Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030

Foto forside:
Adobe Stock

Bidragsytere:
Erik Stensrud Marstein, IFE / FME SUSOLTECH

Trine Kopstad Berentsen, Solenergiklyngen
Lill-Torunn Kilde, Solenergiklyngen
Inger Strand, Solenergiklyngen
Anne Ekern, Solenergiklyngen & ONS

Sean Erik Foss, IFE/ FME SUSOLTECH
Josefine Selj, IFE/ FME SUSOLTECH
Torunn Kjeldstad, IFE/ FME SUSOLTECH
Mari Juel, SINTEF/ FME SUSOLTECH
Gaute Stokkan, SINTEF/ FME SUSOLTECH
Birgit Ryningen, SINTEF/ FME SUSOLTECH
Tore Kolås, SINTEF/ FME SUSOLTECH
Steinar Grytting, SINTEF/ FME SUSOLTECH
Jens Hanson, Universitetet i Oslo / FME SUSOLTECH

Tom Erichsen, Differ
Børge Bjørneklett, Ocean Sun
Halvard Haug, Scatec Solar
Terje Melaa, Scatec Solar
Andreas Thorsheim, otovo
Bjørn Thorud, Multiconsult
Thor Christian TUV, FUSen
Carl Christian Strømberg, Solcellespesialisten
Ivar Slengesol, Eksportkreditt
Bjørn Haugland., Shift Norge
Ingvild Skjelland, Inaventa Solar
Ivar Blekastad, Norwegian Crystals
Trude Nysæter, REC Solar
Tyke Naas, REC Solar
Olav Holta, REC Solar
Carsten Rohr , Norsun
Jon Dugstad, Norwep
Sven Røst, Scatec AS
Bente Haukland Næss, Asplan Viak
Kristine Gjerstad Røe, Multiconsult
Ingrid Aarsnes, Scatec Solar
Christian Kamhaug, Norconsult

INNHOLD

5 Forord

6 Sammendrag

8 Fornybarnasjonen Norge

12 Solkraftbransjen fram til 2020

16 Forventet markedsutvikling mot 2030

26 Den norske solkraftbransjen

66 Solkraftlandet Norge i 2030

68 Anbefalinger

Foto: Morten Gaustad/GETEK AS

Forord

Trine Kopstad Berentsen
Daglig leder
Solenergiklyngen

Erik Stensrud Marstein
Senterdirektør
FME SUSOLTECH

Solkraft vil i løpet av de neste to tiårene bli den største aktøren i kraftmarkedet. Dette vil kreve investeringer av flere titusentalls milliarder kroner og massiv sysselsetting på verdensbasis. Bruk av solkraft vil også vokse i Norge, først i miljøvennlige bygg, deretter i større kraftverk. Samlet sett vil veksten i solkraft føre til betydelige muligheter for norsk næringsliv og samfunn.

Forskningssenteret FME SUSOLTECH og Solenergiklyngen har utarbeidet dette veikartet for en norsk solbransje mot 2030. Det er basert på dialog og innspill fra en lang rekke aktører fra både næring og forskning. Veikartet viser hvordan rask vekst i bruken av solkraft skaper enorme muligheter for kraftproduksjon, sysselsetting og eksport. Det viser hvordan solkraftverk vil bli viktige drivere for innovasjon i en bredere energibransje, spesielt innen energilagring og digitale verktøy. Det viser også at solbransjen kan bidra enormt til å redusere det globale klimafotavtrykket. Veikartet tar utgangspunkt i dagens situasjon og skisserer hovedtrendene vi forventer innenfor de viktigste delene av solkraftnæringen framover mot 2030.

Et svært viktig poeng er at solbransjen endrer verden allerede i dag. Solkraft er et godt valg når nye kraftverk skal bygges. Dette gjelder både større kraftverk og distribuerte kraftverk som bygges der folk bor og arbeider, der kraften forbrukes. Dette betyr at anbefalingene i veikartet kan gi relativt umiddelbar effekt og styrke de mange norske selskapene som allerede opererer i denne bransjen. Anbefalingene vil fjerne hindre for vekst og bidra til å styrke bransjen. Den norske solbransjen står seg godt i hard, internasjonal konkurranse allerede i dag, og er klar til å gjøre enda større bidrag. Med riktig hjelp kan den bli et svært viktig, robust og framtidsrettet ben å stå på for Norge.

Sammendrag

Dette veikartet viser at solkraft kan spille en svært viktig rolle for Norge, både hva angår sysselsetting, omsetning, eksport, kraftproduksjon, innovasjon og bærekraft. Dersom Norge lykkes med å realisere mulighetene som ligger i en bred solbransje vil man sitte igjen med internasjonalt ledende selskaper som gjør store bidrag. For flere av markedssegmentene i solbransjen er det vanskelig å anslå omfanget disse vil få i forhold til sysselsetting og omsetning. En av anbefalingene til dette veikartet er derfor at det settes av midler til en grundig analyse av verdiskapingspotensialet som ligger i en bred, norsk solbransje. Allikevel er det klart fra anslagene det har vært mulig å gjennomføre at den norske solbransjen vil bli viktig.

- Den årlige omsetningen for installasjon av solcelleanlegg i Norge, solparker, prosessindustri og flytende solkraftverk vil samlet nå 60–118 milliarder kroner i 2030. I tillegg til dette kommer omsetningen i de øvrige delene av bransjen.

- Den norske solbransjen vil ha en samlet direkte sysselsetting opp mot 10 000 i 2030 bare innenfor installasjon av solcelleanlegg i Norge, solparker, og prosessindustri. Omlag halvparten av disse vil være knyttet til installasjon i Norge, resten i hovedsak knyttet til en eksportrettet solbransje. På toppen av dette kommer sysselsetting i de øvrige delene av bransjen i tillegg til sysselsetting.

- Dersom vi bare ser på bidragene til bærekraft hos solparkaktørene og prosessindustrien vil disse innen 2030 ha blitt enorme. Prosessindustrien vil ha bidratt med silisiummaterialer som inngår i solparker med en samlet kapasitet på 30 GW_p. I tillegg vil solparkaktørene ha installert solparker med en samlet kapasitet på nye 30 GW_p. Samlet vil disse to segmentene alene ha bygget opp kraftverk som bidrar til å redusere globale utslipp av CO_2 med svimlende 30–60 millioner tonn i året.

- Solkraft vil sakte, men sikkert bli synlig i den norske kraftmiksen. 2–4 TWh innen 2030 vil være en god start på en vekst vi forventer vil fortsette i lang tid. Etter hvert som vi nærmer oss midten av dette århundret vil solkraftverk i alle former stå for et stadig viktigere bidrag til produksjonen av fornybar strøm i Norge.

For å legge til rette for rask og sunn vekst av en bred solkraftnæring anbefaler vi følgende:

- Solkraft er på rask vei til å bli den største energikilden i verden. Bruken av solkraft er også i sterk vekst i Norge. For å realisere muligheter og unngå feilinvesteringer bør alle overordnede, nasjonale strategiske prosesser innen både energi, industriell utvikling og bygg sikre at solkraftkompetansen ivaretas.
  Vi anbefaler at representanter for solkraftbransjen gis mulighet til å gi innspill enten gjennom direkte deltakelse eller høringsrunder.

- Solkraft blir den viktigste formen for energiproduksjon i framtiden. Mulighetene for bred verdiskapning i en norsk solkraftbransje er derfor enorme.
  Vi anbefaler at Norge støtter industri- og næringsutvikling i dette feltet både i et hjemmemarked og ikke minst for eksport.

- Finansiering i ulike former er en hovedutfordring. For å bidra til vekst er det viktig å utvikle et bredt spekter av verktøy som sikrer både risikokapital for å få ned kapitalkostnader ved nye utbygginger, rettet støtte utvikling og industriutvikling innen solbransjen, samt støtteordninger for nye løsninger som også ivaretar behovet for rask skalering.
  Vi anbefaler at det raskt settes av midler til en detaljert analyse av hindringene og mulighetene som ligger i dette feltet.

- Veksten i solbransjen i Norge er i dag hindret av ulike regulatoriske endringer. Solkraften har en tydelig rolle og kan bidra til:
  - Distribuert kraftproduksjon der folk bruker strøm
  - Økt forsyningssikkerhet
  - Bedre utnyttelse av vann- og vindkraft
  - En mer bærekraftig byggenæring

  Vi anbefaler at det opprettes en arbeidsgruppe som skal kartlegge regulatoriske hindringer og foreslå tilpasninger for å sikre effektiv utbygging av både solkraft på bygg og solparker i Norge.

- Veksten i solbransjen i Norge vil være avhengig av tilgang på sterke kompetansemiljøer, gode muligheter for utvikling og validering av ny teknologi og kvalifisert arbeidskraft.
  Vi anbefaler at relevant solkraftforskning får høyere prioritet i Norsk forskningspolitikk.

Foto: Solcellespesialisten

Fornybarnasjonen Norge

Norge står overfor en enorm utfordring. Den viktigste brikken i vår økonomi, olje- og gassnæringen, vil gjennom de neste tiårene fases ut. Det er et stort behov for å få på plass selskapene og arbeidsplassene i bransjene som skal erstatte bortfallet av omsetting, eksportinntekter og arbeidsplasser olje- og gassnæringen i dag står for. Norge er en viktig bidragsyter innen energifeltet internasjonalt. Dersom Norge lykkes med å etablere en bred fornybarnæring vil denne samlet kunne stå for et svært viktig bidrag til sysselsetting, omsetning, eksport og miljøvennlig energiproduksjon.

> Dersom Norge lykkes med å etablere en bred fornybarnæring vil denne samlet kunne stå for en svært betydelig sysselsetting, omsetning, eksport og miljøvennlig energiproduksjon.

Fornybarnæringen kan virke uoversiktlig bred, med selskaper innen både vannkraft, vindkraft, solkraft, bioenergi, batteri, hydrogen, grønn transport til lands og til vanns, samt digitalisering av stadig mer komplekse fornybare energisystemer. Vi mener at denne bredden er en stor styrke og at en tydelig kommunisert, troverdig og bred satsning på fornybar energi vil styrke samtlige.

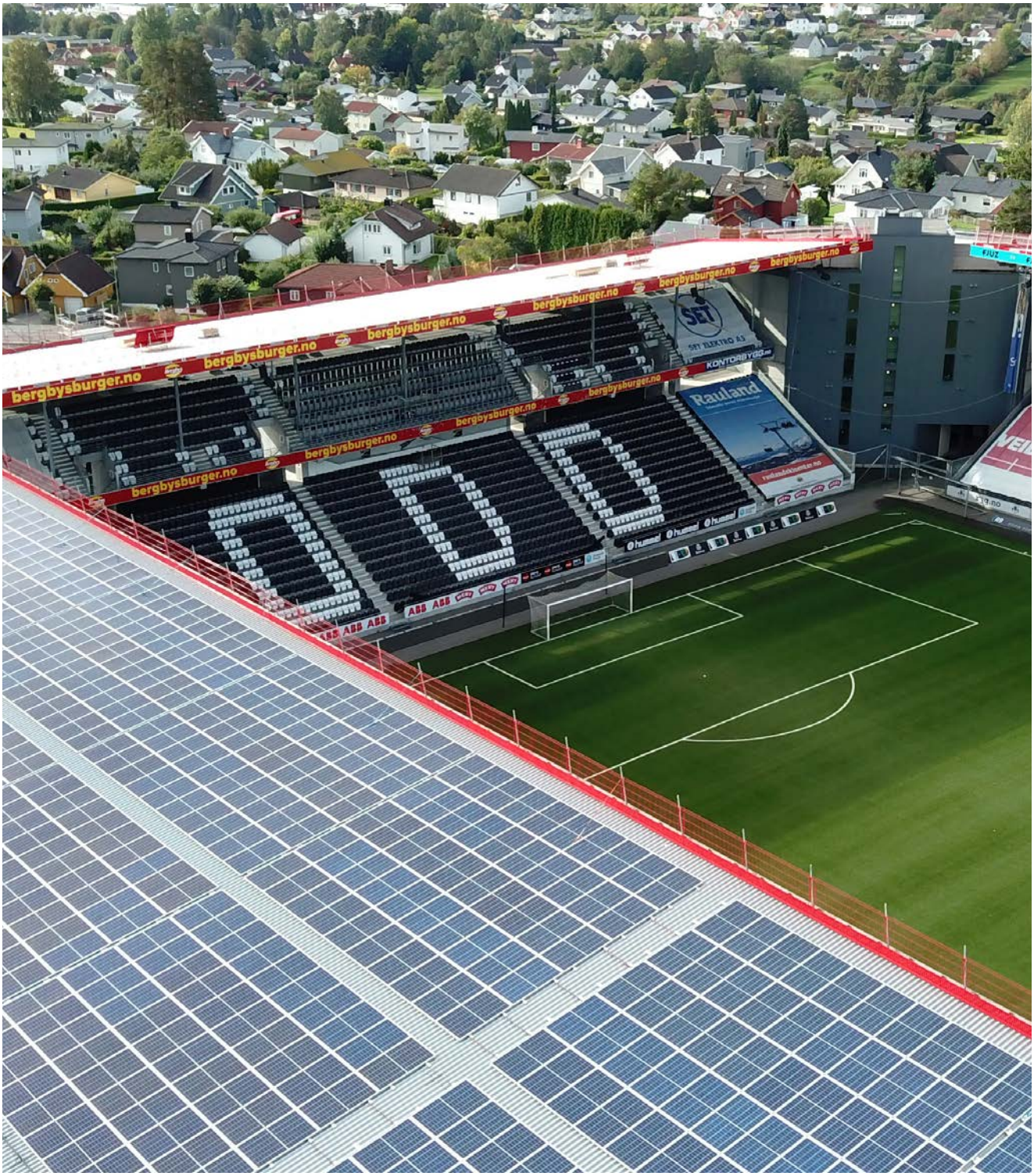
Selv om teknologiutvikling fortsatt vil skape store muligheter er mange av de største utfordringene det grønne skiftet vil stå overfor politiske og regulatoriske. Ved fullt ut å omfavne skiftet til et energisystem dominert av fornybar kraftproduksjon vil Norge kunne legge vekt på internasjonale prosesser og være en pådriver både gjennom internasjonal politikk og rettet bistand. Dette vil kunne åpne markeder raskere for konkurransedyktige løsninger. I mange sammenhenger vil målet om økt bruk av fornybar kraft innebære at flere teknologier må spille på lag. Regulerbar og fornybar vannkraft kan for eksempel åpne opp for et betydelig større innslag av både solkraft og vindkraft i et robust energisystem. Integrasjon av energilagring og avanserte, digitale styringsverktøy vil bli stadig mer vanlig i solkraftverkene.

Solcelleanlegg på industritak kan stå for stor, lokal produksjon av fornybar kraft. Foto: Solcellespesialisten

Ved å legge til rette for næringsutvikling og innovasjon her hjemme, gjennom riktig bruk av insentiver og reguleringer kan norske selskaper spille en sentral rolle i det grønne skiftet. Dette veikartet viser at solkraftnæringen bør vies spesiell interesse i denne sammenhengen. Dette er en relativt ny næring, men allikevel en næring som allerede nå står for den største kapasitetsutbyggingen av kraft internasjonalt. Det er også den næringen som blir størst av samtlige.
I dette veikartet vil vi vise at den norske solkraftnæringen er svært viktig av fire grunner.

- Solkraftnæringen representerer i seg selv en bred, enorm næringsmulighet med betydelig eksportpotensiale.
- Solkraftnæringen er et arnested for innovative løsninger for smartere energisystemer basert på batterier, hybridisering av solkraftverk med andre energiteknologier og bruk av nye, avanserte digitale verktøy.
- Veksten i solkraftnæringen skjer akkurat nå. Ved rettede og riktige grep er det mulig å bygge næring, øke produksjonen av bærekraftig strøm og skape arbeidsplasser med umiddelbar effekt.
- Bærekraftig og billig solkraft blir tilgjengelig for selskaper over hele verden. Dette kan få store konsekvenser for en bred norsk industri. Strategier som ikke tar høyde for framveksten av solkraft eller baseres på utdatert informasjon vil kunne lede til betydelige feilinvesteringer. En norsk solbransje vil sikre god tilgang til oppdatert informasjon om et felt i enormt rask utvikling.

Vi har gode muligheter til å lykkes med dette. Norge har i dag en sterk solkraftindustri i et europeisk perspektiv, i tillegg til en stor energiindustri relevant for utviklingen av morgendagens mer komplekse, fornybare energisystemer. Menneskene, selskapene og kompetansen i disse selskapene er et svært godt utgangspunkt for å bygge en stor og slagkraftig solbransje i Norge, med betydelig potensial for internasjonal suksess. De norske aktørene er ikke alene om å øyne denne muligheten, det haster derfor å sette solkraft på agendaen.



Godt synlige solcelleanlegg, som for eksempel dette på Skagerak Arena, bidrar til økt kunnskap i samfunnet om mulighetene knyttet til bruk av solcelleanlegg i Norge. Foto: FUSen

Solkraftbransjen fram til 2020

Foto: Norsun

> Solkraftbransjen omsetter årlig for om lag 1000 milliarder NOK.

Veksten i bruk av solkraft er eventyrlig. Ved utgangen av 2019 var så mye som 627 GW_p installert. Rundt 115 GW_p ble installert bare i løpet av det året[1]. Den årlige kapasitetsveksten til solkraftverk oversteg dermed veksten til alle andre former for kraftverk, noe den har gjort hvert eneste år siden 2016. Solkraftbransjen har på kort tid blitt en sentral del av energibransjen og står for en betydelig andel av alle nye investeringer i kraftverk. På grunn av at solkraft nå er konkurransedyktig verden rundt vil veksten fortsette. Solkraft er for lengst det billigste alternativet i mange regioner.

Veksten i bruken av solkraft har ledet til framveksten av en stor, global solbransje. Denne bransjen omsetter årlig for omlag 1 000 milliarder NOK. Skalaene i solbransjen har blitt enorme. Det produseres og installeres nå nesten 400 millioner solcellepaneler hvert eneste år, eller godt over en million hver eneste dag. Dersom panelene blir lagt etter hverandre vil dette produksjonsvolumet gi en rad av solcellepaneler som når hele veien rundt ekvator på mindre enn fire uker! Skalaene vil bli stadig større ettersom prisen på både prosjektutvikling, komponenter, installasjon og drift og vedlikehold i solkraftbransjen fortsetter å falle.

SOLKRAFTLANDET NORGE

Norske selskaper spiller viktige roller i den globale utviklingen. Det er en bred deltakelse av norske selskaper langs store deler av solkraftindustriens verdikjede. Totalt sett sysselsettes rett i underkant av 2000 mennesker i solbransjen i Norge i dag[2].

Bruken av solkraft i Norge er i rask vekst. Det er stor vekst i installert kapasitet i Norge, selv om COVID19 treffer denne delen av bransjen hardt i 2020. Installasjonsraten av solcelleanlegg i Norge ble mer enn doblet fra 2018 til 2019. Et stort antall selskaper arbeider i dag med installasjon av solcelleanlegg her hjemme, spesielt i bygg. Mulighetene dette gir oss mot 2030 kommer vi tilbake til under overskriften Solkraft i Norge.

[1] Snapshot of Global PV Markets 2020, IEA PVPS
[2] Kartlegging av den norskbaserte fornybarnæringen 2019, Multiconsult

> Vi har, i motsetning til nesten alle andre europeiske land, en relevant industri som leverer både materialer og komponenter til en global solbransje.

Flere norske selskaper utvikler, bygger, eier og drifter store solkraftverk i andre land. Scatec Solar er en av verdens største aktører innen feltet internasjonalt, Statkraft og Equinor har gjort store investeringer i solkraftverk, og en rekke andre norske energiselskaper satser stadig mer på storskala utbygging av solkraft. Disse energiselskapene drar veksel på en bredere norsk bransje i sitt virke, noe vi kommer tilbake til under overskriften Solparker. I tillegg er det en betydelig aktivitet innen utvikling av såkalt distribuert solkraft, energisystemer som kan kontrollere forbruk og leveranser av strøm til nettet, eller som er helt frittstående. Denne typen anlegg er spesielt viktige der kraftnettet rett og slett mangler, eller der det ikke har tilstrekkelig kapasitet. Felles for disse tre områdene er at de kombinerer fornybar energiproduksjon og digitalisering.

Vi har også, i motsetning til nesten alle andre europeiske land, en relevant industri som leverer både materialer og komponenter til en global solbransje. Den viktigste er i dag selskapene som står for produksjon og eksport av silisium-materialer til solceller. Denne delen av bransjen har høye vekstambisjoner, drevet av både teknologisk og miljømessige fortrinn, i tillegg til et sterkt fokus på kostnader. Vi kommer tilbake til dette under overskriften Prosessindustri.

Vi har også en rekke selskaper som utvikler ny teknologi og nye produkter for solkraft, både i bygg, til lands og til vanns. Et felt i rask vekst er flytende solkraft, der flere norske selskaper raskt har tatt viktige internasjonale posisjoner. Et annet felt er produksjon av bygningsintegrerte solceller, en relativt ny teknologi som kan redusere kostnadene for installasjon av solcellepaneler og øke bruken av solkraft i bygg radikalt. Et tredje beslektet felt er bruken av sol til å produsere varme i stedet for elektrisitet. Dette kommer vi tilbake til under overskriften Solvarme.

“

I see solar becoming the new king of the world’s electricity markets.

FAITH BIROL – DIREKTØR I DET INTERNASJONALE ENERGIBYRÅET (IEA)

Foto: Scatec Solar

Forventet markedsutvikling mot 2030

Global markedsutvikling til 2030

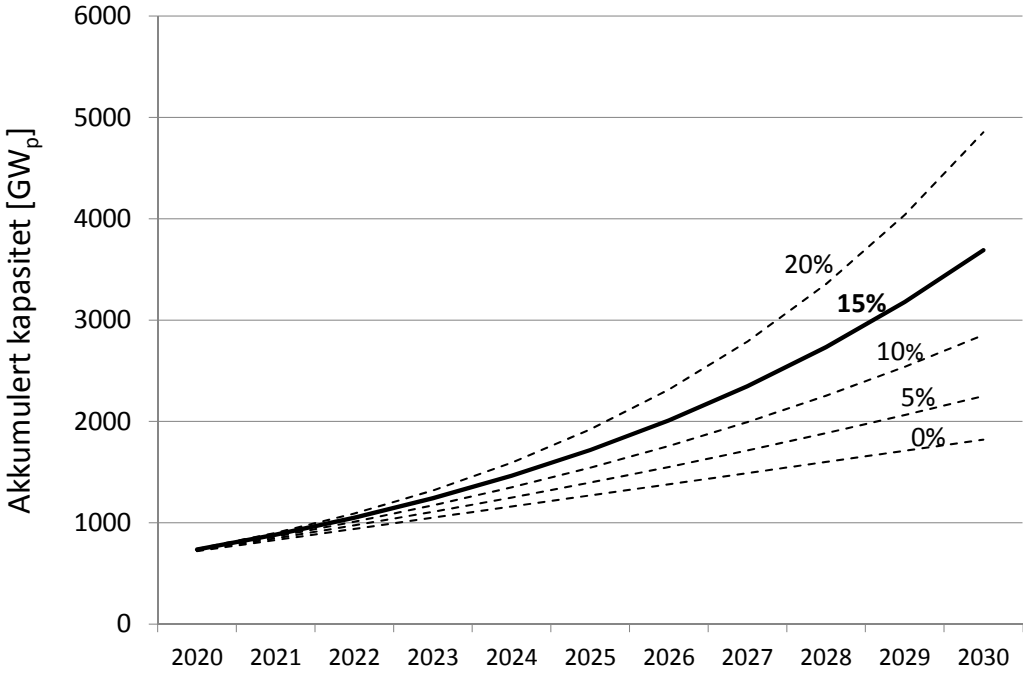
Det er utviklet en rekke scenarier for global markedsutvikling av ulike aktører. Flere av disse, inkludert de fleste scenariene fra det internasjonale energibyrået IEA, har vist seg å være altfor konservative. De mer positive analysene har hatt mest hell med å treffe veksten vi har sett fram til nå. I figur 1 viser vi den akkumulerte produksjonskapasiteten til solkraftverkene installert fram mot 2030 som oppnås ved ulike anslag for årlig vekst.

Det finnes en rekke tilgjengelige analyser. Det er stor spredning mellom disse, noen ligger over nivået vi antar, andre under. I tillegg er det slik at noen av analysene ser på produsert solkraft (TWh), mens andre fokuserer på solkraftverkenes produksjonskapasitet (GW_p). Tall på årlig omsetning og sysselsetting er ofte relatert til TWh. Investeringer og mengdene produserte komponenter og råmaterialer skalerer med kapasiteten. For å kunne sammenlikne de ulike kildene velger vi å anta et globalt gjennomsnitt for produksjonen fra solkraftverkene på 1250 kWh/W_p for alle kraftverkene. Dette vil være høyt for solkraftverkene i Nord-Europa, spesielt for tak- og fasademonterte anlegg som ikke vender rett mot solen. Det er imidlertid et lavt anslag for produksjonen fra solkraftverk i solrike strøk. Dette en ikke ment å være en svært presis øvelse, det viktigste her er å anslå den omtrentlige framtidige verdien av en norsk solkraftbransje i 2030. Et av veikartets forslag er at det bør settes av midler til å finansiere en bredere og samtidig mer detaljert vurdering av verdiskapingspotensialet veksten skaper for en bred norsk solbransje.

De fleste scenariene antar at solkraft vil komme til å være den største kilden til elektrisitet før 2050. Flere tror dette skjer allerede i god tid før 2040. Spennet i forventningene er stort. Dersom veksten når 15 %, i tråd med de mer optimistiske scenariene, når kapasiteten 3690 GW_p, en vekst på over 3000 GW_p.

Basert på forventningene til sterke markedsdrivere og fortsatt reduserte komponent- og systempriser legger vi i den videre analysen til grunn at vi vi se en årlig vekstrate på 15 % og at

> Det vil installeres ny kapasitet for solkraftproduksjon på 3000 GW_p fra og med i dag og fram mot 2030



Figur 1: Figuren viser akkumulert kapasitet for solkraftproduksjon fra 2020 til 2030 antatt ulike årlige vekstrater i installasjon. Analysen i dette veikartet er basert på en årlig vekstrate på 15 %.

det dermed vil installeres ny kapasitet for solkraftproduksjon på 3000 GW_p fra og med i dag og fram mot 2030. Dette kan kanskje anses som et optimistisk anslag, men den antatte vekstraten dette tallet bygger på ligger langt under de historiske vekstratene for solkraft fram til nå.

Det er faktisk rimelig å argumentere for enda sterkere vekst enn dette. Flere drivere kan medføre raskere utbygging av solkraft fram mot 2030:

- Vi forventer at behovet for raskere, grønn omstilling vil bli klarere for både velgere, politikere og næring i løpet av det neste tiåret. Dette vil øke trykket for å få til grønn omstilling.
- Solkraft vil i hele denne perioden ofte være det billigste alternativet for ny kraftproduksjon. Et raskere prisfall på solkraft og for mer komplekse solkraftverk med batterier eller mulighet for hybridisering med annen kraftproduksjon vil øke konkurransedyktigheten ytterligere.
- Svakere kostnadsreduksjon og markedsvekst for alternative teknologier for bærekraftig kraftproduksjon enn ønsket vil kunne tvinge fram en økt andel av solkraft i oppdaterte framtidsscenarier.
- En raskere utfasing av ikke lønnsom fossil energiproduksjon, for eksempel kullkraft, kan gi en betydelig mulighet for raskere vekst.

Den viktigste nedsidemuligheten for vekstraten vi ser er knyttet til både markedsmessig og teknisk robust integrasjon av massive mengder av solkraft i strømnettet. Dette vil i de fleste markeder ikke få særlig betydning innenfor tidshorisonten for dette veikartet og blir ikke en vesentlig faktor for de fleste investeringsbeslutninger. Likevel er det viktig å huske på at det allerede i dag er flere land med en andel solkraft i sine nett på 10 %, i noen land er tallet raskt på vei mot 20 %. Videre ekspansjon utover dette nivået kan bli en utfordring dersom man ikke lykkes med utvikling av løsninger som øker kapasiteten for innføring av fleksibel strømproduksjon fra sol og vind. En rekke selskaper ser store muligheter innen utvikling av konkurransedyktige teknologier som løser disse utfordringene. Dette inkluderer batterier og annen energilagringsteknologi, løsninger for hybridisering og smarte, digitale energisystemer. Et enormt behov er samtidig også en driver for innovasjon og næringsutvikling i dette svært viktige feltet.

Prisfallet på solkraft har vært enormt. Mellom 2010 og 2018 falt prisen for strøm fra store solparker med rett under 80 %[3]. Selv om alle analyser antar videre prisfall forbi 2030, er det spredning i tallene. Konkret kan et prisfall fra rundt ~30 øre/kWh i dag til nivåer under ~20 øre/kWh for strøm fra de større solparkene forventes. Allerede i dag utvikles det solkraftverk med priser på under 17 øre/kWh i Portugal og Saudi Arabia.

FAKTA

W_p OG KWH

Produksjonskapasiteten til et solkraftverk måles i W_p. Dette tallet angir effekten kraftverket kan levere under gitte forhold. Produsert kraft måles i kWh. Mengden produsert solkraft i forhold til kapasiteten avhenger sterkt av hvor solkraftverket er bygget. For å muliggjøre grovere, global analyse er det vanlig å bruke en global middelverdi på rundt 1250 kWh produsert strøm per installerte W_p i året. Dette tallet brukes her.

Prisen på installert kapasitet vil variere mellom ulike typer anlegg og markeder. I dette veikartet opererer vi med følgende spenn:

Globalt snitt	5–8 NOK/W_p
Solcelleanlegg i Norge	5–10 NOK/W_p
Solparker	4–8 NOK/W_p
Flytende solkraftverk	5–10 NOK/W_p

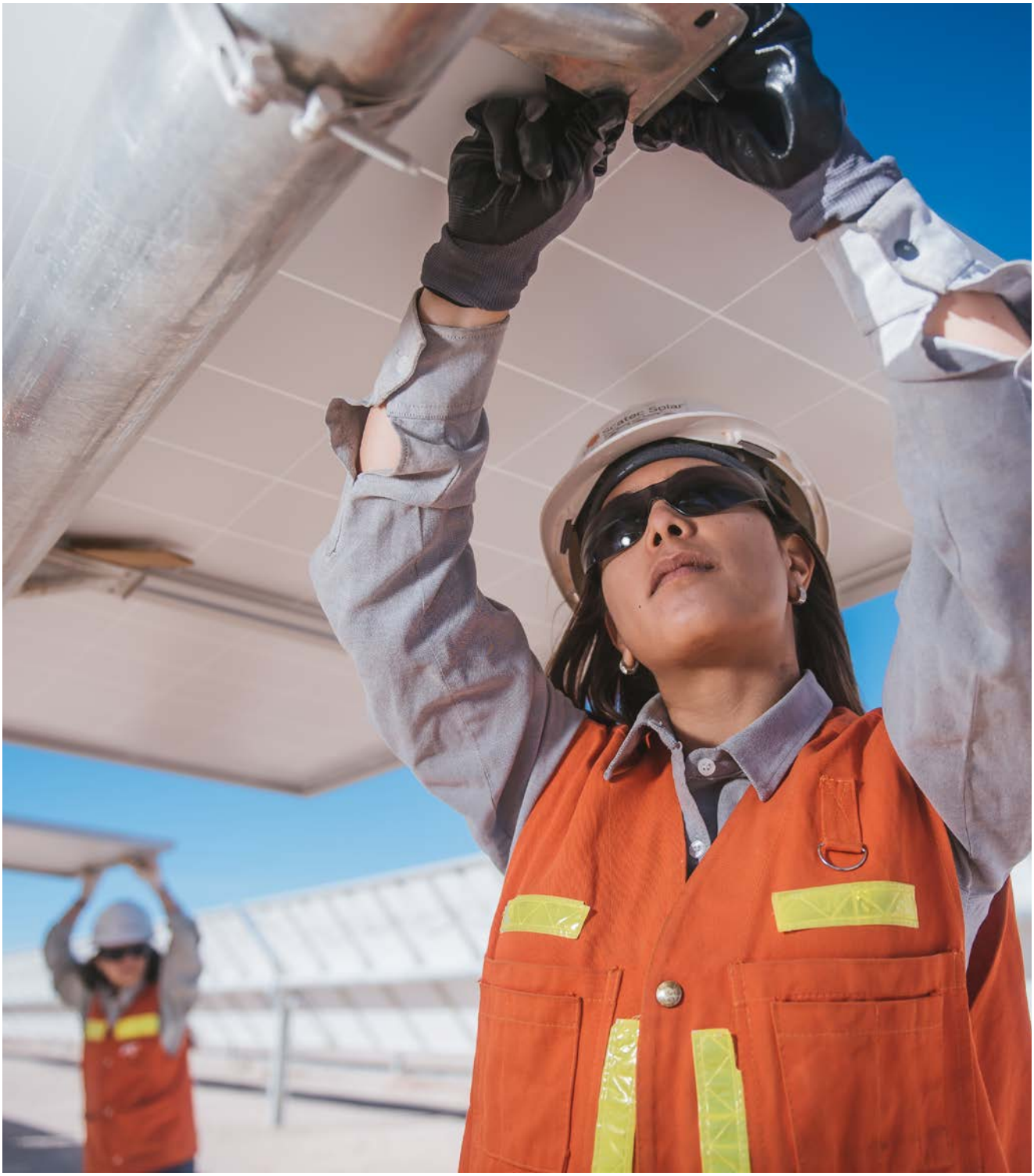
[3] Future of Solar PV, IRENA 2019

> Dette gir forventede investeringer i nye solkraftverk på mellom 15 000 og 24 000 milliarder NOK innen 2030.

For å gi et anslag av hvilke investeringer dette medfører antar vi at investeringskostnadene i snitt vil ligge mellom 5 og 8 NOK/W_p. Spennet er dels knyttet til en forventning om at solkraftverkene vil bli mer komplekse kraftverk, ofte med betydelig lagringskapasitet i tillegg til annen funksjonalitet, samt at en betydelig andel av solkraftverkene vil ligge på bygninger der kostnadene i utgangspunktet er høyere enn i de mer kostnadseffektive solparkene. Dette gir forventede investeringer i nye solkraftverk på mellom 15 000 og 24 000 milliarder NOK innen 2030.

Den årlige installasjonsraten i 2030 vil etter samme modell overstige 500 GW_p. Dette er nesten 5 ganger høyere enn installasjonsraten i 2019. Med snittpriser på mellom 5 og 8 NOK/W_p gir dette årlige investeringer på mellom 2 500 og 4 000 milliarder kroner i nye solkraftverk bare i løpet av 2030.

Solkraft i verden	Akkumulert (2020–2030)	Årlig (2030)
Global installert kapasitet	3 000 GW_p	500 GW_p/år
Investeringsbehov	15 000–24 000 mrd. NOK	2 500–4 000 mrd. NOK/år



Innen 2030 vil solkraftverk med en samlet kapasitet på 3 000 GW_P bli installert. Omlag 2/3 av dette vil være i form av store solparker. Foto: Scatec Solar

Det er stadig vanligere å bruke solcelleanlegg i landbruket. Her er det ofte store takarealer tilgjengelige. Muligheten for solkraft til å bidra til mer bærekraftig landbruk er betydelig. Foto: Solcellespesialisten

Norsk markedsutvikling til 2030

Den installerte kapasiteten av solkraft i Norge har vokst raskt gjennom det siste tiåret og nådde ved utgangen av 2019 rundt 120 MW_p. Disse solkraftverkene produserer trolig i overkant av 100 GWh strøm hvert år. Dersom vi ser på de siste årenes vekst er det tydelig at farten er på vei opp. Etter flere år med betydelig vekst ble den årlige installasjonsraten omtrent doblet fra 2018 til 2019. Installasjonstakten ligger nå på mellom 40–50 MW_p per år, noe som har ført til en betydelig vekst i både omsetning, involverte selskaper og sysselsetting i denne delen av solbransjen. Dette er også et tegn på at de offentlige tiltakene for å stimulere til markedsveksten, for eksempel Enova-støtten, fungerer.

Inntil videre er nesten all kapasitet i Norge knyttet til bygg, selv om mer avsidesliggende steder med behov for strøm, som hytter og fyrlykter også har vært et viktig marked. Vi forventer sterk vekst i bruken av solkraft i Norge på grunn av lavere kostnader og økt bevissthet om besparelsene og miljøgevinstene ved solkraft.

DET TEKNISKE POTENSIALET FOR SOLKRAFT I NORGE

Det har blitt gjort flere beregninger av potensialet for kraftproduksjon fra solcelleanlegg i bygg i Norge. Det tekniske potensialet er svært betydelig. Multiconsult har anslått potensialet for solkraft i bygg til å ligge på minst ~32 TWh årlig, IFE opererer med et anslag på mer enn 50 TWh totalt. Grovt omregnet betyr dette et potensial for en vekst på mellom 30 og 50 GW_p i installert kapasitet i Norge bare på bygg. Solcelleanlegg i bygg kan dermed med riktige grep bli en svært viktig brikke i den planlagte elektrifiseringen i årene som kommer.

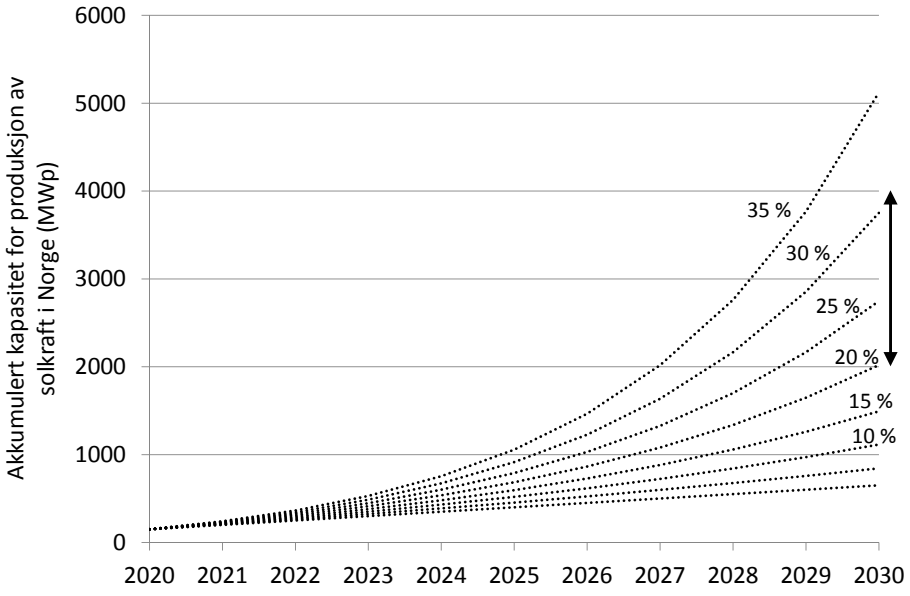
Vi forventer i tillegg at større bakkemonterte solkraftverk vil settes i drift i Norge i god tid

før 2030. Flere selskaper vurderer allerede å bygge slike solparker i Norge. I både Sverige og Danmark vokser antallet solparker raskt, disse kraftverkene er ofte konkurransedyktige selv uten subsidier. Dette er land med tilsvarende solforhold som Norge. Dersom solparker i Norge blir realisert finnes det ikke lenger noen relevant teknisk kapasitetsgrense. For solparker er det imidlertid viktig at utbyggere, lokale politikere, regulatorer og andre interessenter jobber godt sammen slik at det etableres gode prosjekter som ivaretar ulike interesser knyttet til bruk av areal.

SOLKRAFT I NORGE MOT 2030

Det er stor usikkerhet knyttet til videre markedsutvikling for solkraft i Norge. Hjemmemarkedet er fortsatt i en tidlig fase. Solkraft blir mer konkurransedyktig, bevisstheten blant både mulige kunder og kraftaktører øker. Veksten er imidlertid svært følsom for regulatoriske forhold, noe som gjør det vanskelig å anslå kapasiteten eksakt.

En type regulering som vil kunne få rask, positiv effekt er strengere miljøkrav i bygg. Dette vil kunne lede til en stor og umiddelbar økning i installasjonsraten i Norge. Andre tiltak som vil ha positiv effekt er forlenget og/eller forsterket investeringsstøtte for sluttbrukere (Enova), åpning for installasjon av større anlegg innenfor eksisterende støtteordninger og regulering, åpning for bruk av solkraft i borettslag eller av huseiere som drifter flere leiligheter, mekanismer som samtidig stimulerer til effektbevissthet og solkraftproduksjon, samt mekanismer for deling av miljøvennlig solkraft fra anlegg på flere forbrukere.



Figur 2: Figuren viser akkumulert kapasitet for solkraftproduksjon i Norge fra 2020 til 2030 antatt ulike årlige vekstrater i installasjon. Den videre analysen i veikartet antar at den installerte kapasiteten vil nå mellom 2 og 4 GW_p innen 2030. Dette krever årlige vekstrater på ~20 til 30 %.

Det er dessverre også betydelig regulatorisk nedsiderisiko. Flere endringer i rammebetingelser og konkurranseforhold, for eksempel forårsaket av effekttariffer som ikke hensynstar lokal kraftproduksjon, samt rask reduksjon av eller uklare forventninger til Enova-støtte, kan ikke utelates. Innføring av skatter og avgifter på solenergi kan også redusere vekstanslagene. Uklarheter knyttet til framtidige endringer i rammeverk og støtteordninger medfører i seg selv risiko som reduserer investeringsviljen i solcelleanlegg.

> Vår analyse legger til grunn at det vil installeres ny kapasitet for solkraftproduksjon på mellom 2 og 4 GW_p i Norge fra og med i dag og fram mot 2030.

Figuren viser veksten i installert kapasitet for solkraftproduksjon i Norge gitt ulike årlige vekstrater for årene 2020–2030. I den videre analysen legger vi til grunn at det vil installeres ny kapasitet for solkraftproduksjon på mellom 2 000 og 4 000 MW_p i Norge fra og med i dag og fram mot 2030. Dette tilsvarer årlige vekstrater gjennom tiåret på rundt 20 – 30 %. Til tross for at dette kanskje virker høyt er det lett å sannsynliggjøre høyere vekst enn dette. Disse kraftverkene vil samlet kunne forsyne det norske strømnettet med rundt 2 til 4 TWh ny fornybar kraft innen 2030. Selv om dette i stor grad er solkraftverk på bygg er dette svært mye lavere enn det tekniske potensialet. I tillegg er muligheten for at vi vil se solparker i Norge innen 2030 stor. Dersom vi antar en installasjonskostnad på mellom 5 og 10 NOK/W_p vil dette samlet stå for investeringer på mellom 10 og 40 milliarder NOK i solcelleanlegg i Norge innen 2030. For Norge antar vi at prisspennet er noe høyere enn snittet globalt, blant annet fordi solcelleanleggene i enda større grad vil installeres i bygg. I året 2030 vil vi se en installasjonsrate i spennet fra litt under 400 til høyt over 800 MW_p/år, noe som gir en årlig omsetning på mellom 2 og 8 milliarder NOK bare i 2030.

Solkraft i Norge	Akkumulert (2020–2030)	Årlig (2030)
Installert kapasitet i Norge	2 000–4 000 MW_p	400–800 MW_p/år
Investeringsbehov	10–40 mrd. NOK	2–8 mrd. NOK/år

FAKTA

9 av 10

nordmenn mener bruken av solcelleanlegg i bygg bør økes for å redusere utslipp av klimagasser.

HVORFOR SOLKRAFT I NORGE?

Hele 9 av 10 nordmenn mener bruken av solcelleanlegg i bygg bør økes for å redusere utslipp av klimagasser[4]. Solkraft er dermed den fornybarsatsningen klart flest mener bør prioriteres i klimaarbeidet. En million nordmenn har allerede vurdert å installere solcelleanlegg[5]. Solcelleanlegg er stadig mer konkurransedyktige og reduserer strømregningen til både små og store strømkunder allerede i dag. Solcelleanlegg er integrerbare i bygninger og krever ikke arealer eller særlig infrastruktur. Solkraft er miljøvennlig og kan i stor skala støtte opp om behovet for økt elektrifisering i Norge. Solkraft øker bevisstheten rundt både energi og energieffektivisering hos sine brukere og er derfor en viktig kommersiell driver for utvikling av smarte løsninger for regulering av kraft, både lokalt og regionalt.

[4] Kantars Klimabarometer 2020
[5] Nordstat-undersøkelse 2020

Den norske solkraftbransjen

Foto: Anders Opsahl Eiendom AS / Otovo

Produksjon og bruk av solkraft i Norge

Solkraft vil spille en betydelig rolle i det norske kraftsystemet i framtiden, veksten vil være stor allerede mot 2030. Dette vil være viktig av flere årsaker:

- Økt elektrifisering vil øke behovet for fornybar kraftproduksjon i Norge.
- En stadig mer miljøvennlig byggenæring trenger økt produksjon av solkraft.
- Distribuert solkraftproduksjon kan redusere belastning på og tap i strømnettet.
- Installasjon av solcelleanlegg vil stå for betydelig sysselsetting her hjemme.
- Solcelleanlegg i bygg vil være en viktig drivkraft for nyskaping, innovasjon og næringsutvikling innenfor smarte, distribuerte energisystemer. Dette vil gi betydelige muligheter for eksport av både teknologi og produkter.

Reduserte kostnader innebærer at selv land så langt nord som Norge kan få god lønnsomhet i solkraft. Innen utgangen av 2019 nådde den samlede kapasiteten for solcelleanlegg i Norge ~120 MW_p[6]. Disse produserer omlag 100 GWh hvert år. Dette utgjør en svært liten andel av dagens samlede strømproduksjon i Norge. Veksten er imidlertid rask, installasjonsraten doblet seg fra 2018 til 2019 og nesten 2/3 av kapasiteten her hjemme er installert de to siste årene. Solenergiklyngen har over 100 medlemsbedrifter, de fleste innenfor dette markedssegmentet.

Solcelleanleggene i Norge ligger i hovedsak på bygninger, det er her solkraft er mest konkurransedyktig i dag. For forbrukerne er det slik at prisen på solkraft ikke konkurrerer med produksjonskostnadene til alternativ strømproduksjon, men heller med selve strømregningen. Med anleggspriser som ofte ligger godt under 10 NOK/W_p blir solcelleanlegg ofte lønnsomme, men foreløpig med relativt lang tilbakebetalingstid.

[6] Assessment of the Norwegian Solar PV Market in 2019, Multiconsult 2020

> Det vil bli installert mellom 2 og 4 GW_p med ny kapasitet i Norge innen 2030.

Det er tre hovedårsaker til at vi forventer at andelen solkraft kommer til å vokse betydelig fram mot 2030 i Norge.

- Prisene for solcelleanlegg i alle typer bygg faller raskt i Norge. Dette gjør solkraft stadig mer interessant for et økende antall kunder. I tillegg øker bevisstheten rundt solkraft, spesielt i bygg, noe som også øker etterspørselen. Teknologiutvikling og økt aktivitet hos installatørene vil drive prisene videre nedover.
- Installasjonsraten, kompetansen og kapasiteten har blitt betydelig. Solbransjen er dermed godt skrudd sammen for videre rask vekst.
- Vi forventer at miljøkrav i bygninger blir strengere i årene som kommer og gjør solkraft stadig mer attraktivt. Forskningen ved forskningssentrene FME ZEB og FME ZEN har vist at solceller er sentrale for etablering av nullutslippsbygg og nullutslippsområder. Resultatene fra disse sentrene forventes å resultere i en endring i teknisk forskrift (TEK).

Det er sannsynlig at de første større solparkene i Norge vil være satt i drift i god tid før 2030. Dette vil raskt kunne øke produksjonen av solkraft. Solparker kan ha en kapasitet på flere hundre MW_p. I skrivende stund prosjekteres eksempelvis et solkraftverk nær Helsingborg i Sverige med en kapasitet ~130 MW_p. Dersom dette ene kraftverket realiseres vil det produsere mer solkraft enn alle solcelleanleggene som hittil er bygget i Norge. Solparker er allerede i dag konkurransedyktige i Sverige og Danmark, land med relativt like innstrålingsforhold som Norge. Kombinert bruk av arealer, som ved jordbruk og solkraftproduksjon på samme areal (agrivoltaics), eller utbygging av solparker på ubrukbar jord som for eksempel gamle søppelfyllinger, er eksempler på løsninger som har fungert i andre land.

FAKTA

ESTIMERT KAPASITET I 2030 OG TEKNISK POTENSIALE

Siden veksten i Norge er svært følsom for rammebetingelsene er det vanskelig å anslå hva andelen solkraft i Norge vil være i 2030. Selv om prisen på solkraft forventes å gjøre solcelleanlegg i bygg stadig mer konkurransedyktige vil veksten i bransjen avhenge sterkt av flere faktorer utover kostnadsnivået. Finansiering, støtteordninger og regulering er alle svært viktige. Det forventes strengere miljøkrav for bygninger. Disse må spille på lag med insentiver for vekst og krever en opprydding i forstyrrende, relevant regulering.

Basert på trender for markedsvekst og forventningene til flere bransjeaktører anslår vi at det vil bli installert mellom 2 og 4 GW_p med ny kapasitet i Norge innen 2030. Tallet er formbart og kan bli enda større med sterkere virkemidler. Disse solcelleanleggene vil produsere mellom ~2 og 4 TWh i året. Dersom solcelleanleggene i økende grad har økt funksjonalitet, som lagring, digitalisering og laststyring, og dermed antar en snittpris på mellom 5 og 10 NOK/W_p gir dette installeringer til en verdi av mellom 10 og 40 milliarder kroner bare i byggsektoren.

Med en antakelse på at hvert MW_p i dette segmentet krever 6 årsverk kan dette lede til mellom 12000 og 24000 årsverk i installasjon alene innen 2030. På toppen av dette kommer arbeidsplasser innen relevant komponentproduksjon, utvikling og rådgivning, samt drift og vedlikehold. Sysselsettingstallet vil bli betydelig høyere dersom man inkluderer marked og omsetning av smarte energiløsninger og energilagring som gjerne følger i kjølvannet av solkraft.

SMART SOLKRAFT I MILJØVENNLIGE BYGG

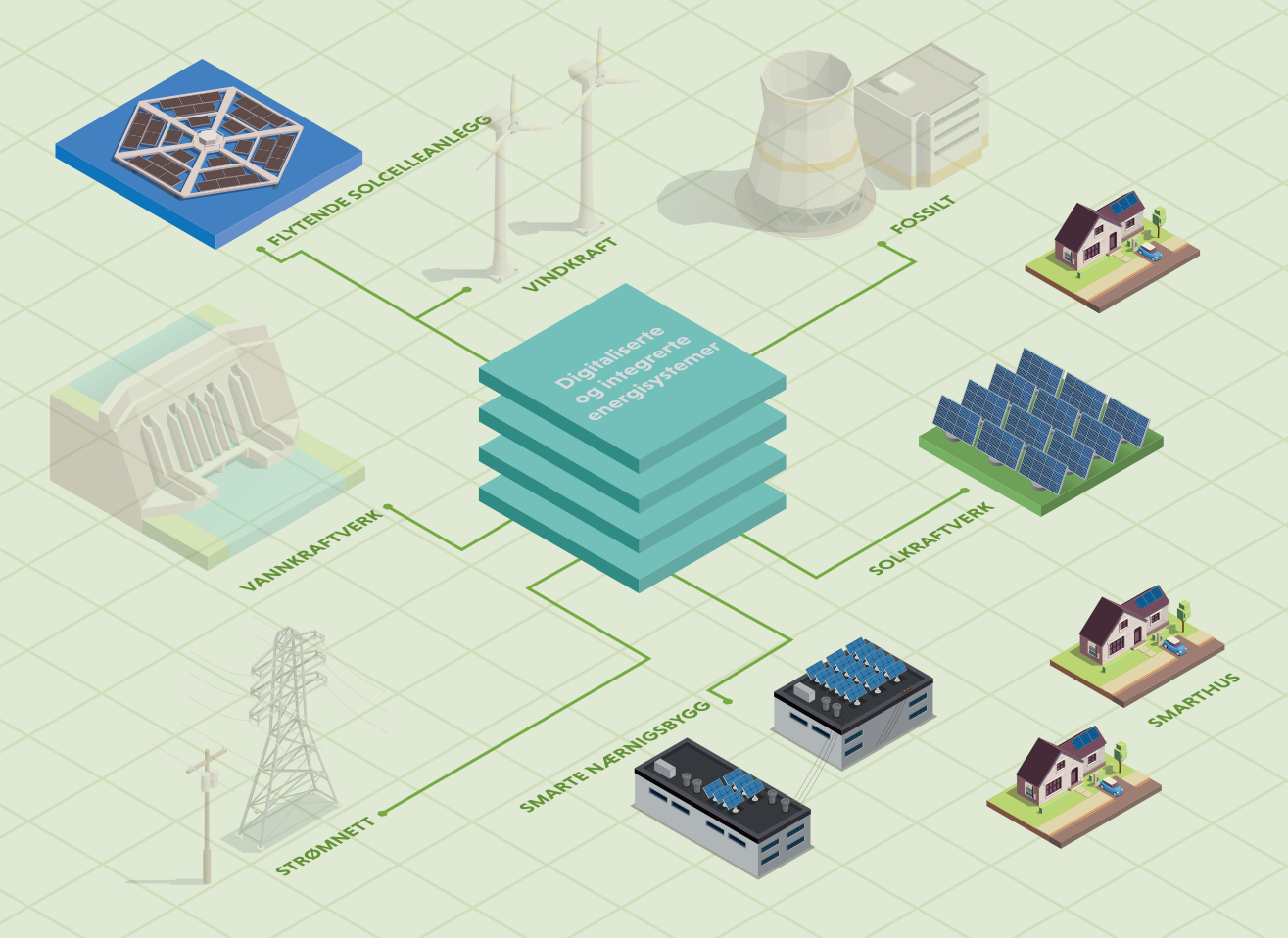
Som nevnt ligger den største andelen av solcelleanleggene i Norge i dag på tak. Anleggene bidrar til lokal produksjon av fornybar kraft og investeringene motiveres som oftest ut fra økonomiske og miljømessige hensyn hos byggets eier. En lang rekke selskaper har bygget seg opp innenfor installasjon av solcelleanlegg i bygg i Norge, noen av de større er Solcellespesialisten, FUSen, Energima og Otovo.

Det finnes flere konkrete drivere som gjør det spesielt interessant for eiere av solcelleanlegg å utvide dets funksjonalitet, for eksempel ved energilagring og effektstyring. Effekttariffer, ønsker om økt grad av egenkonsum av strøm og ønsker om å ha bedre kontroll på muligheten til å kjøpe og selge strøm til markedet på egnede tidspunkter gjør energilagring og laststyring interessant. Dette gjelder spesielt i større solcelleanlegg i kommersielle og industrielle bygg. Økt funksjonalitet gjør det nødvendig å ta i bruk avanserte, digitale styringssystemer.

Et viktig poeng er dette: til tross for bred internasjonal aktivitet for å utvikle morgendagens smarte energisystemer finnes det i dag ingen universell løsning som er god nok. Med en framsynt bygg- og solbransje, samt riktige insentiver og reguleringer, er det mulig for norske selskaper å bidra til betydelig innovasjon i dette svært viktige markedet. Ved å la selskaper bygge seg opp og utvikle teknologi og løsninger for smarte systemer i et krevende hjemmemarked vil vi kunne se at de samme selskapene står godt rustet for betydelig eksport deretter. At norske solkraftselskaper i dette segmentet kan lykkes internasjonalt er Otovo et godt eksempel på i dag. Dette norske selskapet brukte Norge som et springbrett for å bli en ledende tilbyder av solcelleanlegg i bygg i flere land i Europa og Sør-Amerika, og har som mål å bli den største aktøren i Europa i privatkundesegmentet. Andre norske selskaper i denne delen av solbransjen har også store internasjonale ambisjoner.

På grunn av sterkt press og svært konkrete drivere for eiere av solcelleanlegg allerede i dag, tror vi at mange av løsningene som trengs i morgendagens smarte energisystem vil komme fra nettopp solbransjen. Dette til tross for at en bredere energibransje jobber med å utvikle tilsvarende teknologi.

Solcelleanleggene som bygges i 2030 må i stadig større grad spille på lag med energisystemene i bygningene for øvrig, i tillegg til med kraftnettet. Et viktig spørsmål i denne sammenhengen blir hvorvidt og hvordan netteiere kan ta en rolle i bruken av økt distribuert lagringskapasitet og smart styring for bredere samfunnsøkonomisk nytte. Dersom man lykkes med å utvikle regulering for nullutslippsområder og såkalte «positive energy districts» vil smarte, distribuerte solkraftsystemer kombinert med delt lagring, laststyring og samkjøring med annen lokal energiproduksjon i større skala kunne spille en viktig rolle og gjøre enda



større bidrag for å sikre et fornybart og robust energisystem i framtiden.

En del av utviklingen i dette feltet vil nødvendigvis tilpasses lokale krav og lokal byggeskikk. Det er imidlertid et betydelig potensiale for global vekst. Globalt ligger omtrent 1/3 av alle anleggene som installeres på bygg[7]. Dersom andelen holder seg vil vi få ~1 000 GW_p ny kapasitet på bygg til en verdi av 5–10 000 milliarder kroner innen 2030. Dette er en enorm eksportmulighet for norske selskaper.

En tilhørende mulighet som dekkes i et eget kapittel er muligheten for å utvikle solcellepaneler som er spesialdesignet for å utgjøre en del av selve bygget, såkalte bygningsintegrerte solcellepaneler (BIPV). Dette kan gi både lavere kostnader for solkraft, penere solcelleanlegg og dermed økt bruk utover det som er antatt her.

Dersom man lykkes med å bygge en slagkraftig bransje som utvikler solkraftverk i Norge vil den mobilisere et bredt spekter av bedrifter, som installatører, elektrikerbedrifter, rådgivende aktører, arkitekter, batteriselskaper, utviklere av energisystemer og drift- og vedlikeholdsselskaper. Solcelleanlegg og el-biler har allerede vist seg å være en viktig motivasjon for trinnvis

[7] Snapshot of Global PV Markets 2020, IEA PVPS

utvidelse av lokale energisystemer med batterier, laststyring og andre verktøy.

SOLKRAFTPRODUKSJON I NORGE

Det er et betydelig potensial for solkraftproduksjon i Norge. En produksjon på 2–4 TWh er bare begynnelsen på en vekst som vil fortsette i mange år deretter. Dersom myndighetene tar ansvar for å etablere et rammeverk som gir klare retningslinjer og sikrer god kvalitet, konkurransedyktige priser og fornuftige installasjoner, kan kapasiteten vokse raskt uten at det oppstår konflikter. Vi forventer imidlertid også at solparker på land og kanskje flytende solkraftverk for enkelte markeder, deriblant oppdrettsnæringen, vil komme i tillegg til dette. For alle segmentene forventes kostnadsnivået å falle. Det vil utvikles stadig flere lønnsomme prosjekter.

En viktig mulighet er samkjøringen av solkraftproduksjonen med annen kraftproduksjon. Det er god kapasitet for integrasjon av solkraft i Norge. Det er synergier med både vindkraft og vannkraft. Det er foreløpig ikke klart hva som er den optimale sammensetningen av kraftsystemet, men det er klart at et mer betydelig innslag av solkraft vil kunne avhjelpe behovet i (solrike) tørrår. Solkraft og vindkraft er også ofte relativt komplementære i sin produksjon. Ved samlokalisering eller samdrift av ulike kraftverk, også kjent som hybridisering, vil man oppnå flere fordeler. Hybridisering kan gi bedre utnyttelse av kraftelektronikk og nett med reduserte kostnader som resultat. Dette gjør det mulig å øke kraftproduksjonen uten å øke de totale investerings- og driftskostnadene i betydelig grad utover selve solkraftverket.

En viktig mulighet er samkjøringen av solkraftproduksjonen med annen kraftproduksjon. Flere kraftverk rundt om i verden i dag kombinerer for eksempel solkraft og vindkraft. Foto: Adobe Stock

Hybridisering vil dessuten redusere behovet for energilagring.

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

Veksten i bruk av solkraft i Norge vil være svært følsom for rammebetingelsene. Dersom nybygg og rehabiliteringsprosjekter i økende grad sikter seg inn mot nivåer som Plusshus, Nullutslippsbygg (Zero Emission Building/ZEB) og Nesten-nullemisjonsbygg (n-ZEB) vil dette gjøre solkraft attraktivt, om ikke nødvendig, i et svært stort antall prosjekter. Slike miljøkrav og standarder har lenge vært på agendaen og anses som sannsynlige fram mot 2030. I denne sammenhengen er det også viktig å sikre at solbransjen på sin side utvikler og gjør tilgjengelig de nødvendige miljødeklarasjonene.

> “En miljøbevisst byggenæring kan spille sammen med regulatorisk støtte til bærekraftige produkter og medføre store positive konsekvenser for norsk prosessindustri.

En miljøbevisst byggenæring kan spille sammen med regulatorisk støtte til bærekraftige produkter og medføre store positive konsekvenser for norsk prosessindustri. Flere norske selskaper produserer eller planlegger å produsere miljøvennlige høykvalitetsprodukter til bruk i solcellepaneler og batterier. Det norske markedet vil i seg selv ikke bli stort nok til å ta unna all norsk produksjon, men ved å støtte opp om prosesser knyttet til bærekraftig produksjon også blant annet i EU, vil Norge kunne bidra ved å gi flere markeder økt tilgang til mer bærekraftige produkter. For å hjelpe byggenæringen til å velge enda mer miljøvennlig pågår det i dag et samarbeid mellom flere aktører i solbransjen for å utvikle nødvendig dokumentasjon for solcellepaneler laget av norsk silisium (EPD/PCR).

For å stimulere til raskere vekst kan insentiver som Enovastøtte spille en viktig rolle. Både for framveksten av smarte solcelleanlegg i bygg, bygningsintegrerte solcelleanlegg (BIPV) og andre nye løsninger kan slike insentiver være viktige. Dette gjelder også for eneboligmarkedet som har vokst ganske bra de siste årene, men som fikk et solid tilbakeslag på grunn av COVID19 i 2020. Læring fra andre land viser at slik støtte bør være langsiktig, begynne på et tilstrekkelig høyt nivå til å skape bred mobilisering og deretter reduseres på en forutsigbar og planmessig måte over tid. Riktige og framtidsrettede insentiver bør også stimulere til innovasjon. Det er mange aktører i en bred norsk energibransje som kan utvikle og skalere tjenester og teknologi hjemme og deretter ta dette ut i verden.

Det er også viktig å fjerne regulatoriske hindre. I Norge i dag gjelder dette både begrensninger i størrelsen av solcelleanleggene i Plusshus,

Norge har bygget opp sterke forskningsmiljøer innen solcelleteknologi. Disse har bidratt sterkt til utviklingen av dagens norske solbransje. Foto: Institutt for Energiteknikk (IFE).

muligheten for å utvikle solkraftverk i borettslag og i bygg med flere leietakere, samt muligheter for flere aktører i et område enkelt å kunne dele på solkraft. Sistnevnte ville muliggjort bygging av større og billigere anlegg på noen bygg og tillatt aktører i nabolaget å dra gevinster på overskuddsstrømmen herfra i både sin egen drift og miljørapportering. Slike fellesløsninger kan både gi mer kostnadseffektiv utbygging av fornybar kraft og representerer i tillegg et betydelig innovasjonspotensial.

Det er også viktig å sikre økt kunnskap om mulighetene. Solkraftens relevans og potensial i Norge er i mange sammenhenger grovt underestimert. Den siste Energimeldingen er et relativt nylig eksempel. Når diskusjoner rundt framtidens energisystem i Norge eller bygningskrav skal diskuteres bør solkraft sitte ved bordet. Dette vil både åpne store muligheter for norsk næring og redusere faren for feilinvesteringer i både kraftproduksjon og infrastruktur framover.

En kritisk forutsetning er knyttet til kvalitet. Det er viktig at solbransjen vokser og utvikler seg på en sunn måte. Dårlige prosjekter, unødvendig dyre prosjekter og uhell kan lett skape mye bry for en hel bransje.

Norge har sterke forsknings-, utdannings og kompetansemiljøer innen feltet i dag som står beredt til å bidra til å utvikle teknologi og bygge kapasitet innen dette svært viktige feltet. De viktigste forskningsmiljøene i feltet samarbeider i forskningssenteret FME SUSOLTECH.

Produksjon og bruk av solkraft i Norge

	Akkumulert (2020–2030)	Årlig (2030)
Installert kapasitet i Norge	2–4 GW_p	400–800 MW_p/år
Omsetning	10–40 mrd. NOK	2–8 mrd. NOK/år
Sysselsetting	12 000–24 000 årsverk	2 400–4 800 årsverk/år

“

Når diskusjoner rundt framtidens energisystem i Norge eller bygningskrav skal diskuteres bør solkraft sitte ved bordet.

De større solkraftaktørene har i løpet av de siste årene vokst til å stå for den definitivt største delen av omsetningen i den norske solbransjen. Scatec Solar er den største norske aktøren og et verdensledende selskap i dette segmentet. Foto: Scatec Solar

Solparker

Internasjonalt går solkraft forbi vindkraft i 2020, målt etter total installert kapasitet, og er på vei mot å bli verdens største kraftkilde. Globalt står større solparker for om lag 2/3 av kapasiteten for solkraftproduksjon i 2019[8]. Dersom andelen holder seg fram til 2030 vil det bli installert solparker med en samlet kapasitet på ~2 000 GW_p til en total verdi på mellom 8 000 og 16 000 milliarder kroner innen 2030. Det er muligheter for enda høyere omsetning da solparkene vil øke i kompleksitet for å kunne gi et større tilbud av tjenester til kraftnettet gjennom økt bruk av lagring, hybridisering og smart styring.

De større solkraftaktørene har i løpet av de siste årene vokst til å stå for den definitivt største delen av omsetningen i den norske solbransjen. Scatec Solar er den største norske aktøren og et verdensledende selskap i dette segmentet. Solparkene drevet av Scatec Solar vil ha en total kapasitet på mellom 4 og 5 GW_p allerede i 2021. Selskapet har en uttalt kapasitet for utvikling av nye anlegg på 1.5 GW_p i året, noe som kan gi betydelig videre vekst. Scatec Solar kjøpte nylig vannkraftselskapet SN Power, noe som åpner veien for hybride sol/vannkraftverk. Også selskapene Statkraft, Equinor og Norsk

[8] Snapshot of Global PV Markets 2020, IEA PVPS

Solar har solparker i drift internasjonalt og ambisjoner om sterk vekst. Statkraft har et uttalt mål om å utvikle en kapasitet på 2 GW_p innen 2025. Dette er et mål selskapet allerede er på god vei til å oppfylle etter oppkjøpet av Solarcentury.

Framveksten av denne delen av den norske solbransjen har foregått i sterk internasjonal konkurranse. Norske selskaper har allikevel lyktes med sine satsninger. Dette skyldes ikke alene tung kompetanse innen solkraft, men også blant annet innen kompleks prosjektledelse, energimarkeder, finansiering, drift og vedlikehold og internasjonale operasjoner. Et bredt spekter av selskaper opererer ved siden av solparkaktørene innen denne delen av solbransjen og tilbyr alt fra digitale systemer for drift og vedlikehold av solparker til juridisk ekspertise, finansiering og teknisk rådgivning. Softwareselskapet Prediktor er et godt eksempel. Gjennom et mangeårig samarbeid med Scatec Solar har dette selskapet utviklet en digital plattform for drift og vedlikehold som er i bruk i samtlige av selskapets solparker i dag. Selv om denne delen av solbransjen primært vil vokse internasjonalt vil vi ikke se bort fra at enkelte av disse aktørene også vil bidra til å etablere de første solparkene i Norge.

VEIVISERE

På grunn av den svært raske reduksjonen i pris for solkraft blir norske energiselskaper med planer om aktivitet i utlandet i økende grad nødt til å forholde seg til solkraft. Dette gjelder både prisbildet et stort innslag av solkraft i nettet forårsaker, i tillegg til det store innslaget av tidsvarierende produksjon. Solparksegmentet er i fortsatt rask utvikling. Både teknologi, kunnskap om reell ytelse, drift og vedlikehold av solpar-

FAKTA

ESTIMERT KAPASITET BLANT DE NORSKE SOLPARKAKTØRENE I 2030

Norske selskaper står for tiden for omlag 1 til 2 % av den globale utbyggingen av solparker globalt. Dersom de norske aktørene skal vokse med bransjen for øvrig bør de stå for installasjon av ny solkraftproduksjon på minst ~30 GW_p innen 2030. Dette er ingen relativ vekst inn i solkraftmarkedet, snarere en aktivitet på tilsvarende nivå som i dag. Disse kraftverkene vil produsere mellom 35 og 40 TWh avhengig av plassering og teknologi. Med en antatt snittkostnad på 4–8 NOK/W_p, sterkt avhengig av kraftverkenes kompleksitet, gir dette oss et anslag på investering i nye solparker til en verdi av minst 120–240 milliarder NOK i dette segmentet.

Rundt 2.5 årsverk må til for å installere hver MW_p i en solpark. Dermed vil dette kreve ~75 000 årsverk bare i installasjon. De fleste av disse vil utføres der solparkene bygges. Dette er en faktor som ofte gir solparker viktig lokal støtte rundt om i verden. Veksten vil også medføre styrking av selskapene i Norge for å få til denne veksten. Økt kapasitet må til både innen prosjektutvikling, teknologiutvikling, markedsoperasjoner og drift og vedlikehold av solparkene gjennom deres levetid.

Dersom norske selskaper opprettholder markedsandelen vil de stå for inntil 10 GW_p i nye installasjoner til en verdi av mellom 40 og 80 milliarder kroner bare i 2030, en svært betydelig aktivitet. Omsetningen vil bli høyere dersom solparkene blir mer komplekse. Vi anslår at sysselsettingen innenfor dette segmentet i Norge vil nå 1000 – 2000 ansatte innen 2030.

ker, standarder og faktorer som finansieringsløsninger og reguleringer endres raskt.

Selskaper som sikter på å tilby produkter og tjenester til i en framtidig energibransje i økende grad dominert av sol- og vindkraft, vil også måtte ha god kunnskap om solkraft. Den reelle verdien av ny funksjonalitet som for eksempel lagring, hybridisering og digitale styringssystemer avhenger av lokale forhold, regulering og marked. Norske solparkaktører vil kunne bli svært viktige veivisere for selskaper som utvikler nye produkter og løsninger for morgendagens smarte energisystemer. At solparkaktørene kan være viktige døråpnere for norske teknologileverandører har vi allerede sett innenfor flytende solkraft. I dette feltet har blant annet Statkraft og Equinor gjort investeringer i norskutviklet teknologi i pilotanlegg rundt om i verden.

LAGRING, HYBRIDISERING OG DIGITALISERING

Etter hvert som solkraft og vindkraft vinner fram blir utvikling av systemer som ivaretar behovet for robust strømforsyning svært viktig. Dette er en av de største utfordringene og samtidig en av de største næringsmulighetene den grønne omstillingen skaper. Behovet for å håndtere massive mengder tidsvariabel kraftproduksjon vil lede til store endringer i både marked og reguleringer, i tillegg til innføring av ny teknologi. Morgendagens solkraftverk vil være kompliserte kraftverk som kan tilby en rekke tjenester til nettet. Energilagring, på kort sikt primært batterier, men også for eksempel termisk lagring og hydrogen, vil bli viktige av flere årsaker. Dette vil gi en mulighet for å sikre forutsigbare kraftleveranser til nettet gjennom døgnet og gjøre det mulig å unngå salg av kraft når denne har lav verdi i markedet. Energilagring vil også redusere tap knyttet til tider med redusert tilgang til begrensede nett («curtailment»), en situasjon som forventes å øke i hyppighet etterhvert som andelen sol- og vindkraft kraftnettene øker rundt om i verden. Batteriene vil igjen kreve digitale løsninger som gjør det mulig å gjøre nyttiggjøre lagringskapasiteten i ulike operasjoner automatisk og billig.

Framveksten av hybride kraftverk vil også spille en betydelig større rolle i årene som kommer. Det er flere gode grunner til å kombinere

Solparken Apodi har en kapasitet på 162 MW_p og driftes av Equinor og Scatec Solar. Denne solparken er den første i sitt slag i Equinors portefølje. Foto: Ole Jørgen Bratland / Equinor ASA

solkraftverk med andre typer kraftverk, både fornybare og fossile. Disse inkluderer:

- Muligheten for å dele investeringskostnader i nett og øvrig infrastruktur mellom kraftverk med komplementære produksjonsprofiler (sol/vind, sol/vann, vann/vind)
- Muligheten for å sikre mer robust forsyning av fornybar kraft, spesielt ved å kombinere solkraft og vannkraft eller solkraft og vindkraft. Et godt samspill vil kunne redusere behovet for investeringer i energilagringskapasitet.
- Muligheten for å redusere både dieselkostnader og relaterte utslipp ved å hybridisere større dieselgeneratorer med solkraftverk.

Hybride kraftverk vil samtidig øke kapasiteten i det enkelte nett for variabel kraftproduksjon fra sol og vind og samtidig utgjøre en stor næringsmulighet for en bred, norsk energibransje. Det er også betydelige muligheter innenfor hybridisering av fossile kraftverk nær industrianlegg med solkraft. Her vil solkraften ofte kunne erstatte en kraft som både er dyr og svært lite bærekraftig.

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

Det er enorme muligheter for vekst innen dette markedssegmentet. Et betimelig spørsmål er allikevel hvorfor og hvordan de norske selskapene skal vinne fram i et felt preget av stadig lavere priser og sterk internasjonal konkurranse. Den norske bransjen har flere styrker, men trenger også å lykkes med konkrete utfordringer.

Det er bygget opp betydelig kompetanse i denne delen av næringen i flere selskaper. Disse selskapene har gjennom konkrete investeringer bygget opp god innsikt i viktige felter

for solparker. Dette inkluderer teknologivalg, lokasjonsvalg og ressursberegninger, drift og vedlikehold og finansiering. Kompetansen er kritisk for å utvikle gode prosjekter med konkurransedyktig rente og god lønnsomhet. Kompetanse om trygg og forutsigbar operasjon av solparker med minst mulig risiko i ulike markeder er svært viktig, noe som krever tilstedeværelse og innsikt i lokale forhold.

Solkraftverk er samtidig store prosjekter der god, ryddig og åpen prosjektledelse er viktig for å sikre lave finansieringskostnader, opprettholde gode marginer og sikre lokal aksept. Selv om solkraft har en høy grad av standardisering kreves god prosjektledelse og effektiv logistikk for å holde kostnadene nede. Norske energiselskaper er ofte vant til å gjennomføre komplekse, internasjonale prosjekter. En fordel med solkraft er den betydelige sysselsettingen denne typen kraftverk innebærer. Målt i forhold til produsert kraft er solkraft den næringen som sysselsetter flest mennesker. Dette er et viktig fortrinn for konkurranseevnen til solkraft lokalt.

For både solkraft og vindkraft er kapitalkostnader kritisk viktige. De endelige kraftprisene er svært følsomme for rentenivået og for solparkenes ytelse gjennom hele deres levetid. Denne er ofte på 30 år. God tilgang til riktig finansiering er kritisk for konkurranseevnen til en større norsk bransje innen dette feltet. Risikokapital som reduserer risiko for andre investorer muliggjør finansieringspakker med tilstrekkelig lavt rentenivå til at anbud kan vinnes. Her kan Norge spille en viktig rolle, spesielt gjennom utvikling av riktige finansieringsverktøy for eksport og utenlandsaktivitet.

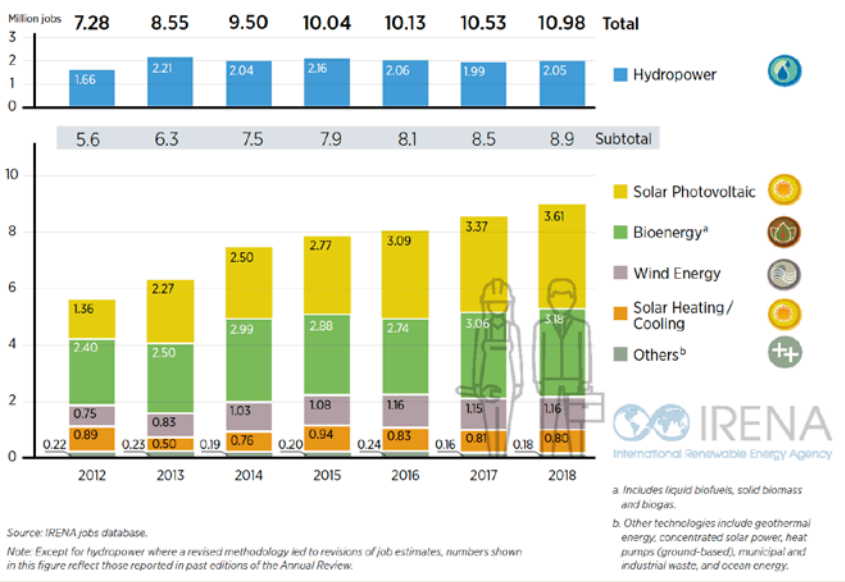
Kvalitet er også kritisk. De største kostnadene knyttet til solkraftverk er knyttet til investeringene som gjøres inntil de er i drift. Driftskostnadene deretter bør være svært lave. Høy kvalitet i både prosjektutviklingsfasen og i den påfølgende driften er kritisk viktige for å sikre prosjektenes avkastning gjennom hele deres levetid. En norsk bransje som er og framstår som kompetente leverandører av solkraftverk som tilbyr gjennomsiktighet, langsiktig robust drift og vedlikehold, kvalitet og bærekraft vil kunne gi konkurransefortrinn i markedet.

Det er også behov for bred teknologiutvikling innen dette segmentet. Det finnes ingen bredt aksepterte løsninger internasjonalt for verken digitale drift- og vedlikeholdssystemer, hybride kraftverk eller lagringssystemer. Norske selskaper er tidlig på banen innen flere av disse tematikkene og vil kunne vinne fram i sterk internasjonal konkurranse.

Norske solparkaktører	Akkumulert (2020–2030)	Årlig (2030)
Installert kapasitet	30 GW_p	10 GW_p/år
Omsetning	120–240 mrd. NOK	40–80 mrd. NOK/år
Sysselsetting	–	1 000–2 000/år

FAKTA

ESTIMERT SYSSELSETTING



Solkraft er den fornybare energiformen som står for størst sysselsetting i verden i dag. Det er også den formen for fornybar kraftproduksjon som sysselsetter flest mennesker målt i forhold til både produksjon og investeringer. Sysselsettingen inkluderer både framstilling av solcellematerialer og solcellepaneler i tillegg til installasjon/bygging, drift og vedlikehold av solkraftverk. Antallet sysselsatte per MW_p rapportert i litteraturen varierer mye, og antallet varierer også gjennom verdikjeden og fra land til land. Vi legger i dette veikartet konservative estimater grunn og antar følgende:

For større solparker kreves 2.5 årsverk per installerte MW_p. For mindre solcelleanlegg og solcelleanlegg i bygg kreves 6 årsverk per installerte MW_p

Disse tallene er lave i forhold til dagens situasjon, men legger opp til mer effektiv installasjon fram mot 2030. Vi forventer økt sysselsetting utover dette på grunn av framveksten av mer komplekse, smarte solcelleanlegg med batterier og styringssystemer. Det finnes ikke gode data for sysselsettingsbehovet per MW_p for slike anlegg, men det er rimelig å anta at det totale sysselsettingsbehovet vil nærme seg 10 årsverk/MW_p.

Distribuerte solenergiløsninger

Ifølge Verdensbanken har om lag 840 millioner mennesker i verden i dag ikke tilgang til elektrisitet[9], de fleste av dem i Afrika. Spesielt landene sør for Sahara er i sterk utvikling og vekst, men kun en begrenset andel av befolkningen er forventet å bli tilkoblet strømnettet. Kostnadsanalyser viser at hele to tredjedeler av de ~600 millioner menneskene uten strøm i Afrika i dag bør få tilgang gjennom distribuerte energiløsninger. Av dette kan 75 % gis gjennom frittstående solcelleanlegg for husholdninger («solar home systems») og 25 % gjennom såkalte minigrids. Kun en tredjedel bør kobles til strømnett[10]. Dette betyr at dersom vi skal realisere FNs bærekraftsmål nr. 7 om tilgang til bærekraftig energi for alle innen 2030 så vil dette i hovedsak skje gjennom distribuerte solenergiløsninger. Med en antatt energikostnad på USD 10 per husholdning per måned er det totale markedspotensialet i størrelsesorden ~100 milliarder NOK i året.

I tillegg er det mange bedrifter og husholdninger som lider under ustabil og svak nettstrøm. Ustabilt nett kombinert med potensialet for besparelser i strømkostnadene vil gjøre at de

Distribuerte solcelleanlegg gjør det mulig å levere elektrisitet til mange av de som mangler det i dag og vil dermed bidra til å realisere flere av FNs bærekraftsmål.

[8] World Bank (2019) Tracking SDG7: The Energy Progress Report 2019
[10] CrossBoundary Group

Smarte og rimelige solenergiløsninger kan gi store endringer i livskvalitet. Denne lampen lades opp av sollyset om dagen og kan i tillegg brukes til å lade opp blant annet mobiltelefoner. Foto: Bright Products

fleste husholdninger og bedrifter i både Afrika og Asia vil ønske å anskaffe egne distribuerte solanlegg uavhengig av nettilkobling. Egne solcelleanlegg for husholdninger og bedrifter er en trend vi ser i industrialiserte land, og det vil uten tvil også skje i Afrika og Asia. Dette mer enn dobler markedspotensialet for distribuerte energiløsninger i disse områdene.

Flere selskaper i den norske solbransjen har spesialisert seg på distribuerte energisystemer i de delene av verden der det ikke finnes et godt strømnett i dag, som for eksempel Differ, Empower New Energy, Sunami, Wattero, Solar Village og Bright Products. Afrika har fått spesielt fokus.

Utbygging av distribuert solkraft gir mer enn bare bærekraftig strøm. Distribuerte energisystemer, både solar home systems og minigrids basert på solkraft vil spille en svært viktig rolle for mange mennesker. Elektrifisering er tett knyttet til bedrede levekår, større økonomiske muligheter og bedre helse. I tillegg vil utbygging, drift og vedlikehold av de nye distribuerte energisystemene gi direkte sysselsetting også utenfor de store byene. Tilgang til strøm er også en viktig faktor for landbruket og mulighetene for bønder til å øke produktiviteten.

Hittil har den største veksten i denne typen energisystemer vært i land med sterke økosystemer for mobiltelefonbasert betaling, og noen norske selskaper som Sunami og Wattero har utviklet løsninger for denne typen betaling.

Et interessant aspekt i denne bransjen er muligheten for å bygge selskaper som dekker et stadig bredere spekter av tjenester. Etter å ha begynt med leasing av solsystemer kan selskaper lease ulike apparater og batterisystemer, tilby mikrolån, mobile finansieringsløsninger, i tillegg til drift og vedlikehold.

MULIGHETER

Det er store muligheter for seriøse aktører i denne bransjen til både å skape god næringsvirksomhet og samtidig gjøre en stor forskjell. Markedet for solanlegg til husholdninger var innledningsvis fullstendig dominert av billige produkter med lav levetid som ble solgt kontant. Det er nå en sterk tendens mot at systemene som vinner i markedet har god kvalitet for å sikre høy produksjon i anleggenes levetid, og at systemene tilbys i pakker som inkluderer langvarig drift, vedlikehold og finan-

siering. Aktører som oppnår høy operasjonell effektivitet ved hjelp av digitalisering og smarte forretningsmodeller bør kunne vinne fram. Vi ser en gradvis sterkere konkurranseevne for norske selskaper ettersom markedet i økende grad etterspør tilgang til strøm som tjeneste/leasing heller enn et produkt betalt kontant. Dagens største kommersielle aktører innen distribuerte solsystemer i Afrika har opp mot en million kunder, noe som kan sies å være av betydelig størrelse for et strømselskap. Det er allikevel fortsatt mulig å ta definerende roller i dette markedet. Noen av de største energiselskapene i Europa har begynt å gjøre investeringer og oppkjøp i dette markedet ut fra en ambisjon om å bli ledene trådløse energiselskaper i Afrika, og levere strøm og andre tjenester til mange husholdningene som ikke kommer til å bli kunder av de tradisjonelle strømselskapene.

> Å selge tjenester og produkter til den delen av verdens befolkning som i dag ikke har tilfredsstillende tilgang til strøm er åpenbart utfordrende.

UTFORDRINGER

Å selge tjenester og produkter til den delen av verdens befolkning som i dag ikke har tilfredsstillende tilgang til strøm er åpenbart utfordrende. Selv om solenergi har en lav kostnad per produsert kWh over levetiden så har et solenergisystem en betydelig investeringskostnad. Salg av slike systemer forutsetter derfor at kundene tilbys en finansieringsordning som tillater kundene å betale for systemet over tid.

Selv om investeringskostnaden per husholdning for distribuert solenergi kan være så lav som 1/40 av kostnaden for nettstrøm er det kunder som ikke evner å betale for systemene sine i henhold til avtalt plan. Det er vanskelig å gjøre en perfekt siling av gode og dårlige betalere. Finansieringen er derfor forbundet med betydelig risiko, og kostnadene for finansieringen tilsvarende høy. Dette er ikke unike utfordringer for denne måten å levere strøm i utviklingsland. Svak betalingsevne er et velkjent problem også for de nasjonale strøm- og nettselskapene. For nettstrøm er disse utfordringene reflektert i at nesten alle land i Afrika selger strøm til tariffer som ikke er kostnadsreflekterende og derfor leder til store underskudd hos de ulike nett- og strømselskapene.

Risikobildet påvirker finansieringskostnadene gjennom rentesatsene. Derfor vil risikoavlastning ofte være nødvendig for å sikre at gode anlegg kan leveres til konkurransedyktige priser. For aktører er det også interessant å ha tilgang til off-take garantier for strøm eller andre virkemidler som sikrer inntektsgrunnla-

Elektrifisering er tett knyttet til bedrede levekår, større økonomiske muligheter og bedre helse. Foto: SUNami

get. På denne måten har man allerede etablert attraktive vilkår for finansieringen av solparker som leverer strømmen inn på nettet.

En annen utfordring er at mange av prosjektene som starter opp i dag håndteres av mange små og geografisk fokuserte aktører. For at norske aktører skal lykkes må de evne å skalere. Inntekten per kunde er lav, man trenger et større antall kunder for å nå lønnsomhet. Med dagens støtteordninger og -nivå finner mange selskaper det vanskelig å skalere raskt nok uten at risikoen blir for stor.

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

Nøkkelen til å realisere bærekraftsmål nr. 7 ligger i distribuerte solenergiløsninger. Distribuerte løsninger koster betydelig mindre per husholdning enn nettstrøm, men nyter ikke godt av samme risikoavlastning via offentlige penger som nettstrøm.

Målrettet utbygging av distribuerte energisystemer kan bidra til at Norge oppnår mål i både klima-, bistands- og næringspolitikken. Følgende verktøy kan spille en betydelig positiv rolle for framveksten av norske selskaper i denne delen av solkraftbransjen:

- Politisk påvirkning og kunnskapsoverføring mot utvalgte land for å bidra til å åpne opp for økt utbygging av distribuerte energisystemer.
- Risikokapital som muliggjør billigere finansiering.
- Rettet bruk av bistandsmidler vil kunne bidra til økt framvekst av distribuerte solenergiløsninger.

Med begrensede offentlige midler vil man kunne utløse et enormt kommersielt potensial for selskaper innen dette feltet.

Oppretterbord

Et sterkt fokus på kvalitet og en høy grad av automatisering har gjort det mulig å opprettholde konkurransedyktig produksjon av silisiummaterialer til solcelleindustrien i Norge. Foto: REC Solar Norway

Silisiumbaserte solceller utgjør den viktigste brikken i den globale, grønne omstillingen

Markedsandelen til silisiumbaserte solceller i solkraftmarkedet var på hele 92.5 % i 2019[11]. På grunn av betydelig potensial for videre økninger i effektivitet og lavere kostnader forventes silisium å forbli det dominerende solcellematerialet hele veien til 2030[12]. Teknologien for slike solceller har blitt utviklet over lang tid og gir i dag pålitelige produkter med høy kvalitet til lav kost. På grunn av forventet vekst i bruken av solkraft, samt silisiumsolcellens dominerende posisjon i markedet, kan vi hevde at silisiumbaserte solceller utgjør den viktigste brikken i den globale, grønne omstillingen.

> Silisiumbaserte solceller utgjør den viktigste brikken i den globale, grønne omstillingen.

Norsk prosessindustri har historisk stått svært sterkt innen produksjon av silisium. Vi har flere smelteverk som produserer silisium eller ferrosilisium. Selskapene i solbransjen som opererer innenfor prosessindustrien spenner ut en bred verdikjede som produserer alt fra silisiumråstoff og silisium-wafere til ferdige solceller og solcellepaneler. Den norske solcelleprosessindustrien fokuserer primært på produksjon av silisiummaterialer og bygger på en sterk industriell tradisjon, tung kompetanse og verdensledende forskning og utvikling. Den har unike forutsetninger for produksjon med et svært lavt CO_2 fotavtrykk. Bærekraft har fått økt fokus i senere år, både i industri og forskning. Dette reflekteres også i det norske forskningssenteret for solkraft, en av to hovedforfattere av dette veikartet. FME SUSOLTECH står for Research center for SUstainable SOLar cell TECHnology.

Dersom man regner med at det går med rundt 3 gram silisium per W_p, vil produksjon av solcellepaneler med en samlet kapasitet på 3000 GW_p kreve bruk av ~10 millioner tonn silisium. Denne enorme mengden superrent silisium som solbransjen forventes å forbruke fram mot 2030 utgjør en svært stor næringsmulighet. Antas en verdi på mellom 6–10 kroner kiloen blir verdien i størrelsesorden ~60–100 milliar-

[11] Photovoltaics Report, Fraunhofer ISE 2019
[12] International Technology Roadmap for PhotoVoltaics 2020

Silisiumbaserte solcellepaneler brukes i dag i godt over 90 % av alle solcelleanleggene. Foto: Energima Solel AS

der kroner bare for råmaterialet. I dag ligger prisene opp mot 12 kroner kiloen.

Norge har i dag sterke aktører innen feltet. Norsun, Norwegian Crystals og REC Solar er alle produsenter av ulike typer solcellesilisium, enten i form av råmaterialer, ingots eller silisium-wafere. Norsun er en ledende produsent av såkalte monokrystallinske silisium-wafere. Dette er silisium-wafere av svært høy kvalitet som inngår i produksjonen av noen av verdens mest effektive solcellepaneler. Selskapet er i ferd med å doble produksjonskapasiteten ved sin fabrikk i Årdal til 1 GW_p/år. Norsun har ambisjoner om ytterligere kapasitetsøkning til 5 GW_p/år i løpet av få år. Norwegian Crystals produserer også monokrystallinsk silisium fra sin fabrikk i Glomfjord. Dette selskapet har også ekspansjonsplaner og arbeider med en trinnvis vekst mot 4 GW_p/år.

REC Solar produserer solcellesilisium ved sine anlegg i Kristiansand og på Herøya. Kapasiteten blir på 2.5–3 GW_p i året. Selskapet legger i disse dager om til en unik prosess som muliggjør storskala produksjon av superrent silisium fra resirkulert materiale fra solcelleindustrien. Dette materialet vil være banebrytende i den globale solcelleindustrien og vil gi verdens mest miljøvennlige råmaterialer når fabrikken gjenåpner rundt nyttårsaften 2020. Materialet er allerede attraktivt for produsenter av solceller og solcellepaneler med fokus på bærekraft: nye kontrakter med Sør-Koreanske selskaper gjør at det i disse dager ansettes folk for å få fabrikkene opp til full kapasitet. Ringvirkningene av teknologiutvikling og omlegging av produksjon er også store. REC Solar bruker over 30 norske underleverandører til ombyggingen av sin fabrikk, hvorav et stort flertall er lokale selskaper. Vekst i denne delen av solbransjen muliggjør verdiskapning langt utover omsetningen, sysselsettingen og eksporten fra fabrikkene.

Dersom vekstanslagene nås vil samlet produksjon av råmaterialer, ingots og silisium-wafere fra Norsun, Norwegian Crystals og REC Solar utgjøre over 10 GW_p/år innen 2030 fra fabrikker i Norge. Dette er et volum som kan gi eksportinntekter på godt over 5 milliarder NOK i året. For å forbli konkurransedyktige vil fabrikkene måtte ha et fokus på kostnadseffektivitet og automatisering. Allikevel vil denne delen av bransjen trolig måtte sysselsette minst mellom 1000 og 2000 ansatte for å håndtere produksjon i denne skalaen. De tilgjengelige globale sysselsettingstallene fra denne delen av verdikjeden er ikke representative for effektiv, norsk produksjon.

I det følgende går vi noe mer i detalj på mulighetene og utfordringene knyttet til de to viktigste elementene for denne delen av solbransjen: materialkvalitet og bærekraft. Vi vil også vise hvor enormt bidraget fra denne industrien for global produksjon av fornybar kraft vil være. Det er verdt å nevne at dette er en næring som også har svært heldige synergier mot to andre viktige, norske næringer: den bredere metallurgiske prosessindustrien og de raskt framvok-

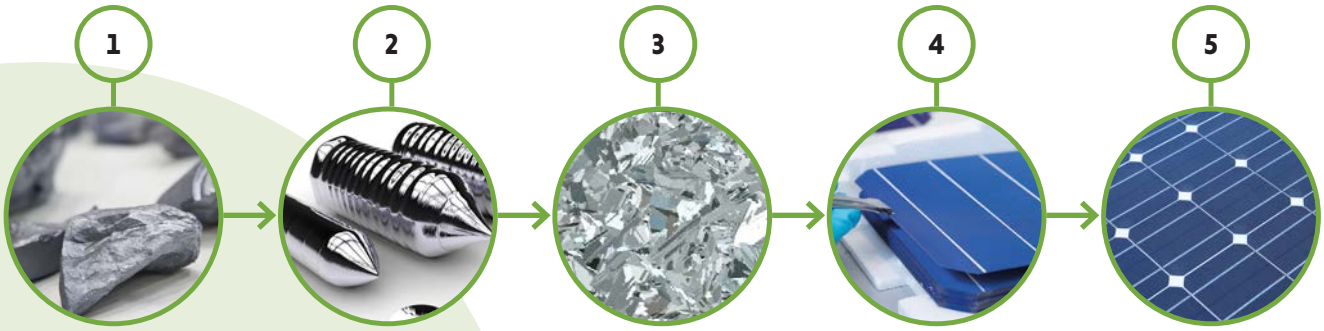
sende silisiumbaserte batteriselskapene som ønsker å bygge seg opp i Norge.

MATERIALKVALITET

I løpet av de siste få årene har store deler av solbransjen lagt om til produksjon av mer effektive solcellearkitekturer. For at disse faktisk skal gi høy effektivitet og samtidig bidra til videre reduksjon av prisene på solkraft, er de helt avhengige av silisium-wafere med svært høy materialkvalitet til tilstrekkelig lave priser. Denne omleggingen har skjedd raskt fordi totalkostnadene for et system i stadig større grad domineres av aktiviteter nedstrøms, som prosjektering, installasjon og drift. Høy materialkvalitet bidrar til høy virkningsgrad og dermed reduserte systemkostnader. En tydelig indikasjon på denne vridningen er hvordan markedet har dreid seg bort fra multikrystallinsk teknologi, som tidligere var dominerende i industrien, til monokrystallinsk teknologi. Dette er en mer krevende og kostbar prosess, men den gir betydelig høyere materialkvalitet og følgelig mer effektive solcellepaneler. Alle aktørene innenfor norsk solprosessindustri har sin styrke innenfor markeder med høye krav til kvalitet. Dette er et godt startsted for videre vekst inn i den globale solbransjen.

For å utvikle og videreutvikle høykvalitets silisiummaterialer og wafere kreves høy kompetanse innenfor relevante fagfelt som materialteknologi, fysikk og kjemi. Da det ble etablert solindustri i Norge ble denne kompetansen, som var bygget opp over lang tid, svært viktig. Det ble bygget spisskompetanse innenfor

Verdikjeden for silisiumbaserte solcellepaneler



Bærekraftig produksjon av silisium til bruk i solcellepaneler er en norsk spesialitet. Foto: REC Solar Norway

universitets- og instituttsektoren gjennom kompetanse- og innovasjonsprosjekter i samarbeid med industrien. Det ble blant annet utdannet en rekke doktorkandidater; mange av disse er nå sentrale i industrien. Samarbeidet mellom forskning, akademia og industri har ført til en konkurransedyktig norsk industri i dette feltet som faktisk har overlevd mens andre europeiske selskaper har bukket under for sterk internasjonal konkurranse.

Behovet for høy materialkvalitet kommer til å fortsette. Derfor kommer behovet for kompetanse på høyt nivå til å vokse. Dersom solcelleindustrien lykkes med å ta de enda mer effektive tandemsolcellene til fullskala produksjon blir kravene til silisiummaterialet enda høyere. For å sikre relevans og rask og effektiv teknologioverføring til industrien må kvalitetsforbedringer ses i sammenheng med kostnadseffektivitet i nært samarbeid med industrien. Norsk industri og forskning står klare til å utvikle morgendagens produksjonsprosesser for silisium som kan muliggjøre enda høyere kvalitet kombinert med lavere kostnader. Dette er imidlertid avhengig av relevante støtteordninger. Norge er ganske unikt i Europa med å ha selskaper som faktisk lykkes i markedet i dette krevende segmentet, det kan dermed være utfordrende å få tilstrekkelige midler til denne svært viktige forskningen og utviklingen på den europeiske arenaen.

BÆREKRAFT

Bærekraftig produksjon er et særegent fortrinn for den norske prosessindustrien. Det er også et felt der prosessindustrien allerede i dag står for enorme bidrag! Dersom vi antar at solcellepaneler med en samlet kapasitet på 1 GW_p produserer 1 TWh, et svært beskjedent anslag for de fleste anleggene i verden, tilsvarer dette en reduksjon i CO_2-utslipp fra kraftproduksjon på mellom 500 000 og 1 000 000 tonn CO_2 i året. Det første tallet tilsvarer det estimerte reduserte utslippet for integrasjon av solkraft i det tyske kraftmarkedet[13]. Sistnevnte er mer representativt i de fleste markeder.

I skrivende stund inngår silisium og wafere fra norske fabrikker i solcellepaneler med en samlet kapasitet på ~7 GW_p. Disse står hvert eneste år for en reduksjon i CO_2 produksjon på mellom 3 500 000 og 7 000 000 tonn CO_2! Dette vil fortsette gjennom hele levetiden til disse solcellepanelene, det vil si i ytterligere 25 til 30 år, uten videre investeringer. Norsk silisiumeksport kan sies å være en genial måte å eksportere ren strøm fra Norge på!

Det som er spesielt spennende er at bidraget norsk silisium kan gjøre vil øke hvert eneste år

[13] Photovoltaics Report, Fraunhofer ISE 2017

Klimagassutslipp målt i CO_2-ekvivalenter per kg produsert solcellesilisium for ulike teknologier: Standard Siemens prosess med kinesisk energimiks vil gi et utslipp tilsvarende 141 kg CO_2 per kg produsert silisium. Slik solcellesilisium produseres av REC Solar i dag slippes det ut tilsvarende 12 kg CO_2 per kg produsert silisium. Når den nye fabrikken med resirkulering av sagestøv står klar i januar 2021 vil utslippet reduseres til 5 kg CO_2 per kg produsert silisium. Den siste søylen viser tankeeksperimentet hvor REC sin prosess benyttes med kinesisk energimiks. Utslippet ville da vært på 18 kg CO_2 per kg produsert silisium.

ettersom nye solcellepaneler laget av norsk silisium installeres rundt om i verden. Dersom de norske selskapene lykkes med sin vekst til 10 GW_p innen 2030 vil dette samlet stå for en utbygging av solkraftverk som står for ytterligere ny reduksjon på mellom 5 000 000 og 10 000 000 tonn CO_2 hvert eneste år.

All silisiumproduksjon er energiintensiv. I tillegg til at de norske produsentene drar fordel av å benytte vannkraft som energikilde, har de utviklet unike, energieffektive produksjonsmetoder. Bærekraftig produksjon av silisium er dermed en norsk spesialitet. Norsk silisium til solbransjen er i dag sertifisert som det mest miljøvennlige i solcelleindustrien. Dette fortsetter også å være et viktig fokus for norsk forskning og utvikling. For det første gjør det anslagene over noe konservative, disse tallene er aggregerte tall fra en samlet solbransje, ikke tall basert på kun norsk produksjon. For det andre gir det norskprodusert silisium et viktig konkurransefortrinn. Bærekraft øker i betydning i markedet. Det er spesielt tydelig et økt fokus i Europa, spesielt innen solcelleanlegg i bygninger. Flere viktige prosesser er på gang, blant annet utviklingen av et nytt økodesigndirektiv i EU. En konkret utfordring til nå har vært knyttet til manglende miljødeklarasjoner. Norske selskaper har tatt dette på alvor og framskaffer den nødvendige dokumentasjonen. Dette har medført interesse fra flere markeder. Bærekraft blir allerede vektlagt i anbud i blant annet Japan, Frankrike og Sør-Korea. Sverige, Portugal, Italia og Nederland utarbeider også nye krav til klimafotavtrykk.

Produksjon av silisium til solceller krever flere energiintensive prosesser. Energieffektivitet og bærekraft er derfor svært viktig for lønnsom produksjon. Foto: REC Solar Norway

REC Solar legger i disse dager om sin produksjon av silisium til å bruke resirkulert materiale fra waferproduksjon. Volumet av materiale tilgjengelig for resirkulering utgjorde i 2019 grovt regnet 100 000 tonn silisium, mengden vil øke i takt med solcelleindustriens vekst. Utbyggingen av fabrikken i Kristiansand er i gang, og produksjonen i det ombygde anlegget starter på nyåret. Den nye prosessen vil redusere energiforbruket med 85 % sammenlignet med den prosessen som hovedsakelig er i bruk i solindustrien i dag. CO_2-fotavtrykket for silisiumproduksjonen vil reduseres med hele 96 %, når vi bruker norsk energimiks i beregningen!

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

Samtidig med den voldsomme veksten i bruk av solkraft faller prisen og produksjonskosten for solcellepaneler langt raskere enn det som er vanlig i nye industrier. I et slikt marked må det være investeringsvilje og tilgjengelig kapital for å henge med. Etter en god start tidlig på 2000-tallet har norsk industri ikke klart å øke produksjonen i takt med markedsveksten. Der Norge for tjue år siden var ledende i verden, sitter vi nå igjen med tre aktører for produksjon av høykvalitets solcellesilisium som er basisen for de fleste solceller. Hittil har disse produsentene allikevel klart seg ved å satse på høy kvalitet, høy automatiseringsgrad, innovative prosesser, bærekraftig produksjon og meget lave miljø- og klimafotavtrykk. Alt med et sterkt fokus på kostnader.

Det er flere drivere som kan få betydning fram mot 2030. Når solkraft etter hvert blir den største aktøren i energiindustrien framhever flere aktører at det blir strategisk viktig for Europa å sikre en grad av uavhengighet av blant annet Kina. Det argumentes allerede i dag for lokal produksjon i både sol- og batteriindustrien i Europa. I tillegg er vi på vei mot en situasjon der solcellepanelene blir så billige at transportkostnader, leveringstid og totalt klimafotavtrykk inkludert transport vil bli viktigere. For videre vekst i Norge trengs tilgang på investeringskapital. Dette vil muliggjøre ekspansjon og nyetableringer, samt overgang til nyutviklet teknologi. Finansiering er en betydelig utfordring i denne delen av solbransjen.

Fokus på å stimulere til bærekraftig produksjon, f.eks ved å sette krav til klimafotavtrykk, er viktig både for norsk prosessindustri og for klimaet. Her har allerede mange europeiske land formulert krav, og Norge kan med fordel være i førersetet i slike prosesser internasjonalt.

I tillegg er det viktig å opprettholde de svært sterke forsknings- og kompetansemiljøene vi har innen dette feltet, og det gode samarbeidet mellom disse miljøene og industrien.

Norsk prosessindustri	Akkumulert (2020–2030)	Årlig (2030)
Installert kapasitet	–	10 GW_p/år
Omsetning	–	>5 mrd. NOK/år
Sysselsetting	–	1 000–2 000/år

Flytende solkraft

Flytende solkraft er et ungt felt i solbransjen, men et felt i svært rask utvikling. Som navnet tilsier er dette solkraftverk som installeres på vann ved hjelp av flottører, plattformer eller flytende membraner. Dette har fort blitt et relevant valg av flere årsaker. Bruk av utvalgte vannflater, som reservoarer og dammer, gir tilgang til nytt areal i nærheten av befolkningssentra og industri. Tilgangen på slikt areal er enormt. Gjennom nytenking på både konstruksjon og støttestrukturer, logistikk og installasjon kan flytende solkraft redusere kostnadene for solstrøm ytterligere. Dersom det flytende solkraftverket installeres i tilknytning til vannkraftproduksjon blir det mulig å få til synergistisk drift av sol- og vannkraftverkene. Dette forventes å bli et stort marked framover, og er et marked med stort potensial for norsk deltakelse. I tillegg gir vannet en mulighet til å kjøle solcellepanelene, noe som med egnet teknologivalg kan øke produksjonen fra solkraftverket, spesielt i solrike og varme strøk.

Feltet er i svært rask utvikling og prisene på flytende solkraftverk faller fort. Hittil har flytende solkraftverk med en samlet kapasitet på mellom 2 000 og 3 000 MW_p blitt installert i verden. Dette er 30 til 40 ganger den installerte kapasiteten til flytende vindkraft, og kapasiteten øker raskt.

Installasjon av flytende solkraftverk blir stadig vanligere. Foto: Ocean Sun

> For flytende solkraft er offshore solkraft et nytt, potensielt svært attraktivt felt. Dette kan muliggjøre produksjon i mange øysamfunn, i tillegg til i nærheten av flere av de største populasjonssentrene i verden.

Foreløpig ligger de flytende solkraftverkene på relativt stille vann. Her har to teknologileverandører i dag 98 % markedsandel. De markedsledende teknologiene er relativt materialintensive og drar liten nytte av fordelene knyttet til plassering på vannet. Mulighetene for at innovativ, norskutviklet teknologi som er bedre egnet for formålet skal vinne fram i dette segmentet er derfor store.

I et marked som stort sett omfatter stillere sjøer og dammer er det lettere å tilfredsstille krav til robusthet. Allikevel ser vi i flere av de viktige markedene at uvær, spesielt sterke tyfoner i Øst-Asia, har forårsaket betydelig skade på noen anlegg. Norsk maritim kompetanse vil kunne gi viktige bidrag både knyttet til forventede påkjenninger, egnede bunnforhold for forankring, selve forankringsløsningene, mer robuste flottørkonstruksjoner og monteringsløsninger, i tillegg til andre gode og billige løsninger som muliggjør bygging av flytende solkraftverk som sikrer høy ytelse gjennom hele anleggets levetid på 20–30 år.

For flytende solkraft er offshore solkraft et nytt, potensielt svært attraktivt felt. Dette kan muliggjøre produksjon i mange øysamfunn, i tillegg til i nærheten av flere av de største populasjonssentrene i verden. Dette er imidlertid relativt upløyd mark industrielt. Flere norske aktører utvikler løsninger som tar sikte på å produsere billig strøm fra flytende solkraftverk enten nearshore eller offshore. Offshore kan også hybridisering opp mot flytende vindkraftverk gi en del av de samme fordelene man i dag forsøker å oppnå ved bygging på vannkraftverk.

Flytende solkraft er i dag en bransje med enormt moment. Det er også en bransje med bred mobilisering av norske selskaper. Med stor kompetanse og bred industri innen både solkraft, vannkraft og maritim teknologi er Norge i særdeleshet et spennende land for utvikling og industrialisering av bedre løsninger for denne bransjen. Flytende solkraft kan gi store muligheter for å utvikle en stor og bred bransje i Norge som spenner over store deler av verdikjeden. For å oppnå dette må det imidlertid legges opp til gode muligheter for forskning og utvikling, innovasjon, pilotering og oppskalering av nye teknologier.

Det norske aktørbildet er bredt. Energiselskapene Statkraft, Equinor, Scatec Solar, Fred Olsen og Hydro ser alle på muligheter innenfor flytende solkraft. Både Equinor, Statkraft og Scatec Solar har allerede i dag investert i mindre anlegg basert på norsk teknologi for å undersøke potensialet og legge til rette for ekspansjon. Multiconsult hevder seg også i internasjonal konkurranse innen dette feltet, særlig innen hybride sol- og vannkraftverk.

FAKTA

FLYTENDE SOLKRAFT KAN BLI EN STOR NORSK NÆRING

Foreløpig utgjør flytende solkraft rundt 1 % av det globale PV-markedet. Dette tallet forventes å øke etter hvert som tilliten til teknologien øker og prisen på slike kraftverk fortsetter å synke. Selv om det i dag er vanskelig å anslå hvor stort dette kan bli er det tekniske potensialet enormt. NREL har anslått at kapasiteten bare i tilknytning til vannkraft ligger på 7 TW_p, noe som kan gi godt over 7500 TWh[14]. Dersom offshore PV blir muliggjort finnes det ikke lenger noen reell begrensing.

Dersom andelen av flytende sol i markedet øker jevnt fra 1 % til 5 % innen 2030 gir dette en total installert kapasitet på nesten 100 GW_p innen 2030. Med et prisspenn på 5–10 NOK/W_p gir dette et behov for investeringer på 500 og 1 000 milliarder kroner i løpet av det neste tiåret.

Norsk industri er spesielt godt posisjonert for å kunne dekke mesteparten av verdikjeden for flytende solkraft. Denne går fra utvikling, design og bygging av flottører og forankringssystemer til drift og vedlikehold av flytende solkraftverk, i tillegg til utvikling av selve drifts- og vedlikeholdssystemene. Flytende solkraft kan dermed bli en eksportindustri med en bred verdikjede representert i Norge.

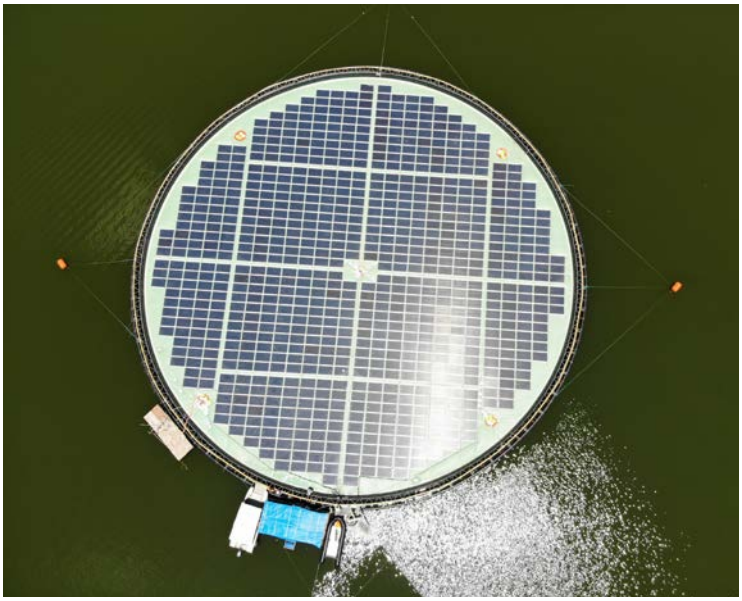
Med vekstratene anslått her vil verdensmarkedet for flytende solkraft i 2030 være 25 GW_p. Dette tallet er svært følsomt for både prisutviklingen i segmentet, utviklingen innen hybride sol/vannkraftverk og erfaringene i markedet rundt ytelsen og kostnadene forbundet med drift og vedlikehold av flytende solkraftverk over tid. Det kan bli både lavere, men også betydelig høyere. Dersom en eller flere norske teknologileverandører lykkes med sin utvikling av konkurransedyktig, alternativ teknologi og samlet tar en markedsandel på 10 % til 2030 vil dette gi installasjoner på totalt ~10 GW_p fra i dag fram mot 2030. Dette kan være et lavt estimat. Allikevel vil disse flytende solkraftverkene samlet ha en total verdi på 50 – 100 milliarder kroner, gitt systempriser fra 5 til 10 NOK/W_p. Dette vil kreve betydelig sysselsetting i en bred, norsk bransje. Bare i 2030 vil norske selskaper med antatt markedsandel bidra til installasjon av 2,5 GW_p med flytende solkraftverk til en verdi av 12,5–25 milliarder kroner.

[14] Hybrid floating solar photovoltaics-hydropower systems, N. Lee et al, NREL 2020

Leverandørsiden har også vokst raskt. Her finner vi selskaper som Ocean Sun, Current Solar, Global Maritime, Sunlit Sea og Moss Maritime, som alle har ulike teknologier for flottørene. I tillegg finnes selskaper som Glint Solar som utvikler ny teknologi for presis produksjonsestimering fra slike anlegg basert på blant annet satellittdata, og et stort potensial for et bredt utvalg av underleverandører fra leverandører av kabler i maritim sektor, som Nexans, til leverandører av forankringssystemer og materialer til de ulike flottørteknologiene.

BRED MOBILISERING AV NORSKE SELSKAPER

Flytende solkraft treffer en bred norsk næring og kompetansebase. Med god kunnskap om – og en dyktig næring innen – både solkraft, vannkraft og maritim teknologi, kan vi bidra til å utvikle ny teknologi for flytende solkraftverk som muliggjør kommersielle muligheter hos en svært bred energiindustri.



Solcellepaneler produserer bedre ved lave temperaturer. De mest utbredte teknologiene for flytende solkraftverk er i svært liten grad designet for å utnytte muligheten for vannkjøling. Direkte kjøling er en av fordelene ved norske Ocean Suns teknologi. Foto: Børge Bjørneklett/Ocean Sun

Et viktig fortrinn for Norge i denne sammenhengen er at flere norske selskaper og forskningsmiljøer svært tidlig har meldt seg på i den internasjonale konkurransen. Selskapene har sett muligheten som ligger i flytende solkraft og har en positiv, men allikevel sunt kritisk holdning til de ulike teknologiene. Det har vært norske bidrag fra både forskning og næring på de fleste relevante konferansene fra begynnelsen. Flere norske selskaper har allerede installert pilotanlegg både hjemme og ute. Dette har gitt det norske miljøet tidlig innsikt i både mulighetene i flytende solkraft og kravene dette stiller i forhold til miljøbelastninger og drift og vedlikehold.

Flere store, norske energiselskaper har allerede anlegg i drift rundt om i verden. Dette gir god læring og dokumentasjon av hvordan de ulike teknologiene faktisk yter. Muligheten for innovasjon i denne bransjen er stor. Det er kun to store selskaper globalt i dag, Ciel et Terre og Sungrow, og begge har relativt kostbar og materialkrevende flottørteknologi som i liten grad utnytter fordelen knyttet til å være lokalisert på vann. Norske selskaper kan bidra med bedre løsninger, i tillegg til en god forståelse av hvordan hele systemet bør designes og installeres.

HYBRIDISERING AV VANNKRAFT MED FLYTENDE SOLKRAFTVERK

En svært spennende mulighet som får mye interesse internasjonalt er muligheten for å legge flytende solkraftverk i tilknytning til vann-

> En viktig forutsetning for utvikling av norsk teknologi og næring innen flytende solkraft er tilgang til prosjektfinansiering og risikokapital. Skalering er en spesiell utfordring.

kraftverk. Dette kan gi flere fordeler knyttet til driften av og synergier med vannkraftverket.

- Ressursplanlegging: ved å spare på vannet når solen står på vil det være mulig å forlenge periodene hybridkraftverket kan produsere. Dette vil både øke den totale mengden fornybar kraft produsert av anlegget og gi økt robusthet. Hybridiseringen gjør det mulig å unngå at produksjon stoppes enten fordi vannstanden i reservoarene blir for lav eller at solen går ned.
- Infrastruktur: ved riktig dimensjonering vil solkraftverket kunne nyttiggjøre seg mye av den tilgjengelige infrastrukturen ved vannkraftverkene. I tillegg kan slik hybridisering muliggjøre enda bedre utnyttelse av transmisjonsnettet.
- Avdampning: avdampning fra vannkraftverkene kan reduseres ved bruk av flytende solkraftverk. Dette har betydning i solrike strøk der vannet i enkelte sesonger er en stor begrensning.

Store norske energiselskaper som Statkraft, Hydro og Scatec Solar, som nylig kjøpte opp SN Power har enten installert eller vurderer å installere flytende solkraftverk i tilknytning til sine vannkraftverk.

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

En viktig forutsetning for utvikling av norsk teknologi og næring innen flytende solkraft er tilgang til prosjektfinansiering og risikokapital. Skalering er en spesiell utfordring. For å være relevant er det viktig å demonstrere evne til å levere på stor skala relativt raskt. Her har flytende solkraft i Norge fått hjelp av aktører som SN Power, Equinor og Statkraft, som alle har investert i små anlegg i relativt tidlig fase.

Det er også viktig å muliggjøre tilstrekkelig teknologiutvikling og validering av ny teknologi. Dette er et felt med et bredt sett av utfordringer knyttet til alt fra bunnforhold, forankring, flottører, ilandføring av strøm, omformere, sensorikk og overvåkningssystemer, solcellepaneler og deres robusthet i flytende solkraftverk, deres ytelse over tid og deres feilrater, samt innfestingsløsninger, i tillegg til mulige miljøkonsekvenser. Dette må gjøres riktig: det finnes godt etablerte standarder for produkter og tjenester både innen solkraftindustrien og den maritime industrien man må forholde seg til.

Håndtering av ulike interessegrupper vil kunne være spesielt viktig for slike kraftverk. Denne bransjen handler i hovedsak om storskala kraftverk som plasseres på vannarealer. Dette

> Gode prosjekter av god kvalitet er kritisk for denne bransjen. Feltet er fortsatt relativt ungt. Investorer kan derfor fort skremmes av dårlige prosjekter med lav ytelse og/eller høye kostnader.

er arealer som ofte har betydning for mange interessegrupper. Det er derfor viktig å bidra til gode regulerings- og planleggingsprosesser for å ivareta nødvendige lokale hensyn. I tillegg er det viktig å høste erfaringer og dokumentere konsekvensene av slik produksjon, både positive og negative, for å legge til rette for stadig bedre prosjekter av denne typen.

Gode prosjekter av god kvalitet er kritisk for denne bransjen. Feltet er fortsatt relativt ungt. Investorer kan derfor fort skremmes av dårlige prosjekter med lav ytelse og/eller høye kostnader. Uhell og/eller utilsiktede miljøkonsekvenser hos enkeltaktører kan lett ødelegge inntrykket av flytende solkraft som helhet for enkelte investorer, og dermed ødelegge mye for en hel bransje. Det vil derfor være viktig at en norsk bransje bidrar til å bygge og spre bred kunnskap om denne relativt nye teknologien.

Norske selskaper innen flytende solkraft	**Akkumulert (2020–2030)**	**Årlig (2030)**
Installert kapasitet	10 GW_p	2,5 GW_p/år
Omsetning	50–100 mrd. NOK	12,5–25 mrd. NOK/år
Sysselsetting	–	–

Bygningsintegrerte solcellepaneler (BIPV) tillater solkraftproduksjon fra både tak og fasader. Foto: FUSen

Bygningsintegrerte solcellepaneler (BIPV)

Bygningsintegrerte solcellepaneler (BIPV) er laget for å fungere som vanlige solcellepaneler samtidig som de også har en bygningsfunksjonalitet. BIPV kan dermed erstatte deler av bygningskroppen og gi besparelser i materialforbruk, installasjon og arbeidskraft. Dette kan igjen gi betydelig billigere solcelleanlegg i bygninger. Vi bruker begrepet BIPV både når et solcellepanel direkte erstatter en del av bygningskroppen og når det er en del av bygningens arkitektoniske språk, for eksempel når de brukes som solavskjerming eller rekkverk[15].

Det er en stor, internasjonal satsning på gang for å gjøre bygg mer bærekraftige. Solkraft er et stadig viktigere og kostnadseffektivt alternativ i denne sammenhengen. Dersom bygg selv må produsere nesten like mye energi som det bruker er solkraft nesten alltid et godt alternativ. Allikevel er det i mange sammenhenger ikke tilstrekkelig «bare» å dekke taket med solceller for å dekke den ønskede andelen av byggets energibehov, fasadene må også tas i bruk. I Norge kommer uansett en betydelig del av sollyset på veggene, dermed er fasaden ekstra interessant i mange sammenhenger. Fasadene er godt synlige, og dermed blir estetikk svært viktig. Det er her BIPV-produkter kommer inn.

Fram til i dag har BIPV-produkter ofte vært

[15] Norsk standard for BIPV, EN 50583

laget med utgangspunkt i konvensjonelle solcellepaneler. Disse er som hovedregel ikke tilpasset kravene som stilles til produkter i bygg. Dette åpner opp for to typer innovative produkter:

- Solcellepaneler tilpasset norske bygningskrav og norsk byggeskikk som tar utgangspunkt i konvensjonell, billig og trygg solcellepanelteknologi.
- BIPV-produkter laget med utgangspunkt i standard bygningskomponenter der solcellepanelene er integrert, for eksempel tak- og fasadeelementer.

BIPV er en stor mulighet for et bredt spekter av norske aktører, inkludert produsenter av bygningsintegrerte solcellepaneler som tillater variasjon i farge og/eller form, samt produsenter av tak, fasader, vinduer og andre glasselementer som integrerer solcellepaneler på en god måte. Felles for alle er at det blir viktig å etterkomme behov for dokumentasjon og standardisering i byggenæringen.

Flere aktører er allerede i gang med å produsere eller etablere produksjon av BIPV-produkter. Dette gjelder blant annet selskapene BIPV Norway AS, Isola, Sagstuen og Skarpnes. Selv om disse selskapene i dag står for en lav totalproduksjon, omsetning og sysselsetting antar vi at produksjonsvolumet og antallet aktører i dette feltet vil øke betydelig fram mot 2030.

Den spesielle kombinasjonen av en miljøbevisst byggenæring og norske solforhold gjør det spesielt attraktivt å vurdere BIPV-produkter i Norge. Dette er et godt grunnlag for framvekst av en bransje som dekker etterspørselen i et hjemmemarked. Tidlig suksess hjemme vil være et godt springbrett for eksport mot andre markeder som i stadig større grad forventes å etterspørre slike produkter.

To hovedutfordringer vi ser er knyttet til kvalitet og skalering. Kvalitetsprodukter er kritisk viktige. Dårlige eksempler kan ødelegge for hele bransjen, spesielt dersom man ikke tar el-sikkerhet på alvor. Skadepotensialet for solcellepaneler i større solparker er svært begrenset. Skadepotensialet i bygg er imidlertid stort med mindre nye, bygningstilpassede produkter ikke sørger for minst like god sikkerhet som eksisterende solcellepaneler.

> “Den spesielle kombinasjonen av en miljøbevisst byggenæring og norske solforhold gjør det spesielt attraktivt å vurdere BIPV-produkter i Norge.

BIPV kan integreres i tak, fasader, vinduer og andre glasselementer, og produseres i ulike former og farger. Foto: IFE

I tillegg er det viktig at produsentene lykkes med å utvikle porteføljer av produkter som samlet tillater framstilling av BIPV-produkter i store volum som gir tilstrekkelig lave kostnader for produktene. Hittil har BIPV-produkter ofte ført til urimelig høye kostnader. Det blir viktig med teknologi som muliggjør skreddersøm for å trygge lokal produksjon uten at dette går på bekostning av pris eller kvalitet.

HVA MÅ TIL FOR Å LYKKES?

For å bidra til framveksten av denne delen av solbransjen er det viktig at myndighetene kommer på banen. Flere regulatoriske forhold vil være av stor betydning:

- Et rammeverk for miljøkrav i bygg som gir klare retningslinjer og sikrer langsiktig forutsigbarhet.
- Riktige og framtidsrettede insentiver for miljøvennlige bygg.
- Fjerning av regulatoriske hindre for bruk av solkraft fra bygg.

Myndigheter, solbransjeaktører, byggenæringen og forskningsmiljøene bør samlet bidra til miljøkrav og standardisering for BIPV-produkter som bidrar til å etablere et voksende marked for gode og sikre produkter med lang levetid. Det er også viktig med økt kunnskap, spesielt i byggenæringen, rundt mulighetene som ligger i solcelleanlegg i bygg generelt, og spesielt innen BIPV. I tillegg er det viktig å legge til rette for å kunne opprettholde god kompetanse på BIPV og BIPV-produkter i forskningsmiljøene, og videreutvikle det gode samarbeidet mellom disse miljøene og industrien.

Solvarmeanlegg

Dette veikartet har hittil utelukkende tatt for seg mulighetene knyttet til solkraftproduksjon, det vil si elektrisitet produsert av ulike typer solcelleanlegg. Imidlertid er det også betydelige muligheter for næringsutvikling knyttet til produksjon og installasjon av solvarmeanlegg. Flere selskaper i dette segmentet er også representert blant Solenergiklyngens medlemmer. Solvarmeanlegg omfatter anlegg i svært forskjellig størrelse som kan bidra til både produksjon av varme til ulike formål her hjemme, men også stå for betydelig eksport av teknologi. En utfordring for denne bransjen er at den, til tross for betydelige bidrag til grønn energiproduksjon, ofte utelates i energirapporter og strategier. Bidraget fra solvarme er også ofte underkommunisert.

Markedsveksten for solfangere har vært langt svakere enn for solceller i mange år, men veksten er i ferd med å ta seg opp. Noe av årsaken til dette er et økt fokus på oppvarming, og mulighetene dette gir for blant annet bruk av fjernvarme og termiske lagre i forhold til arbeidet mot bærekraftsmålene.

Solvarmeanlegg kan bidra til både miljøvennlige og vakre bygg. Foto: Inaventa Solar

> For at norske aktører skal lykkes som produsenter av solvarmekomponenter er det viktig at prisnivået går ned for å øke konkurransekraften.

I Norge ligger muligheten for bruk av solvarme på kort sikt i tre markeder. Det ene er som produsent av miljøvennlig varme og varmtvann i bygg. Norske produsenter av solvarmekomponenter søker samarbeid med byggenæringen i både Norge og Europa for å utvikle bedre bygningsintegrerte løsninger for solvarme. Dette er et segment som også kan få viktig drahjelp av økte miljøkrav i byggenæringen. Et annet segment er solfangere som leverer energi inn i distribusjonssystemene for fjernvarme, noe vi ser et godt eksempel på i Akershus Energi sitt store solvarmeanlegg på Leirsund. Bruk av solvarme inn mot landbruket er et tredje spennende segment der solvarme kan spille en svært positiv rolle og som har stort vekstpotensiale både i Norge og internasjonalt.

Internasjonalt er dette tre relevante segmenter. I tillegg kommer mulighetene for robust, miljøvennlig og billig produksjon av varmtvann til hygieneformål der infrastruktur for dette er mangelvare. Sistnevnte kan oppnås ved bruk av såkalte termosyfoner og vil kunne gi viktige bidrag for ulike bistandsaktører.

For at norske aktører skal lykkes som produsenter av solvarmekomponenter er det viktig med et lavt prisnivå for å øke konkurransekraften. Norske produsenter som Inaventa Solar har derfor et sterkt fokus på teknologi som muliggjør produksjon av robuste komponenter til vesentlig lavere kost enn tradisjonelle solfangere. Inaventa vil ha investert 60 millioner kroner innen utgangen av 2021 i et nytt produksjonsanlegg for solvarmekomponenter i Norge. Dette vil produsere hele 600 000 m^2 med solfangere i året, det aller meste av dette til eksport. Et annet norsk selskap i dette feltet er Catch Solar. Dette selskapet tilbyr solvarmeanlegg som kan integreres i byggets arkitektoniske utforming.

Solkraftlandet Norge i 2030

Dette veikartet viser at solkraft kan spille en svært viktig for Norge, både hva angår sysselsetting, omsetning, eksport, kraftproduksjon, innovasjon og bærekraft. Dersom Norge lykkes med å realisere mulighetene som ligger i en bred solbransje vil man sitte igjen med internasjonalt ledende selskaper som gir store bidrag. For flere av markedssegmentene i solbransjen er det vanskelig å anslå omfanget disse vil få i forhold til sysselsetting og omsetning. En av anbefalingene til dette veikartet er derfor at det settes av midler til en grundig analyse av verdiskapingspotensialet som ligger i en bred, norsk solbransje. Allikevel er det klart fra anslagene det har vært mulig å gjennomføre for enkelte markedssegmenter i dette veikartet at solbransjen vil bli viktig.

- Den årlige omsetningen for installasjon av solcelleanlegg i Norge, solparker, prosessindustri og flytende solkraftverk vil samlet nå 60–118 milliarder kroner i 2030. I tillegg til dette kommer omsetningen i de øvrige delene av bransjen.
- Den norske solbransjen vil ha en samlet direkte sysselsetting på mellom 5 000 og 10 000 i 2030 bare innenfor installasjon av solcelleanlegg i Norge, solparker og prosessindustri. Litt under halvparten av disse vil være knyttet til installasjon i Norge, resten i hovedsak knyttet til en eksportrettet solbransje. På toppen av dette kommer sysselsetting i de øvrige delene av bransjen.
- Dersom vi bare ser på bidragene til bærekraft hos solparkaktørene og prosessindustrien vil disse innen 2030 ha blitt enorme. Akkumulert vil disse ha gitt mer enn 30 GW_p med silisiummaterialer og en solparkkapasitet på 30 GW_p. Samlet vil disse to segmentene alene ha bygget opp kraftverk som bidrar til å redusere globale utslipp av CO_2 med svimlende 30–60 millioner tonn i året.
- Solkraft vil også sakte, men sikkert begynne å bli synlig i den norske kraftmiksen. 2–4 TWh innen 2030 vil være en god start på en vekst vi forventer vil fortsette i lang tid. Etter hvert som vi nærmer oss midten av dette århundre vil solkraftverk i alle former stå for et stadig viktigere bidrag til produksjonen av fornybar strøm i Norge.

Den norske solbransjen	Årlig (2030)
Omsetning	~60–115 mrd. NOK
Sysselsetting	~5 000–10 000 årsverk/år

Anbefalinger

I dette veikartet har vi forsøkt å vise mulighetene for solkraft i Norge. Det er mulig å oppnå svært mye med riktig satsing. For å legge til rette for rask og sunn vekst av en bred solkraftnæring anbefaler vi følgende:

- Solkraft er på rask vei til å bli den største energikilden i verden. Bruken av solkraft er også i sterk vekst i Norge. For å realisere muligheter og unngå feilinvesteringer bør alle overordnede, nasjonale strategiske prosesser innen både energi, industriell utvikling og bygg sikre at solkraftkompetansen ivaretas.
  Vi anbefaler at representanter for solkraftbransjen gis mulighet til å gi innspill enten gjennom direkte deltakelse eller høringsrunder.

- Solkraft blir den viktigste formen for energiproduksjon i framtiden. Mulighetene for bred verdiskapning i en norsk solkraftbransje er derfor enorme.
  Vi anbefaler at Norge støtter industri- og næringsutvikling i dette feltet både i et hjemmemarked og ikke minst for eksport.

- Finansiering i ulike former er en hovedutfordring. For å bidra til vekst er det viktig å utvikle et bredt spekter av verktøy som sikrer både risikokapital for å få ned kapitalkostnader ved nye utbygginger, rettet støtte av utvikling og industriutvikling innen solbransjen, samt støtteordninger for nye løsninger som også ivaretar behovet for rask skalering.
  Vi anbefaler at det raskt settes av midler til en detaljert analyse av hindringene og mulighetene som ligger i dette feltet.

- Veksten i solbransjen i Norge er i dag hindret av ulike regulatoriske endringer. Solkraften har en tydelig rolle og kan bidra til:
  - Distribuert kraftproduksjon der folk bruker strøm
  - Økt forsyningssikkerhet
  - Bedre utnyttelse av vann- og vindkraft
  - En mer bærekraftig byggenæring

  Vi anbefaler at det opprettes en arbeidsgruppe som skal kartlegge regulatoriske hindringer og foreslå tilpasninger for å sikre effektiv utbygging av både solkraft på bygg og solparker i Norge.

- Veksten i solbransjen i Norge vil være avhengig av tilgang på sterke kompetansemiljøer, gode muligheter for utvikling og validering av ny teknologi og kvalifisert arbeidskraft.
  Vi anbefaler at relevant solkraftforskning får høyere prioritet i norsk forskningspolitikk.

SUSOLTECH

SOL ENERGI KLYNGEN

Arena Pro

Started and supported by Norwegian Innovation Cluster, www.innovationcluster.no

www.susoltech.no

www.solenergiklyngen.no