

Innovasjonsarbeid i FME-ene

Mars 2020



ZEN Memo 23

ILLUSTRASJON OMSLAG
Link Arkitektur/Veidekke

EDITOR
Anne Nuijten, NTNU

PRODUKSJON
NTNU Grafisk senter

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | www.ntnu.no
SINTEF | www.sintef.no
<https://fmezen.no>

Innhold

Innledning	3
Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (FME ZEN)	4
Norwegian Centre for Energy Transition Strategies (FME NTRANS)	6
Centre for Intelligent Electricity Distribution (FME CINELDI)	8
Norwegian Research Centre for Hydropower Technology (FME HydroCen).....	10
Centre for an Energy Efficient and Competitive Industry for the Future (FME HighEFF)	12
Norwegian CCS Research Centre (FME NCCS)	14
Research Centre for Sustainable Solar Cell Technology (FME SUSOLTECH)	16



Innledning

I 2015 sluttet Norge seg til Parisavtalen. Den norske klimaloven ble vedtatt i 2017 og sier at klimagassene i Norge i 2030 skal være redusert med minst 40 prosent fra referanseåret 1990. I tillegg skal Norge være et lavutslippssamfunn i 2050 med i størrelsesorden 80-95 prosent reduksjon i klimagassutslippene.

Stortinget inngikk det første klimaforliket i 2008, som innebar at satsingen på forskning på miljøvennlig energi ble økt med 70 millioner kroner i 2008 til minimum 600 millioner kroner for 2010. En av de store programsatsingene fra Forskningsrådet er Forskningssettene for miljøvennlig energi (FME). Disse forskningssettene arbeider med langsiktig forskning som er rettet mot fornybar energi, energieffektivisering, CO₂-håndtering og samfunnsvitenskap. Settene skal ha potensial for innovasjon og verdiskaping og forskningen skjer i et tett samarbeid mellom forskningsmiljøer, næringsliv og forvaltning.

I 2018 ble det gjennomført en effektstudie av realiserte og potensielle effekter fra norsk energiforskning av Impello Management og Menon Economics i samarbeid med åtte av FME-ene. Resultatene er beskrevet i rapporten "Effekter av forskningen". I samme år ble ekspertgruppen "FME Innovation Task Force" nedsatt av SINTEF og NTNU Energi for å komme med anbefalinger til innovasjonsarbeid i FME-settene. Resultatet av arbeidet til gruppen "FME Innovation Task Force" er rapporten "Innovasjon i FME-ene" som oppsummerer arbeidet og fem råd for hvordan forskningssettene kan bygge en innovasjonskultur, og utvikle kunnskap og verktøy som gir økt innovasjon.

I 2019 ble FME Innovasjonslederforum opprettet. FME-ene som er involvert er: ZEN, NTRANS, HydroCen, Bio4fuels, CINELDI, HighEFF, MoZEES, NCCS og SUSOLTECH. Mandatet for FME Innovasjonslederforum var basert på anbefalinger gjennom arbeidet i FME Innovation Task Force i 2018 og et møte med alle FME-ene i mars 2019:

Mandat FME Innovasjonslederforum

FME Innovasjonslederforum skal:

- Være et forum for utveksling av kunnskap og bygging av kompetanse på tvers av FME-ene og på denne måten bidra til å profesjonalisere innovasjonsarbeidet i settene.
- Forumet skal være en pådriver for å bygge innovasjonskompetanse i settene.
- Forumet skal bidra til å identifisere innovasjonsmetodikk som er godt egnet for FME, og bidra til implementering av dette i settene.
- Forumet skal bidra til økt synlighet og posisjonering av FME-enes innovasjonsarbeid gjennom faktabaserte innspill til den offentlige debatten, samt sikre informasjon til beslutningstakere, interessenter og allmennheten.
- Forumet skal samarbeide med andre pågående innovasjonssatsninger hos de respektive institusjonene, der dette er hensiktsmessig.

For 2019 skal Innovasjonslederforumet levere en rapport som beskriver hvordan de forskjellige FME-ene jobber med innovasjon.

Denne rapporten er resultatet av arbeidet i 2019 og beskriver for FME-ene ZEN, NTRANS, HydroCen, CINELDI, HighEFF, NCCS og SUSOLTECH hvordan FME-ene jobber med innovasjon og hva resultatene er så langt.

Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (FME ZEN)

Anne Nuijten - Innovasjonsleder FME ZEN, NTNU

Ann Kristin Kvellheim – Leder arbeidspakke 2 FME ZEN, Seniorrådgiver, SINTEF

Arild Gustavsen - Senterleder FME ZEN, professor, NTNU

FME ZEN er et senter for miljøvennlig energi som skal utvikle løsninger for framtidens bygninger og byområder – løsninger som bidrar til at nullutslippssamfunnet kan realiseres. FME ZEN skal vare i åtte år (2017-2024), og budsjettet er på cirka 380 millioner kroner, finansiert av Norges forskningsråd, forskningspartnerne NTNU og SINTEF, og brukerpartnerne fra privat og offentlig sektor. NTNU er vertsinstusjon og leder senteret sammen med SINTEF Community og SINTEF Energi.

FME ZEN forsker på nullutslippsområder (ZEN = Zero Emission Neighbourhood) i smarte byer. Forskere, kommuner, industri og statlige organisasjoner samarbeider i FME ZEN for å planlegge, utvikle og drifte områder med null klimagass-

utslipp, over levetiden til områdene. ZEN-senteret har ni pilotprosjekter fordelt over hele Norge, som til sammen omfatter et areal på mer enn 1 million m² og totalt mer enn 30 000 innbyggere.

Innovasjonsmålsetninger

Hovedmål er å omsette mer av kunnskapen og forskningsresultatene ved forskningscenteret til nytte og verdi for samfunnet, herunder næringsliv og offentlig sektor. Delmål er:

1. Øke innovasjon og kunnskaps-overføring til og i samarbeid med næringsliv og offentlig sektor slik at antallet innovasjonsprosjekter og effekten av innovasjon økes.
2. Identifisere og registrere flere ideer med potensiale til nye innovasjoner fra forskningsaktivitetene

3. Bygge/forsterke en innovasjonskultur i FME ZEN for kontinuerlig omsetting av kunnskap til nytte og verdi for samfunnet
4. Øke samarbeid og nyskappingsaktiviteter i klynger og sentra der FME ZEN deltar.
5. Øke synliggjøringen av FME ZENS innovasjonsaktivitet.

Hvordan jobber vi med innovasjon

I FME ZEN har vi en innovasjonskomite som består av representanter fra partnerne i ZEN (NTNU, SINTEF Community, NTE, Bodø kommune, Norcem, Statsbygg og FutureBuilt) og ledes av en av brukerpartnerne. Komiteens mandat er å utarbeide innovasjonsstrategi og innovasjonsplan og legge til rette for at disse blir fulgt opp i samarbeid med senterledelsen og øvrige ressurser i innovasjonsarbeidet. Styret vedtok den første innovasjonsstrategien og innovasjonsplanen for perioden 2018-2019. For perioden 2020-2021 er en ny innovasjonsplan skrevet som en del av FME ZEN sin arbeidsplan for samme periode.

I FME ZEN jobber forskere og partnere sammen i forskningsaktivitetene for å implementere forskningsresultatene og øke effekten av innovasjon. Pilotområdene i FME ZEN er vår viktigste innovasjonsarena. Her møtes forskere og partnere og innovasjoner testes og demonstreres. For å



Zero Village Bergen. Illustrasjon: Snøhetta

videreutvikle innovasjonene der umiddelbar kommersialisering ikke er mulig og for å øke muligheten for nye prosjekter, skal ZEN-senteret bidra til nye søknader, eks. mot Innovasjon Norge, Forskningsrådet og Horizon 2020/Horizon Europe.

I ZEN har vi utviklet et innovasjons-registreringssystem (Excel regneark). Vi registrerer blant annet følgende informasjon per idé/innovasjon: nummer på TRL-skalaen (i 2017-2024), type innovasjon, hvem er involvert, en beskrivelse av ideen, markedspotensial og potensiell effekt ('impact'). Ved slutten av 2019 hadde vi 67 registrerte ideer. Registreringssystemet blir oppdatert 2 ganger per år og på samme tid setter vi målsetninger for neste halvår relatert til å øke TRL og hvordan ideen kan nå markedet i form av samfunnsnyttige produkter eller tjenester. Vi involverer NTNU TTO (Technology Transfer Office) og SINTEF TTO for potensielle innovasjoner på et tidlig stadium. Ideer i FME ZEN skal rapporteres i en årlig ZEN innovasjonsrapport som skal brukes internt mellom forskere og partnere.

For å videreutvikle FME ZENs pilot-prosjekter og flere av idéene i senteret trenger vi å jobbe tverrfaglig. For å integrere forsknings-resultater fra de ulike arbeids-pakkene og forsterke en innovasjonskultur er workshops, lunsjforedrag og andre samlinger arrangert for å bli kjent med hverandre og hverandres arbeid. Vi bruker Workplace for å utveksle idéer, tips, interessante artikler osv. med andre partnere og forskere. Videre har vi planlagt samarbeid mellom forskere og brukerpartnere, som er beskrevet i arbeidsplanen for perioden 2020-2021.

Der er viktig for FME ZEN å øke samarbeid og nyskappingsaktiviteter i sentra, forum, og mellom prosjekter der senterets forskerpartnere og brukerpartnere deltar. Der hvor FME ZEN har de samme interessene og målene som andre sentre eller grupper skal vi jobbe tettere sammen for å implementere forskningsresultatene og øke effekten av innovasjon. Eksempler på slike sentre og grupper er +CityxChange (H2020), FME Cineldi, FME NTRANS, syn.ikia (H2020),

OpenEntrance (H2020), EERA Joint Program Smart Cities.

Høsten 2018 ble Effektstudien hvor alle FMEer deltok, ferdigstilt. Denne studien tar for seg effekten av energiforskning og hvert senter identifiserte et knippe ulike innovasjoner hvor effekten og potensialet ble beskrevet og så langt som mulig også tallfestet. FME-ene samarbeider om utfordringer av felles interesse og har etablert et innovasjonslederforum. I 2019 har FME ZEN koordinert innovasjons-lederforumet på tvers av samtlige FMEer: ZEN, CenSES, HydroCen, NTRANS, Bio4fuels, CINELDI, HighEFF, MoZEES, NCCS og SUSOLTECH. ZEN har samme mål som øvrige FME-sentre: økt innovasjon og verdiskaping i de deltagende offentlige institusjonene og private virksomheter samt i det norske samfunn generelt, og bidra til reduksjon av klimagassutslipp på nasjonalt og internasjonalt plan samt til en mer effektiv bruk av energi og økt produksjon av fornybar energi.

Mer informasjon om FME ZEN
www.fmezen.no

Pilotprosjekt Ydalir. Illustrasjon: tegn_3



Norwegian Centre for Energy Transition Strategies (FME NTRANS)

Eirik Medbø - Innovasjonsleder FME NTRANS, NTNU

Asgeir Tomasgard - Direktør FME NTRANS, professor, NTNU

FME NTRANS skal forske på rollen til energisystemet i omstillingen til nullutslippssamfunnet, med fokus på tekno-økonomiske, sosiotekniske og miljø- og bærekraftsspørsmål. Gjennom NTRANS vil forskerne bygge et kunnskapsgrunnlag for veien mot og konsekvensene av dyp og hurtig energiomstilling for ulike grupper i samfunnet. En viktig del av dette er å finne ut hvordan omstillingen kan gjøres rettferdig og demokratisk, samtidig som den gir næringslivet muligheter for innovasjon og verdiskaping fra norske ressurser.

Senteret er delt i fem forskningsområder: RA1 - Dyp dekarbonisering og brede samfunnsendringer,

RA2 - Aksellerert omstilling, RA3 – Fremtidens energimarked, RA4 – Omstillingsbaner, og RA5 – Piloter, brukercase og omstillingsarenaer.

Innovasjonsmålsetninger

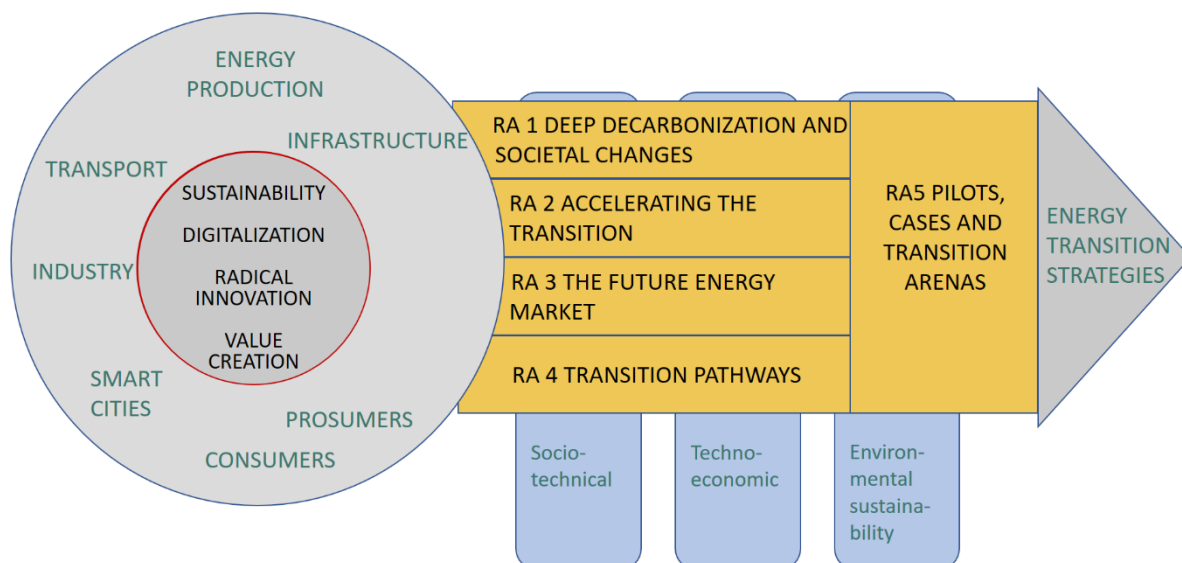
Innovasjon fra et forskningscenter er prosessen med å utvikle **ny** kunnskap, som er **nyttig** for samfunnsaktører, og som blir **nyttiggjort** hos samfunnsaktørene. I et senter med NTRANS' forskningsfokus, vil mye av denne kunnskapen innebære *systemiske endringer* og inneholde *strategiske innspill* (CENSES Innovasjonsstudie, 2019). For NTRANS vil forståelse på makro-nivå og indirekte innovasjon være de viktigste innovasjonsbidragene, heller enn direkte produkter eller

prosesser. Dette er innovasjonsbidrag som krever felles kunnskapsbygging for å lykkes – og en viktig forutsetning er godt samarbeid og aktiv deltakelse både fra forskere og brukerpartnere.

Hvordan jobber vi med innovasjon

FME NTRANS startet opp høsten 2019, og har følgelig ikke foreløpige forskningsresultater. Resultatene fra CENSES, som er forløperen til NTRANS, er imidlertid samlet i CENSES Innovasjonsstudie som ble gjennomført ved senterets avslutning:

<https://www.ntnu.no/web/censes/viktigste-funn>.



Oppdage og videreutvikle innovasjoner – årlig oversikt

Innsamling og presentasjon av innovasjoner ved NTRANS vil bygge videre på arbeidet med CENSES Innovasjonsstudie. Denne oversikten vil bli laget årlig, for å bruke oversikten til videreutvikling av kunnskap, jevnlig kommunikasjon og til intern diskusjon av måloppnåelse for innovasjon. Det vil også være aktuelt med en tettere dialog med brukerpartnere for å fange opp hvilken kunnskap partnere tar inn i egen organisasjon.

Samarbeid med tekniske FME-sentre

FME NTRANS vil jobbe i skjæringspunktet mellom mange teknologier, og deres rammevilkår innen politikk, investeringer, konsumenter og strategiske avgjørelser. Her er det naturlig for NTRANS å samarbeide både med tekniske og ikke-tekniske forskere i de tekniske FME-sentrene, og koordinere egen forskningsinnsats med aktiviteten i disse sentrene.

Fokus på brukercase og piloter

FME NTRANS vil bruke ca 30% av forskningsbudsjettet på RA5: User Cases (UC) – som blir grupper av piloter innen forskjellige tema. Våren 2020 starter de første 3 UC'ene opp, med fokus på «Fremtidens energi-



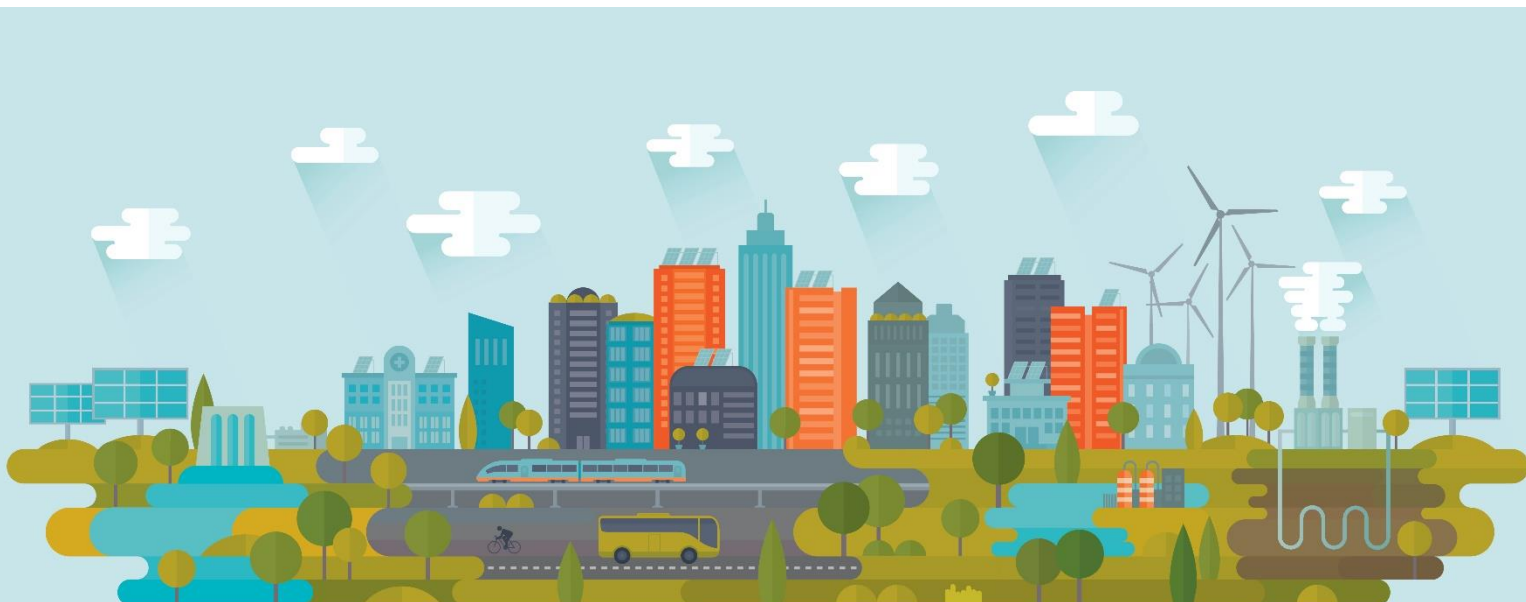
«samfunn», «Utvikling og bruk av fornybar energi» og «Transport». Hver av disse UC'ene har grupper på 5-10 brukerpartnere involvert, og jobber med 2-4 bruker-eide piloter med forskjellige bidrag. Pilotene vil være en god måte å koble kunnskapsutvikling med bruker-sentrerte problemstillinger, hvor forskning fra andre RA vil trekkes med i arbeidet med de praktiske problemstillingene i pilotene. Dette har potensiale for å bli en god arena for kunnskapsoverføring.

Utvikling av samarbeidsmetoder

Som beskrevet under 'Målsetninger for innovasjon' over, vil innovasjonsbidraget i NTRANS i stor grad være

knyttet til brukerpartnere sin opptak og egen bruk av kunnskap utviklet i senteret. Det vil derfor være en viktig forutsetning å fokusere på samarbeidsmetoder – så forskning og praksis kan påvirke hverandre. I oppstartsperioden til NTRANS vil fokuset for innovasjonsarbeidet være å skape gode samarbeidsarenaer for brukerpartnere og forskere, for å bedre kommunikasjon og se hvordan praksis og forskningsinnsats henger sammen. Dette vil være utviklingsfokuset for innovasjonsarbeidet i senterets første år.

Mer informasjon om FME NTRANS
www.ntrans.no



Centre for Intelligent Electricity Distribution (FME CINELDI)

Grete H. Coldevin – Leder for innovasjon og kommersialisering FME CINELDI, daglig leder Smartgridsenteret.
Gerd Kjølle - Senterdirektør for FME CINELDI, sjef forsker ved SINTEF Energi

FME CINELDI utvikler kunnskap og løsninger for fremtidens distribusjonsnett (www.sintef.no/cineldi). Den overordnede målsettingen er å bidra til at elektrisitet distribueres på en effektiv, fleksibel og sikker måte i et 2030-2040 perspektiv. Distribusjonsnettet er en del av samfunnets kritiske infrastrukturer og derfor skal CINELDI også bidra til høy grad av forsyningssikkerhet samtidig som kraftnettet er en muliggjører i omleggingen av energisystemet på veien mot lavutslippssamfunnet.

FME CINELDI skal vare i åtte år (2016-2024). Budsjettet er på cirka 365 millioner kroner, finansiert av Norges forskningsråd, forskningspartnerne NTNU og SINTEF, og brukerpartnerne fra privat og offentlig sektor. SINTEF Energi er vertsinstitusjon og leder senteret sammen med NTNU Institutt for elkraftteknikk.

FME CINELDI er delt inn i seks arbeidspakker som fokuserer på ulike aspekter ved fremtidens distribusjon av elektrisitet – digitalisering av nye og gamle anleggs-komponenter i distribusjonsnettet, drift av et smartere nett, koordinering med overliggende nett (Statnett), etablering av mikro-nett (område-fokus) med tilknytningspunkter i distribusjonsnettet, nye energi ressurser som kan gi økt fleksibilitet (plusskunder, energilagere, distribuert produksjon).

FME CINELDI jobber også med å etablere pilotprosjekter innenfor definerte temaer knyttet opp mot forskningen både i smartgrid-laboratoriet og ute i felt hos nettselskapene som deltar. Pilotene inngår i et større samarbeid om demo-prosjekter under paraplyen "Demo Norge". (https://smartgrids.no/demo_norge)



Δ). Her er det påbegynt planlegging av pilot-samarbeid med FME ZEN og FME NTRANS

Langsiktig ambisjon for innovasjon

CINELDI jobber aktivt for at resultater fra forskningen skal komme til nytte for alle aktørgruppene som er deltakere i forsknings-senteret – nettselskaper, myndigheter, teknologileverandører, forskere og internasjonale partnere.

Senteret har jobbet med å konkretisere en ambisjon for Innovasjon og

Innovasjon –med perspektiv 2024:

- A total of **50+** relevant R&D results from FME CINELDI are made available to potential users.
- These include new models and algorithms, improved planning methods, a use case repository, improved decision support tools, an improved digital secondary substation, new protection system, a new scenario-toolbox, and input to improved regulation.
- A major portion of the innovations are still at a relatively low **technology readiness level (TRL)**, being in line with CINELDI's objective of precompetitive (open) research.
- Many of the innovations have been taken further **by the industry outside of CINELDI** for commercial use through R&D spin-off projects, licence agreements, and direct implementation in business products and processes.
- A measure of a selected number of **system innovations** related to the overall CINELDI objective of designing a flexible, robust distribution grid at an acceptable cost, has been conducted. The impact for the 13 DSO partners of CINELDI amounts to a substantial reduction of CAPEX, OPEX, KILE, and costs of electrical losses. Expanded to a national level, a successful implementation benefits the security of supply.

Kommersialisering - med perspektiv 2024:

CINELDI has achieved industrialization in the form of two **spin-off companies**

- Company A: Method for... Based on PhD work/ PostDoc work
- Company B: Analytics and software for ... Funded by CINELDI and several RCN and EU projects. IP owned by SINTEF and sold to Company B

We have several examples of industrialization by established **technology providers**

- Next generation secondary sub stations. This has contributed to added value for ABB....
- New decision support tool for planning of.... This has contributed to added value for Rejlers....

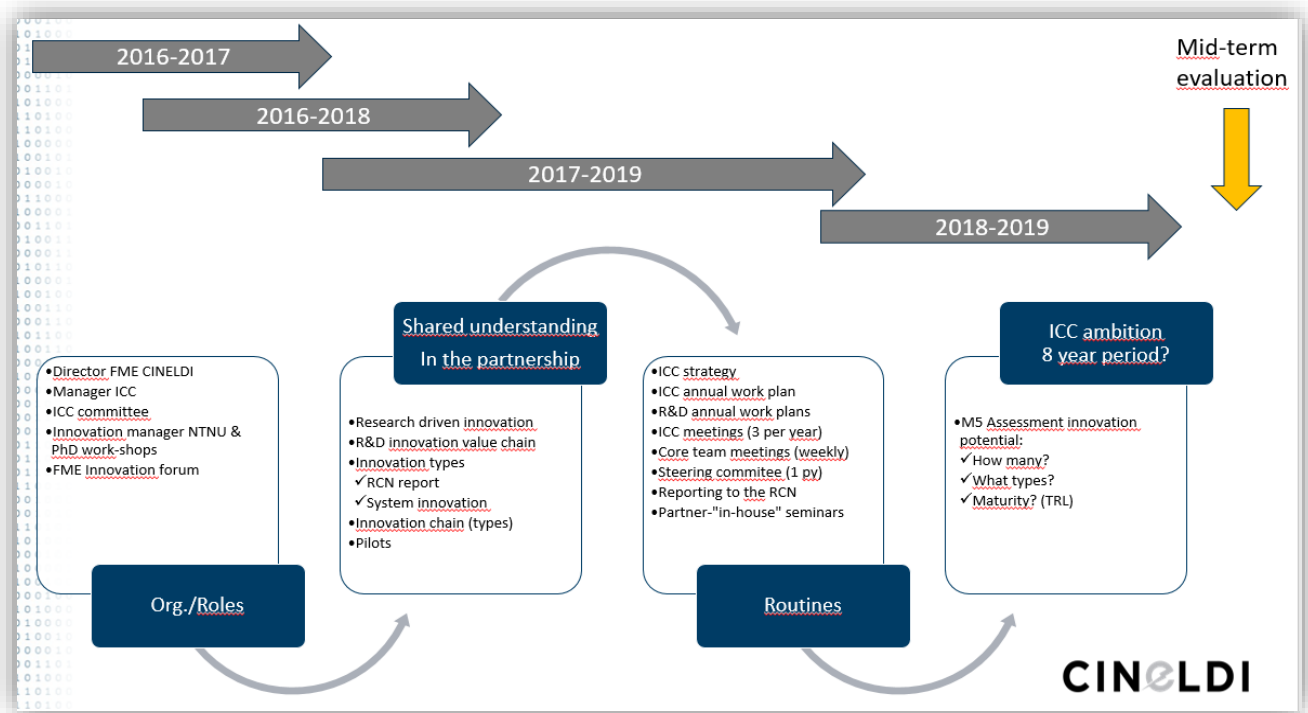
Internal tools used by research scientist and **SW licences for clients** is also developed

- A simulation tool for optimizing microgrid-controllers. Inhouse tool in SINTEF Energy and SINTEF Digital with free licences to DSOs.

Datasets, tools and methods are made available for **spin-off R&D projects (national and EU)**

- A range of spin-off R&D projects are using such datasets, tools and methods published by CINELDI

Knowhow applied by user-partners has been made available through a range of publications



kommersialisering på lang sikt. Den er uttrykt som "innovasjonshistorien" man forteller i 2024 når programmet går mot slutten:

Hvordan jobber vi med innovasjon

Innovasjonsarbeidet kan, siden oppstart, inndeles i noen ulike faser. Figuren ovenfor oppsummerer disse fasene:

Først jobbet vi med å etablere de formelle rollene og strukturene som skal se til at innovasjon har et høyt fokus og en prioritet i forsknings-senteret. Deretter kom en fase der

man jobbet med å etablere en felles forståelse for hva man mener med forskningsdrevet innovasjon i partnerskapet og hvilke forventninger partnere og finansører har til å få nyttige resultater ut av forskningen. Parallelt har man jobbet med å få på plass rutiner i senteret slik at innovasjons-perspektivet operasjonaliseres i strategien for senteret og de årlige planene for forskningsaktivitetene.

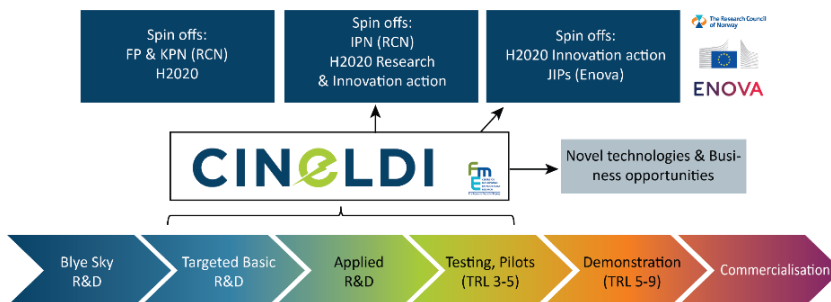
Det siste året (2019) har senteret lagt mye innsats i å kjøre en prosess med alle arbeidspakkene for å

konkretisere en fornuftig ambisjon i et langsiktig perspektiv – hva kan oppnås innen 2024?

Resultatet er gjengitt i avsnittene på siden foran; "Innovasjon med perspektiv 2024" og "Kommer-sialisering med perspektiv 2024".

FME CINELDI vil i første halvår av 2020 jobbe med å definere "system-innovasjon" som en tilleggs-kategori i tellekantene til Forskningsrådet. Dette trenger vi fordi CINELDI forsker på infrastruktur hvor virkningene av forskningen også skal merkes på "system-nivå".

Til slutt vil vi nevne at CINELDI har plassert seg i R&I innovasjonskjeden slik som antydnet i figuren til venstre. Det er hittil levert 40 Letter of Support til tilgrensende FoU-søknader nasjonalt og inter-nasjonalt.



Mer informasjon om FME CINELDI www.sintef.no/CINELDI

Norwegian Research Centre for Hydropower Technology (FME HydroCen)

Jonas Bergmann-Paulsen - Innovasjonsleder FME HydroCen, NTNU

Hege Brende - Direktør FME HydroCen, NTNU

HydroCen skal gjennom sin forskningsinnsats bidra til å styrke Norges posisjon som en ledende vannkraftnasjon og sikre at norsk vannkraftsektor kan utnytte mulighetene i fremtidens fornybare energisystem.

HydroCen har definert fire forskningsområder:

1. vannkraftkonstruksjoner
2. turbin og generatorer
3. marked og tjenester
4. miljødesign

NTNU er vertsinstusjon og hoved-forskningspartner i HydroCen sammen med SINTEF Energi og Norsk institutt for naturforskning (NINA). HydroCen har rundt 50 nasjonale og internasjonale partnere fra forskning, industri og forvaltning.

HydroCen er et av sentrene i Forskningsrådets ordning med forskningssentre for miljøvennlig energi (FME).

HydroCen ble opprettet i 2016 og har et budsjett på nærmere 400 millioner kroner fordelt på åtte år. Forskningsrådet finansierer halvparten, en fjerdedel finansieres av senterets brukerpartnere og en fjerdedel finansieres av forskningspartnere.

Innovasjon i HydroCen

I HydroCen brukes vi KS sin definisjon av innovasjon som tommelfingerregel når innovasjonspotensialet i prosjekter vurderes; *Nytt, nyttig, nyttiggjort.*

Med nytt mener HydroCen nytt for vannkraftssektoren – dette sikres med at forskningen forankres i HydroCens brukerpartnere våre og deres problemer.

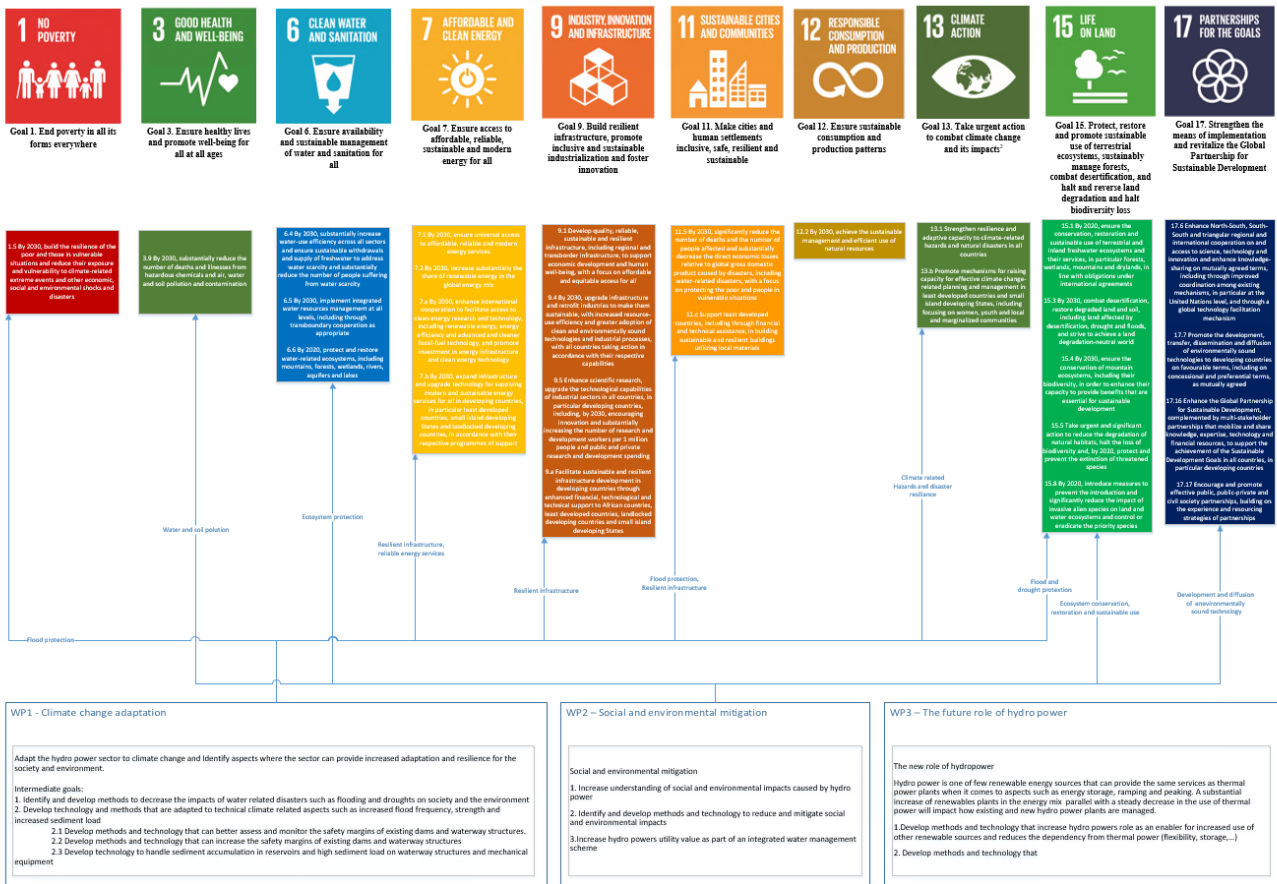
For å sikre at forskningen er nyttig sees det på verdiskapingspotensialet og samtlige prosjekter knyttes opp mot bærekraftsmålene for å synliggjøre samfunnsnytt. Innova-

sjonsprosjekter prioriteres etter i hvor stor grad de leverer på disse.

For å sikre at forskningen blir nyttiggjort slippes ikke prosjektene der forskningens rolle vanligvis vil tilsi, men følges inn i implementeringen hos HydroCens partnere. Interesse og villighet til å ta resultatene i bruk sikres gjennom tidlig forankring og det ytes bistand i å finne virkemidler for risikoavlastning for tidlig adopsjon av ny teknologi.

Gjennom NTNUs storsatsning på forskningsbasert innovasjon har HydroCen blitt tildelt en egen innovasjonsleder. Innovasjonslederen jobber spesifikt for å sikre at resultatene i HydroCen fører til verdiskapning og samfunnsnytte og jobber tett med innovasjonsledere fra andre tilknyttede fagfelt. Høsten 2019 ble HydroCens innovasjonsforum opprettet. Dette består av personer fra forskningsmiljøer og industri med innovasjons-





Prosjekter i HydroCen knyttes opp mot bærekraftsmålene

kompetanse og ledes av innovasjonslederen.

Eksempler på innovasjonsprosjekter som nærmer seg implementering

Flere av forskningsprosjektene i HydroCen har nå nådd et nivå der pilotering, prototyping og implementering er nærliggende;

I prosjektet FranSed har det blitt utviklet et konsept for en Francis-turbin som er langt mer motstandsdyktig mot sedimenter i vannet en andre eksisterende løsninger. Løsningen er særlig interessant for land tilknyttet Andesfjellene og Himalaya. NHPIC, Indias største vannkraftsleverandør ønsker nå å starte et F&U-prosjekt der det skal kjøres en pilot av løsningen. Det er også

pågående arbeid mellom HydroCen, privat sektor i Nepal og den norske ambassaden i Nepal for opprettelsen av en turbinleverandør som kan produsere teknologien lokalt. Gode løsninger for sedimenthåndtering vil ha stor samfunnsnyttig betydning og ha stor verdiskapningspotensial.

Ett nytt type ledegerde for fisk er utviklet i et av HydroCens prosjekter. Gjerdet skaper strømningsforhold i vannet som forårsaker fisken til å velge andre ruter. Dette kan endre «best-practise»-løsningen for å unngå at fisk vandrer inn i inntaket fra finmaskede varegrinder som forårsaker stort falltap til gjerder oppstrøms inntaket med neglisjerbart falltap. Industrien er svært interessert og Agder Energi i sam-

arbeid med HydroCen planlegger en fullskala pilot tidlig 2020.

Forskere ved HydroCen har sett til naturen og blitt inspirert av hvordan uglen kan fly tilnærmet lydløst. Dette er delvis grunnet utformingen på vingene som sørger for svært lite vibrasjon når uglen segler gjennom luften. Ved å kopiere utformingen på endene av vingene til skovler har forskerne klart å flytte og redusere vibrasjonen betraktelig. Det kreves fortsatt mer forskning på området, men industrien er interessert og det har blitt inngått en intensjonsavtale for implementering av løsningen gitt at forskningen når mål.

Mer informasjon om FME HydroCen
www.ntnu.edu/hydrocen

Centre for an Energy Efficient and Competitive Industry for the Future (FME HighEFF)

Ingrid Camilla Claussen – RA5 (Society) leder FME HighEFF, SINTEF

Petter Røkke – Senterleder FME HighEFF, SINTEF

FME HighEFF (HighEFF = Centre for an Energy Efficient and Competitive Industry for the Future) er et forskningscenter for miljøvennlig energi som skal utvikle teknologier og løsninger for industrien som har høyt potensiale for å redusere den spesifikke energibruken og dermed utslippene. FME HighEFF skal være i åtte år (2017-2024), og budsjettet er på cirka 420 millioner kroner, finansiert av Norges forskningsråd, forskningspartnerne (hovedsakelig NTNU og SINTEF), og industri. Senteret er det største av sitt slag med offentlig finansiering. I alt 41 partner skal sammen møte visjonen om 20-30 % reduksjon i spesifikk energibruk og 10 % reduksjon i klimagassutslipp gjennom teknologiutvikling og utdanning av 25 PhD/postdoks for fremtidens miljøforskning. Senterets hjørnesteiner er

a) energieffektiv prosessering, b) utnyttelse av overskuddsvarme, c) industriklynger, og d) utdanning og opplæring. Disse knyttes sammen gjennom de ulike forskningsområdene; utvikling av metoder, komponenter, prosesser og applikasjoner, samt kunnskap om barrierer, muliggjørere og innovasjon, og demonstreres gjennom direkte case-studier hos industrien.

SINTEF Energi er vertsinstitusjon og leder senteret sammen med NTNU og SINTEF Industri.

Innovasjonsmålsetninger

HighEFFs ambisjon er å være en plattform for innovasjon innen energieffektivisering i industrien. Hovedmålet er å bidra til implementering av ny teknologi og kunnskap samt øke verdiskapingen, spesielt hos industripartnere, gjennom

utvikling av 15-20 nye innovasjonsløsninger for energi- og kostnads-effektive fabrikker, varmegjenvinning og utnyttelse av overskuddsvarme.

Delmål:

- Utforme innovasjonsstrategier og teknologiske veikart for industrien for å sikre en konsekvent retning mot nasjonale og internasjonale energi og utslippsmål.
- Kommunisere senteraktivitet og resultater internt, til interessegrupper, lovgivere og publikum
- Øke kunnskapen om barrierer og muliggjørere for kollektive innovasjonsprosesser
- Bevilge penger til minst en *Novel emerging concept* hvert år



÷ 10 %

Greenhouse gas emissions

÷ 30 %

Specific energy consumption



Increased value creation

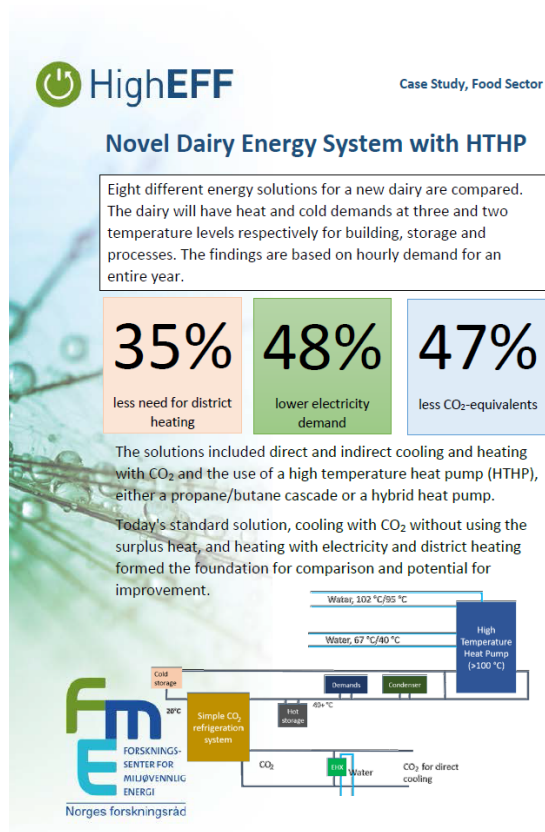
Hvordan jobber vi med innovasjon

I 2018 kom en rapport fra gruppen "FME Innovation Task Force", en ekspertgruppe nedsatt av SINTEF og NTNU, med anbefalinger innen innovasjonsarbeid i FME-sentrene. HighEFF har valgt å følge anbefalingene som er skissert i denne rapporten for økt innovasjon i senteret, og har spesielt satt søkelys på systematisering og registrering av innovasjoner, samt synliggjøring av innovasjoner internt og eksternt.

For å oppnå HighEFF sine målsettinger har vi jobbet med å tilrettelegge for innovasjonsaktiviteter i forskningscenteret gjennom følgende aktiviteter;

1. Definere kriterier for hva en innovasjon er
2. Innovasjon som tema for intern senterworkshop; presentasjon av innovasjoner i senteret
3. Systematisk rapportering av innovasjoner gjennom årsplaner, statusrapportering og kommunikasjon internt og eksternt
4. Intern utlysning for "Novel Emerging Concepts"
5. Ett dedikert forskningsområde i senteret hvor Innovasjonsstrategi, muliggjørere og barrierer for innovasjon er forskningsområder

I HighEFF har vi blitt enige om følgende kriterier og definisjon av innovasjon for senteret: *Innovation can be a product, a technology, a component, a process or a sub-process, a model or sub-model, a concept, an experimental rig or a service that is new or significantly improved with respect to properties, technical specifications or ease of use. Innovation can also be new application of existing knowledge or commercialization of R&D results. The innovation should be adopted by somebody or be ready for utilization*



provided that it is made probable that the innovation will be utilized within a limited timeframe.

Når en innovasjon registreres i HighEFF evalueres sannsynligheten for suksess og potensiell påvirkning (impact). Hvis begge disse indikatorene er høye, er det ønskelig å fortsette utviklingen med betydelig innsats.

Hvert år gjennomgår ledelsen i HighEFF mulige nye ideer for innovasjoner og oppdatere status for de som allerede er registrert og under utvikling. Så langt er det registrert 36 innovasjoner i HighEFF.

Kompakte en-sidere oppsummerer HighEFF sine konkrete innovasjoner ut fra eksempelvis reduserte utslipp og lavere strømforbruk, som vist under. Illustrative metoder er enkle å formidle og gir stort nedslagsfelt.

Prosjektet "Effekter av energi-forskningen" eller *Effektstudien* ble gjennomført i 2018 hvor alle FMEene deltok. HighEFF var ansvarlig for å rapportere fra tema energi-effektivisering i industrien. Metoden for beregning av effekten og potensialet av ulike innovasjoner som ble utviklet i dette arbeidet, vil bli videreført for HighEFF innovasjoner.

Den interne årlige finansieringen av "Novel Emerging Concepts" (NEC) er med å forsterke innovasjon i senteret og gir rom for utvikling og uttesting av nye ideer. Ut ifra etablerte kriterier så kan FoU partnere, gjerne sammen med industri, foreslå prosjekter. Det er satt av 1.5 MNOK/år til denne ordningen. Hittil har FME HighEFF satt i gang 3 nye NEC prosjekter.

Mer informasjon om FME HighEFF www.higheff.no

Norwegian CCS Research Centre (FME NCCS)

Sigmund Størset – Forskningsleder, SINTEF
Mona Mølnvik – Direktør FME NCCS, SINTEF

Om NCCS

NCCS er et Forskningscenter for Miljøvennlig Energi (FME) med 8 års varighet. Vi startet i 2016 og har fem år igjen. NCCS mottar 50% offentlig finansiering fra Norges Forskningsråd, industrien bidrar med 30% og forskningspartnere med 20%. Dette sikrer et konkurransedyktig samarbeid mellom NCCS-partnerne.

NCCS er organisert i to "Deployment Caser". På denne måten er vi relevante for industrien, og vi setter søkelys på store barrierer identifisert i industrielle prosjekter og pilot-prosjekter. Deployment Case 1 er "CCS for norsk industri" som er nært knyttet til det norske fullskala CCS-prosjektet. Deployment Case 2 er "Lagring av Europas CO₂ i Nord-sjøbassenget". Her vil CO₂ fanges

opp i store mengder fra en rekke kilder i Europa og fraktes med skip og rørledning til Norge. Det utvider fullskala-prosjektet i Norge og ambisjonen er å lagre mer enn 100 Mt/år.

NCCS har 14 industripartnere, både brukere og teknologileverandører, og en rekke forskningspartnere fra inn og utland, ledet an av SINTEF (senterleder) og NTNU.

Innovasjonsarbeid i NCCS

NCCS har etablert en egen aktivitet for innovasjon og overføring av kunnskap og teknologi. Formålet med aktiviteten er å sikre kontinuerlig fokus på potensial for innovasjon og verdiskaping i alle forskningsaktiviteter og være en støttespiller for forskningsinstitusjoner og industri slik at

resultater fra senteret raskest mulig kommer til nytte i prosjekter for realisering av fullskala CCS.

Aktiviteten ivaretar 5 viktige roller i NCCS:

- **Påminner:** sikre fokus på potensial for innovasjon i forskningsaktivitetene og oppmuntre til tenking "utenfor boksen".
- **Fasilitator:** bidra til godt og engasjert samarbeid mellom forskere og industri gjennom hensiktsmessige planer som inkluderer virtuelle og fysiske møter, og dedikerte workshoper på teamet.
- **Identifikator:** Gjennom nær dialog med forskningsaktivitetene støtte identifikasjon og dokumentasjon av forsknings-



OUR GOALS

Ensure that Norway remains an international leader in CCS

Support achieving CO₂ storage in the North Sea

Contribute to the government's ambition to realize a full-scale CCS chain by 2022

Realise the potential of the ECCSEL infrastructure

NCCS

NCCS will enable fast-track CCS deployment through industry-driven science-based innovation, addressing the major barriers identified within **demonstration and industry projects**, aiming at becoming a **world-leading CCS centre**.

resultat med stort verdiskapningspotensialet.

- **Søttespiller:** Være en ressurs for forvaltning av IP innenfor og utenfor NCCS, for eksempel gjennom patentering og spin-off prosjekter eller selskaper.
- **Kommunikator:** Innenfor begrensninger knyttet til IP satt av konsortieavtalen, kommunisere forskningsresultater med stort verdiskapningspotensial innenfor NCCS, til interessenter utenfor senteret og "folk flest".

Gjennom aktiviteten for innovasjon og teknologioverføring har NCCS også tatt et større ansvar for innovasjon på tvers av flere av FMEene. Aktiviteten har tidligere bidratt til å lede SINTEF og NTNUs "FME Innovation Task Force", som la fram sin rapport for Forskningsrådet i november 2018. Aktiviteten ledet også arbeidet med "Effektstudien", delkapittel CCS, som ble overrakt OED i januar 2019. I forlengelsen av dette arbeidet, gjorde vi i NCCS i

2019 et større arbeid knyttet til å utvikle fremtidsscenerier for CCS i Europa. Disse scenarioene vil vi knytte opp mot de to "Deployment Casene" vi har i NCCS (et for CCS-kjeder i Norge, og ett for et større nettverk av CCS-infrastruktur i Europa), og bruke dem som et verktøy for å jobbe videre med samme metode som ble utviklet i "Effektstudien". Målet er å jevnlig kunne evaluere effekten av alle forskningstaskene i NCCS i et anvendelsesperspektiv, og i tett dialog med industrien. Videre vil vi bruke denne tilnærmingen som et verktøy for å fremme nyskaping i NCCS, og å jobbe med tasklederne og industrien med å definere forskning og utvikling med høyt potensial for nyskaping og positive effekter for samfunnet.

Hver av forsknings-taskene i NCCS har etablert såkalte "Task-familier", hvor de relevante industripartnerne deltar. I disse forumene diskuteres

muligheter for innovasjon og nyskaping, potensialet av forskningen, hvorvidt resultater/IP skal beskyttes eller publiseres osv. Dette er viktige arenaer for innovasjonsarbeidet i NCCS. Alle task-ledere definerer mulige innovasjoner i de årlige arbeidsplanene, og dette følges opp gjennom året og i den årlige rapporteringen. Vi etablerer et rammeverk for kartlegging av innovasjoner hvor vi merker innovasjonene knyttet til hvilke typer innovasjon det er snakk om, modenhetsgrad, og hvilke effekter innovasjonen eller nyskapingen kan ha, og for hvem. På denne måten er det lettere å forstå og kommunisere spekteret av innovasjoner og nyskaping FMEen skaper, og hvordan effektene best kan tas ut for samfunnet, industriaktører, videre forskningsarbeid osv.

Mer informasjon om FME NCCS
www.sintef.no/nccs

Five roles



Reminder



Facilitator



Identifiser



Communicator



Supporter

Research Centre for Sustainable Solar Cell Technology (FME SUSOLTECH)

Halvard Haug – Nestleder i FME SUSOLTECH, IFE

Erik Stensrud Marstein – Senterdirektør i FME SUSOLTECH, IFE

Forskningscenteret Research Centre for Sustainable Solar Cell Technology (FME SUSOLTECH) startet opp i 2017 og samler ledende forskningsgrupper i Norge og viktige selskaper i solcelleindustrien. Senteret skal vare i 8 år, og er finansiert av Norges Forskningsråd (NFR), 13 brukerpartnere og 6 forskningspartnere (IFE, NMBU, NTNU, SINTEF, UiA og UiO). IFE er vertsinstitusjon for senteret.

Silisiumbasert solcelleteknologi har hatt en enorm vekst i løpet av de siste årene og står nå for en betydelig andel av verdens investeringer i ny energi, samt en ikke ubetydelig del av den totale produksjonen av elektrisitet. Hvert eneste år installeres det nok nye solcellepaneler til å produsere 100 – 150 TWh energi, omtrent like mye som den samlede norske produksjonen av vannkraft. Dette produseres fra ca 25 milliarder enkelte solceller, bestående av størrelsesorden 500 000 tonn med superrent silisium. En overgang til et mer bærekraftig energisystem basert på fornybare ressurser vil derfor avhenge av tilgang til stadig større volumer av bærekraftige silisium råmaterialer og videre teknologiutvikling som muliggjør

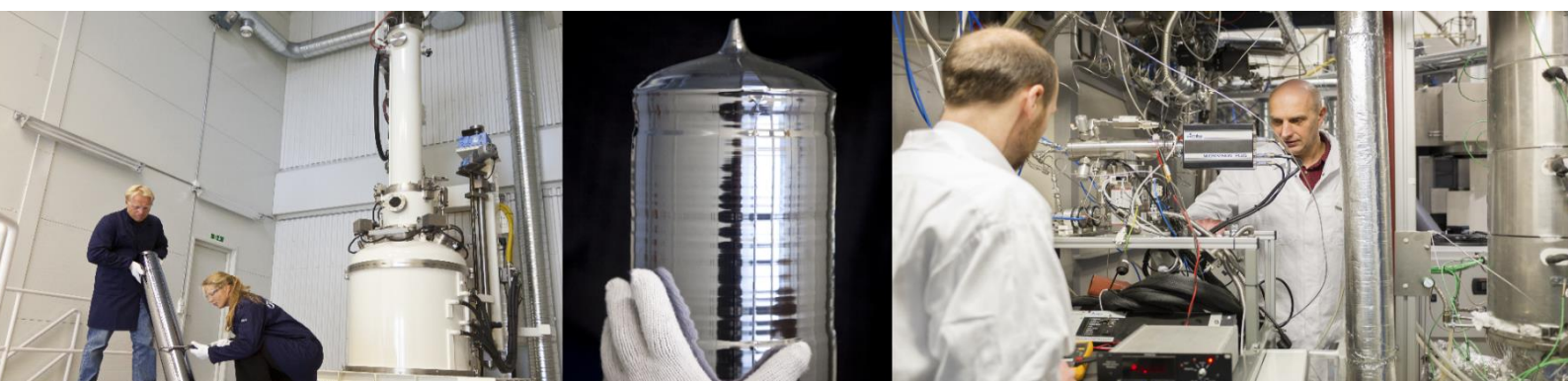
fremstilling av stadig mer effektive solceller, solcellepaneler og solenergisystemer. Den forventede videre veksten i solcelleindustrien representerer derfor også en enorm kommersiell mulighet for norske selskaper. Disse selskapene opererer i et tøft internasjonalt marked preget av små marginer og stadige prisreduksjoner, og er derfor avhengige av kontinuerlig videreutvikling av sine prosesser og introduksjon av helt nye metoder. Senteret bidrar til styrking av disse selskapene gjennom å muliggjøre utvikling av nye prosesser som gir renere og billigere produksjon, bedre produktkvalitet og lavere kostnader knyttet til installasjon og drift. Dette gjør senteret gjennom forskning langs hele verdikjeden. Arbeidet foregår i stor grad i tett samarbeid med industrielle aktører, og senteret bidrar derfor også til å utvikle ny og relevant kompetanse som er og vil fortsette å være viktig for bedriftene framover.

Forskningsplanen i FME SUSOLTECH er utviklet i tett samarbeid mellom forskningspartnere og industripartnere, og forskningen er derfor i all hovedsak anvendbar og foregår ofte på et relativt avansert TRL-nivå. Arbeidet med innovasjon i senteret

er i høy grad knyttet til å berede grunnen for konkrete forbedringer i industrien i form av implementering av nye produksjonsprosesser og metoder for karakterisering/dataanalyse og forbedrede strategier.

En viktig del av innovasjonsarbeidet fra både FME Solar United (2009 – 2017) og FME SUSOLTECH er knyttet til arbeid i innovasjonsprosjekter som utvikles i samarbeid mellom senterets brukerpartnere og en eller flere av forskningspartnerne. Slike prosjekter nyttiggjør seg ofte av infrastruktur, metoder og/eller kompetanse utviklet gjennom FME-sentrene.

I tillegg til denne typen forskning motivert inkrementell teknologiutvikling har også senterets forskningspartnere i mange år arbeidet med å utvikle nye materialer som potensielt kan bli en del av framtidens solcelleteknologi. Denne delen av arbeidet foregår på et lavere TRL-nivå og står for en mindre andel av aktiviteten i senteret, men har likevel mulighet til å bli en «game-changer», og kan danne grunnlag for ny industri i fremtiden. Uansett TRL-nivå er arbeidet med planlegging og



gjennomføring av aktiviteten i senteret motivert av muligheten for ny innovasjon og implementering av løsninger ute i bedriftene.

Innovasjoner i senteret kartlegges gjennom arbeidsmøter i arbeids-pakkene og rapportering av framdriftsindikatorer. I denne sammenheng har også «Solar Industry Forum», som gjennomføres flere ganger hvert år, vært et nyttig verktøy for å følge opp og konkretisere innovasjonsarbeidet. I tillegg jobber FME SUSOLTECH med å etablere viktige møteplasser, og arrangerer blant annet den årlige konferansen Norwegian Solar Cell Conference (NSCC). Senteret jobber også tett sammen med Solenergi-klyngen og Solenergiforeningen for å nå ut til en bredest mulig bransje med resultatene fra senterets arbeid. Forskningsaktiviteten i senteret har i løpet av det siste året gitt utslag i flere konkrete innovasjoner, mest konkret er de årlige framdriftsindikatorene bedriftene selv rapporterer inn. Noen eksempler på innovasjoner fra det siste året (2019) inkluderer følgende:

Norwegian Crystals produserer monokrystallinske silisiumkrystaller i sin fabrikk i Glomfjord. Bedriften har i år konkludert utviklingen og testkjøring av en ny prototype krystalltrekker med 24-tommers varmesone og kvartsdigel, som kan redusere energiforbruket med opptil 30% og samtidig senke nivået av oksygenurenheter i krystallene.

REC Norway har gjennomført livssyklusanalyse for å dokumentere CO2-fotavtrykket for Ingot-prosessering, blokk-prosessering,

resirkulert silisium og poly-silisium råmateriale. Prosessen er vesentlig mer energibesparende enn konvensjonelle metoder, som sammen med en grønn norsk kraftmiksløsning gir utslag i vesentlig lavere CO2-utslipp sammenlignet med en global standard, et viktig salgsargument for norsk silisiumindustri i det globale markedet.

The Quartz Corporation har tatt i bruk oppdaterte prosesser for termisk behandling av kvartssand for digelproduksjon. Kvarstdigler er en vesentlig komponent i produksjonen av silisiumsolceller, og har vært et av fokusområdene i senterets arbeid.

REC Solar Norway gjennomfører en stor ombygging av sin Fiskå-fabrikk, støttet av Enova, med nye installasjoner for å produsere silisium fra resirkulert materiale etter wafersaging

Et omfattende datasett basert på 13749 monokrystaller produsert hos NorSuns fabrikk i Årdal har blitt analysert for å etablere produksjonsprinsipper for å unngå strukturfeil, en viktig problemstilling for bedriften. Dette er forskning som hadde vært umulig uten et tett samarbeid mellom forskningsmiljøer og produksjonsbedrifter.

Innovasjonsmålsetninger

Vi ønsker å bli enda bedre på å stimulere til innovasjon i senteret i årene framover. Målet med innovasjonsarbeidet i senteret er følgende:

- Vi skal i størst mulig grad være relevante og arbeide aktivt med å tilrettelegge for innovasjon som

direkte følge av forskningsaktivitetene.

- Vi skal bidra til å bygge den nødvendige nasjonale kompetansen for å møte de viktigste utfordringene som møter bransjen i tiden framover.
- Vi vil i større grad vektlegge innovasjon og samarbeid med brukerpartnerne i utformingen av fremtidige master- og PhD-løp.
- Vi vil fortsette arbeide med å tilrettelegge gode møteplasser og tettere integrasjon i det daglige arbeidet mellom forsknings- og brukerpartnerne.
- Vi vil tilrettelegge for opprettelsen av nye «spin-offs» og oppstartsbedrifter, men siden senteret i stor grad består av etablerte bedrifter med konkrete utfordringer å løse vil vi i hovedsak fokusere på å bidra til innovasjon i form av lavere kostnader og forbedret teknologi direkte i eksisterende industri.
- Vi ønsker å skape grobunn for nye innovasjons- og kompetanseprosjekter for næringslivet (IPN og KPN-prosjekter), og vil legge til rette for at deler av IP og innovasjoner som angår én eller en mindre gruppe brukerpartnerne får utvikle seg naturlig videre i slike og andre former.
- Vi vil øke synligheten av innovasjonsarbeidet i senteret, og jobbe aktivt med formidling som en sentral og integrert del av arbeidet.

Mer informasjon FME SUSOLTECH

www.susoltech.no

Foto: Thor Nielsen, Mona Lunde Ramstad, Solenergi FUSEN



