

ENERGISYSTEMER - NÆRINGSLIV OM MARKED
SMARTGRID-LØSNINGER -
forbrukervennlige OG
energisparende. Er det mulig? **6-7**

ENERGIEFFEKTIVISERING I BYGG

ZEB - Zero Emission Buildings.
Utslippstallet skal bli null. Side 10

BALANSEKRAFT

22 Vi skal være en medspiller og
partner i forskningen. Ikke bare ha rollen
som forskningsmusa på laboratoriet, sier
Liv Birkeland, Listerrådet. Side 20

FORNYBARE muligheter

Energi21: Nasjonal strategi for forskning, utvikling og demonstrasjon av ny energiteknologi



Foto: Hydro

KARBONFANGST
CO2 - etter
Mongstad.

Side 18-19



Foto: Ingunn Teigen

OLJE- OG ENERGIMINISTEREN:

- Vil øke samarbeidet med utlandet **12-13**

- Det viktigste myndighetene kan gjøre er å legge til rette for forskning, utvikling og demonstrasjon, sier Tord Lien. Den nyutnevnte statsråden ønsker å bidra til sterkere norsk satsning på fornybar energi - også internasjonalt.



Foto: Ingunn Teigen

I VINDEN

Statoils Hywind går
utenlands.

Side 9

ENERGI
ENERGIX - forskning som
næringslivet drar nytte av.
Side 18

ENERGI I UTDANNINGEN
UiO og NTNU - ulike dører til
en energiutdanning.
Side 12-13

TIDEVANNSENERGI
- Skrur seg inn i nye
markeder.
Side 17

FORNYBAR KRAFT - SOL
Lyse tider for globalisert
solkraftnæring.
Side 4

LEDER



Foto: Ingunn Teigen
STYRELEDER I ENERGI21, Sverre Aam

Ny energiteknologi på veien til et bærekraftig samfunn

■ Energisystemet står for to tredjedeler av verdens utslipp av klimagasser. Skal vi møte klimautfordringene på en måte som begrenser den globale oppvarmingen til to grader, kreves det en total omlegging av energisystemet innen 2050, og vi må komme i gang raskt.

Hovedutfordringene blir energieffektivisering innen alle forbruksområder, omlegging fra bruk av fossile til fornybare energikilder og karbonfangst og -lagring fra fossile energikilder som fortsatt skal brukes i et langsiktig perspektiv.

Det internasjonale energibyrået IEA har vist at en slik omlegging av energisystemet er lønnsom gjennom at økte investeringer i ny teknologi medfører tilsvarende lavere årlige energiutgifter ved mindre forbruk av energivarer. Myndighetene i de enkelte landene og i samarbeid gjennom internasjonale avtaler må legge til rette for at en slik omlegging vil finne sted så raskt som mulig.

Samarbeid er avgjørende

Raskere innovasjonstakt, økt offentlig finansiert forskning, utvikling og demonstrasjon av ny energiteknologi anses som viktige elementer for å realisere energiomleggingen. Et tett samarbeid mellom næringslivet, forskningsmiljøer og det offentlige vurderes som viktig for å fremme innovasjonstakten og skape økte ambisjoner i næringslivet.

Norge står overfor tre utfordringer: Få til en omlegging av energisystemet i Norge, utnytte norske energiressurser på en optimal måte og utvikle et norsk næringsliv som kan bli konkurransedyktig i det globale energimarkedet.

I avismagasinet omtales mange aktører i Norge som har ambisjoner om å delta i utviklingen av et bærekraftig energisystem. Forhåpentligvis vil økt og målrettet innsats fra det offentlige, næringslivet selv og forskningsmiljøene bidra til at dette kan bli en stadig viktigere del av norsk næringsliv. Sterke bidrag fra Norge til å løse verdens klimautfordringer kan skape et solid bein å stå på for norsk næringsliv etter «oljealderen».



Illustrasjon: Energi21

Engasjement, vilje og frivillighet

Energi21 vektlegger kunnskapsutveksling og nettverksbygging i sitt strategiske arbeid, og ser stor effekt av samarbeidet mellom fagmiljøer og ressurspersoner med ulike ståsted.

Engasjement, vilje og frivillig innsats er tre stikkord som kjennetegner energibransjens bidrag i Energi21s energiprosesser, sier direktør Lene Mostue. Hun mener det er bransjens sterke og solide deltakelse som gjør det mulig å utarbeide en godt forankret strategi og gi strategiske råd og anbefalinger med kvalitet og sterk næringslivsorientering.



LENE MOSTUE, DIREKTØR ENERGI21

Strategiprosessene bygger på målsettingen om et samordnet og effektivt forsknings- og teknologisamarbeid mellom næringslivet, myndigheter og forsknings- og utdanningsinstitusjonene. I tillegg vektlegger Energi21 god forankring av forskningstemaene hos aktørene, samt strategiske anbefalinger som kan øke sannsynligheten for kommersialisering av forskningsresultatene.

Unytte mulighetene

- I tillegg er også kunnskapsutveksling og nettverksbygging positive bivirkninger av vårt arbeid, sier Mostue, som forteller at i etterkant av møtene gir aktørene tilbakemeldinger om utvidet nettverk og bedre forståelse om helheten i energibildet.

Energi21 bidrar til å synliggjøre ambisjoner for norsk satsing på forskning og teknologiutvikling for fornybar energi, energieffektivisering og CO₂-håndtering, og bygger på målsettinger om økt verdiskaping og effektiv ressursutnyttelse i energisektoren.

„Vi er avhengige av god kunnskap om energinæringen nasjonalt og internasjonalt.“

Lene Mostue

- For at vi skal evne å lage en godt forankret strategi som representerer energinæringens FoU-behov og det mulighetsrommet fremtidens energimarkeder gir oss, er vi avhengige av god kunnskap om energinæringen nasjonalt og internasjonalt i tillegg til et godt samarbeid med aktørene både på næringslivs- og forskningsarenaen, sier Lene Mostue.

For mer informasjon om Energi21: Lene Mostue, direktør, lm@rcn.no.

ENERGI21

■ Energi21 ble opprettet av Olje- og energidepartementet i 2008, med formål om å utarbeide en helhetlig strategi for forskning, utvikling og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi. Strategiens anbefalinger er rettet mot økt verdiskaping og effektiv ressursutnyttelse i energisektoren gjennom satsing på forskning, utvikling og ny teknologi.

Olje- og energidepartementet har oppnevnt et styre som følger opp strategiarbeidet. Departementet legger strategien til grunn i styringen av departementets bevilgninger til FoU-D satsing på energiområdet.

Energi21 har utarbeidet to strategier og revidert strategi vil ferdigstilles sommeren 2014.

FOR MER INFORMASJON OM ENERGI21
kontakt direktøren: Lene Mostue
Adresse: Postboks 2700, St. Hanshaugen, 0131 Oslo
på telefon: 22 03 07 000 - E-post: lm@rcn.no

www.energi21.no



PROSJEKTLEDER: Are Okkenhaug Jerstad · TEKST: Kari Andresen · LAYOUT: Sandra Kovacs · TRYKK: Schibsted Trykk Oslo AS · DISTRIBUSJON: Dagens Næringsliv
For mer informasjon om annonsebilag på papir og nett, kontakt Are Okkenhaug Jerstad på telefon: 926 12 353 eller e-post: are@cmedia.no

C MEDIA ER ET SKANDINAVISK MEDIEFORETAK SOM JOBBER MED OPPDRAGSBASERT KOMMUNIKASJON

WWW.CMEDIA.NO





Statkraft

DET ER MYE KRAFT I KUNNSKAP OM FORNYBAR ENERGI

Det norske været har gjort Statkraft størst i Europa på fornybar energi. Men hvorfor stoppe der? En hel verden trenger mer av det vi kan mest om. Det gir unike muligheter, som må tas godt vare på. Til beste for miljøet og til beste for AS Norge.

Se mer på statkraft.no

HVORDAN FÅ TEKNOLOGI TIL Å VOKSE

■ For at en teknologi skal bli bedre, må den tas i bruk. En god teknologi utvikles først når man får innspill fra både forbrukere og produsenter, og når det etableres et marked for teknologien. I den prosessen er også statlige subsidier nødvendige. Det sier stipendiat Jens Hanson ved UiOs TIL-senteret til forskning.no. Han har studert teknologiers vei fra oppstartsfase til de blir velfungerende og konkurransedyktige.

SOLKRAFTNÆRINGENS AMBISJONER OG FOU-D-BEHOV

■ Energi21s innsatsgruppe på solkraft synliggjør solkraftnæringens ambisjoner og FoU-D behov i egen rapport. Se www.energi21.no

Solindustrien er styrket

■ Solindustrien har vært gjennom en turbulent tid, men nå er solkraft i ferd med å bli virkelig stort i hele verden.

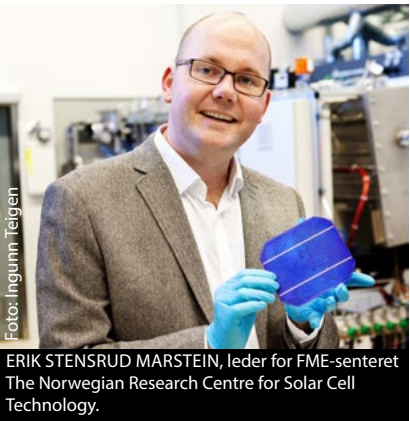
Det sier Erik Stensrud Marstein, leder for FME-senteret The Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology. Senteret har som mål å bidra til utviklingen av en sterk, norsk solcelleindustri, og dermed til å bidra til å gjøre solkraft enda mer konkurransedyktig. Dette skal sikres blant annet ved å bygge opp den teknologiske og vitenskapelige ekspertisen som trengs for å bygge dagens og morgendagens selskaper i solindustrien.

- Det er lenge siden solenergi var noe lite og søtt. I de siste årene har solkraftverk i Europa stått for nær halvparten av all ny produksjonskapasitet som installeres. I 2013 alene vil det installeres kraftverk med en kapasitet på godt over 30 GW. Allerede i 2014 spås det en betydelig videre vekst.

Solenergi er blitt konkurransedyktig

Marstein mener prisfallet bransjen har opplevd er en god ting. I en rekke land, som Italia og store deler av Tyskland, er solstrøm nå konkurransedyktig med andre energikilder uten subsidier.

- Utviklingen som er i gang vil kullkaste hele det energisamfunnet vi har hatt frem til nå, sier han. Det er en nødvendig utvikling om man tar klima- og energitutfordringene alvorlig, sier Marstein. ▼



ERIK STENSRUD MARSTEIN, leder for FME-senteret The Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology.



ROLF JARLE AABERG i Energi21s solenergi-gruppe gir klare anbefalinger om en ny strategi for å utvikle solnæringen i Norge.

Lyse tider for solkraftnæring

- OFFENTLIG STØTTE TIL forskningen på feltet er i dag begrunnet ut fra nasjonale industrimålsettinger. Vi ønsker at forskningsmidlene i fremtiden også støtter norske FoU-miljøer som partnere for internasjonal industri.

Rolf Jarle Aaberg, partner i EAM Solar har arbeidet med avanserte solenergisystemer i mer enn femten år og sitter i Energi21s innsatsgruppe for solenergi. I en ny rapport kommer gruppen med klare anbefalinger om en ny strategi for å utvikle solnæringen i Norge.

- Det er i de siste åtte årene brukt en halv milliard offentlige FoU-kroner på å utvikle solenergiteknologi. Dette har gitt viktig næringslivsvirksomhet i Norge, men verdien av denne investeringen må videreføres ved å gjøre norsk kompetanse og forskningskapasitet attraktiv for internasjonale aktører, sier Aaberg. Han mener det vil komme mange gode forretningsmuligheter ut av disse forskningsmiljøene så lenge de blir gitt muligheter til å arbeide kontinuerlig med relevante utfordringer, i global konkurranse.

Fallende priser gir nytt marked

- Solenergimarkedet har endret seg dramatisk de siste 2-3 årene, først og fremst på grunn av fallende priser, noe som paradoksalt nok skyldes solenergiens suksess. Det skaper problemer for noen i bransjen og nye muligheter for andre, sier Aaberg. Det har aldri vært flere solenergiselskaper i Norge enn nå, og det er en mye større bredde i virksomheten.

- Anbefalingen vår er tosidig. Vi bør fortsette å fokusere materialforskning på silisium som lenge har vist seg å være et konkurransedyktig materiale for solceller.

- I tillegg bør man bygge opp en såkalt muliggjørende teknologi, altså løsninger som bidrar til at solenergi blir enda billigere og

bedre tilpasset kraftsystemene i verden. Bransjen er blitt langt bredere. Dermed har vi også fått nye forskningsbehov, sier Aaberg, som ønsker tilrettelegging for flere mindre prosjekter med raskere gjennomføringstid hos forskningsinstitusjonene.

”Solenergimarkedet har endret seg dramatisk de siste 2-3 årene, først og fremst på grunn av fallende priser, noe som paradoksalt nok skyldes solenergiens suksess.

Rolf Jarle Aaberg

- Samtidig anbefaler vi at det forskes mer på hvordan solenergi, både i Europa og i Norge, vil påvirke norske kraftpriser, energisystemer og samfunnet generelt.

ÅPENT VINDU MOT SOLA

Forsknings- og utviklingsmiljøene i Norge står nå overfor et vindu mot sola som snart kan lukke seg for dem, sier Alf Bjørseth. Teknologigründeren mener det er dags for å investere mer i det internasjonale solenergimarkedet.

Alf Bjørseth er mannen bak suksessselskapet REC, som på ti år gikk fra å være en idé til å ha en børsverdi på 50 milliarder kroner. I 2006 trakk han seg ut for å starte på nytt. I dag er han eier og arbeidende styreleder i Scatec, som driver med fornybar industri og avanserte materialer. Selskapet står bak en rekke industriprosjekter, deriblant Scatec Solar og solcelleselskapet Norsun.

- På verdensbasis vokser solkraft som energikilde nå veldig raskt, forteller han.

Europas utbygging av fornybar energi innen EU-27-området ventes mot 2020 å øke med over 500 TWh. Av dette skal 300

TWh komme fra vindkraft, 50 TWh fra solkraft og 50 TWh fra vannkraft.

Fornybar energiproduksjon i Norge vil til sammenlikning øke med ca. 14 TWh. Økningen ventes først og fremst å komme fra vann- og vindkraft.

Bjørseth beskriver det som om forsknings- og utviklingsmiljøene i Norge nå står overfor et vindu mot sola som snart kan lukke seg for dem.

Høy kompetanse på sol

- Vi har solid kompetanse på solcelleteknologi i Norge, og dersom vi fortsetter å bygge på denne kompetansen, kan Norge fortsatt hevde seg blant de verdensledende innen solenergi, mener Bjørseth. Hovedårsaken til at norsk solenergi har sakkert akterut, er hard konkurranse fra lavkostland og at vi ikke har vært flinke nok til å opprettholde det teknologiforspranget vi hadde.

Solkraft har vært ansett som for dyrt å utvikle, men Bjørseth mener dette er synet vil komme til å endre seg med den stadig raskere globale utviklingen der solkraft opplever kraftig vekst.

- Tyskland, Italia, Japan og Kina satser stort og en rekke andre land kommer etter. Scatec Solar har valgt å satse blant annet på Sør-Afrika hvor selskapet i de nærmeste årene skal bygge ut solparker med en samlet kapasitet på rundt 350 MW.

Norsk bygningsbransje leder an

Blant norske markeder trekker han blant annet frem bygningsbransjen som et eksempel på en sektor som nå begynner å etterspørre solenergiløsninger som følge av strengere miljømessige bygningskrav og lavere kostnader på solmoduler.

- Utbygging av solkraft forutsetter kapital og kompetanse, vi må utnytte den energi-



TEKNOLOGIGRÜNDER ALF BJØRSETH ønsker å utnytte norsk solenergikompetanse ved å investere i utlandet.

kompetansen vi også har fra vannkraft og oljesektoren, sier gründeren. - Ved å kombinere vi dette med statens finansielle muskler, kan både foreta fornuftige langsiktige investeringer og bygge ny kompetanse slik at vi kan hevde oss i det stadig voksende internasjonale solenergimarkedet.

Våre kandidater skal finne framtidens løsninger

- Vindkraft
- CO2 lagring
- Geotermisk energi
- Biodrivstoff
- Brenselceller
- Tidevann og bølger
- Solenergi
- Vannkraft

UNIVERSITETET I BERGEN



uib.no/matnat

Foto: Colorbox



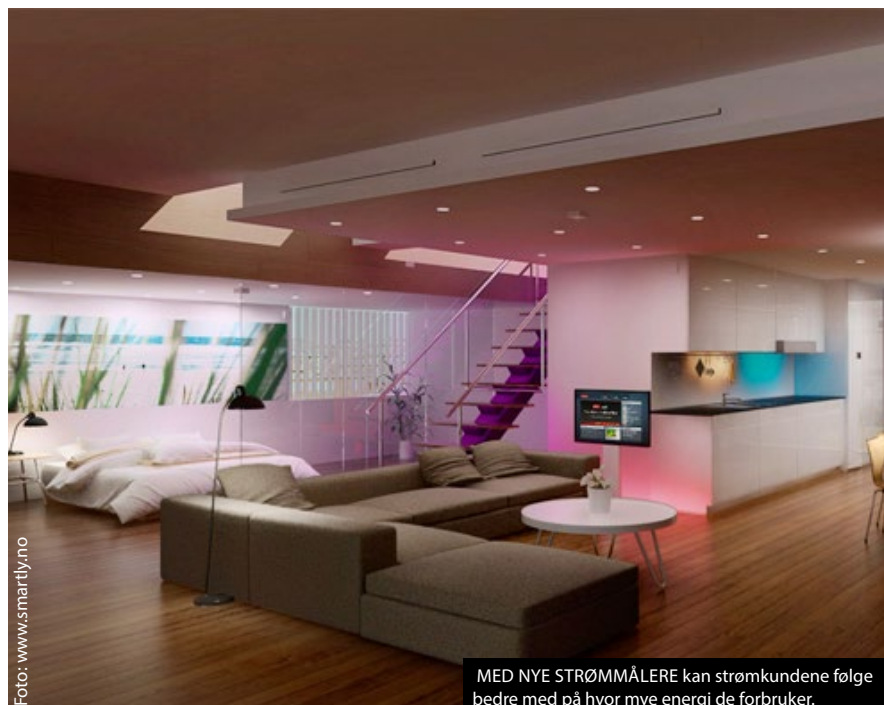


Sira-Kvina
KRAFTSELSKAP

Vi trenger mer kraft

Sira-Kvina kraftselskap er en spennende arbeidsplass og kan by på utfordringer og mange muligheter. Du finner mer informasjon om Sira-Kvina Kraftselskap på www.sirakvina.no

SIRA-KVINA KRAFTSELSKAP produserer fornybar energi i 7 vannkraftverk med nedslagsfelt i Rogaland, Vest- og Aust-Agder. Årsproduksjonen er på vel 6300 GWh, noe som tilsvarer omtrent 5 % av Norges kraftproduksjon. Selskapet er sertifisert i henhold til ISO-9001 kvalitetsstandard og ISO-14001 miljøstandard. Selskapet har 100 ansatte, og hovedkontoret med driftssentral og sentralverksted ligger på Tonstad i Sirdal. Sira-Kvina kraftselskap DA eies av Lyse Produksjon AS, Statkraft Energi AS, Skagerak Kraft AS og Agder Energi Produksjon AS.



Strømmer inn i hjemmene

Norges vassdrags- og energidirektorat har bestemt at alle norske strømkunder skal ha automatiske strømmålere innen 2019. I det har ikke Lyse bare sett en kostbar pålagt oppgave, men også en spennende mulighet for å utvikle nye produkter.

I første omgang er det beboerne i Lyses eget hjemfylke Rogaland som fra i høst får prøve ut Smartly – energiselskapets nye tjenesteplattform for smarte hjem.

Sammen med installasjon av tjenesteplattformen byttes også strømmåleren ut. Det betyr ifølge konserndirektør Eirik Gunde- gjerde at kundene slipper å lese av strømmå- leren og eventuelt fylle ut målekort. I stedet blir kundene fakturert for det de forbruker og får en bedre oversikt over eget forbruk.

Økosystem

Kunden vil få tilgang til en rekke smarthus- funksjoner innenfor energisparing, komfort, trygghet og ikke minst velferd.

- Vi har laget produktet som et økosys- tem som er tilrettelagt for at tredjepart skal kunne komme med applikasjoner, støtte- systemer og ikke minst sensorer og utstys- produsenter. Vi tror at disse verktøyene kan være med på å redusere effektbelastningen i nettet slik at nettselskapet kan optima- lisere sine investeringsporteføljer og øke mulighetene for å opprettholde god leve- ringssikkerhet. Dette selv om fremtiden bringer mange nye utfordringer. Kunden på sin side kan bruke disse verktøyene til å redusere strømregningen samtidig som vi sparer miljøet, sier Eirik Gunde- gjerde.

GRADVIS INNFØRING

■ AMS (Avanserte måle- og styringssystemer) er betegnelsen på et nytt system som ligger innunder Smart Grid-begrepet og som gradvis skal innføres i norske hushold- ninger fram mot 2019.

Nettselskapene må bli dristigere

Nettselskapene fører i mange tilfeller en altfor restriktiv investeringspolitikk.

Aidon er en av de raskest voksende nordiske leverandørene av smartmålerløsninger og smartgrid-applikasjoner. Lederen for sel- skapets forretningsutvikling Rolf Pedersen mener likevel at utviklingen av smartgrid i Norge går altfor sent og etterlyser en større vilje hos nettselskapene til å imøte- komme miljøutfordringene ved å tilrette- legge for økt innslag av fornybar energi i distribusjonsnettene.

Miljømotivet glemmes

- Sammenliknet med andre land er det i utgangspunktet mindre rom for nytenkning og investering i norske nettselskapers regu- leringsrammer. Samtidig er selskapenes ledelse ofte svært risikofokuserte og for- siktige med å investere i nye muligheter, sier Pedersen, som mener det kan se ut som om nettselskapene til tider glemmer sam- funnsrollen og miljømotivet for å utbygge Smartgrid.

Han oppfordrer spesielt styrene i nett- selskapene til å øke egen kompetanse og sette seg inn i de nye avanserte systemene



LEDER FOR FORRETNINGSUTVIKLING i Aidon Rolf Pedersen.

for å se mulighetene, ikke bare problemene.

- Nettene må så snart som mulig settes i stand til å ha i seg en stor andel fornybar energi, og nettselskapene anskaffe seg de systemene som trengs, sier Pedersen.

For å lykkes med dette på en god måte, er det ikke tilstrekkelig å følge regulatoriske pålegg og forskrifter, men det må legges ambisiøse og fremtidsrettede strategier, der dynamiske energiforsyningssystemer gjør de miljømessige ambisjonene mulig.

SMARTGRID

■ Smartgrid er en samlebetegnelse på moderniserte elektriske nett som bruker informa- sjons- og kommunikasjonsteknologi for å samle og anvende informasjon, for eksempel om atferd hos leverandører og forbrukere. Det forventes at slike nettverk vil øke effektiviteten, påliteligheten, økonomien og bærekraften i produksjon og distribusjon av elektrisitet.

Nye strømsystemer skal gi kundene styringen

SMARTGRID GIR KUNDENE flere fordeler - direkte gjennom bedre kontroll med eget forbruk. Indirekte ved at energiselskapene kan drive mer kostnadseffektivt og samfunnsøkonomisk, sier Grete Håkonsen Coldevin, leder i Norwegian Smartgrid Centre.

Mens man i dag må inspi- sere eller få feilmeldinger om strømbrudd fra kun- dene, skal framtidens smarte system oppdage dette og korrigere feil uten at kundene merker det.

Gir bedre oversikt over forbruket

- Den viktigste brikken i det smarte energisystemet er strømmålere med toveis kommunikasjon som regis- trerer forbruket kontinuerlig og sikrer riktig avregning hos strømleveran- døren. På den måten vil man også få bedre muligheter til å spare, sier Coldevin.

- I framtiden vil utstyr som vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og lys bli utstyrt med egen IP-adresse, noe som gir muligheter for å pro- grammere maskinene i forhold til strømpris og døgnvariasjon. Hus vil enklere kunne produsere egen elektrisitet med solceller, og softwareløsninger vil gjøre det enklere å følge med på strømmen og bytte leverandør.

Vil unngå kø på nettet

Investeringer i kraftnettet blir i hovedsak

bestemt av topplast, det vil si hvor mye strøm som fraktes når det er størst forbruk. Som regel bruker en norsk husholdning mest strøm om morgenen når de dusjer, varmer opp huset og lager morgenkaffen, og om ettermiddagen når middagen skal lages, og mer om vinteren enn om sommeren.

I framtiden vil utstyr som vaskemaskiner, oppvaskmaskiner og lys bli utstyrt med egen IP-adresse.

Grete Håkonsen Coldevin

Norge skiller seg ut fra andre land som storforbruker av elektrisitet til oppvarming av «trege varmelaster» som vann, gulv, for- tau, aluminium, materialer med betyde- lig lagringskapasitet i kortere perioder. En varmtvannstank kan kobles ut i flere timer formiddag og ettermiddag uten at kundene merker det. Resultater fra forskningsprosjek- ter tilsier at potensialet for belastningsreduk- sjon ved utkobling av vanlig vvb kl 09.00 er minst 600 MWh/h.

Styring av andre forbruksenheter som eksempelvis vaskemaskiner kan også bidra, men begrenses av lav samtidighetsfaktor, dvs.

ADFERDSENDING ER NØKKELEN



HANS TERJE YLVISÅKER mener det finnes et behov for AMS-systemer, men mener det må forskes mer rundt hva som motiverer markedet.

Bransjen kan øke effektiviteten gjennom AMS-systemer. Likevel er det befolkningens forbruksmønster som vil være det avgjørende for samfunnets energibruk, sier Hans Terje Ylvisåker, programsjef i Smart strøm, Vestlandsalliansen.

Teknologi kan være utløsende for mye. Like- vel er det spørsmålet om vi greier å endre forbruket vårt som er den kritiske suksess- faktoren for slike systemer, sier Ylvisåker.

Med AMS-systemene (Avanserte måle- og styringssystemer) blir målerne automatiserte, kundene slipper å lese av og man får et bedre faktureringsgrunnlag. Det blir også lettere å skifte leverandør og shoppe i strømmarkedet.

- Teknologien ligger der, klar til bruk. Det vi trenger er mer forskning og kunnskap

29 MILL TIL STRØMLABORATORIUM

■ ■ Forskningsrådet har nettopp bevilget 29 millioner kroner til NTNU for å etablere et nasjonalt smartgridlaboratorium i Trondheim. Det vil inneholde demonstrasjonsenheter for smarthus og ladestasjoner for el-biler, og testfasiliteter for smarte distribusjons- og transmisjonsnett.



Foto: Ronny Manuel Danielsen

GRETE HÅKONSEN COLDEVIN, leder i Norwegian Smartgrid Centre.

at folk vasker på ulike tidspunkt i døgnet.
- Dersom vi skal unngå bilkøer i rushtida, må det bygges betydelig antall filer. Dette er ikke samfunnsøkonomisk forsvarlig. Derfor prøver man heller å regulere trafikken ved hjelp av avgifter og bedre kollektivtrafikk for å fordele trafikken utover dagen for å

unngå frustrerende køer. Slik er det også med kraftsystemet. Smartgrid åpner for slike muligheter, og vil derfor kunne gi betydelige samfunnsøkonomiske gevinster, sier Grete Håkonsen Coldevin.

rundt psykososiale forhold og forbrukeradferd, sier Hans Terje Ylvisåker.

Velger forbruk fremfor energisparing

- Den sterkeste driveren for nordmenn er ikke pris, men komfort. I kraftsektoren ser vi en gjennomgående holdning blant folk om at forbruk av energi er en rettighet.

Ylvisåker mener den alminnelige nordmann er lite bevisst sitt energiforbruk. Vi har i flere generasjoner vært bortskjemt med relativt lett tilgjengelige energikilder. Lenger sør i Europa har man vært nødt til å være

adskillig mer bevisste, sier han.

- Vi kan utvikle så mange effektiviserende energisystemer vi vil, men hvis de bare brukes til å «ringe hytta varm», har vi ikke oppnådd miljømålene som ligger bak forskningsinnsatsen, mener Ylvisåker.

- Det vil ikke skje all verden på miljøfronten før det også skjer en endring i folks adferd. Privatkundene selv må stille seg spørsmålet «Hvordan kan jeg endre adferdsmønsteret mitt?».



Et smartere strømnett
for fremtidens behov?

Selvfølgelig.

FAKTA

■ ■ HANS TERJE YLVISÅKER jobber til vanlig i BKK Nett, men er for tiden «utleid» til allianseprogrammet «Smart strøm i Vestlandsalliansen», der han er programsjef.

Power and productivity
for a better world™ **ABB**



Storsatsing på fremtidens elektriske energisystem

KLIMAUTFORDRINGER, VOKSENDE ENERGIBEHOV OG ØKENDE AVHENGIGHET av en sikker og robust elektrisk energiforsyning stiller strømnett og energiproduksjon overfor tidenes fornyelsesprosjekt. Gjennom IME-fakultetet gjennomfører NTNU en storsatsing for å bidra til å møte markedets behov innen forskning og utdanning.

Nasjonalt tyngdepunkt

IME-fakultetet ivaretar NTNUs nasjonale oppdrag som tyngdepunktet for forskning og utdanning innen datateknikk/informasjonsvitenskap, matematikk, elektronikk, kommunikasjonsteknologi, teknisk kybernetikk og elkraftteknikk. Innen sine områder er IME nasjonens fremste leverandør på master- og doktorgradsnivå, med cirka 65 prosent av all norsk utdanning innenfor sine disipliner.

Smartgrid, det intelligente strømnettet, er sentralt i fremtidens energiløsninger og realiseres i betydelig grad innenfor IME-fakultets fagdisipliner der mas-siv bruk av IKT-teknologi på alle nivå er en kjerne. Norwegian Smartgrid Center, hvor NTNU blant annet gjennom IME er en sentral forskningspartner, er nasjonens nasjonale kompetansesenter og har i dag 47 medlemsbedrifter som dekker forskning, industri og energibransje.

IME og NTNU satser på Smartgrid

I tillegg til fakultetets omfattende øvrige aktiviteter relevante for energiområdet, allokerte IME-fakultetet 25 millioner kroner som strategisk bidrag til den nasjonale satsingen. Det er også omfattende aktivitet ved andre fakultet og totalt er fem av NTNUs fakulteter involvert i satsingen som representerer en betydelig tverrfaglighet.

NTNU-satsingen startet for fullt i 2010 og involverte etter oppstarten et dusin doktorgradsstudenter og postdoktorer samt engasjerte forskere tverrfaglig over hele fakultetet. Allerede nå er doktorgradskandidater i sin avsluttende fase og klare for innsats innenfor forskning, undervisning og industri. Aktiviteten bygges stadig opp ved etablering av nye forskningsprosjekter, gjerne i samarbeid med Norges Forskningsråd, SINTEF og energibransjen. Et siste tilskudd på stammen er Norges Forskningsråds bevilgning på 28,6 millioner kroner til utbygging av en nasjonal forskningsinfrastruktur på Smartgrid som skal realiseres i IMEs lokaler.

Undervisningstilbudet bygges ut og det tilbys flere Smartgrid-spesifikke fag i det ordinære fagstudiet. Kompetansegivende etterutdanningskurs på master-ni-

vå tilbys for energibransjen og våren 2014 gjennomføres kurset «Fremtidens Elektriske Energisystem» i regi av NTNU Videre.

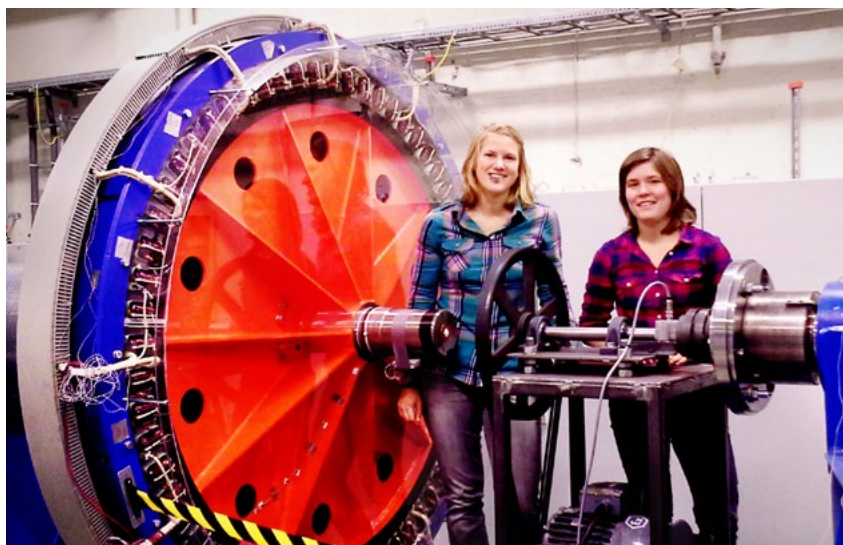
Styring og kontroll

Strøm er ferskvare som må forbrukes i produksjonsøyeblikket. Produksjonene fra mange fornybare energikilder varierer med både sesong, tid over døgnet og endres hurtig. Atomkraftverk, kullkraftverk og gasskraftverk er mindre effektive til å følge variasjonene mens vannkraft på sin side er en energiresurs som er fleksibel for regulering.

Nye energikilder og nye behov gjør strømnettet mer sensitivt og marginene mindre. Vi har behov for overvåknings- og styringssystemer for å ivareta leveringssikkerheten, utnytte de fornybare energikildene når de kan produsere for fullt og kjøre inn vannkraftbatteriet når det for eksempel slutter å blåse. Også på forbrukersiden er nettet gjenstand for store forandringer. Fra 2018 får vi avanserte strømmålere med automatisk avlesing av data. Målerne skaper dessuten rom for leveranser av en mengde såkalte smarthus-løsninger. Nye initiativ er på gang for å gjøre distribusjonsnettene smartere, øke robusthet og sikkerhet samt bidra til nye muligheter, effektivitet og fleksibilitet for forbrukere.

Med målerne kan du i prinsippet styre forbruket ditt fra time til time ut fra når du får strøm rimeligst. Samtidig ønsker markedet produksjon av strøm langt til havs, at offshore-installasjoner over og under havoverflaten får strømnett og tilført strøm i stedet for å produsere selv fra olje og gass.

Smartgrid-satsingen er en viktig del i NTNUs fremtidige omfattende energisatsing med visjon: «Energi for en bedre verden».



Vindgenerator på NTNUs Smartgridlaboratorium



NTNU

Det skapende universitet

Telefon 73 59 50 00

www.ntnu.no/ime

DEN TYSKE ENERGIENDRINGEN

■ Die Energiewende kalles Tysklands overgang til en massiv omlegging til fornybar energi. Mer enn 1,3 millioner tyske husholdninger, bønder og kooperativer produserer nå grønn energi til strømmettet. Solceller og vindmøller som skal overta for kull- og atomkraft. Etter at man i 2000 innførte en strømtariff som favoriserte fornybar energi i strømmettet er oppslutningen i befolkningen i dag på sytti-åtti prosent.

DYRT OG UUNNVÆRLIG

■ Begrepet CCS brukes om teknologier som fanger opp, renser og lagrer CO₂, for eksempel rensing av utslipp fra gasskraftverk og underjordisk lagring av CO₂ i forbindelse med oljeutvinning. Bruk av CCS-teknologier kan på global basis redusere verdens klimagass-utslipp med opp til 28 prosent. Fangst og lagring av CO₂ kan utgjøre opptil halvparten av utslippskuttene i dette hundreåret. Teknologien er imidlertid svært dyr.

Flytende vind over nye havområder

STATOIL ØNSKER Å posisjonere seg i markeder hvor de har et kompetansefortrinn og anser offshore vindkraft som et av de mest spennende vekstområdene globalt. Selskapet har utviklet en teknologi for flytende vind, og målet er å realisere et fullskalaprojekt innen 2020.

Trine Ingebjørg Ulla leder selskapets satsning innen flytende vind, vindmølleprosjektet Hywind.

- Statoil satsar på flytende installasjoner fremfor bunnfaste for å åpne opp nye havområder for ren energi-produksjon. Hywind-konseptet er utviklet for å kunne plasseres på dypvannsområder med sterkere stabil vind. I så måte er også Hywind-konseptet en døråpner for helt nye forretningsmuligheter hvor selskapet kan trekke på sin kjernekompetanse fra olje- og gasssektoren.

Svært vellykket pilot

Den første pilotvindmøllen i Hywind-konseptet ble installert og satt i drift 10 kilometer sørvest for Karmøy høsten 2009, som verdens første fullskala flytende vindturbin. Selskapet har også hatt pilotprosjekter gående i Maine og Skottland - sistnevnte drives fortsatt.

Rundt 400 millioner kroner har Statoil lagt ned i prosjektet. Enova SF, som har som mål å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge, har gitt 59 millioner kroner i støtte.

- Pilotprosjektet på Karmøy var svært vel-

lykket. Blant annet var produksjonen langt høyere enn forventet. Vi har også skaffet oss en enorm mengde nyttig data og ved dette videreutviklet egne designverktøy, noe som gjør at fremtidige installasjoner vil ha en lavere vekt og en mer effektiv design, sier Ulla.

- Offshore vind er noe vi har mye av i Norge, men vi er selvforsynte med fornybar energi allerede. Vi ønsker å legge til rette for at det skal lages en eksportindustri. Samtidig ser vi en stor verdi i også å utvikle teknologien for et globalt marked, sier Ulla, som mener man ikke tvinge frem et hjemmemarked som ikke finnes.

”Det finnes flere store drivere i markedet som gir grunn til optimisme.

Trine Ingebjørg Ulla

Store nye markeder

Globalt mener Ulla det finnes flere store drivere i markedet som gir grunn til optimisme. Spesielt nevner hun Storbritannias tunge satsning på egenproduksjon av fornybar energi som erstatning for importert energi og kullkraft. I Storbritannia legger de også vekt på at dette kan skape en ny industri og



TRINE INGEBJØRG ULLA i Statoils Hywind-prosjekt ser Storbritannia og Japan som store nye markeder for flytende vind.

nye arbeidsplasser. Også i Japan regner man med at etterspørselen etter fornybar energi vil øke betraktelig etter at landet har stengt de fleste atomkraftverkene og er i ferd med å etablere en helt ny forsyningsstrategi som skal erstatte dagens rådyre import av gass.

- Statoil ønsker å bidra til å utvikle vindkraftindustrien i en positiv retning. Samtidig

er vi inne i markedet som kommersiell aktør. Det er viktig for oss å bevise at bransjen greier å redusere kostnadene, blant annet ved å utnytte vindparkene på en mer effektiv måte. Nettopp derfor er satsingen på flytende vind viktig for oss. Vi tror denne teknologien kan bidra både til kostnadene reduseres og at produksjonen økes, sier Trine Ingebjørg Ulla.



Foto: Ingunn Teigen

LINE AMLUND HAGEN, administrerende direktør i bransjeorganisasjonen INTPOW.

FORSKNING OG UTVIKLING I ET GLOBALT MARKED

Bransjeorganisasjon innen fornybar energi mener Norge har et potensial til å ligge i front i den teknologiske utviklingen og oppfordrer industrien til et ennå nærmere samarbeid med forskningsmiljøene for å finne riktig strategi.

Line Amund Hagen leder nettverket INTPOW (Norwegian Renewable Energy Partners), en organisasjon som skal fremme samarbeid mellom norske og utenlandske aktører innen fornybar energi. INTPOW er et samarbeid mellom industrien og norske myndigheter. Medlemmene er selskaper og andre aktører med en internasjonal ekspansjonsstrategi.

- Internasjonalt har det vært en eventyrlig vekst i investeringer i fornybar energi, for

eksempel vannkraft solenergi og offshore vind, sier hun.

Dårlig tid

I Norge har vi likevel utfordringer.

- Vi leker kompetanse til oljebransjen og skulle gjerne sett at flere norske aktører ser mulighetene som finnes internasjonalt, sier Hagen, som mener det snart kan være for sent.

- Vi er ikke spesielt konkurransedyktige

på masseproduksjon, men kan hevde oss på felter hvor vi har spesiell kompetanse og erfaring. En av bransjens viktigste oppgaver fremover blir derfor å finne ut hvor Norge virkelig er gode.

- Vi mener det er viktig å inkludere forskningsmiljøene og jobber tett med FME-sentrene for å få den norske kompetansen innenfor fornybar energi til å bli mer synlig internasjonalt, sier Line Amlund Hagen.

LETER ETTER JORDVARME PÅ SVALBARD

■ Geotermisk energi er en fornybar energikilde som er lagret i form av varme i jorden. Ifølge forskning.no skal forskere ved Universitetet i Tromsø undersøke potensialet for utvinnbar geotermisk energi på Svalbard. Høyere temperaturer i undergrunnen kan benyttes indirekte til produksjon av elektrisitet.

Utslippstallet skal bli null

MÅLET MED ET ZEB-bygg eller nullutslippsbygg er at det skal ha null CO2-utslipp i løpet av sin levetid. Dette inkluderer utslipp fra byggefasen, materialene det består av, driftsfasen og avhendingsfasen. Det er en langt strengere norm enn dagens energikrav.



The Research Centre on Zero Emission Buildings (ZEB) er et av landets elleve FME-sentre ledes. I samarbeid mellom NTNU og SINTEF og arbeider med utvikling av bygninger som medfører null klimagassutslipp - Zero Emission Buildings.

Ifølge ZEBs senterleder Arild Gustavsen vil målet om null klimagassutslipp bli plattformen for fremtidens bygningsstandard.

- Omtrent førti prosent av fastlands-Norges energibruk går til drift av bygninger. Åtti prosent av dette er elektrisk strøm. Bygninger må derfor være en del av løsningen på hvordan vi skal få ned energiforbruket, for på den måten å redusere klimautfordringene. Allerede i 2015 innføres det strengere nasjonale krav til bygg - passivhuskrav - og i 2020 skal alle nye bygg være nesten nullenergibygg. Dette er fastslått både i norske stor-

tingsmeldinger og i egne EU-dokumenter.

ZEB-senteret er støttet av Norges forskningsråd og består av 25 partnere. I tillegg til de ulike forskningsinstitusjonene finner vi deltagere fra hele den norske byggenæringen, fra eiendomsutviklere, entreprenører, rådgivere, arkitekter, produsenter av materialer og bygningsprodukter til offentlig forvaltning. Senteret samarbeider også mye internasjonalt for å finne de beste løsningene.

- Vår visjon er å eliminere klimagassutslipp fra kommersielle og private bygninger, både nye og eksisterende og under produksjon, drift og avhending, sier Gustavsen.

Flere pilotprosjekter

Senteret utvikler for tiden mellom fem og sju pilotbygg. Powerhouse Kjørbo er et rehabiliteringsprosjekt av et kontorbygg fra 1980-tallet som skal stå ferdig på vårtiden. Andre eksempler er et boligprosjekt på Skarpnes i

Arendal og et nytt kontorbygg på Haakonsværn i Bergen.

Godt utstyrt

Gustavsen forteller at et nullutslippshus vil ha forskjellig utstyr for innsamling av energi, deriblant solcelle- og solvarmepaneler. Et av målene er å samle inn og konvertere mer energi enn bygningen bruker. Bygningen må derfor være godt isolert, ha god lufttetthet, svært lavt varmetap og effektiv belysning og ventilasjon. Selv skal ZEB-senteret bygge to laboratorier - testbygg - på Gløshaugen (NTNU) i Trondheim. Det ene bygget er en liten enebolig som også skal være et nullutslippsbygg.

- Vi er svært avhengige av å utprøve ulike løsninger i praksis, så disse testbygningene vil komme til god nytte, sier Gustavsen.

Zero Emission Buildings (ZEB)

■ Europas største vannkraftprodusent

Vannkraften står i dag for cirka 19 prosent av all elektrisitetsproduksjon i verden. I Norge kommer cirka 99 prosent av total elektrisitetsproduksjon fra vannkraft. Norge er den største vannkraftprodusenten i Europa med en årlig produksjon på cirka 120 TWh. Omtrent 86 prosent av all fornybar elektrisitetsproduksjon i verden kommer i dag fra vannkraft.



ET KRAFTFULLT MILJØ SKAPER MULIGGJØRINGSKULTUR

I Multiconsult ser vi hele bildet når vi arbeider med fornybar energi - både produksjon, distribusjon og bruk. Ved å jobbe i skjæringspunktet mellom erfaring, forskning og utvikling skaper vi effektive energiløsninger for fremtiden.

I VINDEN SOM ALDRI FØR

Multiconsult satser på vindkraft - både til lands og til havs. Det er naturlig for et selskap med solid ekspertise fra offshore-engasjement for miljøet. Vi har erfaringen og kunnskapen som trengs for å levere store infrastrukturprosjekter, både til lands og til havs. Multiconsult kan bidra hele veien, fra identifisering av muligheter til konstruksjon og drift.

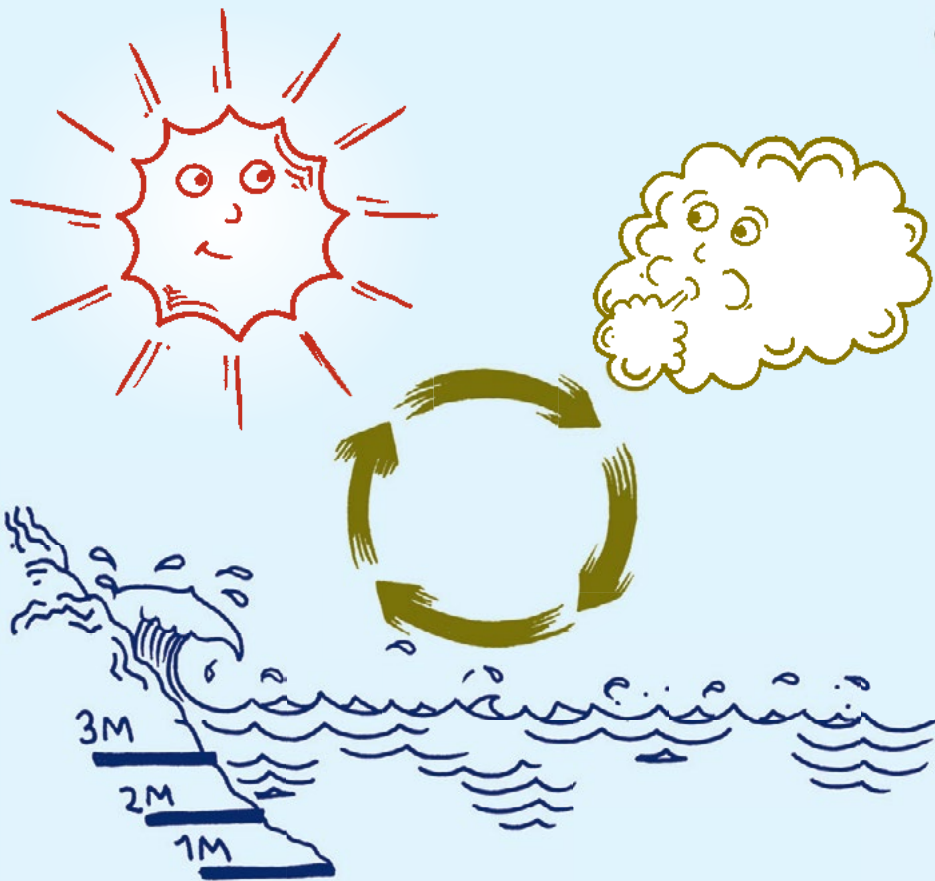
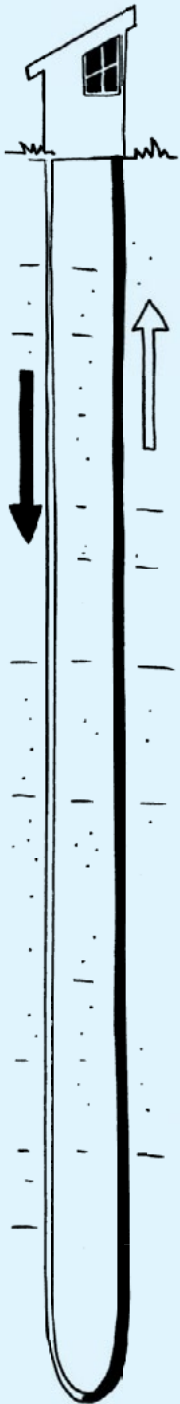
SOLA SKINNER

Mange av Multiconsults energiprojekter utenfor Norge ligger i utviklingsland - i "solbeltet". Her er det ofte perioder med mye sol og lite vann, og omvendt. Vi ser gode synergier mellom vann- og solkraft. Vi kan levere solenergianlegg i alle størrelser og tar prosjektet fra idé til produksjon. Våre konsulenter har lang og bred erfaring fra både leverandøri industrien og bygging av solenergianlegg.

Multiconsult
multiconsult.no

Geotermisk energi

Geotermisk energi er energi i form av varme, tilgjengelig under jordens overflate. Dette kan bli en betydelig energikilde i fremtiden. Varmen i jordens indre tilsvarer om lag 35 milliarder ganger verdens årlige energiforbruk.



Bedre luft med fjernvarme

Fjernvarmeteknologi bidrar til miljøvennlig oppvarming og bedre luftkvalitet. Årlig sparer fjernvarmeanlegget vårt miljøet for ca. 21 millioner liter olje brukt til oppvarming.

Hydrologi

...er studiet av vannkretsløpet og vannressursene i hydrosfæren. I samarbeid med forskere og andre eksperter jobber vi kontinuerlig med å øke kunnskapen innen natur- og ressursforvaltning.

Gytefisktelling, utsetting av yngel, minstevannføring og overvåking av hydrologiske forhold er noen av miljøtiltakene våre.

FORNYBAR ENERGI

Vannkraft er viktig for klimaet fordi det er en fornybar energikilde, uten klimagasser og andre forurensende utslipp. Om vel 20 år må halvparten av verdens strømproduksjon være fornybar for å unngå mer enn 2 graders oppvarming. Andelen fornybar er i dag under 15 prosent.



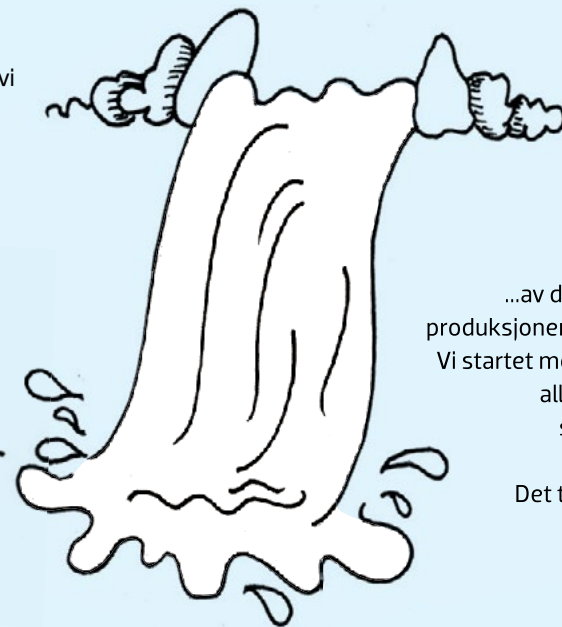
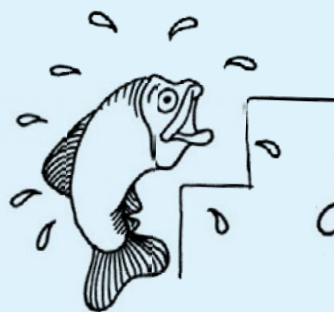
Lad opp tanken

Elektrifisering av transportsektoren bidrar til bedre miljø og klima. Et av prosjektene vi er med på er flere hurtigladestasjoner for elbiler. Målet er at du kan kjøre elektrisk uten å bekymre deg for "tom tank".



Gla' laks

Villaksen er på vei tilbake. Etter at vi bygget ny laksetrapp i elven Ekso i Vaksdal, kommer villaksen seg lettere oppover i elven og til de gode gyteplassene.



99%

...av den norske elektrisitetsproduksjonen kommer fra vannkraft. Vi startet med vannkraftproduksjon allerede i 1912. I dag er vår samlede produksjon i et normalår på 6,7 TWh. Det tilsvarer strømforbruket til 335 000 husstander.

VI TAR KLIMAET PÅ ALVOR

Få energikilder er bedre egnet til å møte klimautfordringen enn ren og fornybar vannkraft. I årene fremover vil verdens behov for energi øke. Fornybar energi er vårt viktigste bidrag til en bærekraftig utvikling og begrenning av global oppvarming.



Morgendagen er her | bkk.no



HVA ER ET FME?

■ ■ Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME) skal ha en konsentrert, fokusert og langsiktig forskningsinnsats på høyt internasjonalt nivå for å løse utpekte utfordringer på energi- og miljøområdet. Sentrene er valgt ut av Norges forskningsråd. To overordnede kriterier danner grunnlaget for utvelgelse av FME: relevans og potensial for innovasjon og verdiskaping og vitenskapelig kvalitet.

LYS I TUNNELEN

■ ■ Prisen på solenergi har falt med åtti prosent de siste fem årene. Det har ført til en rekke konkurser og store utfordringer for produsentene i solenergiindustrien. Samtidig har bruken av solenergi ekspandert voldsomt.

Ønsker at fornybarbransjen satser internasjonalt

- Noe av det viktigste myndighetene kan gjøre er å legge til rette for forskning, utvikling og demonstrasjon, sier olje- og energiminister Tord Lien (Frp).

Skal vi bidra til at Europa blir mindre karbonintensivt enn det er i dag, så handler det til syvende og sist om å utvikle gode alternativer til fossile energiformer, sier Tord Lien. Norge kan her bidra med både kompetanse og teknologier for fornybar energi. I dette arbeidet har departementet stor nytte av rådene som kommer fra Energi 21 sitt arbeid.

Gjennom arbeidet med forskning og energi i Stortinget har statsråden sett hvilken betydning samarbeid mellom myndighetene, forskningsmiljøene og næringen kan ha.

- Det er den beste måten å jobbe på, sier Lien.

Bringer næringene til utlandet

Statsråden påpeker at leverandørindustrien til petroleumsvirksomheten – i samarbeid med myndighetene – har vært veldig flinke til å satse og etablere seg internasjonalt. Nå vil han bidra til at også den fornybare bransjen kan komme seg ut i den store verden.

- Vi har aktører som allerede har etablert

seg i det nordamerikanske markedet. Samtidig vet vi at det er store muligheter for å bygge ut vannkraft på Balkan, i Tyrkia og i Afrika.

- Produksjon av vannkraft er ofte svært lønnsomt, myndighetene kan bidra til man får i gang gode prosjekter, sier ministeren.

Her ser han et mulighetsrom for norsk industri til å bidra med kompetanse og investeringer internasjonalt. Nasjonale strategiarbeid som Energi21 har en viktig rolle å spille når det gjelder å innrette teknologisatsinger både nasjonalt og internasjonalt. En av de store utfordringene er å få på plass infrastruktur.

Tord Lien påpeker at man i Norge også er også gode på solteknologi, men ser det som lite sannsynlig at det bygges opp et solkraftanlegg av stort volum i Norge.

-Vi må ut av landet hvor mulighetene er større for å få utnyttet solkraftteknologien og kompetansen vår, sier Lien.

Må få ned prisene

Han mener vi må erkjenne at fossil energi

kommer til å utgjøre en sentral del av verdens energiforsyning i mange tiår enda.

- Vi har fått testsenteret på Mongstad som vi har til hensikt å videreføre. Hovedmålsettingen må nå være å bidra til at CO2-fangst blir billigere. Her skal vi bidra med forskning, utvikling og demonstrasjon som på sikt kan realisere fullskalahåndtering av CO2, sier han.

For tiden arbeides det med å utvikle en ny strategi for det norske CCS-arbeidet.

Når det gjelder produksjon av fullskala havvind er vi i følge Lien så langt unna

Samarbeid med egne fagfolk, universitetene og næringslivet er gull verdt. Tord Lien

lønnsomhet i det norske markedet at det er vanskelig å se for seg at det kan spille en stor rolle på kort sikt. Det ikke vil få noen prioritet.

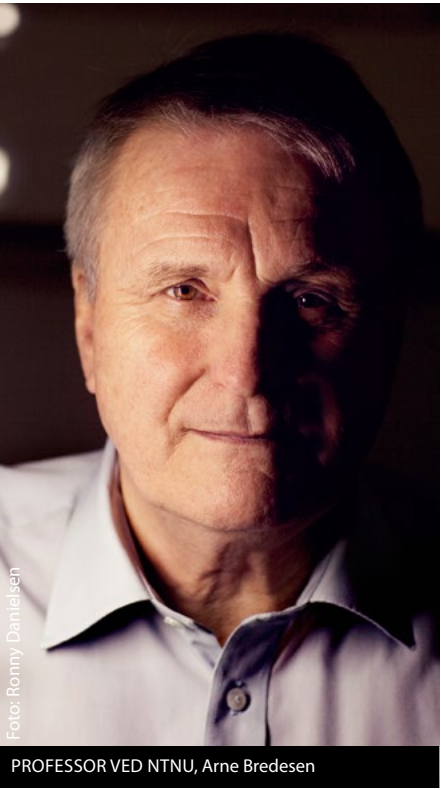


Foto: Ronny Danielsen

PROFESSOR VED NTNU, Arne Bredeesen

UIO OG NTNU - ULIKE DØRER TIL EN ENER

- Vi er avhengige av energi for å leve et godt liv på denne planeten, sier professor i energifag ved NTNU, Arne Bredeesen, som også leder for NTNUs energisatsning og sitter i styret for Energi 21.

- For å berge klimaet må verden i slutten av dette århundret ha klart å redusere utslipp av klimagasser til null. I samme tidsperiode vil det komme flere milliarder nye «middagsgjester» til det globale middagsbord. Spørsmålet er hvordan vi skal klare å skaffe nok energi og ren energi, slik at vi kan skape et fredelig og bærekraftig samfunn der alle har det godt, påpeker Bredeesen, som mener dette er den største utfordring menneskeheten står overfor i dette århundret.

I tett samarbeid med Energi21, Norges forskningsråd og norsk næringsliv, har NTNU og SINTEF de siste årene bygget opp

en forsknings- og utviklingsvirksomhet som er betydelig i internasjonal sammenheng. Veien til en renere framtid er avhengig av samspill mellom de ulike teknologiområdene. - Vi trenger ulike fornybare energikilder. Samspillet vil avhenge av nasjonale og regionale grensebetingelser, men også ved å være gode på energistudier (CenSES), sier han.

Bringer kunnskap ut i samfunnet

- I Trondheim er det 1500 mennesker i

NTNU og SINTEF som jobber på energilaget for å utvikle nye løsninger og skape en renere framtid. Vårt fortrinn er at kunnskapen både er tilgjengelig for næringslivet og masterstudentene som tar med seg den nye kunnskapen ut i samfunnet og bruker den til å utvikle miljøvennlige løsninger og løse problemer resten av livet, sier Bredeesen.

UiO med bred tilnærming

Anders Elverhøi, professor og direktør for UiO Energi mener mange

BYGGER VINDTURBINER I RAKETTFART

■ ■ Etter Fukushimakatastrofen har japanske myndigheter jobbet på spreng for å skape ny industri av flytende vindturbiner. Et team ved Universitetet i Kyoto har ifølge gemini.no nylig konstruert, testet og rigget opp en flytende vindturbin som nå produserer 100 kW i havområdet utenfor den japanske østkysten på knappe 18 måneder.

ENERGIETTERSPOERSELEN ØKER - OG ØKER

■ Kraftproduksjon og annen bruk av fossil energi er den største kilden til utslipp av klimagasser. Det internasjonale energibyrået (IEA) har anslått at verdens energietterspørsel vil øke med over femti prosent frem til 2030 og at fossilt brensel i 2030 vil dekke over 80 prosent av det globale energibehovet.

Foto: Ingunn Teigen



OLJE- OG ENERGIMINISTER Tord Lien vil bidra til at nye fornybarteknologier og CCS skal bli billigere gjennom forskning, utvikling og demonstrasjon.

- Subsidieringen man må ha for å få havvind inn i markedet er for store, sier Lien, som likevel ønsker å legge til rette for demo for fagmiljøene.

- Samarbeid med mellom universitetene, instituttene og næringslivet er gull verdt når nye satsinger på fornybar energi og CCS skal gjennomføres. Nå arbeider vi for å styrke samarbeidet med både EU og USA, blant annet de tunge teknologiske forskningsmiljøene i Houston, Texas og UC-universitetene i California.

Lien henviser også til EUs store ram-

meprogram Horisont 2020, hvor Norge er fullverdig medlem. Han ønsker større trykk både fra forskningsmiljøene og fra næringslivet for å øke samarbeidet innen EU-forskningen.

- Jeg har sansen for den forskningsprofilen Horisont 2020 står for. Prosessene som går på energi i EU er åpen for at vi skal delta. Det er en mulighet for næringen og norske myndigheter. Så her gjelder bare å henge med, sier olje- og energiminister Tord Lien.

ENERGIUTDANNING

forskningsprogrammer på fornybar energi går på hvordan vi skal få til bedre teknologiske løsninger.

- Skal vi lykkes med en overgang til et samfunn med økt andel av fornybare energikilder, må vi også ha en samfunnsvitenskapelig tilnærming, sier han.

UiO Energi er et initiativ for tverrfaglig forskning, utdanning og innovasjon på energi og som griper fatt i en av verdens mest kompliserte utfordringer – overgangen til et nytt bærekraftig energisystem.

- UiO Energis utgangspunkt er at vi på mange områder vet nok til å handle. Derfor utdanner vi kandidater som både kan se de tekniske, politiske og juridiske løsningene. På den måten får vi mennesker som kan styring, rammevilkår og finne smarte, gode løsninger, sier Elverhøi.



PROFESSOR VED UIO, Anders Elverhøi.

Foto: Ingunn Teigen



“Lykkes vi her hjemme, kan vi også lykkes globalt”

John G. Bernander

John G. Bernander, adm.dir., Viking Heat Engines

LAGER STRØM AV SØPPEL

Enova har gitt forbrenningsanlegget Returkraft støtte til å ta i bruk ny teknologi som gjør det mulig å produsere elektrisitet av varme som tidligere gikk tapt.

Søppel må brennes hele året – også når folk ikke har behov for oppvarming av hjemmene sine. Returkraft som produserer strøm og fjernvarme i Kristiansand, har til nå i slike perioder fyrt for kråkene. Det gjør de nå noe med. Selskapet er i ferd med å installere tre motorer som konverterer deler av varmen som blir til overs til elektrisk kraft.

- Vi har en svært stor mengde spillvarme. Når det dukker opp teknologi som gjør det mulig å produsere elektrisitet av den, er det fornuftig å ta den i bruk, sier administrerende direktør i Returkraft, Odd Terje Døvik.

NY TEKNOLOGI

Det er komplekst å produsere elektrisitet av varme med lave temperaturer, men teknologien som skal prøves ut hos Returkraft gjør dette mulig. Enova har støttet prosjektet med over 3,3 millioner kroner.

- Denne støtten er det som totalt sett har gjort det mulig å investere i denne teknologien. I tillegg er det en kvalitetssikring for oss å ha Enova med på laget. Det er et tydelig signal om at dette er et fornuftig prosjekt, forteller Døvik.

PILOTPROSJEKT

Det er selskapet Viking Heat Engines som står bak teknologien. Selskapet

ledes av den tidligere NRK-sjefen og NHO-direktøren John G. Bernander.

- Det å få en industriell pilotkunde for denne typen teknologi er avgjørende for oss. Vi er i et land hvor markedet er stort med mye prosessindustri med spillvarme. Vi ser at om vi lykkes her hjemme, kan vi også lykkes globalt, sier Bernander som fremhever Enovas bidrag.

- Uten støtten fra Enova som gir Returkraft finansiell ryggdekning hadde ikke dette vært mulig, fastslår han.

STØTTER FLERE

Enova har de siste årene støttet flere andre prosjekter som tester ut ny lovende teknologi som lager elektrisitet av lavtemperatur-spillvarme

- Vi gir støtte til klima- og energiteknologi som er moden for å testes ut i full skala. Det er til syvende og sist markedet som avgjør hvilke teknologier som lykkes, og det er derfor høy risiko knyttet til slike prosjekt. Gjennom å tilby økonomisk støtte avlaster vi denne risikoen, sier administrerende direktør, Nils Kristian Nakstad, som understreker at Enova gjerne vil ha flere teknologisøknader.

- Potensialet er stort. Derfor setter vi også fokus på klima- og energiteknologi under Enova-konferansen i januar.



Grønn vekst endrer Norges forretningsmodell

■ Norge er et av verdens beste land å bo i. Mye av forklaringen ligger i befolkningens evne og vilje til å forvalte petroleumsressursene riktig.

Det sier Wilfried Pimenta de Miranda, markedssjef Energi i Multiconsult.

- Verden er i endring. En global, grønn vekst utfordrer nå gamle forretningsmodeller. Global oppvarming, økonomisk vekst, forsyningssikkerhet og 1,3 milliarder mennesker uten tilgang til elektrisitet. Argumentene er mange og tunge, sier Pimenta de Miranda, som mener at Norge er en perfekt strategisk partner for global grønn vekst.

- Vi har kapital og teknologi. Det er nå på tide å fornye vår forretningsmodell. Norge skal fortsette å være et av verdens beste land å bo i – og grunnen vil være vår generasjons evne og vilje til å investere vår finansielle formue riktig. ▼



WILFRIED PIMENTA DE MIRANDA, markedssjef Energi i Multiconsult.

Vannkraft på nært hold

Pris, rekruttering og lokal aksept er noen av de viktigste forutsetningene for å få til en vellykket vannkraftindustri ifølge Gaute Tjørhom, administrerende direktør i kraftselskapet Sira-Kvina.

Vannkraft er en av våre modne fornybare teknologier. Hvilke forskningsbehov ser du i tiden fremover?

- Til tross for moden teknologi, er det mange muligheter for ytterligere optimalisering og forbedring. De fleste store anlegg i Norge ble bygget for flere tiår siden da man ikke hadde tilgang til de mulighetene databasert teknologi med simuleringer, tilstandsovervåking og liknende kan gi oss i dag. Likevel er det to områder Tjørhom utpeker seg som FoU-satsingsområder i nær framtid.

Marked og miljøpåvirkning

- Det ene er vannkraftens miljøpåvirkning. Mange selskap møter utfordringer med vilkårsrevisjoner og i tillegg skal EUs vanddirektiv implementeres. Begge deler skaper press på vannressursene og vi må finne gode

metoder og tiltak som både reduserer miljølempene og minimaliserer tap av produksjonsvann, sier Tjørhom.

- Det andre FoU-området vi ønsker at det skal satses på er framtidens marked for fornybar kraft. Hvilke muligheter gir framtidens kraftmarked med mye uregulerbar kraft? Trenger vi en ny markedsmo-
dell? Hvilket behov blir det for nye produkter? Hvilken anleggstilpasning trenger vi i forhold til nye produkter?

Hva ser du som de største utfordringene for vannkraften i tiden fremover?

- En utfordring er forventningen om at lavere priser framover vil kunne redusere økonomisk handlefrihet. En annen utfordring er rekruttering av nødvendig kompetanse.



REKRUTTERING AV NØDVENDIG kompetanse er en utfordring for lokale kraftselskaper.

Hvilke utfordringer har Sira-Kvina lokalt?

- Igjen - rekruttering. Og gjennomføring av vilkårsrevisjon uten tap av produksjonsvann. Dette betyr blant annet at vi trenger lokal aksept for nye kraftprosjekter.

” - Til tross for moden teknologi, er det mange muligheter for ytterligere optimalisering og forbedring.

Gaute Tjørhom

Lokal gjensidig avhengighet

Hvordan vil du beskrive samarbeidet med kommunene?

Veldig bra. Særlig har vi et tett og godt samarbeid med våre to største vertskommuner Sirdal og Kvinesdal. Vi er gjensidig avhengig av hverandre og begge parter er klar over det.

Kraft til å påverke framtida

Sogn og Fjordane Energi si verksemd er midt i hjartet av dei norske fornybarressursane.

Med ein omfattande energiproduksjon og eit langstrakt linjenett har vi kraft til å påverke framtida.



NTNUs strategiske område Energi

ENERGI ER ET AV NTNUS SEKS TEMATISKE STRATEGISKE SATSINGS-OMRÅDER SOM BLE ETABLERT I 2000. Målet er å utvikle flerfaglig samarbeid på forskning og utdanning mellom forskningsgrupper fra ulike felter av energiområdet. Visjonen er tilstrekkelig og ren energi for et bærekraftig og fredelig samfunn.

Gjennom det flerfaglige samarbeidet har NTNU og vår forskningspartner SINTEF vært i stand til å øke sin energirelaterte forskningsaktivitet betydelig. I dag er det mer enn 1500 mennesker i NTNU-SINTEF som arbeider for å skape en renere framtid.

«Energifamilien» ved NTNU

«Energifamilien» ved NTNU inkluderer rundt 350 professorer og mer enn 750 PhD-kandidater og postdoktor-studenter som arbeider med energirelatert grunnforskning. I tillegg utdannes hvert år ca.

ENERGIMILJØENE VED NTNU ER I 2013 INVOLVERT I EN REKKE TVERRFAGLIGE AKTIVITETER, INKLUDERT SEKS MÅLRETTEDE OG TVERRFAGLIGE FORSKNINGSSENTRE:

- Senter for energi og samfunn (NTNU)
- Senter for bærekraftige bygninger (NTNU-SINTEF)
- Senter for fornybar energi (NTNU-SINTEF-IFE-UiO)
- Gassteknologisk senter (NTNU-SINTEF)
- Petroleums-senter for bedre ressursutnyttelse (NTNU-SINTEF)
- Senter for elektrisk energi og energisystemer (NTNU-SINTEF)

STRATEGISKE INITIATIVER SOM INVOLVERER TVERRFAGLIG ARBEID:

- CO₂-fangst og -lagring (CCS)
- Hydrogenteknologi
- Industriell økologi

ENERGIFORSKNING VED NTNU INVOLVERT I FØLGENDE NASJONALE KOMPETANSESENTER:

- BIGCCS – International CCS Research Centre
- Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN)
- Bio energy Innovation Centre (CenBio)
- Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology (NOWITECH)
- The Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology
- The Research Centre for Zero Emission Buildings (ZEB)
- Centre for Sustainable Energy Strategies (CenSES) (startet i 2011)

300-400 høyt kvalifiserte MSc-kandidater til energisektoren. De tar med seg de nye kunnskapene fra forskningen ut i samfunnet og bruker dem resten av sitt yrkesaktive liv til å løse problemer og utvikle nye og mer miljøvennlige løsninger. (Det er de som bringer forskningen ut i samfunnet).

Disse FME-ene utgjør totale forskningsinvesteringer på mer enn 2,5 milliarder kr over åtte år, og innebærer et nært samarbeid mellom universiteter, forskningsinstitutter og industri. De industrielle partene står for 25 % av finansieringen, mens resten er gitt av Forskningsrådet (50 %) og NTNU/SINTEF. Omtrent 200 PhD-studenter og postdoktorer vil bli utdannet gjennom disse sentrene.

NTNU ER OGSÅ INVOLVERT I FIRE SENTRE FOR FORSKNINGSBASERT INNOVASJON (SFI).

- Integrerte operasjoner
- Flerfaseteknologi
- Nyskapende/innovative naturgassprosesser og -produkter
- Bore- og teknologi for økt utvinning

Internasjonalt samarbeid

NTNUs strategiske område Energi ønsker å utnytte sin faglige styrke til å utvikle institusjonelt samarbeid med ledende universiteter og forskningsgrupper rundt om i verden. Dette inkluderer samarbeid med MIT, med ledende japanske universiteter gjennom Kyoto Internasjonale Forum for Miljø og Energi (KIFEE), og felles forskningssentre med ledende kinesiske universiteter. I Europa deltar vi i mer enn 20 EU-energiprosjekter, og leder utviklingen av den pan-europeiske ESFRI infrastrukturen innen karbonfangst og -lagring (ECCEL). Videre deltar vi i 8 av 13 kjernegrupper innen EUs «SET Plan»-utdanning og opplæringsgrupper (inkludert ledelsen av to av dem).

En ny milepæl for NTNUs internasjonale satsning ble oppnådd i juni 2012 da den offisielle åpningen av SJTU-NTNU Joint Research Center i «sustainable energy» fant sted på Shanghai Jiao Tong University (SJTU). Senteret er et resultat av en langsiktig strategi som NTNU har utført i nært samarbeid med Norges Forskningsråd.

Den kombinerte innsatsen og styrken ved å dekke alle store energifelter, og den høye kvaliteten på forskning og utdanning, setter NTNU i en sterk posisjon til å være ledende internasjonalt innen energiforskningen, og å gi betydelige bidrag til verdens nåværende og fremtidige utfordringer.



NTNU

Det skapende universitet

Telefon 73 59 38 60

www.ntnu.edu/energy



Gassnova skal bidra til å gjøre kloden beboelig for kommende generasjoner

Kampen mot klimaendringene og utfordringene knyttet til å dekke verdens energibehov er viktige årsaker til vår satsing på fangst og lagring av CO₂. Gassnova skal bidra til at denne teknologien utvikles og blir et kostnadseffektivt klimatiltak.

www.gassnova.no



innovasjon norge.no/miljotek

Utvikler du teknologi for en grønnere fremtid?

Innovasjon Norge gir tilskudd til pilot- og demonstrasjonsanlegg for ny teknologi som forbedrer miljøet. Vi delfinansierer utvikling, prosjektering, bygging, igangkjøring og testing av nye demonstrasjonsanlegg.

Aktuelle prosjekter kan være nye løsninger for fornybar energi, effektiv ressursåndtering og rensing, eller miljøvennlige produkter, produksjonsprosesser og systemer. Tilskuddsordningen er åpen for bedrifter i alle størrelser over hele Norge. Utviklingen og investeringene må skje i Norge.

Les mer på www.innovasjon norge.no/miljotek, eller kontakt oss på telefon 22 00 25 00 og spør etter ditt nærmeste lokalkontor.

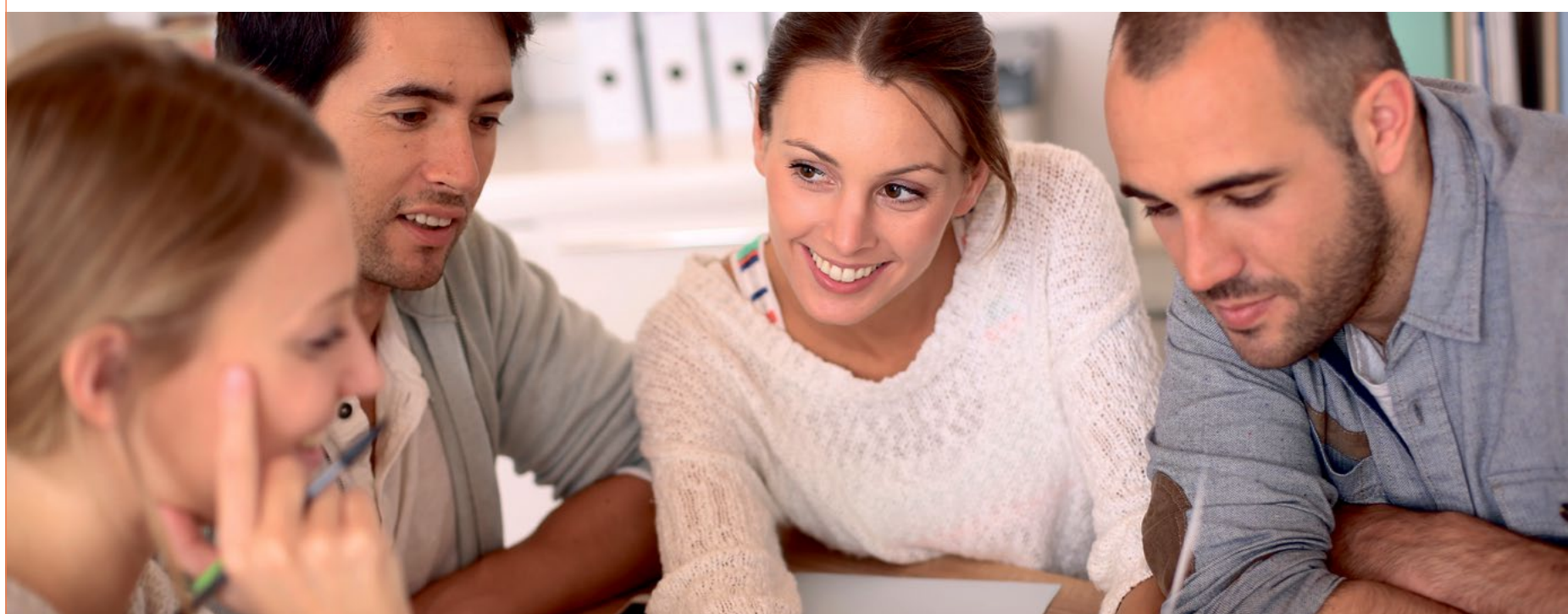
Vi gir lokale ideer globale muligheter

FOTO: JONIER



norden

Nordisk Energiforskning



Nordisk Energiforskning – en brobygger i bærekraftige løsninger

Nordisk Energiforskning har i 28 år lansert forskningsprogrammer som har skapt verdifulle nettverk mellom nordiske forskere og industrideltagere. Prosjektene har bidratt til hundrevis av doktorgrader og bygget kunnskap

på tvers av landegrensene. Nordisk Energiforskning arbeider for at Norden skal være en ledende region innen bærekraftige energiløsninger og effektive energimarkeder. Det er vår visjon.



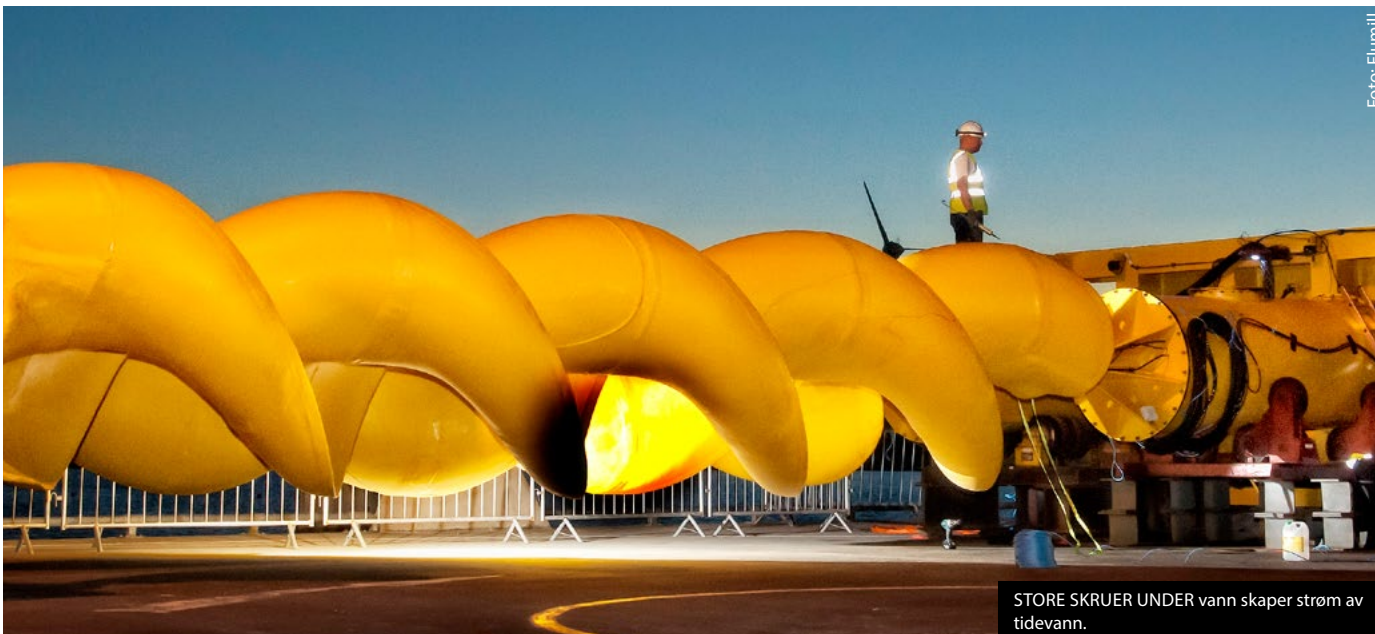
www.nordicenergy.org | Nordisk Energiforskning/Nordic Energy Research, Stensberggata 25, 0170 Oslo

HAVETS KREFTER BLIR ENERGI

■ ■ Estimert potensial for tidevannsenergi varierer sterkt mellom ulike analyser. Det internasjonale energibyrået IEA beregnet i 2006 at potensialet globalt var 200 TWh/år. Det er estimert et teoretisk potensial for tidevann i Norge på cirka 1-2 TWh ifølge Fornybar.no.

SKILLER SEG UT

■ ■ De fleste tidevannssystemer bygger på et propellsystem lik prinsippet som vindmøller på land bygger på. Flumillprosjektet er basert på to enorme roterende skruer med en diameter på 8 meter og en lengde på 32 meter.



STORE SKRUE UNDER vann skaper strøm av tidevann.

Foto: Flumill

Tidevannsenergi skurrer seg til

TIDEVANNSENERGI ER BÅDE en forutsigbar og miljøvennlig energikilde. Et norsk selskap introduserer nå et egenutviklet system for nye energimarkeder.

Energi fra tidevannet utnytter den energien som oppstår når vannet beveger seg naturlig på grunn av solen og månens tiltrekning.

Støttetilsagn på 57,3 millioner kroner fra Enova og 15,5 millioner fra Innovasjon Norge har muliggjort utviklingen av den nye teknologien som nå både er demonstrert og verifisert av CFD-analyser og skalamodelltesting. For å være klar for kommersiell drift, er neste og siste skritt å foreta en demonstrasjon i fullskala mot nett over tid.

Forutsigbar og usynlig

– Fordelen med denne teknologien er at energiproduksjonen er mer forutsigbar enn vind og sol. Den er heller ikke synlig, sier Anders Holm i selskapet Flumill.

Selve installasjonen skal stå skjult under vann. Likevel er utseendet i seg selv både oppsiktsvekkende og fascinerende – som to parallelt roterende pastaskruer. Oppfinnel-

sen fra 2002 utvikles innenfor det norske selskapet Flumill, hvor de fleste ansatte har bakgrunn fra offshore- og subseavirksomhet.

Store tidevannsressurser

– På grunn av tidevannsforholdene i Norge er systemet først og fremst aktuelt fra Trøndelag og nordover. De mest modne markedene er likevel Storbritannia og Frankrike, men også USA og Canada har store tidevannsressurser, forteller Holm.

– Nå er det den siste byggesteinen vi arbeider med å få til. Støttetilsagnet fra ENOVA, konsesjonen fra NVE er på plass og testingen skal etter alt å dømme foregå i Troms hvor vi har en nettilkoblingsavtale med Troms Kraft.

– Støtten fra Enova og Innovasjon Norge har vært avgjørende bidrag for hvor langt vi er kommet, sier Holm.

– Flumill er et godt eksempel på mulighetene og utfordringene for nye miljøteknologiløsninger, sier Karl Chr. Strømsem, som leder sektor for energi og miljøteknologi i



Foto: Jon Anders Skau

TEKNOLOGIEN BAK TIDEVANNSKRUENE ble utviklet som en sikkerhetsventil for gassystemer, men kan også brukes til å trekke energi, forteller Anders Holm.

Innovasjon Norge.

– Markedene for miljøteknologi er i kraftig vekst verden over. Men for virkelig nyskapende produkter kan veien fra idé til marked være lang. Innovasjon Norges rolle er å hjelpe gode ideer frem til marked. Derfor bidrar vi med råd og risikokapital til å prøve ut ny teknologi, slik at den best mulig besvarer behovene i markedene den konkurrerer om.

Etterspørselen må stimuleres

■ ■ Norge har et overskudd av elkraft. Samtidig er prisene er lave.

Er det et økonomisk problem eller en unik mulighet, konserndirektør i Statkraft Steinar Bysveen?

– Alt tyder på at vi går mot et kraftoverskudd i Norden når effekten av grønne sertifikater slår inn for alvor fra 2020. Det vil gi lavere priser og mindre inntekter til stat og kommuner. Statkraft mener denne utfordringen kan møtes på flere måter som kan gi positive effekter. Det trengs beslutninger som stimulerer etterspørselen etter elektrisitet, for eksempel innen samferdsel. Initiativ for å øke fornybarandelen innen kraftkrevende industri og olje- og gasssektoren kan også gi høyere etterspørsel. Flere kabelforbindelser vil kunne gi økt eksport av fleksibel nordisk fornybar energi til kontinentet og bidra til å balansere uforutsigbar vind- og solkraft. Kabelforbindelsene vil samtidig øke forsyningssikkerheten i Norden.

Hvordan kan vi best tilrettelegge for salg av balansekraft og systemløsninger mot Europa?

– Det foregår allerede kraftutveksling i Norden og med kontinentet. Kraftstrømmen styres av tilbud og etterspørsel. Statkraft er glad for at det arbeides med å etablere nye forbindelser med Tysland og UK, men ønsker at ytterligere forbindelser bygges så raskt som mulig. ▼



Foto: www.statkraft.no

KONSERNDIREKTØR I STATKRAFT Steinar Bysveen



Foto: Ingunn Teigen

MONA ASKMANN i Energi Norge.

VANNKRAFTFORSKERE UNDER FELLES PARAPLY

Landets største fagmiljøer innen vannkraft har gått sammen og dannet Norsk vannkraftsenter som skal ha sitt sete på NTNU. Hensikten er å øke forskningsinnsatsen og bedre rekrutteringen til vannkraftnæringen.

Vannkraft står for 97 prosent av Norges strømproduksjon og er den viktigste energikilden i det nordiske kraftsystemet. Det er et stort potensial for økt effekt og økt energiproduksjon ved opprusting og utvidelser av landets eksisterende anlegg.

– Økt forskning innenfor vannkraft er avgjørende for å få utløst dette potensialet, sier Mona Askmann, direktør for kompetanse og FoU i Energi Norge. Interesse- og arbeids-

giverorganisasjonen for norsk kraftnæring har sammen med mange energibedrifter, deriblant NTNU, Sintef Energiforskning og FME-sentret CEDREN, dannet Norsk Vannkraftsenter.

Bedre koordinering

I dag undervises det i vannkraft ved tre ulike institutter ved NTNU, Energi- og prossteknikk (Vannkraftlaboratoriet), Vann- og miljøteknikk (Vassdragsteknikk) og Elkraftteknikk. I tillegg er Institutt for geologi- og bergteknikk inne med tunnelteknologi.

– Det er blant annet på bakgrunn av energibedriftenes ønske at man nå samler forskning og utdanning innenfor vannkraftfeltet under et eget senter, sier Askmann.

– Kraftnæringen gir i dag betydelig støtte

til flere institutt ved NTNU for å fremme kompetanse og gode sivilingeniører. Energi Norge mener at en god koordinering mellom de ulike vannkraftmiljøene gjennom etableringen av et eget vannkraftsenter vil gi økt nytte for bransjen.

Økt forskningsaktivitet de siste årene har allerede bedret rekrutteringen av studenter til Vassdragsteknikk og Vannkraftlaboratoriet. Energi Norge håper en ytterligere styrking av samarbeidet vil kunne gi økt kompetanse, mer forskning og bedre rekruttering til kraftnæringen

– Målet er å få koordinert ressurser og innsats innenfor vannkraft relatert til undervisning, forskning og utvikling ved NTNU og samarbeidende institusjoner for økt verdiskaping i kraftnæringen, sier Askmann.



Osloregionen ledende innen fornybar energi og miljøteknologi

OREEC kobler sammen bedrifter, forskning, utdanning og offentlige aktører. Det blir det innovasjon av.

OREECs aktiviteter:

- Matchmaking og nettverk
- Innovasjon og forretningsutvikling
- Internasjonalt samarbeid
- Utdanning og kompetanseutvikling

www.oreec.no | www.facebook.com/oreec



www.energinorge.no

Jobb med fornybar energi

Fornybarnæringen utvikler morgendagens klimavennlige kraftsystem. Velger du utdanning som ingeniør eller fagarbeider innen elektro, kan du få en spennende karriere i en næring i sterk vekst.



EnergiNorge

BEDRE KLIMA – SIKKER FORSYNING – GRØNN VEKST



Foto: Ingunn Teigen

CO2-håndtering etter

RISIKOEN RUNDT VIDERE utvikling av karbonrenseanlegget på Mongstad ble for stor og gigantprosjektet lagt ned. Næringen har vist seg vanskelig å gjøre lønnsom og utviklingen står stille i en verden i økonomisk krise. Hva blir det neste kapitlet i det norske CO2-håndteringsarbeidet?

Utslipp av CO2 er en viktig årsak til at klimaet forverrer seg. Vi vet at det utvikler seg til en katastrofe om vi ikke gjør noe. Det sier administrerende

direktør i Gassnova Tore Amundsen. Han mener CO2-håndtering uansett vil være en nødvendig forutsetning for å oppnå et bærekraftig samfunn.

- CO2-håndtering er mulig, selv om kostnadene i dag er høye, sier Amundsen, som nevner tre punkter som likevel gjør han optimistisk.

Lagring på kontinentalsokkelen

- For det første har Europa mange store utslippskilder hvor Norge kan bidra med teknologisk ekspertise. Forskningen og Mongstad-prosjektet har gitt oss unik

erfaring som uansett ikke er bortkastet. For det andre har Norge enorme muligheter til å lagre CO2 på kontinentalsokkelen. Kapasiteten er her så stor at vi også har mulighet til å lagre CO2-avfall for Europa.

”CO2-håndtering er mulig, selv om kostnadene i dag er høye.

Tore Amundsen

Amundsens tredje grunn til optimisme handler om utviklingen på det amerikanske kontinentet.

- I forhold til CO2-håndtering i Europa og globalt, oppfattes nedleggelsen av Mongstad som et tilbakeskritt. Heldigvis har USA og Canada flere anlegg under bygging og som vil stå ferdig innen om kort tid, sier Amundsen, som har stor tro på at disse vil demonstrere verdien av teknologien.



Foto: Ingunn Teigen

AVDELINGSDIREKTØR RUNE VOLLA i Avdeling for energi i Forskningsrådet.

FORSKNING SOM

Forskningsrådet bevilger flere hundre millioner kroner hvert år til anvendt energiforskning som kommer næringslivet til gode. ENERGIX-programmet og forskningsentre for miljøvennlig energi (FME) er noen av de viktigste virkemidlene for å følge opp Energi21-strategien. Her er det plass til enda flere bedrifter.

Det store programmet for forskning på miljøvennlig energi - ENERGIX - gir støtte til innovative bedrifter innenfor energi. I innovasjonsprosjektene er bedriftene prosjektledere, i kompetanseprosjektene er forskningsinstitusjonene prosjektledere. Begge typer prosjekter fordrer et nært samarbeid mellom industri og akademia.

- Vi ser at bedriftene som har en bevisst forskningsstrategi, får mange ganger igjen egen innsats når de går inn i forsknings-



GAS NOVAS ADMINISTRERENDE direktør Tore Amundsen mener det fortsatt finnes en fremtid for norsk CO2-håndtering.

Mongstad

Fortsetter å forske

- Det er også gledelig at det drives teknologit utvikling innenfor det norske CLIMIT-programmet for kommersialisering av CO2-håndtering gjennom økonomisk støtte til forskning, utvikling og demonstrasjon. Sammen med Forskningsrådet administrerer Gassnova dette forskningsprogrammet.

Gassnova jobber med å se på muligheten for CO2-håndtering andre steder i Norge. I en rapport fra selskapet i fjor, ble blant annet et eventuelt nytt kullkraftverk på Svalbard, Norcems sementproduksjon i Brevik og Yaras ammoniakfabrikk på Herøya ansett som formålstjenlige for videre studier.

- CO2-håndtering vil under alle omstendigheter være en nødvendig forutsetning for bruk av energi og et bærekraftig samfunn, sier Amundsen.

Fangstteknologien er klar til bruk

■ ■ Etter flere års utvikling kan Aker Solutions tilby teknologi for fullskala CO2-fangstanlegg med ytelsesgarantier.

Da det ble snakk om karbonfangst i Norge for over 10 år siden, ble det hevdet at teknologien ikke var kvalifisert for fullskala anlegg. Nå ligger den her, klar til bruk.

Norge et foregangsland

«Norge har vært et foregangsland innen CCS – karbonfangst og -lagring – og har gjort mye riktig og bra på teknologit utvikling. Nå gjenstår det å få på plass minst ett fullskala demonstrasjonsanlegg innen 2020 slik klimaforliket på Stortinget legger opp til,» sier Oscar Graff, teknologisjef for karbonfangst i Aker Solutions.

«I tillegg til et interessant hjemmemarked så ser vi økende interesse for vår teknologi i utlandet. Spesielt interessant er Kina, India, Midt-Østen, USA og Canada, der man ser på bruk av CO2 bl.a. til urea og økt oljeproduksjon, såkalt EOR. Vi jobber med konkrete muligheter og vil tilby vår teknologi og anlegg over hele verden, sier Oscar Graff.

Aker Solutions har hatt et mobilt testanlegg i drift siden 2008 og har levert amnanlegget på Teknologisenteret Mongstad. «Vi har utviklet bedre løsninger og har solid kunnskap, som vi vil videreføre i kommende prosjekter,» sier Oscar Graff i Aker Solutions. ▼



DET SKJER SPENNENDE ting innen karbonfangst og -lagring over hele verden og det store spørsmålet er når markedet virkelig tar av, sier Oscar Graff.

Foto: Ingunn Teigen

NÆRINGS- LIVET DRAR NYTTE AV

prosjekter støttet av Forskningsrådet, sier avdelingsdirektør Rune Volla i Avdeling for energi i Forskningsrådet.

Et eksempel på teknologi utviklet med støtte fra Forskningsrådet er produksjon av biogass til Oslos busser. Biogassen skal produseres av matavfall med hjelp av teknologi utviklet av det norske selskapet Cambi. Teknologien er basert på forskning ved blant andre Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Et annet eksempel er værradar for bedre styring av vannkraftressursene, der data fra værvarelet skal integreres inn i systemene til kraftselskapene. Energi Norge, Meteorologisk institutt, Powel og en rekke energiselskaper er med på prosjektet.

De beste går sammen

Forskningsrådet har også etablert 11 forskningssentre for miljøvennlig energi

(FME). De dekker teknologiområdene bioenergi, solkraft, havvind, miljøvennlig kraftutbygging, nullutslippsbygg og CO2-håndtering, pluss samfunnsvitenskapelig energiforskning.

Sentrene samler de beste ressursene på hvert område og utfører langsiktig forskning på høyt internasjonalt nivå. I hvert senter går forskningsmiljøene sammen med brukerpartnerne (industri og myndigheter) for å definere de viktigste forskningsoppgavene på kort og lang sikt. Et av suksesskriteriene for et FME er å skape muligheter for innovasjon og økt konkurransekraft hos brukerpartnerne. Sentrene er sikret finansiering i opptil åtte år.

- Den internasjonale evalueringen av de åtte teknologisentrene viser at de har oppfylt forventningene, og at de har et tett og godt samarbeid med næringslivet, sier Volla.

Time to get smart

De er åpne. De kan oppdateres og utvikles over tid. Nøkkelen ligger i applikasjonene.

De avanserte AMS-løsningene våre håndterer et bredt spekter av utfordringer allerede i dag. Ved å velge blant Aidons nettnytte-applikasjoner kan også nettselskapene muliggjøre fremtidens utvikling. Åpenheten legger grunnlaget. Det handler om å utnytte mulighetene.

Aidon
makes sense

Aidon Norge - Askerveien 61, 1384 Asker, Norway,
Tel: +47 66 90 17 20, info@aidon.com, www.aidon.com/no



Foto: Jon Anders Skau

MED SINE SJU kraftstasjoner og årlig produksjon på drøyt 6 TWh er Sira-Kvina kraftselskap en bærebjelke i det fornybare Lister. Her fra turbinhallen på Tonstad kraftverk, som er Norges største kraftverk målt i årlig produksjon.



Foto: Jon Anders Skau

LIV BIRKELAND

Markerer seg med samarbeid

KOMMUNENE ER FORSKJELLIGE og prioriterer ofte forskjellig, men når vi finner fram til ting som forener - ja da har vi funnet gull, sier Liv Birkeland, som har arbeidet med Listerrådets klima- og miljøstatsning.

Listerrådet er et politisk og administrativt samarbeid mellom de seks vestligste kommunene i Vest-Agder. Deres første energi- og klimaplan ble til i 2009. Pilotprosjektet Lister klima og miljø handlet om å følge opp denne planen, og fikk støtte av Miljøverndepartementet og Fylkesmannen i Vest-Agder.

- Det er mange kommuner i landet som samarbeider, men kanskje ikke så mange som overgår Lister når det gjelder energi og klima, sier kollega Svein Vangen, daglig leder i Listerrådet.

Felles løsninger

Vangen oppfatter at distriktet står sentralt i det klimavennlige energiskiftet som er på gang. Blant annet er det planer om storstilte oppgraderinger av sentralnettet og utbygging av landkabler fra Flekkefjord til Tyskland. Fra før er regionen ankerfeste for kabler som går fra Norge til Nederland.

- Som kommuner med både fornybar kraft og mye kraftforedlende industri er vi vertskap for mange og store problemstillinger, sier han.

Ikke alt er like positivt for lokalsamfun-

nene, men i Lister ønsker man å satse på dialog og kunnskap.

Både Vangen og Birkeland mener det også er veien å gå for kanskje å unngå at lokalbefolkningen føler seg tvunget til å ikke seg kjettinger og bunad, slik historien ble i Hardanger.

”Som kommuner med både fornybar kraft og mye kraftforedlende industri er vi vertskap for mange og store problemstillinger.

Svein Vangen

miljøfeltet hos både folkevalgte og ansatte i kommunene. Lister trenger ressurser og kompetanse for å delta i den nasjonale dialogen om energispørsmål som angår oss. Når vi stiller våre naturressurser til rådighet vil vi også ha noe tilbake i form av arbeidsplasser og økonomi, sier Svein Vangen.

På lag med forskningen

Liv Birkeland fremhever også betydningen av å samarbeide med forskningsmiljøer, slik som SINTEF og FME-sentret CEDREN. Vi skal være en medspiller og partner i forskningen – ikke bare ha rollen som forskningsmusa på laboratoriet, sier Birkeland.

- Vi vil øke kompetansen på plan- og

STORE MULIGHETER OM TEMPOET ØKES



Foto: Ingunn Teigen

KONSERNESJEF I SOGN og Fjordane Energi (SFE) Terje Gjengedal.

Norge har et overskudd av elkraft. Samtidig er prisene er lave. Hvordan skal man utnytte muligheten til kraftutveksling med Europa og tilrettelegge for salg av balansekraft og systemløsninger?

Overskudd av elkraft med lave kraftpriser som konsekvens er en stor utfordring for kraftprodusentene, sier Terje Gjengedal. Likevel mener konsernsjefen i Sogn og Fjordane Energi (SFE) at situasjonen byr på flere muligheter enn begrensninger.

Blant de nye mulighetene han ser, er at et periodevis overskudd i andre land på fornybar kraft med lave marginalkostnader kan gi oss billig importkraft som dels kan magasineres hos oss og dels brukes i industrien.

Det vil ifølge Gjengedal gjøre industrien mer konkurransedyktig og i stand til å betale litt mer for den verdifulle og fleksible norske kraften.

Gjengedal mener at uavhengig av hvordan eierskapet til mellomlandsforbindelsene organiseres, må kraftprodusentene og norske kraftkunder kunne inngå og prissikre mer

langsiktige avtaler med produsenter og kunder i andre land.

- Klima- og fornybarhetsmålene på kontinentet og etter hvert også i Norge og Norden har ført til en storstilt utbygging av fornybar kraftproduksjon. Til dels er hastigheten så høy at vi har problemer med å ta den inn over oss.

Behov for et fokusskifte

- Om vi ikke skal oppleve at vi står igjen på perrongen når omstillingstoget for elkraften går, krever det høy endrings- og omstillings-takt hos myndighetene og de ulike aktørene, sier Gjengedal, som mener fokuset må endres fra «forsyning av kraft-mengde» til «verdiskaping fra kraft-produkt».

Klima- og fornybarhetsmålenes ulike ordninger og rammevilkår fører til storstilt utbygging av store mengder ny kraft. Rammevilkår og tilgjengelige teknologier fører til at dette i stor grad er uregulert kraftproduksjon. Dette fører igjen til enorme utfordringer når det gjelder regulering og balansering av kraftsystemene.

Markedsadgangen må åpnes

- Vannkraften med sin fleksibilitet, høye effekt og store magasiner kan representere en viktig del av løsningen, samtidig som det vil bidra til å øke verdiskaping knyttet

til ressursgrunnlaget, sier Gjengedal.

- Det hjelper ikke å ha gode produkter om en ikke når frem til markedet og potensielle kunder. For det norske/nordiske systemet som er omgitt av hav betyr det ganske enkelt bygging av kabler, sier Gjengedal.

Han mener det kunne vært aktuelt å diskutere både eierskap til kablene og rekkefølgen av kabler og nye landingspunkt, men at bransjen nå er så presset på tid og fremdrift at det er viktigere å få realisert de to kablene som ligger i pipeline fremfor å diskutere optimale løsninger.

Planlagte kabler må bygges nå

- Selvfølgelig kunne jeg tenke meg å tenke nytt rundt kabelløsninger, men nå gjelder det å sikre at de to kablene som er under planlegging blir realisert innen 2020 slik at en får til sterkere verdiskaping for den nye fornybare kraften som bygges ut.

- Ved ytterligere kabelutbygging må man diskutere både eierskap og lokalisering. Et kabelpunkt lenger nord på Vestlandet er naturlig å vurdere som alternativ til andre forslag som foreligger. Hadde man hatt tid, ville det være naturlig å diskutere en Englands-kabel fra Nord-Vestlandet fremfor dagens løsning, men et slikt landingspunkt får komme i andre runde, sier Gjengedal.



Distribuert energiproduksjon – nullhus og nettintegrasjon

På Skarpnes boligfelt i Arendal bygges 40 husstander med en unik kombinasjon av klimavennlige og energiøkonomiske løsninger som gjør boligene selvforsynt med energi. Dette blir Nordens første boligområde med nullhus – det vil si hus som på årsbasis produserer like mye energi som de forbruker.

Her utvikles smart instrumentering for overvåking og innsamling av data, og nye modeller for å beskrive samspillet mellom boligene og strømmettet.

Nye krav i byggesektoren vil gi passivhus og nullhus innen 2020 – etterhvert kanskje også pluss hus. Pluss hus produserer mer energi enn til eget forbruk, og blir dermed netto leverandør til nettet.

Agder Energi, Teknova, Universitetet i Agder og Eltek samarbeider med Skanska for å bygge ny kunnskap om hvordan nullhus forbruker og produserer elektrisk energi, og hvilken innvirkning dette kan ha for dimensjonering og utforming av fremtidens strømmett.

Produserer egen strøm

Boligfeltet skal bli selvforsynt med energi og være nettleverandør av strøm til strømmettet. Energien hentes fra jordvarmeanlegg, solceller og solfangere. Boligene blir svært godt isolert og får et meget lavt oppvarmingsbehov. Nullhus har solcellepaneler på taket som dekker energibehovet til ventilasjonsanlegg, varmepumper, belysning og øvrig utstyr til drift av boligen. Overskuddsstrøm produsert av solcellene leveres til nettet, og ved behov vil strøm bli hentet derfra.

Effektiv drift av nettet

Prosjektet skal kartlegge hvordan strømproduksjonen i denne boligtypen sammenfaller med bruken av energi. Det legges særlig vekt på forbrukstopper, og dermed belastningen på nettet. Analyser av forbruksprofiler og produksjonsdata, samt muligheter for smart energistyring og energilagring, vil gi grunnlag for å utvikle modeller som bidrar til mer effektiv drift av nettet.

Verdiskaping

Erfaringer fra prosjektet skal benyttes til å utvikle planleggingsverktøy som kan forberede nettselskapene på de endringene som kommer, og til å tilrettelegge for verdiskaping i fremtidens nett.

Samarbeidsprosjekt

Skarpnes boligfelt er del av et større forsknings- og samarbeidsprosjekt, med støtte fra blant andre Enova, Husbanken og Norges Forskningsråd.



www.teknova.no



www.ae.no

FAKTA:

■ ■ Hydro produser årlig rundt 800 000 tonn primæraluminium i Norge fra sine fire store aluminiumsverk, Karmøy, Høyanger, Årdal og Sunndalsøra. I tillegg eier Hydro 50 prosent av SørAl på Husnes, ytterst i Hardangerfjorden.

Setter kraften i arbeid

NORSK HYDRO HAR vært bygget på energi og fossekraft siden selskapet ble etablert i 1905. Teknologidirektør Hans Erik Vatne utfordrer nå de fysiske lovene for å nå målet om å redusere energibruken i fremstillingsprosessen for aluminium.

Et viktig element i vår teknologistrategi er å benytte forskere og andre kompetente krefter til å optimalisere driften. De nye løsningene vi skal utvikle til bruk i fremstillingsprosessen skal bli de beste i verden, sier Hans Erik Vatne. Han har fått mye oppmerksomhet for sine høye mål siden han tiltrådte i stillingen våren 2012.

Har et godt virkemiddelapparat

Selskapet søker nå penger fra Enova for å bygge et testanlegg på Karmøy. Her skal man arbeide med forsøk på hvor langt ned man kan få energibruken i den nødvendige elektrolyseteknologien for fremstilling av

aluminium.

- I dag produserer vi metall til rundt 13,5 kWh per kilo. De nyeste elektrolyseovnene i testhallen i Årdal er nede i 12,5 kWh per kilo metall. Vi har satt oss som mål å komme ned i 10 kWh, noe som er et voldsomt ambisiøst mål siden det nærmer seg den teoretiske grensen for elektrolyseprosessen.

- Vi må utfordre oss selv om vi skal få det til. Fortrinnet vårt er de mange kompetente miljøene som finnes i landet, for eksempel i Årdal og Porsgrunn og ved NTNU, IFE og SINTEF. Norge har også et godt virkemiddelapparat gjennom Forskningsrådet og Innovasjon Norge. Det har bidratt til å gjøre oss verdensledende. I et høykostland som



Foto: Hydro

NORSK HYDROS TEKNOLOGIDIREKTØR Hans Erik Vatne har satt skyhøye energimål for aluminiumsproduksjonen.

Norge er vi avhengige av å være i toppen når det gjelder kompetanse og teknologi.

i Norge er derfor ifølge Vatne et av Norges beste klimatiltak globalt.

Norge er det mest klimavennlige valget

Mens en stor del av verdens aluminiumsproduksjon er basert på kullkraft, er den norske basert på vannkraft. Det plasserer oss blant verdens mest klimavennlige produsenter. Dersom den vannkraftbaserte aluminiumproduksjonen i Norge hadde blitt erstattet av produksjon basert på kullkraft, ville de globale CO2-utslippene økt med 15 millioner tonn i året. Å produsere primæraluminium

”Fortrinnet vårt er de mange kompetente miljøene som finnes i landet.

Hans Erik Vatne

- Vi har en utrolig situasjon her i Norge. Vi forvalter et kraftoverskudd av store fornybare energiresurser som må sies å være verdens grønneste energi. I tillegg utvikler vi den mest energieffektive og grønne teknologien. Det eneste fornuftige er å utnytte dette ved å sette kraft i arbeid, sier Hans Erik Vatne.



UiO : Energi
Universitetet i Oslo

<http://www.uioenergi.uio.no>

Klima- og miljøspørsmål er næringspolitikk



FOTO/ILLUSTRASJONER: COLORBOX.COM

Vi mener klima- og miljøspørsmål er næringspolitikk. For når næringslivet ser at et nytt, bærekraftig energisystem også er en bærekraftig forretningsmodell, er overgangen til lavkarbonsamfunnet i gang. For å nå dit, trenger vi kunnskap og kreativitet.

UiO Energi utdanner studenter som har bred, tverrfaglig kompetanse på energifeltet. Nettopp denne kompetansen trenger morgendagens næringsliv. Hos oss jobber samfunnsvitere, naturvitere, humanister og jurister sammen for å studere

hele energisystemet. Samfunnet trenger kunnskap om hvordan strøm lages og fraktes til deg som forbruker. Og vi trenger kunnskap om hvordan du bruker strømmen. Sammen kan våre fagmiljøer jobbe fram nye politiske, juridiske og økonomiske løsninger.

KUNNSKAP FORANDRER ALT



Master med litt ekstra mening

■ ■ Et initiativ fra Ingeniører uten grenser og engasjerte mennesker fra NTNU-miljøet tilbyr studenter å ta en mastergrad på et utviklingsprosjekt.

Marta Molinas er professor i Elkraft ved NTNU og en av støttespillerne for konseptet «Master med Mening». Et langt engasjement for prosjekter i utviklingsland var bakgrunnen for hvorfor organisasjonen IUG ba henne veilede studenter med det samme faglige engasjementet for utviklingsarbeid som driver henne personlig.

I 2010 opprettet Molinas selv en frivillig organisasjon som fremmer fornybar energibruk i virkelige prosjekter. I den forbindelse knyttet hun til seg flere studenter i samarbeid med IUG.

Sjekker om teoriene fungerer

- Våre første masteroppgaver ble ferdig i 2012 som et resultat av samarbeidet med IUG, forteller hun. Studentene dro på en tre uker lang reise til Nicaragua for å utføre arbeid i feltet. Oppdraget var å bekrefte eller korrigere arbeid som hadde blitt gjort i Trondheim på forhånd.

- I år veileder jeg fire studenter gjennom konseptet «Master med mening» - to i et avsaltingsanlegg anlegg med fornybar energi i et øde område av Paraguay og to som jobber på den andre fasen av Nicaragua-prosjektet vårt. I tillegg veileder jeg også tre andre studenter som arbeider med fornybar energi for utviklingsformål uavhengig av IUG, forteller hun.



Foto: Ingunn Teigen

HÅVARD ARVESENS FIRMA opplever medgang i utlandet, men opplever at de får liten finansiell ryggdekning hjemmefra.

Grenseløst bistandsarbeid

■ ■ Ingeniører Uten Grenser Norge driver ingeniørfaglig bistandsarbeid i mange land.

Organisasjonen har som mål å lindre nød med ingeniørmessig bistand. IUG Norge er en av mange ulike Engineers Without Boarder rundt omkring i verden. Den første EWB-organisasjonen ble opprettet i Frankrike i 1982. I Norge finnes det avdelinger i Trondheim, Oslo og ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap i Vestfold.

UTENLANDS-SATSNINGER FALLER UTENFOR

Goodtech Recovery Technology AS (GRT) har utviklet et unikt system for aktiv kjøling og energigjenvinning i aluminiumsfremstilling. Norske støtteordninger er imidlertid ikke tilpasset demonstrasjon av norsk teknologi utenfor Norges grenser.

Daglig leder Håvard Arvesen i Goodtech forteller at med dagens produksjonsprosess går førti-femti prosent av all tilført energi tapt i form av varme til omgivelsene. Deres system gjenvinner tapt energi både fra ovnen og fra avgassene, og gir en mer effektiv produksjon uten sesongvariasjon. Systemet kan også endre kjølekapasiteten som muliggjør

en økning i produksjonskapasiteten. Teknologien er utviklet med støtte fra Forskningsrådet (RENERGI) og SkatteFUNN, den er verifisert av SINTEF og ansees som moden for pilot/demoinstallasjon.

Dårlig tilpassede støtteordninger

- Aluminiumsindustrien tester alltid ut ny teknologi i fullskala på egne testceller, før den implementeres i hele ovnslinjen. Nå er selskapet i sluttforhandlinger om et samarbeid med DUBAL (Dubai Aluminium), en av verdens fremste på energieffektiv aluminiumsproduksjon. Her ønsker man å videreutvikle og tilpasse systemet til fullskala drift.

- Dette beviser at norske selskap kan po-

sisjonere seg som leverandører til et globalt marked for miljøteknologi, men det er viktig at virkemiddelaktørene tilpasser sine programmer slik at det muliggjør utenlandsk satsing, sier Håvard Arvesen.

- Utenlandske industripartnere er interesserte, men utenlandssatsning faller utenfor de aller fleste programmer, sier Arvesen, som mener gode teknologier og idéer bør få støtte til test- og verifisering uavhengig hvor demonstrasjonsprosjektet blir gjennomført, hvem eierne er eller når på året søknaden blir sendt inn, avslutter han.



Naturen. Kulturen. Menneskene. Innovasjonsånden.

Ikke minst alt hva vi har klart å bygge gjennom snart to århundrer med industrivirksomhet.

Lister Alliance tar arven videre.

På tvers av kommunegrensene har vi samlet ti av regionens mest solide industriforetak i et samarbeid for å løfte både det industrielle og det samfunnsmessige.

Sammen skal vi bidra til at enda flere oppdager alt vi har å by på. Sammen skal vi erobre nye markedsandeler og skape arbeidsplasser.

Vi skal fremme nytenkning, sikre verdiskapning og stå med armene åpne for nye innbyggere, arbeidere og investorer.

For mer informasjon om Lister Alliance, ledige jobber og pågående prosjekter, se www.listeralliance.no eller kontakt prosjektkoordinator Frode Johannesen på telefon 905 50 275.



Lister Alliance
Deeply rooted – Always moving





Alt avhenger av strøm

Alle bruker strøm - overalt - hele tiden, og vi bruker den på stadig nye områder. De neste ti årene planlegger Statnett omfattende investeringer for å utvikle det sentrale kraftnettet videre, slik at samfunnsutviklingen kan fortsette. Det er et krafttak alle vil tjene på, også klimaet. Alt avhenger av strøm.

Fremtiden er elektrisk

Statnett

statnett.no