI)
- Helge Drange (GFI)
- Peter Haugan (GFI)
- Finn Gunnar Nielsen (II-stilling, GFI)
- Dag Haugland (II)
- Lene Sælen (II-stilling, IFT)

### 3.7 Kjernekraft

Energi fra atomkjernen kan skapes fra to prosesser, fusjon og fisjon. Fisjon er basert på spalting av et fissilt utgangsmateriale som uran. Dagens drøye 400 kommersielle reaktorer bruker  $^{235}\text{U}$  isotopen som drivstoff som er mindre enn en prosent av det uranet som finns naturlig på jorden. Denne ressursen er derfor begrenset, muligens mer begrenset enn omfanget av fossil energi. Derfor er nye generasjoner kjernekraft reaktorer basert på isotopene  $^{238}\text{U}$  og/eller thorium. Ressursgrunnlaget for disse isotopene tilsvarer dagens globale energiforbruk i anslagsvis 10000 år som betyr at energikilden kan betegnes som fornybar. Dagens kjernekraft står for om lag 6% av verdens samlede energiproduksjon (15% av verdens elektrisitetsproduksjon) og anses som kontroversielt i en rekke land. Samtidig er det kanskje den eneste energikilden som er intens nok til å erstatte fossil energi. Nye reaktorer er under bygging/planlegging blant annet i Finland, England, Kina og India.

Fusjon er basert på sammensmelting av lette atomkjerner, en prosess som krever svært høy partikkel energi («temperatur»). Dette er utelukkende et internasjonalt forskningsfelt hvor stabil energiproduksjon basert på fusjon er en overordnet målsetting. Det globale fusjonsforskningsprosjektet ITER har som målsetting å demonstrere teknologi som tillater stabil fusjonsenergi basert på elektromagnetisk fanget plasma i en tokamak (oppstart i 2021). Alternativt prøver en å påvise fusjon basert på ultra-intense lasere hvor det har vært gjort store fremskritt i løpet av siste 10 år.

De største forskningsutfordringene for økt utnyttelse av kjernekraft er både av grunnleggende (fusjon) og anvendt karakter (thorium). I bunn trengs grunnleggende forståelse for kjernereaksjoner, deretter materialteknologi og plasmafysikk. Av anvendt karakter er det utfordringer i reaktor / brensel syklus teknologi, prosessteknologi generelt så vel som strålingsfysikk og lagringsproblematikk. Nevnes må også sikkerhet i tilknytning til spredning av plutonium (som er et sluttprodukt i dagens kommersielle reaktorer).

#### Utdanning

Kjernefysikk, inklusive kjernekraft inngår i både generelle og spesielle kurs ved IFT. Disse danner grunnlag for spesialstudier i grunnleggende kjernefysikk (CERN relatert, mastergrad subatomær fysikk) så vel som for mastergradsretningen medisinsk fysikk. Avhandlinger av teoretisk natur (modellering) i kjernekraft (og dens rolle i samfunnet) tilbys i forskningsgruppen Teori og Energi (TE) ved IFT.

#### Forskningsaktivitet

Forskningsaktiviteten foregår i tre(+) forskningsgrupper ved IFT; TE, Subatomær fysikk (SA) og Optikk og Atomfysikk (OA). Følgende aktiviteter er relevant for kjernekraft

- Studier av detonasjon og propagasjon av fronter relevant for eksperimenter på NIF og FAIR og reaksjonsteori generelt i TE gruppen
- Detektorutvikling (strålingsdetektorer), nukleær instrumentering, og reaktorteknologi i SA gruppen.

- Studier av vekselvirkning mellom materie og ekstremt sterke elektromagnetiske felt i OA gruppen.

Aktiviteten i kjernefysikk som helhet ved IFT begrenser seg i dag til 4 faste stillinger.

#### Kompetanse og muligheter

UiB er med i et nasjonalt koordinert initiativ sammen med bl.a. IFE, UiO, NTNU (ENETHOR) med overordnet målsetting å utvikle thorium som reaktordrivstoff. Dette planlegges som et bredt nukleært kompetanseprogram innen bærekraftig kjernekraft og kjernefysikk. Flere UiB forskere sitter i internasjonale styringsgrupper tilknyttet thorium så vel som andre policy grupper.

#### Samarbeid med randsonen

Det finnes spredte forskere med relevant kompetanse i randsonen, for eksempel på CMR og på UNI.

#### Andre forhold

Kjernefysikk er primært et nysgjerrighetsdrevet forskningsområde som er en del av grunnleggende internasjonal fysikkforskning. Men kompetansen i kjernefysikk er under nasjonalt press. Dette er en trussel mot Norge som kunnskapsnasjon siden kompetanse om kjernekraft er avgjørende for nasjonens sikkerhet og evne til å respondere godt i forhold til internasjonale hendelser. Kompetanse om kjernekraft er viktig uavhengig av om reaktorer noensinne bygges i Norge. Videre er kjernefysikk av stor viktighet for medisinsk teknologi og utvikling. For eksempel så bør planene om et hadron terapiserter på Haukeland Universitetssykehus også ses i sammenheng med kjernefysikk kompetansen lokalt.

#### Vitenskapelig personell:

- Jan S. Vaagen (IFT)
- Laszlo Csernai (IFT)
- Joachim Nystrand (IFT)
- Dieter Röhrich

## **4 Utdanning og forskningsaktiviteter i tverrgående tema**

### **4.1 CO<sub>2</sub>-fangst og –lagring**

CO<sub>2</sub>-fangst og lagring (CCS) kan redusere livsløpsutslipp av klimagasser fra fossile energikilder, men er foreløpig ikke anvendt for fossile kraftverk. Den største utfordringen for realisering av CCS er knyttet til sikker injeksjon og lagring, i tillegg til reguleringer og økonomiske insentiver som gjør at teknologien tas i bruk. En kombinasjon av bioenergi og CCS gjør negative utslipp mulig. CO<sub>2</sub>-håndtering er av flere ansett som den viktigste enkeltstående teknologien for å redusere klimagassutslipp.

## Utdanning

CO<sub>2</sub>-lagring er en egen spesialiseringsretning i masterprogrammet i energi, og blir også behandlet i kurset Energi 200. I tillegg gis det mange relevante kurs innen fysikk, geologi, matematikk og kjemi ved fakultetet.

Det er skrevet masteroppgaver innen CO<sub>2</sub>-lagring ved Matematisk institutt, Institutt for geovitenskap og Institutt for fysikk og teknologi. Oppgavene har vært gjennomført i instituttenes egne masterprogrammer og gjennom masterprogrammet i PTEK.

## Forskningsaktivitet

Fakultetet har i dag forskningsaktivitet rettet mot CO<sub>2</sub>-lagring ved Institutt for fysikk og teknologi, Kjemisk institutt og Matematisk institutt, og det er gjennomført en rekke forskningsprosjekter med ekstern finansiering.

Ved Matematisk institutt er forskningstema matematisk modellering og numerisk simulering knyttet til

- lagringskapasitet
- langtidssikkerhet.

Aktiviteten involverer 3 fast vitenskapelig ansatte i tillegg til PhD studenter, postdoktorer og masterstudenter. Ved instituttet har det vært gjennomført en rekke eksternfinansierte prosjekter i samarbeid med randsonen og andre partnere.

Ved Institutt for fysikk og teknologi (IFT) driver Forskningsgruppen for Petroleums- og prosessteknologi (PPT) en betydelig eksperimentell og teoretisk forskningsaktivitet knyttet til fundamentale prosesser innen transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Denne forskningen utføres i tillegg til CO<sub>2</sub> lagring i oljereservoarer for økt oljeutvinning. I det eksperimentelle arbeidet vektlegges avbildning av CO<sub>2</sub> strømning og innfangning i bergarter for fundamental forståelse av lagringsmekanismer og lagringskapasitet. Det er blant annet demonstrert en ny metode for CO<sub>2</sub>-avbildning i samarbeid med Haukeland Univ. sykehus, hvor for første gang medisinsk Positron Emisjon Tomografi (PET) eksplisitt avbilder CO<sub>2</sub> strømning i porøse bergarter. Dessuten har det i 15 år pågått forskning for lagring av CO<sub>2</sub> i hydrat, initiert av Bjørn Kvamme's teoretiske beregninger på midten av 1990-tallet. Siden er denne lagringsmetoden blitt eksperimentelt verifisert i et samarbeid med ConocoPhillips og en US\$ 30mill feltpilot ble gjennomført i Alaska i samarbeid med ConocoPhillips og USDOE i 2012. Ved instituttet har det siden 2004 vært gjennomført en rekke eksternfinansierte prosjekter i samarbeid med internasjonalt ledene miljø. Aktiviteten involverer 5 fast vitenskapelig ansatte i tillegg til PhD studenter, postdoktorer og masterstudenter.

Ved Kjemisk institutt er forskningen knyttet til fangst (via gasseparasjon) og katalytisk omdannelse av CO<sub>2</sub>, blant annet til polymere. Forskningen involverer 3 fast vitenskapelig ansatte i tillegg til postdoktorer, PhD-studenter og masterstudenter, og drives hovedsakelig i gruppen for Uorganisk nanokjemi og katalyse, med noe aktivitet også i gruppen for Nanomodellering og teoretisk kjemi.

Geofysisk institutt har siden 1990-tallet vært involvert i havlagring av CO<sub>2</sub> og lekkasjeprosblematikk ifbm lagring under havbunnen. Det meste av denne aktiviteten er imidlertid nå avviklet og det foreligger ikke nye planer for videreføring.

GEO er bl.a. involvert i EU-prosjektet ECO2 og har i den sammenheng bl.a. kartlagt sprekkesystem i havbunnen over Sleipner.

#### Kompetanse og muligheter

Fakultetet har en sterk kompetanse bygget opp over tid knyttet til CO<sub>2</sub>-lagring, forskningsaktiviteten er sterk, og det er god mulighet for å videreføre denne gjennom ekstern finansiering.

#### Samarbeid med randsonen

Fakultetet deltar i FME SUCCESS, der CMR er vertsinstitusjon og Uni en av partnerne. Matematisk institutt har et sterkt og samarbeid som har gått over lengre tid med Uni Research, basert på flere eksterntfinansierte prosjekter.

#### Andre forhold

CO<sub>2</sub>-lagring er sammen med CO<sub>2</sub>-fangst og CO<sub>2</sub>-transport et prioritert området i Forskningsrådets program CLIMIT.

#### Vitenskapelig personell:

- Guttorm Alendal (MI)
- Inga Berre (MI)
- Helge Dahle (MI)
- Pascal Dietzel (KJ)
- Martin Fernø (IFT)
- Arne Graue (IFT)
- Geir Ersland (IFT)
- Peter Haugan (GFI)
- Vidar R. Jensen (KJ)
- Truls Johannessen (GFI)
- Bjørn Kvamme (IFT)
- Jan Nordbotten (MI)
- Erwan Le Roux (KJ)

## **4.2 Elproduksjon, -transport og - distribusjon**

Elkraft produseres i dag både fra bærekraftige og ikke bærekraftige energikilder. Elektrisitet er høyverdig energi som kan transporteres raskt. Økningen av de variable elkraftkildene vind og sol i flere land og regioner stimulerer nå utvikling kraftsystemer og lagringsteknologi. Distribuert produksjon av elkraft kombinert med lagring og smart nettstyring kan redusere behovet for nettutbygging.

Brenselceller er en teknologi for produksjon av elkraft med svært lave utslipp. Cellene består til vanlig av elektroder (en katode og en anode), og en elektrolytt som er plassert mellom elektrodene. Formålet er å lage strøm fra et drivstoff, ved å la det reagere med oksygen, ved hjelp av et oksidasjonsmiddel i en

elektrokjemisk prosess. Drivstoffet er vanligvis hydrogen eller naturgass, men det er også mulig å bruke en rekke andre hydrokarboner. Prosessen er anvendbar for flere applikasjoner (e.g. romfart, skiping, offshore) og er miljøvennlig.

### Utdanning

HiB har bachelor i elkraft, ny elkraft-lab på Kronstad og utlyst professorat i elkraft. Det er stor etterspørsel i regionen etter elkraftingeniører på masternivå. Programstyret for energimasteren har behandlet forslag om å inkludere elkraft som tema i masteren og anbefaler at dette settes igang fra høsten 2015.

På Institutt for fysikk og teknologi er det levert flere masteroppgaver knyttet til brenselceller de siste årene, men det er per i dag ikke etablert en studieretning særlig innrettet mot brenselceller på instituttet.

### Forskningsaktivitet

IFT har en del aktiviteter knyttet til brenselceller. Forskning rundt emnet har vært fokusert mest på fundamentale problemstillinger, som e.g. valg av materialer for komponenter, studier av de elektrokjemiske prosessene, optimal design av celler og så videre. Disse aktivitetene har resultert i flere doktorgradsavhandlinger.

Det er et ønske for å fortsette forskingen på emnet, men per i dag mangler det midler. Det er sendt ut noen søknader mot NFR i 2014 som det ventes på tilbakemelding på. Det er også etablert samarbeider med flere partnere, både nasjonal (e.g. CMR, IFE) og internasjonalt (Linde AG, Plansee, Fiaxell).

Det er begrenset annen forskningsaktivitet som rubriseres som elkraft ved UiB i dag. Forskning innen nedbør, snødekke og hydrologi er sterk og kan være relevant for elkraftstudenter som skal jobbe med elproduksjon fra vannkraft.

### Kompetanse og muligheter

Kompetanse innen energimeteorologi (variabilitet i sol, vind og vann) kan gi grunnlag for tverrfaglig forskning innen utbygging av nettløsninger. Det er stort potensiale for forskning på storskala spørsmål om energi-infrastruktur inkludert transport, og samfunnsmessige aspekter.

Når det gjelder brenselceller, er det etablert en god kompetansebasis på IFT samt med gode samarbeidrelasjoner mot andre forskningspartnere. Teknologien har et stort potensial for videre utvikling og bruk i både industri og generell i samfunnet.

### Samarbeid med randsonen

Innen brenselceller er det etablert samarbeid mellom IFT og CMR. Per i dag foreligger flere søknader for midler til brenselceller forskning hvor begge parter er involvert. CMR bidrar med tilgang til eksperimentelt utstyr og en del av kostnadene, samt med kunnskap og erfaring fra egen forskningsaktiviteter på samme emnet. Master og PhD kandidater som er veiledet av IFT får derfor mulighet til å eksperimentere i tillegg til teoretisk forskning.

### Andre forhold

Det er nært samarbeid med BKK og interesse fra mindre bedrifter som er tjenesteytere til energibransjen.

### Vitenskapelig personell:

- Pawel Kosinski
- Alex Hoffmann
- Crina Silvia Ilea (II-stilling, IFT)
- Asgeir Sorteberg (GFI)

### **4.3 Energieffektivisering**

Energiforbruket i Europa er omlag 5kW per person og fordeles omtrent jevnt på tre sektorer: (i) transport, (ii) industri og (iii) privat og offentlig sektor.

Forbedret andel nyttig energi (for eksempel frem mot Carnot grensen) og mindre andel unyttig energi er en viktig og pågående forskningsutfordring i alle sektorer av samfunnet. Transportsektorens andel av utslipp er høyt i alle deler av verden, og maritim så vel som landbasert og luftbasert transport utgjør vesentlig andeler av samlede utslipp. Likefullt brukes i dag stor mengde energi til transport av råvarer utelukkende på grunn av samfunnsmessige forhold (reguleringer, tollsatser) mellom landene. Å utnytte tilgjengelig energi mer effektivt er derfor like mye et samfunnsforsknings problem som en naturvitenskapelig utfordring.

### Utdanning

I energimasteren i samarbeid med HiB tilbys masteroppgaver i termiske maskiner som et tema innen studieretning energiteknologi. Forøvrig er det ingen dedikert utdanning utover energi-konverteringsprinsipper i eksisterende kurs i termodynamikk, prosesseteknologi etc. (IFT, KI).

### Forskningsaktivitet

Grunnleggende relevant forskning i varmetransport, dissipative prosesser, brenselceller og turbinteknologi (IFT). Andre viktige forskningsområder som UiB i dag ikke har aktivitet innenfor er ledningsbasert transport av strøm (samarbeid med HIB), nye (superledende-) materialer for strømtransport, samfunnsfaglig forskning rettet mot forståelse og effektivisering innen transportsektoren.

Ved Institutt for fysikk og teknologi og Kjemisk institutt planlegges forskningsaktivitet rettet mot skipsfart. UiB har ledet arbeidet med SFI søknaden "Maritime SHIFT". Senteret har energieffektivitet, kostnadseffektivitet og redusere miljøfarlig utslipp som mål for skipsfarten.

### Kompetanse og muligheter

Øket effektivitet i kjemiske konverteringsprosesser, utnyttning av spillvarme (IFT).

### Samarbeid med randsonen

I forbindelse med SFI-søknaden Maritime SHIFT er det etablert kontakt mot CMR, Uni Research og NHH innen området. Prosjektet oppsto på forespørsel fra skipsklyngen Maritime CleanTech West (MCTW), som i juni 2014 ble utnevnt som et Norwegian Centre of Expertise (NCE).

### Vitenskapelig personell:

- Crina Silvia Ilea, II-stilling, IFT

## **4.4 Energilagring**

Elektrisk forsyningssikkerhet med en potensiell fremtidig kraftproduksjon basert på ustabile energikilder vil kreve systemer og teknologier for energilagring siden det vil bære uoverensstemmelse mellom energibehov og – produksjon. I perioder hvor for de fornybare energikildene ikke leverer nok energi kan energilagrene stå for restbehovet. I perioder hvor de ustabile produksjonsenheter produserer mer enn behovet så kan overskuddsenergien gå til lagringsenhetene.

Energi kan lagres som potensiell mekanisk energi (pumpet vannkraft lager), som kinetisk energi (rotasjonshjul), potensiell energi i materialer (batterier, gass, biomateriale), i termiske og/eller trykklagre, eller i form av elektromagnetiske felt (f. eks. superledende magneter). I dag anses lagringskapasiteten størst (~GWdager) i lavteknologi systemer som vannkraftlager og undergrunns gass- og trykklager, men den forventede utvikling i batteriteknologier kan godt endre dette bildet. Temaet spenner svært mange fagområder, og mange miljø på UiB har muligheter for å gå inn på området (jf. Vedlegg 2).

### Utdanning

Det er skrevet masteroppgave om termisk lagring i undergrunnen ved Matematisk institutt. En masteroppgave på energilagring i ved er under utarbeidelse som endel av et MNFA/NHH samarbeid.

### Forskningsaktivitet

Det er i dag liten forskningsaktivitet ved fakultetet knyttet til energilagring.

### Kompetanse og muligheter

IFT har kompetanse på de fleste lagringsteknologier, og ny batteriteknologi inngår i flere pågående forskningsaktiviteter.

### Samarbeid med randsoner

Det er samarbeid med CMR relatert til undergrunns termisk energilagring.

### Andre forhold

Norsk vannkraft har allerede betydning som passivt energilager i nord. I europeisk sammenheng er eksisterende norsk lagringskapasitet nesten uvesentlig. Mer lagringsplass er avgjørende viktig hvis betydelig fornybar energi skal fases inn i energisystemet.



Ved Matematisk institutt planlegges forskningsaktivitet rettet mot energilagring i undergrunnen, og det er tatt initiativ til et ITN-prosjekt ledet av UiB innen området med internasjonale partnere. Søknaden fikk ikke støtte i 2014, men nådde høyt opp i konkurransen, og en revidert søknad vil sendes inn tidlig i 2015.

Vitenskapelig personell:

- Inga Berre (MI)
- Lars Egil Helseth (IFT)
- Eirik Keilegavlen (MI)
- Jan Nordbotten (MI)
- Florin Radu (MI)

## **5 Grunnleggende/tverrfaglig energiforskning**

Det foregår også grunnleggende og/eller tverrfaglig energiforskning av mer eller mindre spredt natur. Denne kan være tilknyttet en annen disiplinmerkelapp eller den kan være en tilleggsaktivitet. Ved IFT arbeider f. eks. Professor Lars Egil Helseth med triboelektriske nanogeneratorer, som er en del av forskningen i nanofysikk. Professor Jan Petter Hansen arbeider i samarbeid med NHH med forskjellige aspekter knyttet til globale problemstillinger slik som energiøkonomi, læringskurver og resursmodellering. Endel masteroppgaver har vært knyttet til disse aktivitetene.

I energimasteren er det innenfor studieretning fornybar energi tatt opp masterstudenter i temaet Global energi- og klimautvikling. Disse blir veiledet ved Geofysisk institutt. Innenfor dette temaet er det forskningssamarbeid med forskningsgruppen for klimadynamikk ved GFI og SKD/Bjerknessenteret der man bl.a. gjør nytte av globale klimasimuleringer i analyser og vurderinger av koplinger mot energiscenarier.

Vitenskapelig personell:

- Lars Egil Helseth (IFT)
- Jan Petter Hansen (IFT)
- Helge Drange (GFI)
- Peter M Haugan (GFI)

## SP 57/14-15

### Et studentpolitisk klimaforlik på Høyden

Basert på resolusjonsutkast slik det var fremlagt for SP og endringer som fremgår av tilsendt utdrag av utkast til protokollen.

Klimaendringene er reelle og menneskelig aktivitet bidrar til forverring av disse. Det behøves en politisk og vitenskapelig satsning uten historisk sidestykke som gjør oss i stand til å håndtere og forebygge de forestående klimaendringene vår generasjon står overfor. Vår ambisjon for universitetet vårt er at våre studenter og forskere skal være i verdenstoppen innen klimaforskning og –kompetanse. Vi forventer at dette i fremtiden vil bli stadig mer krevende for fagmiljøene våre. Vi mener derfor at det bør legges til rette for gode betingelser for instituttene og miljøene som driver denne forskningen fremover. Samspillet mellom klimaforskning og forskning på fornybar energi er helt avgjørende for et skifte fra en oljebasert økonomi. Bruken av fornybare energi er en av viktigste metodene for å begrense utslippene av klimagasser. Derfor ønsker også studentparlamentet, som tidligere fastsatt, at klimaforskning skal bli et av de nye profilområdene på UiB.

Studentparlamentet mener at:

- Universitetet i Bergen må legge til rette for forskningen på fornybar energi.
- Universitetet i Bergen må prioritere klimaforskning høyt nok til at målsetningen om å fortsatt være i verdenstoppen skal kunne nås.
- Universitetet i Bergen må utrede hvordan universitetet skal spille sin rolle i samfunnet for å imøtegå klimautfordringene som verden står overfor.
- UiB bør legge til rette for at fakultetene kan inngå tverrfaglige samarbeid innenfor forskning på klima og omstilling til et lavutslippssamfunn
- UiB bør legge til rette for at fakultetene kan inngå tverrfaglige samarbeid innenfor forskning på klima og omstilling til et lavutslippssamfunn»

Punktene over bes forstått i sammenheng med vår tidligere vedtatte politikk som er forankret i vårt prinsippprogram vedtatt i møte den 30 september i år og resolusjon om ny strategiplan for UiB vedtatt i møte den 27. oktober av i år.