

NTNU

TEMATISK SATSNING ENERGI

FORSLAG TIL VIDEREFØRING AV EKSISTERENDE STRATEGISK
INNSATSOMRÅDE

ARBEIDSGRUPPE ENERGI

04.04.2013

www.ntnu.edu/energy

Innledning

Den foreliggende rapporten er et forslag til videreføring av «Energi» som et strategisk satsningsområde. Forslaget bygger på fase I-rapporten og bestillingene fra rektoratet av 24.01 og 12.02 2013.

Følgende har hatt ansvar for utforming av rapporten:

- Geir Øien, IME (ansvarlig dekan)
- Olav Bjarte Fosso, IME, (koordinator)

- Knut Holtan Sørensen, HF
- Anne Grete Hestnes, AB
- Øyvind Aschehoug, AB
- Olav Bolland, IVT
- Trond Kvilhaug, IVT
- Hilde Venvik, NT
- Gabriella Tranell, NT
- Asgeir Tomasgard, SVT
- Bjarne Foss, IME
- Arne M. Bredesen, TSO Energi
- Hans Jørgen Roven, TSO Materialer

I tillegg har det vært bidragsyttere fra de enkelte fakultetene.

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	i
Innholdsfortegnelse	ii
Visjon: Energi for en bedre verden.....	1
1. Energi som innsatsområde for NTNU	1
2. Resultater av NTNUs strategiske satsning på energi.....	2
3. Hvorfor energi fortsatt må være et strategisk innsatsområde	4
4. Energiområdets framtidige strategi og organisering	6
5. Mål framover.....	8
6. Sammenfatning og konklusjon	12
Vedlegg 1. Fakultetsvis oversikt over faggrupper med energirelevant forskning.....	13
1. A. Fakultet for arkitektur og billedkunst	13
Institutt for byggekunst, historie og teknologi.....	13
Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning	13
Institutt for byggekunst, form og farge	13
Institutt for byforming og planlegging	14
1. B. Det humanistiske fakultet	14
Institutt for tverrfaglige kulturstudier	14
1. C. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk.....	15
Institutt for elkraftteknikk (Elkraft)	15
Institutt for teknisk kybernetikk (ITK).....	15
Institutt for telematikk	16
Institutt for elektronikk og telekommunikasjon (IET)	16
Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap	16
Institutt for matematiske fag	16
1. D. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi	17
Institutt for bygg, anlegg og transport (BAT)	17
Institutt for energi- og prosesseteknikk (EPT).....	17
Institutt for geologi og bergteknikk (IGB).....	18
Institutt for konstruksjonsteknikk (KT).....	18

Institutt for marin teknikk (IMT).....	19
Institutt for produktutvikling og materialer (IPM)	19
Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk (IPT)	19
Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk (IPK).....	19
Institutt for produktdesign (IPD)	19
Institutt for vann- og miljøteknikk (IVM).....	20
1. E. Fakultet for naturvitenskap og teknologi	20
Institutt for kjemisk prosesseteknologi	20
Institutt for materialteknologi.....	21
Institutt for fysikk	21
Institutt for kjemi.....	22
Institutt for bioteknologi	22
Institutt for biologi.....	22
1. F. Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse	23
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse.....	23
Geografisk institutt.....	23
Institutt for sosiologi og statsvitenskap	23
Vedlegg 2: Kort oppsummering av hovedutfordringer når det gjelder forskningstema.....	24
Vedlegg 3. Organisasjonskart for innsatsområdet pr. mars 2013.....	26

Visjon: Energi for en bedre verden

NTNU skal legge premisser for energiutviklingen og bidra til å skape verdier – økonomisk, kulturelt og sosialt. NTNU skal utnytte sin teknisk-naturvitenskapelige hovedprofil, faglige bredde og tverrfaglige kompetanse til å bidra til håndteringen av de store, sammensatte utfordringene som Norge og verdenssamfunnet står overfor. Det strategiske innsatsområdet Energi skal sikre at NTNU møter disse utfordringene på en best mulig måte.

1. Energi som innsatsområde for NTNU

Energi har vært og er en svært viktig ressurs for Norge. Utbyggingen av vannkraften i løpet av det 20 århundre var et sentralt utgangspunkt for både industrialisering og velferd. Produksjonen av olje og gass har i løpet av de siste 40 årene utviklet seg til å bli et sentralt grunnlag for norsk velstand. Samtidig er energiproduksjon den absolutt viktigste kilden i verden til utslipp av CO₂ og andre klimagasser, og de menneskeskapte klimaendringene har medført en helt ny dagsorden på energiområdet. Økt, sikker tilførsel av fornybar energi er en helt sentral utfordring for verdenssamfunnet. Norge har både muligheter til og ansvar for å bidra til å håndtere denne utfordringen gjennom produksjon av miljøvennlig energi og ved å styrke kunnskapsgrunnlaget for slik produksjon. Ved å satse på miljøvennlig energi som produkt og som kunnskap kan Norge i tillegg oppnå økt verdiskaping.

Grunnlag for en slik satsing ligger i utvikling av ny kunnskap gjennom forskning og utvikling og å gjøre ny kompetanse tilgjengelig gjennom utdanning på høyt nivå. Derfor bør NTNU spille en sentral rolle i Norges satsning på energi. For det første er NTNU et stort, bredt og sterkt forskningsmiljø på energiområdet. For det andre er NTNU Norges største institusjon for utdanning av høyt kvalifiserte kandidater på energirelevante fagområder.

Energi er tematisk sett det største forskningsområdet på NTNU. Seks av syv fakulteter er engasjert i energirelatert forskning. 30 institutter, mer enn halvparten av NTNUs institutter, deltar med minst 61 faggrupper (se vedlegg 1 som gir en oversikt over instituttene og faggruppene som er engasjert i forskning på energiområdet). Antakelig er rundt regnet en femtedel av NTNUs forskningsaktivitet relevant for den framtidige utviklingen på energiområdet. Også på utdanningsområdet er energi viktig, ikke bare i de relativt store studieprogrammene som har fokus på energi, men i tillegg de som utdanner

eksperter på alle de fagområdene som er involvert i tverrfaglig samspill rundt dette temaet. Mange av disse faggruppene har tilgang til unike laboratorier som er av avgjørende betydning for NTNUs evne til å bringe fram ny kunnskap og nye løsninger.

NTNU markerer seg dermed sterkt som energiforskningsinstitusjon, både nasjonalt og internasjonalt. Dette viser seg i den brede deltakelsen i de nyopprettede sentrene for miljøvennlig energi, men også i uttellingen i bevilgninger fra Norges Forskningsråd og EU. Det er i tillegg en klart økende aktivitet når det gjelder samarbeid med universiteter i andre land.

Energi har vært et strategisk innsatsområde for NTNU siden 2000. Denne strategiske satsningen har vært viktig for de resultatene som har vært oppnådd, både ved å motivere et stort antall fagmiljø til økt engasjement på energiområdet og ved å samordne innsatsen. Erfaringene fra denne perioden viser at en fortsatt strategisk satsning er nødvendig. Energiområdet på NTNU er så tverrfakultært og omfatter så mange forskjellige faggrupper at det ikke er mulig med en uformell, frivillig og kostnadsfri samordning som samtidig sikrer gode resultater. Selv en konsolidering av nåværende virksomhet er faktisk et ganske ambisiøst mål som krever aktiv, tverrfakultær samordning på linje med den strategiske satsningen som NTNU har gjennomført i de foregående 12 årene. Vi har i tillegg planer om nye satsninger, noe det gjøres rede for i kapittel 5. Uten en fortsatt strategisk satsning på energi vil NTNU tape terreng, både nasjonalt og internasjonalt.

2. Resultater av NTNUs strategiske satsning på energi

Gitt omfanget av energiområdet på NTNU er det ikke lett å gi en beskrivelse av hva som har vært oppnådd i perioden der energi har vært et strategisk innsatsområde uten å bruke mye plass. Dessuten skal den strategiske satsningen langt fra ha all ære for det som har skjedd. Vi vil imidlertid peke på noen viktige resultater som også forteller om den faglige kvaliteten ved energiområdet. Den som vil ha mer informasjon, inkludert strategier og resultater fra involverte sentre, kan finne dette på innsatsområdets hjemmeside (<http://www.ntnu.edu/energy>).

I forlengelsen av det såkalte klimaforliket etablerte Forskningsrådet i samarbeid med Olje- og energidepartementet en ordning med sentre for miljøvennlig energi (FME) som ble lyst ut i 2008. I 2010 ble det lyst ut FME-er med en samfunnsvitenskapelig profil. FME-ene var ment som en hybrid av ordningene med sentre for fremragende forskning (SFF) og sentre for forskningsbasert innovasjon (SFI). Målet var både internasjonalt anerkjent forskning og tverrfaglig lagspill for å skape løsninger på områder som politikere og næringsliv er opptatt av. Tung deltakelse i FME-ene må derfor regnes som en klar faglig anerkjennelse. Det er opprettet til sammen 11 FME-er. NTNU koordinerer to av disse og er tungt inne i ytterligere fem:

- Norwegian Research Centre on Zero Emission Buildings (NTNU koordinerer),
- Centre for Sustainable Energy Studies (NTNU koordinerer),

- BIGCCS Centre – International CCS Research Centre,
- Centre for Environmental Design of Renewable Energy,
- Bioenergy Innovation Centre,
- Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology,
- The Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology.

Energiforskningsmiljøet ved NTNU deltar også i tre SFI-er:

- Centre for Integrated Operations in the Petroleum Industry (NTNU koordinerer),
- Innovative Natural Gas Processes and Products,
- Multiphase Flow Assurance Innovation Centre.

Ingen andre norske universiteter er i nærheten av å ha hatt en tilsvarende uttelling.

Gjennom mange år har NTNU-SINTEF med betydelig støtte fra det offentlige og næringslivet bygd opp bortimot 30 unike laboratorier som representerer en investering på minst 500 millioner kroner. I dag utgjør dette samlet sett et flerfaglig energilaboratorium av internasjonal klasse. Innsatsområdet har derfor satt laboratorieutvikling på det strategiske kartet og bragt fram forslag til koordinerte laboratorieutviklingsprosjekter både nasjonalt (NFRs Veikart) og internasjonalt (ESFRI).

NTNU har også fått mange prosjekter fra energi- og klimarelevante programmer i Forskningsrådet og EU. Det ligger videre en betydelig faglig anerkjennelse i NTNUs deltakelse i Energi21, og i at NTNU i dag har strategisk samarbeid med anerkjente universiteter og forskningsinstitutter i:

- USA (MIT),
- Kina (Tsinghua University og Shanghai Jiao Tong University),
- Japan (Kyoto International Forum for Environment and Energy)
- India (TERI).

Dette strategiske samarbeidet med utvalgte ledende universiteter i land som er prioriterte samarbeidspartnere for Norge, er et produkt av NTNUs store og brede energiaktivitet som har gitt oss god synlighet. Samtidig har satsningsområdet lagt ned mye arbeid i etablering og styrking av internasjonalt samarbeid. Dette arbeidet har omfattet identifikasjon av potensielle samarbeidsinstitusjoner, etablering av samarbeid både gjennom intensjonserklæringer institusjonene imellom, og konkret forskningssamarbeid og annen faglig utveksling. Uten innsatsområdet ville resultatene vært mye svakere. Samarbeidet har omfattet team av professorer på utvalgte forskningsområder, både teknologiske og samfunnsfaglige. Strategien vår har hele tiden vært Kunnskap, Vennskap og Samarbeid, som er et signal om at vi legger stor vekt på samarbeidsformer som gir gode resultater både på det faglige og menneskelige plan. Vi vil også understreke at utviklingen av dette internasjonale samarbeidet har vært avhengig av at NTNUs rektorer har stilt opp og «åpnet dører». Det er en av fordelene ved å ha status som strategisk innsatsområde.

Hvilke strategiske resultater har så innsatsområdet oppnådd, utover de som er nevnt ovenfor? For det første har innsatsområdet – som vi alt har vært inne på – bidratt til

en sterk nasjonal markering av NTNU som energiforskningsinstitusjon. Særlig viktig i denne sammenhengen har deltakelsen i Energi21 vært, i tillegg det forskningspolitiske samarbeidet på energifeltet med Forskningsrådet. Her har våre flerfaglige mål og strategier gitt viktige bidrag til utviklingen av energiforskningen – fra mange små programmer til det store forskningsprogrammet RENERGI.

For det andre har innsatsområdet engasjert seg i undervisning, i første rekke som støttespiller for studieprogrammet Energi og miljø. Det er også satt i gang et internasjonalt mastergradsprogram på nullutslippsbygg. Andre initiativ er under utvikling, blant annet et internasjonalt mastergradsprogram i fornybar energi og et «double degree» mastergradstilbud i «Sustainable Energy» sammen med Shanghai Jiao Tong University. Energirelaterte problemstillinger gjør seg dessuten gjeldende i mange av NTNUs ordinære mastergradsprogrammer der vi utdanner eksperter på de fagområdene som inngår i det tverrfaglige samspillet.

For det tredje har det vært et engasjement knyttet til ekstern kommunikasjon og formidling. Det strategiske innsatsområdet har hatt tett og god kontakt med store deler av det energirelaterte næringslivet i Norge, inklusive Statoil og Statkraft. Den store og aktive deltagelse fra næringsliv og forvaltning i FME-ene er et resultat av dette. Innsatsområdet hadde i starten et styre med solide representanter fra sentrale norske aktører som Hydro, Statoil, Statsbygg og Enova. Dette hadde stor og positiv betydning for utviklingen i de viktige første 5 årene.

3. Hvorfor energi fortsatt må være et strategisk innsatsområde

Forskningsutfordringene på energiområdet er mangfoldige og sammensatte. Noen kan ivaretas godt av enkeltstående forskningsgrupper, mens andre krever tverrfaglig samarbeid av varierende omfang. En god del tverrfaglig samarbeid lar seg etablere og blir etablert nedenfra. Det er imidlertid ingen tvil om at energiområdet ved NTNU er så omfattende og involverer så mange forskjellige fagmiljø på seks av NTNUs fakulteter at en ikke bør basere seg utelukkende på initiativ nedenfra. Det trengs en energifaglig velforankret overbygning som kan koordinere og stimulere.

Det er flere mer spesifikke grunner til at NTNU fortsatt bør ha en langsiktig og organisatorisk sterk strategisk satsning på energi. For det første kan ikke den samlede forskningsinnsatsen ivaretas gjennom eksisterende linjestruktur. Instituttledere og dekaner har verken kapasitet til eller egnede organisatoriske instrumenter for å ivareta de beskrevne behovene og for å samordne denne virksomheten på tvers av fakulteter og institutter. Det trengs en energifaglig preget matriseorganisasjon der den strategiske satsningen på energi kan skape kontakt og stimulere til nødvendig samarbeid på tvers av den ordinære NTNU-organisasjonen. Tilsvarende gjelder for undervisningstilbudene, selv om linjeorganisasjonen i større grad kan ivareta samordningsbehov her.

For det andre trenger energiforskningen ved NTNU å ha et felles ansikt utad. Det gjelder overfor politiske myndigheter, initiativer av typen Energi21, Forskningsrådet og EU. For eksempel kreves det samordning for å drive påvirkning og levere innspill til Horizon 2020 på en effektiv måte. Et felles ansikt utad har også vist seg å være av uvurderlig betydning for etablering av forskningssamarbeid med andre land som Japan, Kina, USA og India, herunder inngåelse av samarbeidsavtaler med utenlandske universiteter. NTNUs ledelse har spilt og spiller en viktig rolle når det gjelder å markere NTNU i mer offisielle kontekster, men det trengs en type organ som et strategisk innsatsområde for å ta ansvar for den langsiktige og ganske arbeidskrevende innsatsen som kan lede fram til offisielle markeringer. Verken NTNUs sentrale ledelse eller ledelsen av de enkelte fakultetene har kapasitet til å gjøre denne typen innsats. Et felles ansikt utad er ikke minst viktig for samarbeid med næringslivet og de deler av offentlig sektor som er engasjert med energipolitikk og energiforvaltning.

For det tredje er det behov for en strategisk satsning på energi for å legge bedre til rette for og oppmuntre til tverrfaglig samarbeid om prosjektsøknader og mer omfattende framstøt for å få etablert sentre, o.l. En strategisk satsning muliggjør en løpende beredskap for å håndtere nye forskningspolitiske og forskningsstrategiske initiativer fra departement, Forskningsråd, næringsliv og EU som ikke kan ivaretas på andre måter. Den positive utviklingen NTNU har hatt siden 2000, skyldes denne beredskapen. Nye initiativer på energiområdet vil garantert komme også i de neste 10 årene. I NTNUs ordinære virksomhet er det lite slakk som kan brukes til å ta hånd om mer omfattende utlysninger. Her representerer en strategisk satsning en viktig ekstra ressurs som – dersom den blir fordelt mellom fakultetene – ikke vil ha noen vesentlig betydning fordi de enkelte delene da vil være for små.

For det fjerde har vi sett at den strategiske satsningen på energi de siste 10-12 årene har bidratt til å skape en energiforskningsidentitet på tvers av fakultetene. Et slikt identitetsskapende arbeid kan aldri avsluttes uten at effektene blir dårligere. I tillegg signaliserer energi som strategisk satsning for NTNU en anerkjennelse av denne forskningsinnsatsen og en vilje fra NTNU til å satse på slik forskning. Betydningen av en slik anerkjennelse bør ikke undervurderes.

Avslutningsvis vil vi nevne at de etablerte FME-ene og SFI-ene i løpet av 2-5 år antakelig vil stå uten støtte fra Forskningsrådet. Det kan tenkes at det blir nye runder med slike forskningssentre, men det er ikke sikkert. Uansett står NTNU overfor store utfordringer når det gjelder å følge opp og videreutvikle virksomheten knyttet til disse senterne. De enkelte faggruppene vil mangle tyngde til det nødvendige forskningspolitiske arbeidet, samtidig som en bør ha beredskap for å skape nye faglige konstellasjoner mellom energiforskningsmiljøene ved NTNU. Uten et strategisk innsatsområde for energi vil NTNU stå dårlig rustet overfor disse langsiktige utfordringene.

4. Energiområdets framtidige strategi og organisering

Det strategiske innsatsområdet har fungert etter og planlegger å fungere etter en strategi som kan oppsummeres i to hovedpunkter. For det første har vi lagt og vil legge vekt på mobilisering, koordinering og beredskap. *Mobilisering* er viktig for å drive fram aktivitet og initiativer, både innenfor og mellom de forskjellige faggruppene på energiområdet. Dette dreier seg ikke minst om å engasjere folk til å ta og delta i nye initiativ og gripe foreliggende muligheter, og om å utvikle handlingsdyktighet. Mobilisering kan skje gjennom direkte henvendelser men også være resultat av bredere møter og seminarer.

Koordinering kreves for å sikre at initiativer samordnes og for bidra til tilstrekkelig faglig tyngde og bredde. I stor grad handler dette om å gjøre tilgjengelig informasjon om andre faggrupper som det kan være aktuelt å samarbeide med. Koordinering skapes gjennom en organisasjonsform som sørger for kontakt til faggruppene – innsatsområdet har hatt og vil ha en ledergruppe som bidrar til dette – i tillegg til initiativ fra ledelsen av innsatsområdet. Innsatsområdet for energi har lagt mye arbeid ned i etableringen av et antall sentre som har fungert og vil fungere som et viktig mellomnivå for koordinering. Det gjelder Senter for fornybar energi, Gastechnisk senter, Petroleumssenter for bedre ressursutnyttelse, Senter for bærekraftige bygninger, Senter for elektrisk energi og energisystemer og Senter for energi og samfunn.

Dessuten har det vært etablert strategiske initiativ knyttet til CCS, hydrogenteknologi og industriell økologi. I tillegg til disse organisasjonsformene kommer så FME-ene og SFI-ene. Det resulterende organisasjonskartet (se vedlegg 3) kan virke komplekst, men vår erfaring er at med den ekstra koordineringsinnsatsen som kommer fra det strategiske innsatsområdet, er dette mangfoldet av sentre og andre initiativer effektivt og produktivt. Det skyldes antakelig at det er skapt tilstrekkelig med faglig overlapp til at sentrale fagmiljø og fagpersoner har møteplasser som gir mulighet for gjensidig koordinering. Når det er sagt, vil vi samtidig understreke at en ny strategisk satsning på energi vil ha en løpende vurdering av behovet for ytterligere møteplasser.

Universitetsansatte har betydelig frihet i disponeringen av sin arbeidstid. De fleste har imidlertid vanskelig for å få til kortsiktige, radikale omdisponeringer, for eksempel for å påta seg arbeidskrevende oppgaver knyttet til nye initiativer av typen senteretablering. Det strategiske innsatsområdet for energi har i så måte representert en *beredskapsressurs*, dels ved å ha kapasitet til å følge med på og følge opp nye, mer omfattende forskningsmuligheter, dels ved å gi drahjelp for å samle ressurser til felles formål. Denne beredskapsfunksjonen bør antakelig utvikles videre gjennom ny strategisk satsning på energi.

Det andre strategiske hovedpunktet handler om at det strategiske innsatsområdet for energi har lagt vekt på og vil legge vekt på å være *inkluderende* og *støttende*. Denne brede mobiliseringen for energiforskning på tvers av NTNUs fakulteter har basert seg på å få med flest mulig, uten vurdering av hvilke fagområder som er viktigst og hvilke forskningsgrupper som er best.

Gevinsten ved å være inkluderende har vært stor. Det har faktisk skjedd en bred mobilisering, og som det framgår av vedlegg 1, er det mange fagmiljø som er trukket med. Dette har gitt innsatsområdet stor faglig bredde, men også god forankring i mange fag. Det har skapt et unikt potensial for å imøtekomme utfordringene innenfor høyst forskjellige forskningsområder og anvendelsesfelter, i tillegg til at mulighetene for et mangfoldig, variert tverrfaglig samarbeid er til stede. Vekten på inkludering innebærer også at det er viktig å støtte flest mulig av fagmiljøene i størst mulig grad. Det strategiske innsatsområdet har ikke hatt store ressurser til slik støtte, men synlighet og oppmuntring til å bidra er i seg selv virksomt. Vi tror at de meget gode resultatene som er oppnådd (jfr. kapittel 2), viser at denne typen strategi er både effektiv og effektiv.

Når det legges vekt på å være inkluderende og støttende, og dermed på bred mobilisering, er det vanskelig samtidig å identifisere og fremheve «ledende fagmiljø» utover de som har fått ekstern anerkjennelse i form av FME- og SFI-status. Resultatene av innsatsområdets arbeid har imidlertid vist at det blir skapt sterke fagmiljøer, noe som ikke minst viser seg i den omfattende deltakelsen i FME-er og SFI-er. Vi tror det skyldes at det også er lagt vekt på lagspill og på «å spille hverandre gode». Slike prosesser og praksiser blir ikke etablert en gang for alle; det kreves jevn innsats for å gjenske dem.

Satsningen på bred mobilisering innebærer selvsagt at tverrfaglighet har vært en viktig målsetting, og vi ser at tverrfaglig samarbeid er realisert i stor utstrekning i de sammenhenger der dette er fruktbart og nødvendig. I denne sammenhengen vil vi understreke at tverrfaglighet også handler om kultur og ikke bare om konkret samarbeid. Det viser seg for eksempel i betydningen av å kjenne til forskjellige fagmiljø og fagpersoner som driver med energiforskning ved NTNU, og i mulighetene som oppstår til en kontekstualisering av egen forskningsvirksomhet i relasjon til andre fagområder. Det har også vært en viktig effekt av etableringen av innsatsområdet at det er blitt bedre og enklere å stille korte spørsmål til andre fagmiljø om bestemte problemfelt eller referanser til hva som kan være relevant ekspertise. Innsatsområdet har på denne måten skapt koplinger som organisatorisk sett er svake, men som er sterke når det gjelder faglig potensial.

Innsatsområdet var opprinnelig organisert under rektoratet, men ble i forbindelse med evalueringen i 2007/2008 lagt under Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi. Det har imidlertid fortsatt å være et tett samarbeid med NTNUs sentrale administrasjon, framfor alt med prorektor for forskning og hennes stab. Organisatorisk har innsatsområdet vært ledet av professor Arne M. Bredesen, med Trond Kvilhaug som koordinator. Dette har vært den daglige ledelsen. I tillegg har det vært en ledergruppe sammensatt av kontaktpersoner for de deltakende fakultetene som også har bidratt med koordinering overfor Senter for fornybar energi, Gassteknisk senter, Senter for elektrisk energi og energisystem, Senter for bærekraftige bygninger, Petroleumssenter for bedre ressursutnyttelse og Senter for energi og samfunn.

Det er behov for noen organisatoriske justeringer i forbindelse med en videreføring av innsatsområdet, selv om vi ønsker å beholde hovedstrukturen. For det første mener vi det er riktigst at innsatsområdet er organisert under rektoratet og ikke under et enkelt

fakultet. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi har vært et engasjert og støttende vertsfakultet, men vi mener det gir feilaktige signaler å plassere innsatsområdet under ett fakultet når det skal fungere sammen med nesten alle de øvrige fakultetene. For det andre bør den daglige ledelsen styrkes noe, minimum med ytterligere én koordinatorstilling. Ledergruppen vil uansett ha en viktig rolle i koordineringen av den omfattende forskningsvirksomheten, men i dagens situasjon er leder og koordinator overbelastet.

5. Mål framover

Hovedmålet framover er å bidra til faglig konsolidering og styrking av NTNUs forskning på energifeltet, slik at denne forskningen kan bidra til nasjonal næringsutvikling og politikk, og til internasjonal kunnskapsutvikling. NTNU skal være en attraktiv samarbeidspartner for ledende nasjonale og internasjonale aktører, og den nasjonale og internasjonale synligheten av NTNUs energiforskning skal styrkes ytterligere. Forskningen skal få større internasjonal, vitenskapelig oppmerksomhet samtidig som relevansen av forskningsinnsatsen blir enda tydeligere.

NTNU har de siste årene hatt svært god uttelling når det gjelder prestisjefylte nasjonale tildelinger av Sentre for forskningsbasert innovasjon (SFI) og Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME). Det er av overordentlig stor strategisk betydning at disse sentrene lykkes med sine oppgaver, og det vil kreve betydelig oppfølging fra innsatsområdet. I tillegg er det viktig å stimulere til og å utnytte synergieffekter mellom sentrene. Her har innsatsområdet et særlig ansvar for å ivareta en oppgave som ellers lett kan komme til å bli neglisjert. NTNUs linjeorganisasjon har ikke mulighet til å ivareta et slikt ansvar.

Innsatsområdet står også overfor viktige nye utfordringer. For det første er det viktig å støtte opp om og drive fram følgende initiativ som i dag er under utvikling:

- **Etablering av et nasjonalt «Senter for økt utvinning av olje og gass».** Det skal startes et nasjonalt forskningssenter med fokus på økt oljeutvinning for å øke utvinningsgraden på norsk kontinentalsokkel. NTNU arbeider for at dette senteret skal legges til og ledes av NTNU. De involverte fakultetene er IVT, NT og IME, og arbeidet vil bli ledet fra Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk.
- **Etablering av et Senter for smart byutvikling («smart cities»),** knyttet til EUs planlagte satsning i Horizon 2020. «Smarte byer» er et konsept som muliggjør integrert vurdering og forvaltning av energieffektivitet i bygninger, infrastruktur, byplanlegging og energiforsyning. FME ZEB ved Institutt for byggekunst, historie og teknologi leder satsingen på NTNU og i Norge, og leder 1 av 4 delprogrammer i EERA Joint Programme Smart Cities. Sistnevnte delprogram tilsvarer 80 årsverk per år hos 30 europeiske forskningsinstitusjoner i 14 land, og gir NTNU stor synlighet. H2020-satsingen på Smart Cities har viktige støttespillere blant fem fakulteter: IVT (Industriell økologi, BAT), HF (Institutt for tverrfaglige kulturstudier), IME, SVT (IØT) og AB (byplanlegging og transport). Medisin er en åpenbar partner å inkludere i den videre utviklingen av et senter for smarte byer.

- **Etablering av en FME for smarte energisystemer («smartgrid»).** Smarte energisystemer er en av de strategiske anbefalingene fra Energi21. Seks av fakultetene og en rekke av faggruppene som er nevnt i vedlegg 1, er involvert i Smartgrid-satsningen ved NTNU. I dialogmøtet med Norges forskningsråd ble også området nevnt som overmodent for en FME, men foreløpig er det ikke bevilget finansiering. Det er nå klart at det overfor departementet er anbefalt at en slik bevilgning blir prioritert. I tilfelle det trekkes ut i tid arbeides det med en SFI-søknad. NTNU skal stå som vertskapsinstitusjon ved etablering av en FME på dette feltet siden det er en så sentral og tverrfaglig satsing ved NTNU.
- **Etablering av en FME for energieffektivisering i industrien.** Sammen med SINTEF brakte NTNU fram en FME-finalist-søknad på dette temaet i første runde av den første FME-utlysningen. Søknaden nådde ikke helt opp, men fagmiljøene ble tildelt en større KMB – CREATIV. CREATIV er benyttet til å bygge opp et tett samarbeid med store energibrukere som Norsk Hydro, Norske Skog og norsk fiskeindustri. Samarbeidet omfatter følgende arbeidsområder: Elektrisitetsproduksjon fra lavtemperatur varmekilder, effektiv oppvarming og kjøling, og utnyttelse av termisk energi i smarte industrinettverk. CREATIV har også spilt en viktig rolle i utviklingen av det internasjonale samarbeidet med Japan (KIFEE) og Kina (Shanghai Jiao Tong University). Videre har Energi21 utpekt «Lavtemperatur varme-konvertering» til å være et satsningsområde. Alt dette vil danne et godt grunnlag for en ny FME-søknad. Den videre utvikling vil skje i et samarbeid mellom Energi og prosesseteknikk ved IVT og Materialer ved NT, slik at man kan utvikle effektiviseringsteknologi som er tilpasset de nye metallproduksjonsprosessene som skal utvikles (jfr. side 10). Institutt for tverrfaglige kulturstudier (HF) vil også bli trukket med.

For det andre planlegger innsatsområdet å bidra til at det blir startet aktivitet på fem nye områder:

- **Nanovitenskap og avanserte materialer for ny energiteknologi.** Nanovitenskap og avanserte materialer blir presentert som en sentral muliggjørende teknologi for flere sentrale samfunnsutfordringer, deriblant «sikker, ren og effektiv energi» (Horizon2020, NANO2021). Gjennombrudd på dette området kan komme til å endre på grunnleggende måter hvordan vi høster, omvandler, lagrer og bruker energi. Nye fotovoltaiske materialer og nanoelektronikk kan nevnes som viktige eksempler for hvordan vi henholdsvis utnytter sola og minimerer energibruken i elektroniske apparater. Dette er også et område der «erkjennelsesorientert» grunnforskning fort kan vise seg å ha stor teknologisk betydning. NTNUs fagmiljøer står sterkt, og NTNU, delvis sammen med Forskningsrådet, har investert tungt i infrastruktur knyttet til Nanovitenskap og avanserte materialer (NTNU Nanolab, NORTEM, NICE, RECX). Økt aktivitet og teknologiske gjennombrudd krever langsiktig innsats ved flere fakulteter (NT, IME og IVT) og samarbeid mellom grunnforskning og mer anvendte miljøer. NT-fakultetet forventes å ta en koordinerende rolle for å drive fram initiativet, i samarbeid med NTNU Nanolab.
- **Energilagring.** Det norske vannkraftsystemet har representert en viktig energilagringsskapasitet og er tiltenkt en slik rolle når det gjelder å balansere variasjoner i forbruk og produksjon i Europa. Ved storskala integrasjon av fornybare og intermitterende energikilder vil behovet for reguleringskapasitet langt overstige det som vi kan bidra med i dagens system. Lagring er en av

hovedutfordringene ved overgang til fornybare energikilder. Det er nødvendig med lagringskapasitet med tidsspenn fra sekunder til dager da hurtige og langsomme variasjoner må utjevnes. Deler av dette kan oppnås ved ombygging av vannkraftsystemet til større momentan kapasitet med omfattende muligheter av pumping. Det må imidlertid også forskes på batteriløsninger og integrasjon av elektrisk bilpark, i tillegg til å videreutvikle de mulighetene som bygninger og industri byr på for å sikre tilstrekkelig kapasitet. En satsing på energilagring vil i første omgang involvere tre fakulteter – IME (Elkraft), IVT (flere institutt) og NT (materialforskningsmiljøene).

- **Vannkraft for det 21 århundre.** Vannkraft er et forskningsmessig veletablert område, men det står overfor store og viktige behov for fornyelse. Samspill med det øvrige energisystem ved storskala integrasjon av fornybar og ofte intermitterende energi vil gi store teknologiske og økonomiske utfordringer og krever forskning på en rekke områder. Det nyetablerte senteret for Vannkraft skal ivareta satsninger, tverrfaglig koordinering og synlighet overfor kommende ingeniører slik at rekruttering til bransjen ivaretas. Satsningen skal drives fram av fagmiljø ved IME (Elkraft) og IVT (Energi- og prosesssteknikk, Vann- og miljøteknikk).
- **Avanserte termodynamiske analyser.** Energi kan omdannes og opptre i forskjellige former på veien fra kilde til sluttbruker. Termodynamikk er fagområdet som viser hvordan denne omformingen kan skje på beste måte, og dokumentere hvor god den virkelige energiutnyttelsen er. Avanserte termodynamiske løsninger er av avgjørende betydning for alt energieffektiviseringsarbeid. Et senter for avanserte termodynamiske analyser tenkes utviklet som et samarbeid mellom Kjemisk prosess teknologi ved NT og Energi og prosesssteknikk ved IVT som har betydelig aktivitet på området. Det vil bli en sentral samarbeidspartner og ressurs for alle tverrfaglige prosjekter innenfor innsatsområdet som har energieffektivisering som mål.
- **Metallproduksjon.** Metallurgisk industri er Norges største landbasert industri, med en total eksportverdi på 59 milliarder kroner i 2011. I tillegg står denne industrien for mer enn 36 % av Norge totale strømforbruk, og den sysselsetter omlag 13 000 personer. For å oppnå bærekraft må metaller bli produsert med en energi- og naturressursstrategi som «gjør mer med mindre». Det skal arbeides for å få etablert en SFI for metallproduksjon som skal fokusere på dematerialisering av råvarer, energi og prosesser gjennom omfattende kunnskap innenfor lettmetaller, ferrolegeringer, og Si- og bas-metaller. Arbeidet ved NTNU vil bli drevet av NT (faggruppene på Prosessmetallurgi og Elektrokjemi), sammen med IVT (Energi- og Prosesssteknikk). Det vil skje i samarbeid med SINTEF.

Erfaringsvis vil det dukke opp nye, uforutsette politiske og næringsrelaterte satsninger. Det gjør det viktig å bevare den beredskapsfunksjonen som har vært så viktig for det som innsatsområdet har oppnådd i de siste 12 årene. Vi vil i denne sammenheng arbeide med å få fagmiljøer og enkeltpersoner til å søke ERC-bevilgninger og på sikt når mulighetene byr seg, SFF. I første omgang vil vi prioritere ERC-ordningen. Her er det flere fagmiljø som kan være aktuelle. Vi skal starte med informasjons- og mobiliseringsmøter som utgangspunkt for videre innsats.

FME-ene er opprettet med en varighet på 5 + 3 år. Det betyr som nevnt at innsatsområdet – og NTNU! – vil stå overfor betydelige utfordringer med videreføring av

virksomheten knyttet til sentrene, senest fra 2017. For innsatsområdets sin del vil dette være viktig og kreve mye oppmerksomhet og langsiktig arbeid. I tillegg til å bidra til at FME-satsningen blir vellykket, vil det være viktig med oppfølging og kontakt både med Forskningsrådet og politiske myndigheter. I forlengelsen av dette blir det viktig med strategiske vurderinger omkring videreføring og fornyelse når det gjelder satsninger innenfor energiområdet. Også Horizon 2020 og EU mer generelt er viktige strategiske arenaer der det er behov for samordnet innsats fra NTNUs mange fagmiljøer på energiområdet.

Som det framgår av vedlegg 1, er det mange fagmiljø som i dag driver med energirelevant forskning og dermed hører med i innsatsområdet. Innsatsområdet vil imidlertid ha kontinuerlig oppmerksomhet knyttet til å få med nye fagmiljø. Vi vil også arbeide løpende med tilrettelegging for mer tverrfaglig samarbeid. Det ligger store synergieffekter i nye kombinasjoner av fagmiljø, samtidig som viktige samfunnsproblemer på energiområdet bare lar seg håndtere gjennom tverrfaglig samarbeid. NTNU er i dag ikke i nærheten av å utnytte det potensial som foreligger. På den annen side skal ikke tverrfaglighet være noe mål i seg selv, og det er nødvendig med faglig sterke, spesialiserte forskningsmiljø for å lykkes med tverrfaglig samarbeid. NTNUs sterke kompetanse innen biodiversitet og bevaringsbiologi (SFF-CBD), som også utnyttes i FME CEDREN, kan nevnes som eksempel på en framstående posisjon innen forskning på miljøpåvirkninger av energiproduksjon og bærekraftig utnyttelse av økosystemtjenestene som kan videreutvikles og brukes bedre.

Undervisning er den viktigste kanalen for formidling av ny, forskningsbasert kunnskap. Innsatsområdet ønsker i den kommende perioden å foreta en systematisk gjennomgang av NTNUs undervisningstilbud på energiområdet for å undersøke hvordan den store forskningsvirksomheten enda bedre kan omsettes i undervisning. I første rekke handler dette om å styrke eksisterende studieprogrammer og fag, men det er en viktig oppgave for innsatsområdet framover å vurdere om det er behov for nye initiativ, spesielt når det gjelder etter- og videreutdanning og innenfor kultur- og samfunnsvitenskapelige energistudier.

Innsatsområdet vil også bidra til utvikling av bedre kommunikasjonspraksiser innenfor energifeltet ved NTNU. Vi har i utgangspunktet som mål å skape en bedre forståelse av og interesse for energi i samfunnet. Det er i dag flere initiativ som retter seg mot å informere og motivere ungdom for å engasjere seg i energispørsmål og velge energirelevante studier, blant annet Ung Energi og Grønn Fase. Slike initiativ må støttes. Innsatsområdet tar imidlertid også sikte på å bidra til at energiforskningen ved NTNU blir lettere tilgjengelig, for eksempel gjennom en egen web-portal. Innsatsområdet vil i tillegg se på andre muligheter for å bidra til at allmennheten kan lære om og engasjere seg i miljøvennlig energi.

Vi vurderer kommunikasjonen og samarbeidet med næringsliv og forvaltning som meget omfattende og resultatrikt. Innsatsområdet ønsker imidlertid å foreta en gjennomgang av denne innsatsen for å se hvor og hvordan den kan gjøres enda bedre.

Et innsatsområde for energi vil opplagt ha faglig overlapp med de planlagte strategiske satsningene innenfor «Bærekraftig samfunnsutvikling» og «Havromsvitenskap og –teknologi». Vi ser i utgangspunktet ingen problemer med slike overlapp, snarere tvert imot, fordi det bidrar til en enda bedre utnyttelse av NTNUs ressurser på områder med stor vitenskapelig og samfunnsmessig betydning. Samtidig vil vi ha beredskap for samarbeid og koordinering med de andre satsningene, i den utstrekning dette bidrar til at vi på en bedre måte kan nå felles mål.

6. Sammenfatning og konklusjon

Energi er tematisk sett NTNUs største forskningsområde. Som nevnt, foregår det energirelevant forskning ved 6 av 7 fakulteter og ved mer enn halvdel av NTNUs institutter. Denne forskningen holder høy kvalitet, noe som blant annet viser seg ved den omfattende deltakelsen NTNU har i sentrene for miljøvennlig energi (FME) og relevante sentre for forskningsbasert innovasjon (SFI).

Samtidig står NTNU overfor store utfordringer på energiområdet som krever strategisk innsats for koordinering og mobilisering. Dette gjelder etablering av nye satsninger, der vi allerede har nevnt etablering av et nasjonalt «Senter for økt utvinning av olje og gass», etablering av et senter for smart byutvikling («smart cities»), etablering av en FME for smarte nettverk («smartgrid»), etablering av en FME for energieffektivisering i industrien, nanoteknologi for energiformål, energilagring, vannkraft for det 21 århundre, avanserte termodynamiske analyser og metallproduksjon som prioriterte områder.

I tillegg er det svært viktig å følge opp de etablerte FME-ene og SFI-ene og ikke minst forberede nye initiativ når perioden for disse sentrene er utløpt. Innsatsområdet vil dessuten arbeide med å motivere og legge til rette for ERC-søknader.

Utover dette vil innsatsområdet prioritere arbeid med videreutvikling av tverrfaglig samarbeid, videreutvikling av internasjonalt samarbeid, en gjennomgang av undervisningsinnsatsen, bedret kommunikasjon med omverdenen, og en gjennomgang av samarbeidet med næringsliv og forvaltning på energifeltet.

Innsatsområdet ønsker også en viss justering av organisasjonsformen med hensyn til organisatorisk plassering i NTNU-systemet og en styrking av den daglige ledelsen og koordineringen av innsatsområdet.

Vedlegg 1. Fakultetsvis oversikt over faggrupper med energirelevant forskning

1. A. Fakultet for arkitektur og billedkunst

<i>Institutt for byggekunst, historie og teknologi</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Energi og miljø Ledelse FME ZEB Ledelse NTNUs H2020-gruppe «Smart Cities»	Anne Grete Hestnes (Prof.) Arild Gustavsen (Prof.) Annemie Wyckmans (F. am.) Aoife HoulihanWiberg(F. am.) Luca Finocchiaro(F. am.) Matthias Haase (F. am.) Inger Andresen (Prof.) Per Monsen (Prof.) Øyvind Aschehoug (Prof. Em.) Eir Grytli (Prof.) Bendik Manum (F. am.)	PhD: 14 P/F: 5	Energibruk, materialbruk, energieffektive bygninger, energiriktig bygningsvern, bygningsintegreerte solenergianlegg, nullutslippsbygg, energi- og miljøriktig arkitektur, «smart cities».
<i>Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Eiendoms-utvikling og forvaltning	Tore Haugen (Prof.) Antje Junghans (F. am.) Geir Hansen(F. am.) Svein Bjørberg (Prof.)	PhD: 0 P/F: 0	Miljøriktig eiendomsutvikling og forvaltning
Boligforskning	Eli Støa (Prof.)	PhD: 3 P/F: 1	Brukeradferd
<i>Institutt for byggekunst, form og farge</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Dagslys	Barbara Matusiak (Prof.)	PhD: 1 P/F: 0	Utnyttelse av dagslys i bygninger

<i>Institutt for byforming og planlegging</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Arealbruk og transport	Tor Medalen (Prof.) Yngve Frøyen (Prof.)	PhD: 0 P/F: 0	Miljøvennlige areal- og transportløsninger

1. B. Det humanistiske fakultet

<i>Institutt for tverrfaglige kulturstudier</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Senter for energi og samfunn	Margrethe Aune (F. am.) Thomas Berker (Prof.) Helen Jøsok Gansmo (F. am.)	PhD: 13	Energi i bygninger Energipolitikk Energieffektivisering
Partner i FME Zero Emission Buildings (ZEB) Partner i FME Centre for sustainable energy studies (CenSES)	Vivian Anette Lagesen (Prof.) Nora Levold (F. am.) Marianne Ryghaug (Prof.) Knut H. Sørensen (Prof.)	P/F: 7	Innovasjon og kommersialisering av fornybar energi Allmennhetens engasjement i klima- og energispørsmål Klimatilpasning

1. C. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektronikk¹

<i>Institutt for elkraftteknikk (Elkraft)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Fast vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
(1) Energiomforming (2) Elektriske anlegg (3) Kraftsystemer	L: Lars Norum (Prof.) L: Frank Mauseth (Prof.) L: Gerard Doorman (Prof.) 15 prof./førsteam. (totalt) 5 prof-II	PhD: 40 P/F: 5	(1): Kraftelektronikk, styringssystemer – industri og kraftsystemer, energiomforming – AC / DC, generatorer, motorer, elektriske fremdriftssystemer skip, (2): Høyspenningskomp, kabler, transformatorer, subsea kraftforsyning, elektriske og magnetiske forhold (3) Energiplanlegging, vannkraft, vindkraft, integrasjon av fornybare energikilder, offshore nett, smarte nett
<i>Institutt for teknisk kybernetikk (ITK)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Reguleringsteknikk	Morten Hovd (Prof.) Bjarne Foss (Prof.) Ole Morten Aamo (Prof.) Tor Arne Johansen (Prof.) Lars Imsland (Prof.) Thor Inge Fossen (Prof.) Amund Skavhaug (F. am.)	PhD: 20 P/F: 4	Smartgrid Produksjonsoptimalisering og reservoarstyring Automatisert boring Robotisert inspeksjon Smarte energisystemer for skip og offshoreinstallasjoner* Miljøovervåkning knyttet til blant annet petroleumsproduksjon* (*ligger også inn under AMOS og satsingsområdet Havroms-vitenskap og –teknologi)

¹ Navn på de energirelevante SFF, SFI og FME-ene som IVT leder eller deltar i:

- SFI Integrated Operations - Center for Integrated Operations in the Petroleum Industry
- SFF CeSOS - Senter for skips- og havkonstruksjoner
- SFF AMOS - Senter for Autonome marine operasjoner og systemer
- FME NOWITECH – Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology.

<i>Institutt for telematikk</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Fast vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
(En fra hver av de tre "gruppene" våre, dvs. vi har ikke formelle grupper, kun forskningsområder)	Finn Arve Aagesen (Prof.) Poul E. Heegaard (Prof.) Danilo Gligoroski (Prof.)	PhD: 3 P/F: 0	1) Fremtidens driftsentral for Smart Grid ² - nettarkitekturer, management, pålitelighet i system-of-systems 2) Informasjonssikkerhet i Smart Grid
<i>Institutt for elektronikk og telekommunikasjon (IET)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Fast vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Krets- og system (KS)	Snorre Aune (Prof.) Trond Ytterdal (Prof.) Per Gunnar Kjeldsberg (Prof.)	PhD: 7 P/F: 3	Lav-effekt komponenter og elektronikk
Material- og komponentteknologi (KT)	Helge Weman (Prof.) Bjørn-Ove Fimland (Prof.) Thomas Tybell (Prof.) Jostein Grepstad (Prof.)		Nye hybridmaterialer for fornybar energi Nye materialer og laveffekt- og ikke-volatile komponenter
<i>Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Fast vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Software engineering Computer Architecture and Design	Lasse Natvig (Prof.) Anne Elster (F.am.) Helge Langseth (Prof.) Eric Monteiro (Prof.) Reidar Conradi (Prof.)	PhD: 9 P/F: 5	Høyhastighetsberegning og informasjonssystemer i petroleumsproduksjon Programvaresikkerhet i energisystemer
<i>Institutt for matematiske fag</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Fast vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Statistikk	Bo Lindqvist (Prof.) Henning Omre (Prof.) Jo Eidsvik (F. am.) Håkon Tjelmeland (Prof.) Arvid Næss (Prof.)	PhD: P/F:	Pålitelighetsanalyse, usikkerhet i reservoarestimering, offshore konstruksjoner.
Differensiallikninger og numerisk analyse	Trond Kvamsdal (F. am.)		Vindkraft – numeriske beregninger.

² <http://www.item.ntnu.no/projects/smartgrid/futurecontrolcenter>

1. D. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi³

<i>Institutt for bygg, anlegg og transport (BAT)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#4</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Marin byggingsteknikk	Leder: Knut Høyland (Prof.) Antall professorer: 5 Antall førsteam.: 1	PhD: 22 P/F: 3	Fornybar energi - bølgekraft og vindmøller ved kysten eller ute i havet. Teknologi i kaldt klima
Geoteknikk	Leder: Arnfinn Emdal (F. am.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 1	PhD: 9 P/F: 0	Offshore vindenergi. Styrkeberegninger av struktur og fundamenter.
Bygg og anleggsteknikk FME ZEB	Leder: Rolf A. Bohne (F. am.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 3	PhD: 13 P/F: 2	Energieffektive bygninger og byggevirksomhet. Klimatilpasninger Nye materialer
Veg, transport og geomatikk	Leder: Inge Hoff (Prof.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 4	PhD: 11 P/F: 1	Effektive og miljøriktige transportløsninger på veg, bane og kyst.
<i>Institutt for energi- og prosessteknikk (EPT)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Termisk energi FME BIGCCS FME CenBio	Leder: Olav Bolland (Prof.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 2	PhD: 27 P/F: 4	CO2 fangst og lagring Forbrenningsprosesser Biogass, brenselceller Termodynamikk
Industriell økologi FME CenBio	Leder: Edgar Hertwich (Prof.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 2	PhD: 17 P/F: 4	Tverrfaglig forskning innen bærekraftige løsninger på produksjon og forbruk av energi og ressurser. Verdikjeder og livsløpsanalyser (LCA)

³ Navn på de energirelevante SFF, SFI og FME-ene som IVT leder eller deltar i:

- SFI Integrated Operations - Center for Integrated Operations in the Petroleum Industry
- SFI SBBU - Centre for Drilling and Wells for improved Recovery
- SFF CeSOS - Senter for skips- og havkonstruksjoner
- SFF AMOS - Senter for Autonome marine operasjoner og systemer
- FME BIGCCS (ledes av SINTEF Energi)
- FME CEDREN - Centre for Environmental Design of Renewable Energy (ledes av SINTEF Energi)
- FME CenBio - Bioenergy Innovation Centre (ledes av SINTEF Energi)
- FME ZEB - The Norwegian Research Centre for Zero Emission Buildings
- FME NOWITECH – Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology.

⁴ NB! Tallene (kolonne #) er fra ca. 2 år tilbake.

Strømningsteknikk	Leder: Lars Sætran (Prof.) Antall professorer: 9 Antall førsteam.: 3	PhD: 25 P/F: 3	Flerfasestrømning (hydrokarboner) Numerisk simulering av strømningsprosesser (utvikling og drift av ulike energi- og prosessanlegg). Vannkraftlaboratorium
Energiforsyning og klimatisering av bygninger FME ZEB	Leder: Hans M. Mathisen (Prof.) Antall professorer: 4 Antall førsteam.: 6	PhD: 4 P/F: 1	Varme- og energisystemer Energibruk og energiplanlegging Inneklima og arbeidsmiljø Ventilasjonsteknikk
Industriell prosesseteknikk	Leder: Trygve Eikevik (Prof.) Antall professorer: 10 Antall førsteam.: 2	PhD: 27 P/F: 2	Termodynamiske analyser, koldeteknikk, varmepumpeteknikk, gasstransport, naturgassprosessering, næringsmiddelteknologi
Institutt for geologi og bergteknikk (IGB)			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Geologi	Leder: Mai Britt E. Mørk (Prof.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 2	PhD: 4 P/F: 1	Nye og forbedrete letemetoder for olje og gass, økt utvinning fra eksisterende reservoarer, reservoarbeskrivelser i mikro og makroskala. Matematisk ressursevaluering.
Ingeniørgeologi	Leder: Bjørn Nilsen (Prof.) Antall professorer: 5 Antall førsteam.: 2	PhD: 6 P/F: 0	CO2 fangst og lagring. Anvendelse av geologiske kunnskaper for løsning av byggetekniske problemstillinger
Mineralproduksjon og HMS	Leder: Rolf Arne Kleiv (F. am.) Antall professorer: 5 Antall førsteam.: 4	PhD: 4 P/F: 1	Forskjellige Industrimineraler; kvarts som råstoff for solcelleproduksjon
Institutt for konstruksjonsteknikk (KT)			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Konstruksjondynamikk SFI SIMLab	Svein Remseth (Prof.) Antall professorer: 2 Antall førsteam.: 2	PhD: 1 P/F: 0	Utvikling og anvendelse av nye metoder og teknikker for numerisk simulering av dynamisk respons. Viktig anvendelsesområde er vindteknikk.

<i>Institutt for marin teknikk (IMT)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Marine konstruksjoner FME NOWITECH SFF CeSOS SFF AMOS	Leder: Jørgen Amdal (Prof.) Antall professorer: 15 Antall førsteam.: 0	PhD: 82 P/F: 6	Offshore vindenergi. Beskrivelse av havbølger. Belastinger av marine konstruksjoner
Marine systemer	Leder: Ingrid B. Utne (Prof.) Antall professorer: 14 Antall førsteam.: 4	PhD: 16 P/F: 0	Green shipping, dvs miljøvennlig skipsfart, både mht. maskineri og drivstoffteknologi, valg av seilingsruter vs. strømmer.
<i>Institutt for produktutvikling og materialer (IPM)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Materialer	Leder: Roy Johnsen (Prof.) Antall professorer: 9 Antall førsteam.: 2	PhD: 22 P/F: 2	Material- og produksjonsprosesser, tilvirkning og bearbeidingsprosesser, økologi og gjenbruksstrategier.
<i>Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk (IPT)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Petroleumsteknologi og anvendt geofysikk FME BIGCCS SFI Integrated Operations SFI SBBU	Leder: Jon Kleppe (Prof.) Antall professorer: 30 Antall førsteam.: 3	PhD: 66 P/F: 5	Nye metoder for å finne mer olje og gass og utvinne mer fra eksisterende reservoarer. CO2 fangst og lagring
<i>Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk (IPK)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
RAMS (Reliability, Availability, Maintenance, and Safety)	Leder: Stein Haugen (Prof.) Antall professorer: 5 Antall førsteam.: 1	PhD: 9 P/F: 0	Sikkerhet, risikoanalyse og forebygging av store ulykker.
<i>Institutt for produktdesign (IPD)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Økodesign	Leder: Casper Boks (Prof.) Antall professorer: 4 Antall førsteam.: 7	PhD: 3 P/F: 12	Design for bærekraftig adferd. Design for gjenbrukbarhet av byggdeler

<i>Institutt for vann- og miljøteknikk (IVM)</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Vassdragsteknikk FME CEDREN	Leder: Nils Rütther (F. am.) Antall professorer: 4 Antall førsteam.: 2	PhD: 16 P/F: 2	Hydrologi og vannressurser, vassdragsregulering og miljøvirkning, flomanalyser og flomsikring, hydrauliske forhold i vassdrag, vassdragskonstruksjoner, vannkraft- og damanlegg.
Vann- og avløpsteknikk	Leder: Sveinung Sægrov (Prof.) Antall professorer: 6 Antall førsteam.: 1	PhD: 6 P/F: 3	Energieffektiv avløpsrensing, rensing for gjenbruk av vann, optimalisering av bioenergi fra avløpsslam. Overvannshåndtering tilpasset virkning av klimaendringer og fortetting av byer. Behandling av prosessvann ved oljeutvinning.

1. E. Fakultet for naturvitenskap og teknologi⁵

<i>Institutt for kjemisk prosesssteknologi</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Kolloid- og polymerkjemi (Ugelstadlaboratoriet) Partner SFI FACE	Johan Sjöblom (Prof.) Gisle Øye (Prof.) Brian Grimes (F. am.)	PhD: 11 P/F: 9	Kolloidkjemi, emulsjoner Oljekjemi "Flow assurance" "Enhanced oil recovery"
Process systems engineering (PROST)	Sigurd Skogestad (Prof.) Heinz A. Preisig (Prof.) Tore Haug Warberg	PhD: 9 P/F: 1	Prosesskontroll/-regulering Prosessmodellering Termodynamikk Destillasjon

⁵ Navn på de energi-relevante SFF, SFI og FME som NT leder eller deltar i:

- SFF Centre for Biodiversity Dynamics (CBD) (NT-IBI, senterledelse)
- FME Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology (NT-IMT; ledes av IFE)
- FME BIGCCS (NT-IKP; ledes av SINTEF Energi)
- FME CEDREN - Centre for Environmental Design of Renewable Energy (NT-IBI; ledes av SINTEF Energi)
- SFI FACE - Multiphase Flow Assurance Innovation Centre (NT-IKP; ledes av IFE)
- SFI inGAP - Innovative Natural Gas Processes and Products, (NT-IKP; ledes av Universitetet i Oslo).

Miljø- og reaktorteknologi Partner FME BigCCS	May-Britt Hägg (Prof.) Hallvard Svendsen (Prof.) Hugo A. Jakobsen (Prof.) Magne Hillestad (Prof.) Hanna Knuutila (F. am.) Jens-Petter Andreassen (F. am.)	PhD: 28 P/F: 7	CO2-fangst. Absorpsjon. Membranseparasjon Prosessdesign. Reaktor- og strømningsmodellering Gassrensing (biogass, naturgass) Krystallisasjon/utfelling
Bioenergi og fiberteknologi	Øyvind Gregersen (Prof.) Størker A. Moe (F. am.)	PhD 2	Biodrivstoff, bioraffinering Treforedling
Katalyse KINCAT (NTNU-SINTEF Gemini Centre on Kinetics and Catalysis) Partner SFI inGAP	Edd Blekkan (Prof.) De Chen (Prof.) Magnus Rønning (Prof.) Hilde Venvik (Prof.) Anders Holmen (E)	PhD: 19 P/F: 7	Heterogene katalysatorer Fotokatalyse, Energilagring Oljeraffinering, Gass til flytende drivstoff, Biodrivstoff Hydrogenproduksjon
<i>Institutt for materialteknologi</i>			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Prosessmetallurgi	Leiv Kolbeinsen (Prof.) Gabriella Tranell (F. am.) Merete Tangstad (Prof.)	PhD: 12 P/F: 4	Metallurgiske prosesser (MP): Bruk av naturgass i MP. Exergi og energigjennvinning i MP. Produksjon og raffinering av silisium til solceller. Biomaterialer i solceller.
Fysikalsk metallurgi	Lars Arnberg (Prof.) Marisa di Sabatino Lundberg (F. am.) Eivind Øvrelid (FII) Jan Ketill Solberg (Prof.) Hans Jørgen Roven	PhD: 15 P/F: 5	Størkning/krystallisasjon silisium til solceller Karakterisering solcelle-materialer Materialer for off-shore applikasjoner (stål), Hydrogenlagring i materialer
Elektrokjemi	Kemal Nisancioglu (Prof.) Frode Seland (F. am.) Svein Sunde (Prof.) Ann Mari Svensson (Prof.) Geir Martin Haarberg (Prof.)	PhD: 15 P/F: 3	Korrosjon-materialer offshore Brenselceller/Batterier Hydrogenlagring Hydrogen/Batteriteknologi Silisium til solceller
Uorganisk kjemi	Mari Ann Einarsrud (Prof.) Tor Grande (Prof.) Fride Vullum (Prof.)	PhD: 18 P/F: 5	Optiske coatings for solceller. Biomaterialer i solceller. Nye batterimaterialer Brenselceller
<i>Institutt for fysikk</i>			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Solcellefysikk	Turid W. Renaas (F. am.) Ursula Gibson (Prof.)	PhD: 4 P/F: 2	Nye solcellematerialer, nye solcelledesign, modellering og testing av solceller

Atmosfærisk og miljøfysikk	Patrick Espy (Prof.) Robert Hibbins (Prof.)	PhD: 5 P/F: 2	Atmosfærefysikk
Optikk	Ingve Simonsen (Prof.) Morten Kildemo (Prof.) Mikael Lindgren (Prof.)	PhD: 2 P/F: 1	Simulering av uordnede systemer Spredningsteori (lys m.m.) Optiske egenskaper solceller Optisk karakterisering
Komplekse materialer	Peter Berg (F. am.)	PhD: 0 P/F: 0	Analyse av masse-, varme- og ladningstransport i brenselceller
Kondenserte mediers fysikk	Randi Holmestad (Prof.) Anne Borg (Prof.) Dag Breiby (F. am.) Antonius T. J. v Helvoort (F. am.) Justin Wells (F. am.)	PhD: 4 P/F: 2	Avansert materialkarakterisering Hydrogen-materialer Katalysatorer Solcellematerialer
<i>Institutt for kjemi</i>			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Anvendt teoretisk kjemi	Signe Kjelstrup (Prof.) Dick Bedeaux (Prof. em.) Titus van Erp (F. am.) Per-Olof Åstrand (Prof.) Fernando Bresme (Prof. II)	PhD: 12 P/F: 4	Irreversibel termodynamikk, Energieffektivisering, Brenselceller, Saltkraftverk, Termoelektrisitet, Molekylær modellering, Elektrisk isolasjonsmateriale.
<i>Institutt for bioteknologi</i>			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Miljøbioteknologi & mikrobiell økologi	Olav Vadstein (Prof.) Kjetill Østgaard (Prof.)	PhD: 1 P/F: 1	Kilder til biofuel (mikro- & makro- alger) Biogass, biodrivstoff Fermentering
Mikrobiell bioteknologi	Martin Hohmann-Marriott (Prof.) Svein Valla (Prof.)	PhD: 1 P/F: 2	Fotosyntese, fornybar energi Oljereservoar metagenomikk
<i>Institutt for biologi</i>			
Gruppe	Vitenskapelige	#	Faglige stikkord
Miljøvirkninger av energiproduksjon Leder SFF CBD Partner FME CEDREN	Sigurd Einum (Prof.) Eivin Røskaft (Prof.) Ole Kristian Berg (Prof.) Bernt Erik Sæther (Prof.) Kjell Nilssen (Prof.)	PhD: 6 P/F: 0	Bevaringsbiologi Biodiversitet Ferskvannøkologi Tverrfaglige miljøspørsmål. Utviklingsland og energi

1. F. Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse⁶

<i>Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Bedriftsøkonomi og optimering FME CenSES IO Centre	Asgeir Tomasgard (Prof.) Stein-Erik Fleten (Prof.) Sjur Westgaard (Prof.) Henrik Anderson (F. am.) Ruud Egging (F. am.)	PhD: 10 P/F: 5	Energisystem, scenariostudier, investering, energimarked
Innovasjon og entreprenørskap FME CenSES	Roger Sørheim (Prof.) Øystein Moen (Prof.) Øystein Widding (Prof.) Arild Asplund (F. am.)	PhD: 6 P/F: 3	Entreprenørskap, innovasjon, kommersialisering, forretningsmodeller
<i>Geografisk institutt</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Økonomisk geografi Landskapsgeografi GIS Utviklingsgeografi	Asbjørn Karlsen (Prof.) Karoline Daugstad (F. am.) Jan Ketil Rød (F. am.)	PhD: 1 P/F: 3	Omstilling av energisektoren til offshore vindenergi Energilandskap: eksempel vindturbiner Lokalisering av vindturbiner ved hjelp av GIS Soleksponering og boligbygging Fornybar energi tilpasset tredje verden
<i>Institutt for sosiologi og statsvitenskap</i>			
<i>Gruppe</i>	<i>Vitenskapelige</i>	<i>#</i>	<i>Faglige stikkord</i>
Energi og miljø	Marit Reitan (Prof.) Gunnar Fermann (F.am.) Espen Moe (F. am.)	PhD: 0 P/F: 0	Energi- og miljøpolitikk, politisk økonomi

⁶ Forklaring til tabellen:

- FME CenSES- Centre for Sustainable Energy Studies
- IO Centre - SFI Integrated operations in the petroleum sector.

Vedlegg 2: Kort oppsummering av hovedutfordringer når det gjelder forskningstema

Tabell 1: Faglige satsingsområder med sammendragsbeskrivelse.

Aktivitet	Beskrivelse
Fornybar energi	(1) Vannkraftteknologi til framtidens behov, (2) Offshore vindkraft, (3) Anvendelse av bioenergi til produksjon av kraft og varme med en målsetning om å øke totalvirkningsgraden ved produksjon av varme og kraft fra biomasse, (4) Hydrogen som en viktig energibærer i et system med økende behov for energilagring og som innsatsfaktor i kjemisk industri, (5) (Nano)materialer for (ny) energiteknologi, (6) Omgivelsesvarme: Utvikle varmepumper som anvender «naturlige miljøvennlige arbeidsmedier». (7) Solcellematerialer/solenergi: Kjernekompetanse og infrastruktur og hvordan den utnyttes
Fossile energikilder	(1) Gassprosessering - separasjonsprosesser for naturgass, (2) LNG-produksjon og LNG-transport, (3) Våtgasskompresjon for brønnstrømmer, (4) Tørrgass-kompresjon i forbindelse med rørtransport, (5) Flerfasetransport, (6) Sluttbruk av naturgass, (7) Kjemisk konvertering av naturgass til flytende drivstoff/og eller kjemikalier, (8) Skifergass og -olje, synergier/samspill med biogass/bioenergi og integrasjonen med andre energisystemer (relatert til effektivitet og effekt), (9) Leting etter nye petroleumsressurser, (10) Økt utvinningsgrad i petroleumsreservoarer, og (11) Karbonfangst og -lagring
Energieffektivisering og energisparing	(1) Lavenergi- og nullutslippsbygninger, (2) Inneklimaproblematikk i bygninger, (3) Elektronikk med lavt energibehov inkl. innvedde systemer, (4) Smarte byer, (5) Industri – effektive produksjonsprosesser, (6) Kuldeteknologi for energieffektiv global kvalitetstransport, (7) Effektiv energibruk i lavtemperaturprosesser, (8) Samspill og tjenester mot elektrisk infrastruktur (9) Avanserte termodynamiske analyser
Elektriske energisystemer	(1) Utnyttelse av eksisterende nettinfrastruktur samt kostnadseffektiv og miljømessig akseptabel nettutvikling, (2) Utnyttelse av fleksible energikilder, energiomforming samt integrasjon i eksisterende system, (3) Sluttbrukerfleksibilitet for å redusere energiforbruk og effektivt bidra til effektbalanse, (4) Offshore nettutvikling for transport av fornybar energi og elektrifisering av oljeinstallasjoner
Transport-systemer	(1) Elektrifisering, (2) Nye drivstoff (biodrivstoff, hydrogen, o.l.), (3) Energieffektive motorer, (4) Flytende gass-teknologi
Materialer	(1) Materialteknologi - metallurgisk framstilling, materialanvendelser, nye materialer, (2) Energiressursenes betydning for utslippene fra produksjonen - metallurgisk, solceller, plast, etc., (3) Materialers betydning for framtidens energiteknologi - Solceller, brenselceller, membraner, sorbenter, katalysatorer, etc., (4) Materialers betydning for energieffektivisering
Politikk for miljøvennlig energi	(1) Kartlegge overordnede måldebatter i norsk energipolitikk og overordnede energipolitiske strategier, (2) Styrke kunnskapsgrunnlaget for politiske strategier for overgang til bærekraftige energiløsninger, (3) Analysere markedsdesign, markedsmodellering, reguleringsbehov og langsiktige internasjonale avtaler, (4) Utvikle energiscenarier og studier av energisystemet.

Innovasjon og kommersialisering	(1) Innovasjon og kommersialisering i nye, teknologibaserte bedrifter med vekt på forholdet mellom markedsnisjer og støtteordninger og betydningen av radikale innovasjoner, (2) Forholdet mellom forskningsbasert og erfaringsbasert innovasjon, (3) Kommeriseringsstrategier og nye forretningsmodeller på energiområdet, (4) Analyser av internasjonale markeder for miljø- og energiteknologi.
Demokratisk engasjement i miljøvennlig energi	(1) Allmennhetens oppfatninger om miljøvennlig energi, (2) Nyhetsmediers dekning av miljøvennlig energi, (3) Lokale og regionale dimensjoner i en miljøvennlig energiutvikling, (4) Natursyn, estetikk og landskapstilpasning, (5) Betalingsvilje.

Vedlegg 3. Organisasjonskart for innsatsområdet pr. mars 2013

