

Forslag fra LO og NHO til en norsk hydrogenstrategi



1 Introduksjon til hydrogen som energibærere og klimaløsning



Hydrogen er et grunnstoff med kjemisk symbol H og atomnummer 1. Hydrogen er det letteste grunnstoffet av alle, og hydrogenatomet det enkleste atomet. Ved normal temperatur og trykk er hydrogen en fargeløs, luktfri, ikke-giftig men særdeles brennbar gass, hvor to hydrogenatom inngår i et hydrogenmolekyl (H_2).

Hydrogen som energibærere

Hydrogen er en energibærer som ikke gir klimagass-utslipp ved bruk, og som vil spille en viktig rolle i omstillingen av energisystemet for å nå klimamålene i Parisavtalen. Klimaeffekten av hydrogen som energibærer avhenger av måten det fremstilles på. Hydrogen fremstilt fra gass, olje eller kull uten CO_2 -håndtering (grått og brunt hydrogen) har et høyt karbonavtrykk. Lavkarbon hydrogen fra naturgass med CO_2 -håndtering (blått hydrogen) har en lav klimaeffekt, avhengig av fangst-grad i prosessen (90-99 %) og metan-utslippene i selve gassproduksjonen. Fornybart hydrogen fremstilt ved bruk av elektrisk kraft til vann-elektrolyse (grønt hydrogen) produseres på sin side tilnærmet helt utslippsfritt, gitt bruk av fornybar og utslippsfri kraft, og vil være den foretrukne klimaløsningen på lang sikt. Hydrogen må omgjøres til trykksatt, flytende, ammoniakk eller bindes til organiske væsker (LOHC) før transport og bruk som energibærer.

Hydrogen som energibærer har høy brennverdi, men lav energitetthet i gassform. Energitettheten økes ved komprimering og flytendegjøring. For å produsere en kilo hydrogen ved elektrolyse kreves om lag 55 kWh elektrisk kraft med eksisterende teknologi. Noe av kraften omgjøres til varme i prosessen, så brennverdien av 1 kilo hydrogen tilsvarer 33 kWh kraft. Det forventes en teknologiutvikling som øker effektiviteten i elektrolysørene slik at energitapet potensielt kan reduseres til 10-20 %. Den reelle kraftutnyttelsen blir også forbedret ved at prosjektutviklere søker å utnytte overskuddsvarme og biprodukter til verdiskapning. Bruk av hydrogen som energibærer krever komprimering og nedkjøling, og stiller krav til transport, distribusjon, sikkerhet og lagring. Komprimering av hydrogen krever typisk 3-5 kWh/kg H_2 avhengig av trykk, og flytendegjøring krever 10-12 kWh/kg H_2 .

Hydrogenets rolle i energi- og klimaomstillingen

Klima- og energiomstillingen handler om å erstatte sluttbruk (forbrenning) av fossil energi fra kull, olje og

gass, med utslippsfrie alternativer som elektrisitet fra fornybar kraft, bioenergi, lavutslipps hydrogen, og ulike varianter og derivater av dette. Direkte elektrifisering er mest effektivt, og elektrisitet vil derfor bli kjernen i et fremtidig utslippsfritt energisystem. Men noen sektorer er vanskelig å avkarbonisere med direkte elektrifisering, som langtransport på vei, luftfart, maritim transport og industri. Her vil hydrogen kunne spille en viktig rolle som utslippsfri energibærer. I Norge er det hovedsakelig transportsektoren og industriprosesser der hydrogen på kort sikt vil gjøre størst klimanytte.

Overgangen fra fossilbasert og regulerbar kraftproduksjon til fornybar og uregulerbar vind- og solkraft, øker behovet for fleksibilitet og balansekraft i energisystemet. Slik fleksibilitet kan komme fra batterier, hydrogenproduksjon, forbruksregulering, vannkraft med mer. I timer med overproduksjon og null-priser på fornybar kraft, som det blir mer av i fremtiden, kan grønn hydrogenproduksjon fungere som en lagringsteknologi for fornybar kraft. Grønt hydrogen er på denne måten en viktig balanserende del av fremtidens fornybare energisystem.

Markedssvikt og behov for offentlig støtte og tilrettelegging

Norge har et energipotensial som er større enn det vi har behov for selv, og vi kan fortsatt være en energi-eksportør. Markedet for fornybar og lavkarbon hydrogen er i dag ikke-eksisterende og preget av markedssvikt i alle deler av verdikjeden. Med de ambisjoner og satsinger vi ser rundt oss i EU og USA ligger det til rette for en rask skalering med store markedsmuligheter for norske bedrifter om få år, og en lang-siktig, bærekraftig og lønnsom næring på sikt. Norge har fortrinn og muligheter til å bygge en sterk verdikjede for produksjon av- og utstyrsleveranser til fornybar og lavkarbon hydrogen, dersom vi er villige og satser. Økt produksjon og bruk av hydrogen er også nødvendig for å redusere nasjonale klimautslipp i tråd med klimamålene. En vellykket norsk hydrogensatsing avhenger av aktiv tilrettelegging og risikoavlastning fra norske myndigheter, og et godt offentlig-privat samarbeid.

2 Sammendrag



Hydrogen¹ er en energibærer som kan erstatte sluttbruk av fossil energi i ulike sektorer, og som er avgjørende for å løse klimautfordringene. Norge har gode forutsetninger og kan bidra til utvikling av et internasjonalt hydrogenmarked gjennom produksjon, løsninger for bruk og leveranser av utstyr. Hydrogen kan samtidig gi tusenvis av høyproduktive arbeidsplasser i Norge og en nasjonal omsetning opp mot 83 mrd. kroner årlig i 2030.²

Storskala produksjon og bruk av fornybar og lavkarbon hydrogen i industrien, maritim transport, tungtransport og luftfart ligger fortsatt et stykke fram. Det eksisterer ikke i dag et marked eller en markedspris på fornybar eller lavkarbon hydrogen. Utvikling av en konkurranse-dyktig verdikjede i Norge, og hydrogenløsninger for eksport i fremtiden, krever derfor aktiv satsing. Nye og skreddersydde virkemidler trengs for å utløse investeringer i produksjon og stimulere til bruk i relevante markeder. Slike virkemidler er nå gjort tilgjengelige både i USA og EU.

Norge har rik tilgang på energikildene som trengs for å produsere både grønt og blått hydrogen. Antallet bedrifter som planlegger å produsere eller bruke hydrogen, ammoniakk eller metanol som tiltak for å kutte utslipp og innfri klimamålene er stadig økende, og teller nå 126 prosjekter per april 2023³. For å utløse potensialet og bygge verdikjeden må det nå settes tydelige ambisjoner både for produksjon og bruk av hydrogen i Norge, for utvikling av en eksportnæring av hydrogen, og for utvikling og produksjon av teknologi, utstyr og tjenester. Dette må inkludere utdanning av folk til hele verdikjeden, fra operatører til forskere.

EU og Norge har satt svært ambisiøse klimamål, og vi står i en ny og krevende energi- og sikkerhetssituasjon i Europa. Fornybart og lavkarbon hydrogen vil være viktig for å kutte utslipp i Norge, og helt avgjørende for at EU skal kunne redusere sine utslipp og importavhengighet av fossil energi. EU-kommisjonens mål er å produsere 10 millioner tonn fornybart hydrogen, og importere 10 millioner tonn fornybart hydrogen innen 2030. Dette innebærer et stort mulig marked for norsk hydrogenproduksjon og norske utstyrsleverandører.

Norge har ressursene og verktøyene vi trenger; vannkraft, vindkraft, naturgass, og enorm kapasitet for

CO₂-lagring⁴. Vi har erfaring fra hundre år med industriell hydrogenproduksjon og utvikling av en verdensledende olje- og gassnæring. Dette gir oss mulighet til å ta en lederrolle i oppbyggingen av en europeisk hydrogennæring.

En norsk hydrogennæring kan bidra til at vi når klima- og energiomstillingsmål nasjonalt og internasjonalt og tilføre Norge:

- Tusenvis av høyproduktive arbeidsplasser i 2030
- Opptil 83 mrd. NOK i omsetning i 2030, og betydelige eksportinntekter⁵
- Økt konkurransekraft for norske bedrifter gjennom tilgang til lavutslippsløsninger
- Utslippsreduksjoner i Norge og Europa⁶

Regjeringen har allerede gitt positive signaler om at den vil bidra til å bygge opp en sammenhengende verdikjede for hydrogen der produksjon, distribusjon og bruk utvikles parallelt.⁷ NHO og LO har i arbeidet med denne rapporten gått sammen med en rekke bedrifter og organisasjoner for å gi anbefalinger om videre industriell satsing på hydrogen i Norge.

Vi mener det er mulig og ønskelig å sette følgende ambisjoner for den norske hydrogennæringen (se alle ambisjonene med begrunnelse i kapittel 6):

1. Hydrogenproduksjon for det grønne skiftet i Norge

Produksjon og bruk av fornybart og lavkarbon hydrogen er helt nødvendig for å redusere klimagassutslippene i tråd med våre internasjonale forpliktelser, styrke omstillingen i eksisterende industri og bygge ny grønn industri i Norge

Ambisjonen bør være å produsere og bruke minst 250 000 tonn fornybart og lavkarbon hydrogen i Norge i 2030. Det vil eksempelvis være nok til å erstatte dagens produksjon av grått hydrogen, og kutte de årlige utslippene av klimagasser med 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

2. Hydrogenproduksjon for et europeisk og globalt marked

Norge som energinasjon har alt som skal til for å bygge storskala produksjon av lavkarbon og fornybart hydrogen for eksport til et europeisk og globalt marked.

¹ Menonpublikasjon 134/22: Verdien av den norske hydrogennæringen - Menon Economics McKinsey 2022

² McKinsey 2022 Norge i morgen | McKinsey

³ <https://www.hydrogen.no/aktuelt/nyheter/det-norske-hydrogenlandskapet-er-kartlagt>

⁴ <https://www.npd.no/fakta/nyheter/generelle-nyheter/2021/25-ars-erfaring-med-trygg-og-sikker-co2-lagring/>

⁵ Menonpublikasjon 134/22: Verdien av den norske hydrogennæringen - Menon Economics

Ambisjonen bør være at norsk hydrogeneksport på 2030-tallet utgjør 10 prosent av EUs hydrogenetterspørsel, anslagsvis 2 mill. tonn hydrogen per år, tilsvarende 10 prosent av Norges naturgasseksport. Ambisjonen forutsetter etablering av tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel til å håndtere fanget CO₂ fra lavkarbon hydrogenproduksjon (20 millioner tonn CO₂/år).

3. Leveranser av hydrogenteknologi

Norge har historie og forutsetninger for å bygge en sterk norsk leverandørindustri for teknologi og infrastruktur til det globale markedet for produksjon, distribusjon og bruk av hydrogen.

Ambisjonen bør være at norske leverandører av elektrolysører har en markedsandel på inntil 25 prosent av EUs interne etterspørsel, tilsvarende en årlig produksjonskapasitet på 7-10 GW i 2030⁸. Norsk leverandørindustri bør ha en markedsandel på inntil 5 prosent av det samlede globale markedet for hydrogenutstyr, herunder brenselceller, tanker, sensorer/målere, koblinger med mer.

Virkemidler

For å nå disse målsettingene, trengs gode virkemidler. Vi mener det er mulig og ønskelig å prioritere følgende virkemidler for å bygge en helhetlig norsk hydrogennæring (se alle virkemidlene, utdypninger og begrunnelse i kapittel 8):

Myndighetene bør:

- **Stimulere etterspørselen** gjennom
 - Aktiv bruk av offentlige anskaffelser
 - Krav til utslippsfrie fartøy for offshore, havbruk og kollektivreiser
 - Støtteprogrammer til bygging av bunkringsanlegg for hydrogenbaserte drivstoff til skip
 - Konkurransbasert program for utbygging av hydrogenstasjoner for tungtransport
 - Årlig økning av innenlandsk CO₂-avgift i tråd med planen fram mot 2030, og opprettholde CO₂-kompensasjon inntil et godt/realistisk alternativ er etablert og testet
 - Krav til anleggsplasser og bruk av metall i offentlige bygg
 - Innføring av relevante EU-direktiver og forordninger i norsk rett

- Raskt innføre *konkurransbaserte ordninger med differansekontrakter (CfD)* for hydrogen i Norge, basert på kvalitative kriterier tilpasset den aktuelle teknologien og markedet.
 - Målet med CfD-ordningene bør være å etablere et nasjonalt hydrogenmarked med et tilstrekkelig antall prosjekter over hele landet.
 - CfD-ordningene bør ha jevnlig utlysninger frem mot 2030, og en kontraktvarighet på minst 10 år.
 - Første utlysning bør skje i 2023, og ha et omfang på minst 200 MW produksjonskapasitet.⁹
- *Utvikle kapitalvirkemidler* som kan utløse investeringer i nybygg eller omlegging til fornybar eller lavkarbon hydrogenbaserte løsninger i industrien, maritim næring, tungtransport og luftfart.
- Vurdere hvordan *investeringer i elektrolysørproduksjon* kan utløses i Norge, gjennom ulike typer virkemidler som investeringsstøtte, lån, garantier, egenkapital eller andre mekanismer.
- Sikre *nødvendig infrastruktur* gjennom
 - Rammebetingelser for etablering av et rørsystem for eksport av hydrogen til Europa.
 - Tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel
 - Eksport-terminaler for ammoniakk og LH₂ (kai-anlegg, lagring og skipning)
- Sikre oppbygging av kapasitet gjennom utdanning, forskning og innovasjon gjennom konkurranseutsatte og næringsrettede programmer i virkemiddelapparatet. En dobling av dagens nivå mot hydrogen og hydrogenbærere er nødvendig for å svare ut ambisjonene.

I tillegg til dette, vil oppbygging av en hydrogenindustri avhenge av *tilgang på kraft, effektive reguleringer og god myndighetskapasitet*.

⁶Norge i morgen | McKinsey

⁷Meld. St. 11 (2021-2022) Tilleggsmeldingen til Meld. St. 36 (2020-2021) Energi til Arbeid – langsiktig verdiskaping fra norske energiressurser Meld. St. 11 (2021-2022) (regjeringen.no)

⁸Tilsvarende 3-5 store elektrolysørfabrikker

⁹Tilsvarende om lag 10 prosent av ambisjonen om 250 000 tonn fornybar og lavkarbon hydrogenproduksjon for det grønne skiftet i Norge i 2030

Hydrogen - fornybart (grønt) og lavkarbon (blått) kort forklart

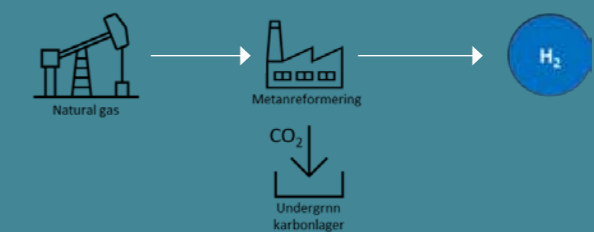
Hydrogen: Hydrogen er en energibærer som er utslippsfri i bruk. Når verden skal redusere sin direkte bruk av fossile energikilder er hydrogen en energibærer som vil bli en vesentlig bidragsyter i omstillingen. Hvordan hydrogenet blir produsert er avgjørende for karbonavtrykket til hydrogen. Fossilbasert hydrogen (uten CCS) har et stort karbonavtrykk, lavkarbon med CCS kan ha vesentlig redusert karbonavtrykk (opp til 99% fjerning av utslipp), og fornybart kan produseres uten bruk av fossile kilder overhodet. Hydrogen omgjøres før transport til trykksatt, flytende, ammoniakk eller bindes til organiske væsker (LOHC). Fremtidens bruk vil være innen alle disse hydrogenformene med ulike kundegrupper. Hydrogen er også en viktig komponent i e-fuels der man kombinerer hydrogen med karbon av biologisk opprinnelse eller fra CO₂-fangst og bruk, og trengs til raffinering av biodrivstoff.

Energiinnhold: Hydrogen som energibærer har høy brennverdi, men lav energitetthet i gassform. Energitettheten økes ved komprimering og flytendegjoring. For å produsere en kilo hydrogen ved elektrolyse kreves om lag 55 kWh elektrisk kraft med eksisterende teknologi. 1 million tonn hydrogen krever da 55 TWh kraft. Flytendegjoring av hydrogen krever 10-12 kWt per kg i tillegg. Elektrolysørteknologien er under utvikling, og enkelte produsenter forventer å kunne øke effektiviteten i elektrolysøren betydelig. Noe av kraften går tapt i prosessen, så brennverdien av 1 kilo hydrogen tilsvarer 33 kWh kraft. Behovet for komprimering og nedkjøling gjør hydrogen mer komplisert å bruke enn tradisjonelle fossile energibærere, og stiller større krav til transport, distribusjon og lagring.

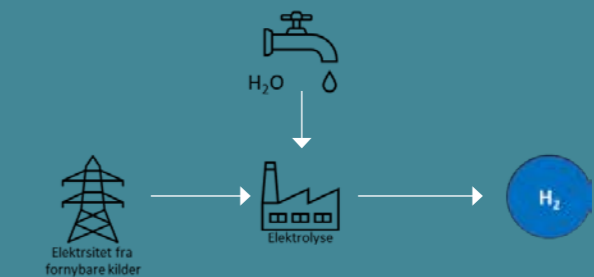
Ammoniakk: Fordelen ved å omdanne hydrogen til ammoniakk er at ammoniakk er enklere å håndtere og transportere. Ulempen er at dette krever ekstra energi. Ammoniakk kan omdannes til hydrogen igjen eller brukes som en egen energibærer. Dersom ammoniakk skal crackes tilbake til hydrogen kreves også den prosessen energi. Ammoniakk er flytende ved atmosfærisk trykk og -33°C, og har høyere energitetthet per volumenhet enn flytende hydrogen.

Sikkerhet: Hydrogen er svært lettantennelig og eksplosivt, hovedsakelig fordi hydrogen er brennbar i veldig bredt blandingsforhold med luft. Ammoniakk er ikke særlig brennbar fordi det har høy antennestemperatur og er brennbar kun i et smalt blandingsforhold med luft, men det er en giftig gass. Det er utfordringer knyttet til sikker håndtering av både hydrogen og ammoniakk, spesielt når bruken blir mer allmenn.

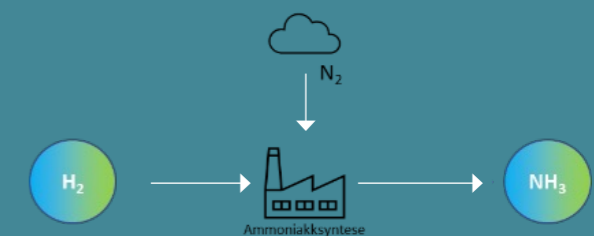
Lavkarbon hydrogen (H₂): Produseres ved dampreformering av naturgass og med karbonfangst og lagring.



Fornybart hydrogen (H₂): Produseres ved å splitte vann til hydrogen og oksygen ved elektrolyse, og elektrisiteten kommer fra fornybare energikilder som vann-, vind- eller solkraft.



Ammoniakk (NH₃): Produseres ved en reaksjon av Hydrogen (H₂) med Nitrogen (N₂) fra lufta. Ammoniakk kan være lavkarbon eller fornybar avhengig av hvordan hydrogenet er produsert.



3 Bakteppe



Den norske regjeringen meldte i november 2022, i forkant av det internasjonale klimatoppmøtet COP27, inn et oppdatert klimamål for 2030 under Parisavtalen. Det innmeldte målet er å redusere utslippene av klimagasser med minst 55 prosent sammenlignet med 1990-nivå. Klimamålet for 2030 skal gjennomføres i samarbeid med EU.

Som et delmål på veien mot netto-null-utslipp og lavutslippssamfunnet har regjeringen satt et omstillingsmål for hele økonomien i 2030. Dette er formulert i regjeringsplattformen som et mål om å kutte norske utslipp med 55 pst. sammenliknet med 1990. Det innebærer at regjeringen har et nasjonalt mål om å omstille både kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Hensikten er at hele det norske næringslivet skal omstille seg i retning av lavutslippssamfunnet¹⁰.

Norske politikere har i tillegg fastsatt egne sektormål for utslippskutt i flere sektorer. Det har lenge vært et mål å kutte 50 prosent av utslippene i transportsektoren innen 2030. Et tilsvarende mål er satt for innenriks sjøfart og fiske. I forbindelse med behandling av de midlertidige endringene i petroleumsskatten i 2020, vedtok Stortinget et mål om 50 prosent absolutt utslippsreduksjon fra norsk olje- og gassindustri innen 2030.

EUs hydrogenstrategi (juli 2020) og REPowerEU-pakken, innebærer et omfattende rammeverk for støtte til utrulling av fornybart og lavkarbon hydrogen. For EU er hydrogen som energibærer helt avgjørende for å lykkes med å avkarbonisere økonomien og redusere import-avhengigheten av fossil energi. EU-kommisjonens mål er å produsere 10 millioner tonn fornybart hydrogen, og importere 10 millioner tonn fornybart hydrogen, innen 2030.

I juni 2020 la regjeringen Solberg frem Norges første hydrogenstrategi. Strategien pekte ut maritim sektor, tungtransport og industrielle prosesser som de mest aktuelle bruksområdene for hydrogen i Norge. Målet var å øke antall pilot- og demonstrasjonsprosjekter i Norge, og bidra til teknologiutvikling og kommersialisering.

Solberg-regjeringens hydrogenstrategi ble senere fulgt opp av et veikart for hydrogen som del av

stortingsmeldingen Energi til arbeid, som fikk støtte av Støre-regjeringen i tilleggsmeldingen med ytterligere konkretisering, og regjeringens Veikart for grønt industri-løft, hvor hydrogen løftes frem som ett av syv særlige innsatsområder. Hydrogenstrategiens visjon for 2050 er å etablere et marked for produksjon og bruk av hydrogen i Norge, og å gjøre energi- og leverandør-industrien og relaterte næringer internasjonalt ledende på eksport av hydrogen og enkelte hydrogenteknologier og løsninger, som bidrar med høy verdiskaping til gode for det norske samfunnet. På veien mot den langsiktige visjonen skal det satses på etablering av hydrogenknutepunkter for maritim transport med tilknyttede landtransportløsninger, og på etablering av industriprosjekter med tilhørende produksjonsanlegg.

Regjeringens ambisjoner i Grønt industriløft:

- Norge skal utvikle en verdikjede for produksjon, distribusjon og bruk av hydrogen produsert med ingen eller lave utslipp, og bidra til å utvikle hydrogenmarkedet i Europa
- kartlegge markedsmulighetene for hydrogen i Europa og utrede potensialet for eksport av hydrogen fra Norge gjennom ulike produksjons- og distribusjonsløsninger
- legge til rette for produksjon av hydrogen med lave eller ingen utslipp for å dekke den nasjonale etterspørselen i 2030. Målet er å bidra til å redusere norske klimagassutslipp
- legge til rette for etablering av samfunnsøkonomisk lønnsom produksjon av blått hydrogen blant annet gjennom Gassco sin arkitektfunksjon, ved å tildele areal for CO₂-lagring etter lagringsforskriften til interessenter med lagringsbehov og behandle relevante søknader om utbygginger under lagringsforskriften raskt og effektivt

I oktober 2022 satte Olje- og energidepartementet i gang en ekstern utredning av hvordan staten kan bidra til å bygge opp en sammenhengende verdikjede for hydrogen produsert med lave eller ingen utslipp, der produksjon, distribusjon og bruk utvikles parallelt. Oslo Economics er sammen med Sintef, Greensight og NTNU valgt som leverandør av utredningen.

Ved Stortingets behandling av statsbudsjettet for 2023 ble det inngått et budsjettforlik mellom regjeringspartiene og SV hvor følgende verbalforslag ble vedtatt:

“Stortinget ber regjeringen komme med en plan om å innføre et system for differansekontrakter for hydrogen i løpet av 2023.”

5. januar 2023 ble det kjent at Norge og Tyskland skal samarbeide om å sikre storskala leveranser av hydrogen med nødvendig infrastruktur fra Norge til Tyskland innen 2030. Som del av dette samarbeidet skal Gassco og tyske DENA gjennomføre en mulighetsstudie som presenteres våren 2023. Norge og Tyskland skal sammen søke å akselerere de nødvendige rammebetingelser for et fungerende europeisk hydrogenmarked.

Gjennom Oostende-erklæringen, som omfatter fornybart hydrogen, og som Norge er del av, forplikter vi oss sammen med Frankrike, Storbritannia, Irland, Luxembourg, Danmark, Tyskland, Belgia, og Nederland til et felles mål om å realisere en havvind-kapasitet på 120 GW innen 2030 og 300 GW innen 2050. Erklæringen inneholder også forpliktelser om å legge til rette for fornybar hydrogenproduksjon gjennom samarbeid og infrastruktur i Nordsjøen.

¹⁰ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringens-klimastatus-og-plan/id2931051/>

4 Den norske hydrogenverdikjeden – fortrinn og status



Norge har betydelige fortrinn når vi skal bygge en hydrogenverdikjede. Vi har god tilgang på fornybar energi, en lang historie med erfaring fra avansert prosessindustri, herunder hydrogen og elektrolyseproduksjon, rike forekomster av naturgass, og en etablert satsing på CCS. Norge trekker på en sterk industri og maritim sektor med stort potensial for bruk av hydrogen og ammoniakk. Tilgangen på naturgass og fornybar kraft blir pekt på som en av hydrogenverdikjedens fremste fortrinn i Norge.

Energitilgang og kompetanse gir gode forutsetninger for både hydrogenproduksjon og utstøpsproduksjon. Kompetanse som er bygd opp over tid i kraftbransjen, kraftkrevende industri og olje- og gassindustrien, er et godt grunnlag for oppbygging av en sammenhengende hydrogenverdikjede i Norge. Rapporten «Grønne elektriske verdikjeder»¹¹, trekker fram at Norge har spesielle konkurransefortrinn innen produksjon av elektrolysører, lagringsutstyr, og systemløsninger. Gjødseindustri og annen industriproduksjon, maritime operasjoner og transport på vei, sjø og i luften representerer de største markedene både nasjonalt og i utlandet.

Norge er godt posisjonert for en netto-null karbonøkonomi. Ressursbasen til produksjon av blått hydrogen fra naturgass er veldig stor dersom man velger å gradvis omgjøre naturgasseksporten til hydrogen. Olje- og gasssektoren har et betydelig antall direkte og indirekte sysselsatte, og gir sammen med leverandørnæringene samtidig et godt kompetansegrunnlag for i energiomstillingen. Forskningsmiljøene er blant Europas sterkeste innen flere av de sentrale områdene og jobber tett med industrien gjennom to FME (Hydrogeni og HyValue) og tilsvarende program i Horisont Europa.

Det produseres årlig omtrent 225 000 tonn hydrogen i Norge i dag, hovedsakelig grått¹² hydrogen fra naturgass som innsatsfaktor i petrokjemisk industri. Av dette utgjør Yara sin ammoniakkproduksjon på Herøya og Equinor sin metanolproduksjon på Tjeldbergodden til sammen omtrent 180 000 tonn hydrogen (DNV, 2019). Mindre mengder grønt hydrogen produseres og benyttes lokalt til fyllestasjoner for lastebiler, personbiler og gaffeltrucker. I tillegg eksisterer det noen få vannelektrolyse demonstrasjonsanlegg/piloter, blant

annet i Berlevåg (Varanger Kraft), på Kongsberg (Deep Purple Pilot), samt i tilknytning til laboratorier og testanlegg (Herøya og i Stord).

Industrien har planer knyttet til produksjon og bruk av grønt hydrogen både til produksjon av grønn ammoniakk (Yara; Herøya), som reduksjonsmiddel i metallurgiske prosesser (TiZir; Tyssedal) og som alternativ til naturgass for høytemperatur varme i industrielle prosesser (Celsa; Mo i Rana, Norsk Hydro; Høyanger). Disse prosjektene vil, dersom de blir realisert, føre til produksjon av mer enn 100 000 tonn hydrogen per år. Norge har en sterk posisjon innen gjødseproduksjon og metallurgi, hvor en tidlig etterspørsel i Norge kan gi gode muligheter for en tidlig posisjon og oppskalering nasjonalt og internasjonalt.

Norge har et ambisiøst sektormål om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske i 2030 sammenliknet med 2005¹³. Energibruken i innenriks sjøfart og fiske i Norge utgjør i dag om lag 15 TWh (DNV, 2022). Sammen med direkte elektrifisering og bruk av biodrivstoff skal utslippene kuttes ved bruk av hydrogen og ulike hydrogenbaserte drivstoff som ammoniakk og grønn metanol. DNV har anslått at hydrogenbaserte drivstoff må stå for om lag halvparten av utslippskuttene for å nå halveringsambisjonen i 2030, som krever 3-6 TWh kraft avhengig av andelen grønt og blått hydrogen. Mot 2050 må hydrogenbaserte drivstoff alene stå for 10 TWh energi til maritim transport.

Norge har en sterk teknologileverandørindustri for maritime løsninger på hydrogen og ammoniakk innen fremdriftssystemer, skipsdesign og infrastruktur-løsninger. Sammen med en stor maritim næring har sjøfartsnasjonen Norge grunnlaget for en hel maritim verdikjede som kan bli verdensledende gjennom en sterkt nasjonal satsing på bruk av hydrogen og ammoniakk i Norge.

En stor del av innenriksflåten er relatert til maritime operasjoner knyttet til havnæringene som petroleum og oppdrett der Norge har tatt en ledende rolle. Norske skip er i daglig tjeneste globalt og representerer en markedsføring av norske lavutslippsløsninger, som underbygger aktiviteten i den maritime næringen i Norge. Ombygging av eksisterende flåte til lavutslippsløsninger som tas i bruk og demonstreres i

¹¹ gronne-elektriske-verdikjeder.pdf (nho.no)

¹² Grått hydrogen, som reformeres fra naturgass eller olje, genererer 9 tonn CO₂ for hvert tonn hydrogen.

¹³ Meld. St. 10 (2020–2021)

hjemmemarkedet, demonstrerer potensialet for utslippsreduksjoner internasjonalt. NORWEP har vist at interessen for lavutslippsteknologi er økende internasjonalt.

I Norge er det i dag etablert 5 prosjekter for maritime knutepunkt som hver vil produsere omtrent 8 tonn hydrogen per dag. Dersom disse realiseres, tilsvarer de omtrent 14 600 tonn hydrogen per år. Langt flere prosjekter har som mål om å bli maritime knutepunkt for hydrogen og hydrogenbaserte drivstoff, herunder Herøya, Slagentangen, Fiskaa (GreenH), Hellesylt (Norwegian Hydrogen), Yara og Barents Blue.

10 skip fått investeringsstøtte fra Enova for å pilotere fremdriftssystemer for hydrogen og ammoniakk. Norled har satt M/F Hydra i drift mars 2021, som er verdens første skip som seiler med flytende hydrogen som drivstoff. Hydra får LH₂ levert med lastebil fra Tyskland fordi vi ikke har LH₂ produksjon i Norge. Norled, med flere andre rederier arbeider med å etablere LH₂ produksjon i Norge. Det er våren 2023 flere europeiske prosjekter under utvikling som legger Hydra sine løsninger til grunn for utvikling av fremtidens nullutslippsskip innen nærskipfart.

Investeringsbeslutningen for produsentene er avhengig av langsiktige forpliktelser og kontrakter med kunder. På samme måte vil de 10 skipene som har fått tilsagn, ikke bli realisert uten rammer som sikrer konkurranedyktig pris på hydrogenbasert drivstoff vs. fossilt drivstoff.

4.1 Status for den norske hydrogenverdikjeden

Analyseselskapet Menon Economics gjorde i 2022 en næringsøkonomisk analyse av norsk hydrogennæring¹⁴. I 2022 fant de 59 prosjekter under utvikling i Norge, både innen direkte produksjon av hydrogen og ammoniakk og produksjon av utstyr. Disse prosjektene tilsvarte en samlet omsetning på 1,47 mrd. kroner, 815 årsverk og eksportinntekter på 990 mill. kroner i 2022.

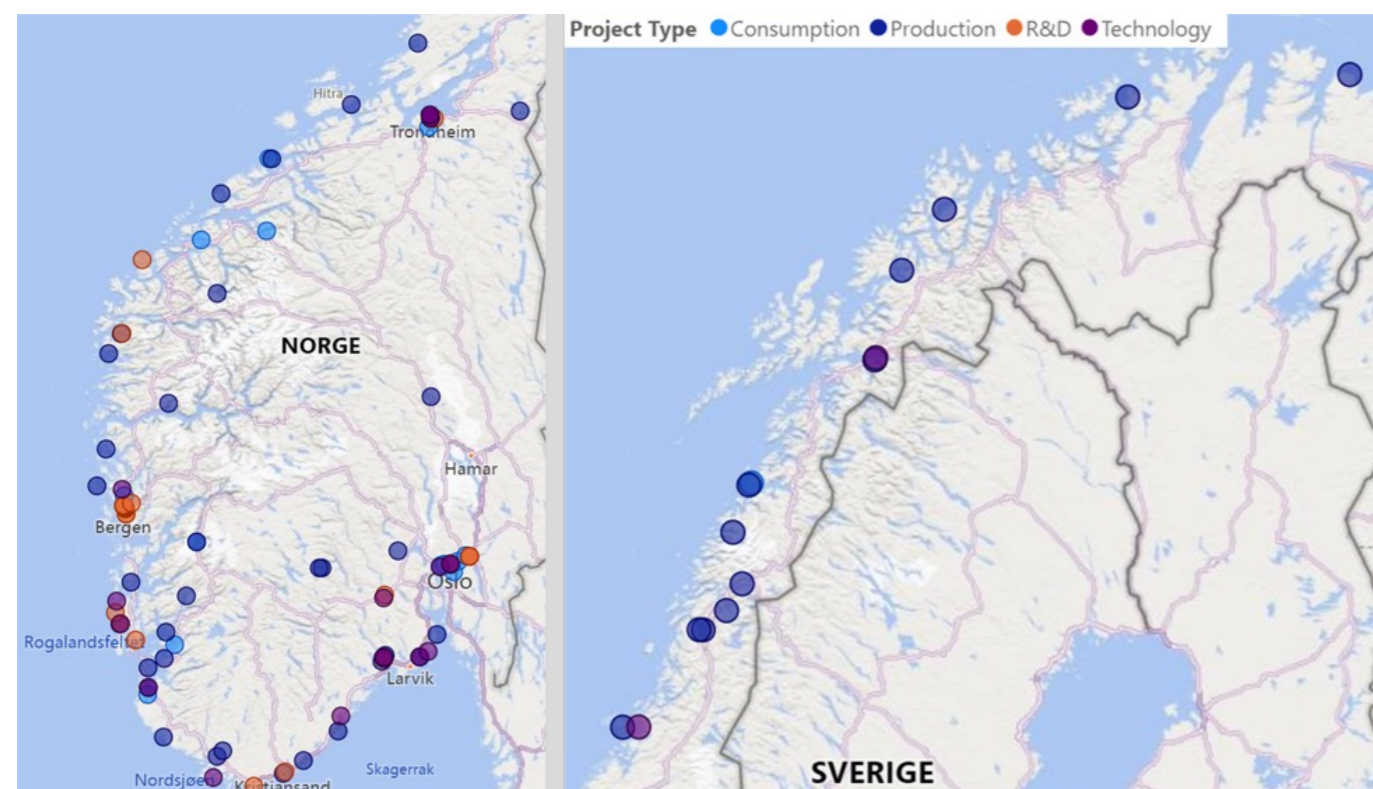
Bedriftene i Menons undersøkelse skisserte samtidig følgende samlede forventninger til utviklingen i 2030: 83 mrd. kroner i omsetning, 5 800 årsverk, 61 mrd. kroner i eksportinntekter, i tillegg til 98 mrd. kroner i forventede investeringer frem mot 2030. Menon påpeker at det vil være konkurranse mellom prosjektene, slik at ikke alle vil nå sine forventninger, og at investering-

ene antagelig vil være mindre enn estimert. Menon peker likevel på at det også vil komme nye aktører i hele verdikjeden, og at aktørenes forventninger derfor fungerer som en god benchmark for utviklingen i næringen.

McKinsey¹⁵ estimerer at den norske hydrogenverdikjeden, bestående av både innenlands produksjon, eksport og leverandørindustri kan ha et omsetningspotensial på 71 mrd. NOK i 2030, og et sysselsettingspotensial på 33 000 arbeidsplasser. I følge McKinsey kan en satsing i dette formatet bidra med utslippsreduksjoner på 22 millioner tonn CO₂ i Norge og Europa.

Norsk hydrogennæring kjennetegnes av høy produktivitet. Ifølge beregninger fra Menon Economics ventes at verdiskaping per sysselsatt vil være på om lag 3,6 millioner kroner, noe som er betraktelig høyere enn snittet for den norske fastlandsindustrien, som ligger på om lag 1,1 mill. kroner per sysselsatt.

En kartlegging fra Norsk Hydrogenforum (NHF) per april 2023 viser at norsk hydrogenindustri har hatt en betydelig vekst de siste to årene. Antall prosjekter har doblet seg, og aktiviteten er nå spredt over alle fylker og 58 kommuner. NHF har samlet informasjon om alle planlagte og igangsatte hydrogen- og ammoniakkprosjekter i Norge i rapporten The Norwegian Hydrogen Landscape. Fra et nivå på 50 prosjekter i 2021, har antallet prosjekter økt til hele 126 i 2023. Av de 126 prosjektene er 51 knyttet til hydrogenproduksjon, med en samlet planlagt produksjonskapasitet på 9 457 MW i 2030. Grønn hydrogenproduksjon dominerer i antall prosjekter, mens blått hydrogen vil utgjøre over halvparten av planlagt produksjonskapasitet i 2030. 31 prosjekter er knyttet til bruk av hydrogen, 26 prosjekter omhandler oppskalering av teknologi, og 43 forsknings- og utviklingsprosjekter.



¹⁴ Menonpublikasjon 134/22: Verdien av den norske hydrogennæringen - Menon Economics

¹⁵ McKinsey 2022 Norge i morgen | McKinsey

5 Markedsmuligheter



Markedsutviklingen for hydrogen og hydrogenteknologi påvirkes av flere faktorer, som klimaambisjoner, energiomstillingen, konkurrerende teknologier, utvikling av rammevilkår, samt etableringen av verdikjeder og økosystemer. Utviklingsplaner for hydrogen i ulike sektorer bør sees i sammenheng med disse. Til tross for høye ambisjoner og stort behov for fornybart og lavkarbon hydrogen, er markedet knapt etablert, og markedssvikt er tydelig tilstedeværende i alle deler av verdikjeden.

Fremtidig behov

Menon¹⁶ peker på forventninger om et samlet mulig norsk produksjonsvolum i 2030 på om lag 3 300 tonn hydrogen per dag, tilsvarende en årlig produksjon på 1,2 millioner tonn hydrogen, samt et samlet produksjonsvolum på rundt 5200 tonn ammoniakk per dag, eller 1,8 mill. tonn hydrogen per år.

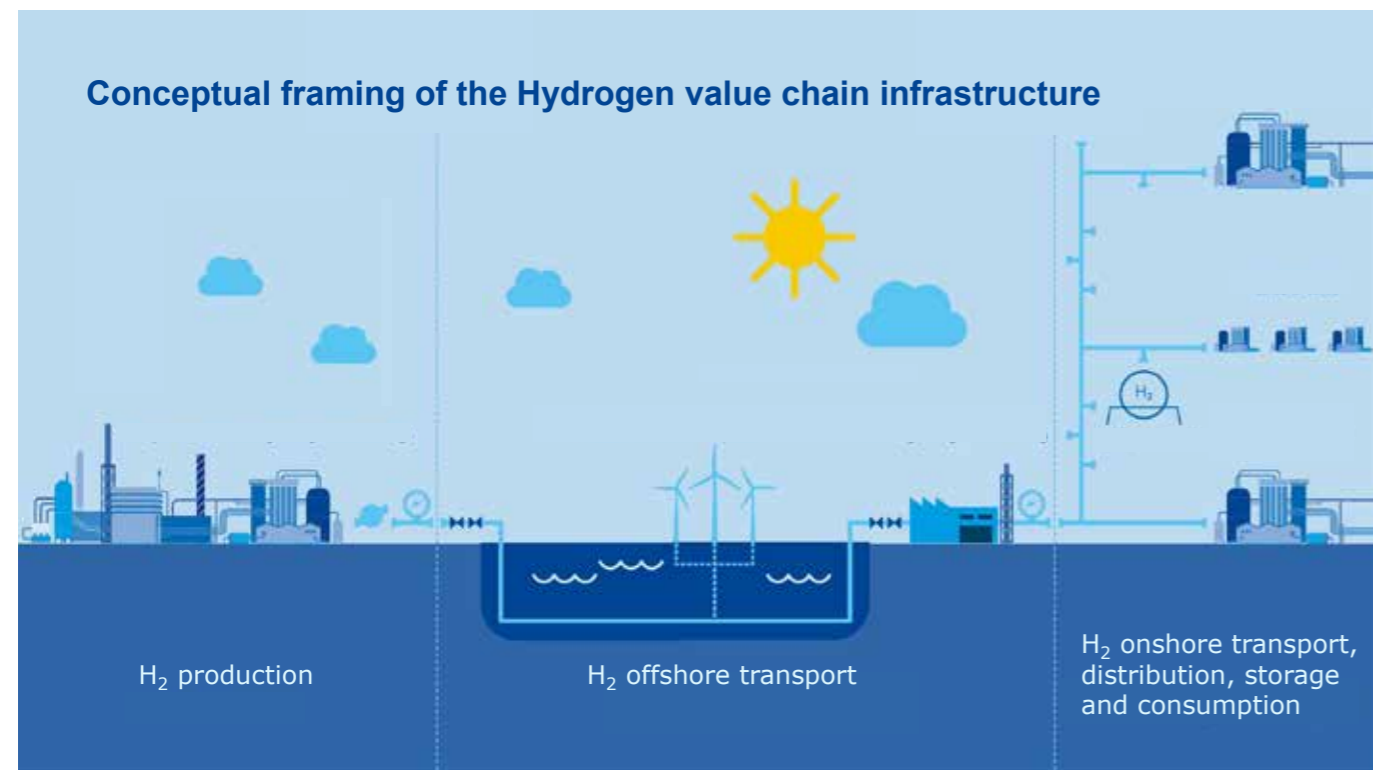
Gassco leder arbeidet med en mulighetsstudie for hydrogen eksport fra Norge. Gassco ser det som realistisk at det kan eksporteres mellom en halv og én million tonn hydrogen i 2030 og at produksjonen kan øke til mellom 2,5 og 3 millioner tonn over en tiårsperiode mot 2040. I oppstarten og som grunnlag for

etablering av den muliggjørende infrastrukturen, vil det være hydrogen fra gass som kan sikre tilstrekkelige volumer til å bære investeringen.

Etableringen av en infrastruktur åpner muligheten og evnen til å supplere produksjonen av hydrogen basert på fornybar elektrisitetsproduksjon fra fastlandsproduksjon og påkobling av hydrogen fra havvindparkene langs røret, fra Danmark, Nederland og Tyskland. Kombinert med satsingen på transport av CO₂ fra europeisk industri til Norge bygger vi fundamentet for en aktivitet som bygger videre på vår omfattende kapasitet og kompetanse fra petroleumssektoren.

Europa og verden

EUs hydrogenstrategi ble lansert i juli 2020, med et mål om å bygge opp nok elektrolysekapasitet til å produsere 10 Mt fornybart hydrogen i 2030. REPowerEU planen som ble lansert i mai 2022, som en respons på Russlands invasjon i Ukraina, har videre forsterket denne ambisjonen og omtalt hydrogen som en viktig del i det grønne skiftet, og for økt forsynings-sikkerhet for fornybar og ren energi. Helt konkret inkluderer REPowerEU en plan om et forsterket



Figur 1 Fra Gassco's arbeid med mulighetsstudien

¹⁶ 2022-134-Verdien-av-den-norske-hydrogennaeringen-1.pdf (menon.no)

¹⁷ REPowerEU: affordable, secure and sustainable energy for Europe (europa.eu)

¹⁸ Hydrogen - Analysis - IEA,

¹⁹ <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

hydrogenmarked basert på 10 Mt fornybart hydrogen produsert i EU, og 10 Mt import av fornybart hydrogen¹⁷. Hydrogenmiksen vil dermed skifte fra grått mot grønt og blått i årene som kommer.

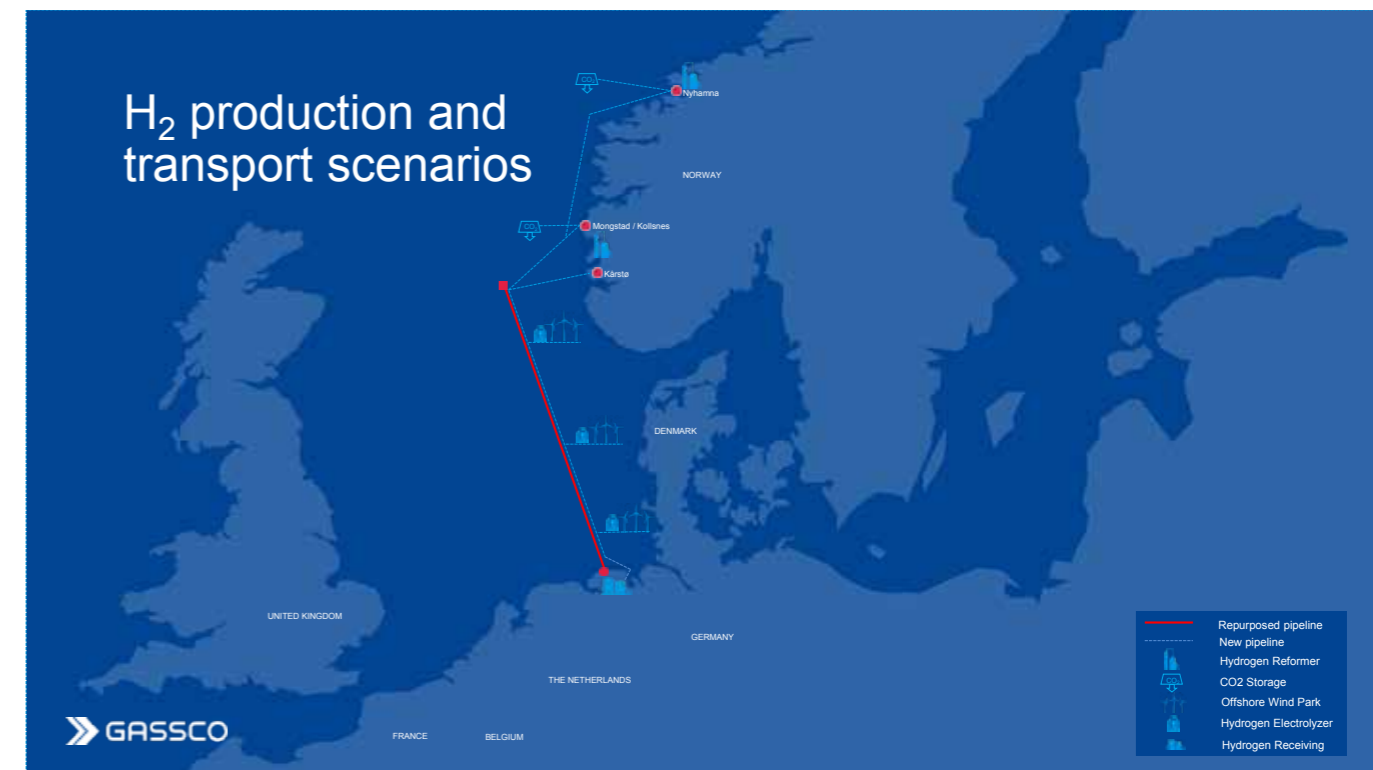
I Europa forventes det at opptil 70 prosent av alt hydrogen i 2030 vil være grønt eller blått. Norge bør etablere et tydelig mål om hvor stor del av denne ambisjonen Norge skal levere. Kommisjonen har foreslått at EU landene avslutter langsiktige avtaler om naturgass kontrakter innen 2049.

Konvertering av den norske gassen til hydrogen utvikler den norske gassverdikjeden og sikrer en langsiktig markedstilpasning. Norge er en energinasjon, og energiomstillingen påvirker etterspørselen. Norges fremtidige posisjon som en viktig energileverandør vil være avhengig av veivalgene og satsningene de de nærmeste årene.

Ifølge IEA var den globale etterspørselen etter hydrogen 94 Mt i 2021, en økning på 5% fra året før. Mesteparten av dette hydrogenet er grått hydrogen, og mindre enn 1% er lavutslipp hydrogen. Minst 26 land har utviklet egne nasjonale hydrogenstrategier

for rent hydrogen, med samlet mål om 145 - 190 GW elektrolysekapasitet i 2030¹⁸. I IEAs veikart for dekarbonisering av den globale økonomien, Net Zero by 2050¹⁹, vil hydrogen og hydrogenbaserte drivstoff fylle hullene der elektrisitet ikke kan erstatte fossile drivstoff direkte, og der bærekraftig bioenergi ikke kan holde tritt med etterspørselen. Det inkluderer blant annet hydrogenbaserte drivstoff for langdistanse-transport, skip og luftfart, samt hydrogen i tung industri som stål og kjemikalier. Dette vil kreve produksjon av 150 millioner tonn lavutslipp hydrogen allerede i 2030, og 850 GW elektrolysører. I 2050 må tilgangen på lavutslipp hydrogen økes til 520 millioner tonn.

Hydrogen Council mener hydrogen vil dekke omtrent 22 prosent av energibehovet globalt og omkring 20 prosent av verdens avkarboniseringsbehov i 2050. De viktigste markedene for norske eksportører vil være shipping og industri, fulgt av landtransport i Europa, Asia og Nord-Amerika.



Figur 2 Fra Gassco's arbeid med mulighetsstudien

6 Satsing på hydrogenindustri i relevante konkurrentland



Mange land har hydrogenstrategier og offensive satsinger med tanke på å bygge en fremtid med lave utslipp og konkurransedyktig hjemlig industri. Særlig vil innholdet i satsingen til USA og EU påvirke konkurransevnen til norske hydrogen- og utstyrs leverandører og derved investeringer i Norge.

USAs klimapakke Inflation Reduction Act (IRA) innebærer betydelige skattekreditter for produksjon av hydrogen med lave klimagassutslipp, i tillegg til investeringsstøtte for elektrolyseproduksjon. IRA gir betydelige subsidier til produksjon av ny fornybar energi fra sol, vind og vannkraft og utstyr som sol-cellepaneler, vindturbiner og omformere. Konsekvensen av IRA er betydelig økt lønnsomhet for hydrogenproduksjon og at grønt og blått hydrogen vil kunne konkurrere med grått hydrogen i USA. IRA gir en betydelig kostnadsreduksjon for hydrogenproduksjon i USA, som i sin tur vil påvirke investeringer i hydrogen og ammoniakkproduksjon i Europa.

Subsidier i denne størrelsesorden i Norge ville betydd flere milliarder i investeringsstøtte eller ekstra inntekter for lavkarbon hydrogenproduksjon og elektrolyseproduksjon.

EU-kommisjonen har på sin side åpnet for mer støtte gjennom statsstøttereguleringen og satt produksjonsmål for kritiske teknologier og innsatsfaktorer. Det er i tillegg etablert en egen hydrogenbank hvor det i første omgang åpnes for søknader til grønt hydrogen. Norske aktører kan delta i konkurranse om midlene fra hydrogenbanken. Total ramme er satt til 3 mrd. euro og første utlysning vil være på 800 mill. euro. Hydrogenbanken vil være en god start for en europeisk hydrogen-satsing, men for å etablere et hydrogenmarked i Europa, antas det at man trenger ytterligere risikoavlastning i det enkelte land, spesielt til blått hydrogen. Grunnen til dette er at de planlagte utlysningene hverken er store nok til å dekke behovet for et større hydrogenmarked og fordi de foreløpig kun omfatter grønt hydrogen.

Det er knyttet usikkerhet rundt hvordan IRA og EUs hydrogensatsinger vil påvirke norske bedrifter, men det blir stadig tydeligere at investeringer i elektrolyseproduksjon og produksjon av grønt og blått hydrogen i Europa utfordres av høye amerikanske støttenivåer.

På kort sikt er det reell fare for at investeringer i den norske hydrogenverdikjeden flyttes til USA, noe vi ser er i ferd med å skje. En positiv effekt vil være at teknologiutviklingen innen hydrogenproduksjon generelt vil få et betydelig løft, noe som vil bringe kostnadene ned på sikt. Subsidiering av energiproduksjon, med mulighet for betydelig lavere energipriser i USA kan utgjøre en betydelig konkurransefordel, spesielt ved produksjon for ammoniakk og syntetiske drivstoff, som er mer egnet for frakt enn hydrogen.

Menon Economics har utført en analyse på vegne av NHO som sammenligner støtte i USA, EU-land og Norge for flere grønne verdikjeder, herunder hydrogen. Denne viser blant annet at lønnsomhetene for grønt hydrogen blir noenlunde lik i EU-landene og USA. Forskjellene i lønnsomhet for blått hydrogen er så store at det vil kunne medføre at investeringer trekkes til USA heller enn til Europa. Det vil medføre lavere vekst i hydrogennæringen i Norge og Europa. Det er grunn til å tro at de store aktørene trekkes til USA, mens mindre aktører med færre ressurser, blir værende og at vi derved taper i teknologiutviklingen.

I fornybardirektivet (RED III), der enighet ble oppnådd i mars i 2023, er det satt egne mål om fornybart hydrogen i industrisektoren og transportsektoren. I industrisektoren skal 42% av hydrogenet som brukes i industrien komme fra fornybare drivstoff av ikke-biologisk opprinnelse (RFNBO) innen 2030 og 60% innen 2035. Det er også et minimumskrav på 1 % fornybart drivstoff av ikke-biologisk opprinnelse (RFNBO) i andelen fornybar energi som leveres til transportsektoren i 2030.

7 Ambisjoner



For å bygge en vellykket hydrogenindustri i Norge og velge gode og målrettede virkemidler for å gjennomføre dette, må målsettingene være klare.

Det anbefales at en nasjonal strategi inneholder konkrete målsettinger på tre områder: hydrogenproduksjon for hjemmemarkedet, hydrogenproduksjon for eksport, og leveranser av hydrogen teknologi.

Følgende målsettinger vil være ambisiøse, men også gjennomførbare for norsk næringsliv.

7.1 Hydrogenproduksjon for det grønne skiftet i Norge

Produksjon av fornybart og lavkarbon hydrogen, ammoniakk og andre derivater for å redusere klimagassutslipp, styrke omstillingen i eksisterende industri, og bygge en ny grønn industri i Norge.

Frem mot 2030 bør det være et mål å produsere nok fornybart og lavkarbon hydrogen i Norge til eksempelvis å erstatte den eksisterende produksjonen på 225 000 tonn grått hydrogen²⁰, og møte den nasjonale hydrogen-etterspørselen.

Norsk prosessindustri og annen tung industri må fjerne utslippene for å være relevante og konkurransedyktige. Det vil kreve tilgang til fossilfrie alternativer der de ikke kan kutte sine utslipp gjennom direkte elektrifisering. Fornybart og lavkarbon hydrogen er det mest aktuelle og modne alternativet for å fjerne disse utslippene.

Miljødirektoratet har beregnet reduksjonspotensialet for bruk av hydrogen i industrien til om lag 1 million tonn CO₂ i 2030, tilsvarende produksjon og bruk av mer enn 100 000 tonn hydrogen. Det er varslet et forbud mot fossile brenslere til oppvarmingsformål i industrien innen 2030. Virkemidler og politiske mål må bidra til at norske bedrifter er i stand til å etterleve slike reguleringer.

Maritim transport og tungtransport på vei er to andre sektorer med stort energiforbruk og høye utslipp av klimagasser. Hydrogen og hydrogen-derivater kan være en god erstatning for fossilt drivstoff i tilfeller der direkte elektrifisering ikke er egnet. Beregninger gjennomført av DNV med flere, tilsier at potensialet for utslippskutt i transportsektoren (maritim og tungtransport) ved bruk av hydrogen er på om lag samme nivå som i industrien frem mot 2030. Tilgang på hydrogen til konkurransedyktig pris er avgjørende for å nå utslippsmålene i maritim sektor, samt for å sikre norsk maritim næring sine konkurransefortrinn som leverandør av grønn teknologi og tjenester.

Hydrogenproduksjon for å erstatte grått hydrogen og møte den nasjonale etterspørselen i industrien og transportsektoren vil kreve 6-12 TWh elektrisk kraft i 2030, avhengig av andelen blått og grønt hydrogen.

Ambisjon

- I 2030 bør det produseres minst 250 000 tonn²¹ fornybart og lavkarbon hydrogen²² inkludert hydrogen-derivater i Norge, nok til å kutte innenlands utslipp av klimagasser med inntil 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter²³.

Del-ambisjoner

- I 2030 bør minst 5 fullskala prosjekter for produksjon og bruk av hydrogen til avkarbonisering i industrien være realisert.
- I 2030 bør 20-30 prosent av energiforbruket²⁴ til innenriks sjøfart og fiske være hydrogenbasert (hydrogen, e-metanol eller ammoniakk). NB! Ikke realistisk uten svært omfattende virkemiddelbruk og hurtig teknologiomstilling i flåten på kort tid.
- Innen 2030 bør det stilles krav som sikrer en halvering av utslippene i de maritime tjenestene til olje og gass aktiviteten på norsk sokkel. En slik realisering krever at de fartøyssegmentene som hovedsakelig opererer på norsk sokkel opererer uten utslipp.
- I 2025 bør de første 5 hydrogenknutepunktene for maritim transport med tilknyttede landtransportløsninger på hydrogen være etablert

²⁰ Grått hydrogen, som reformeres fra naturgass eller olje, genererer 9 tonn CO₂ for hvert tonn hydrogen.

²¹ Tilsvarende 2 GW installert kapasitet elektrolysører.

²² I tråd med regjeringens ambisjon om å legge til rette for produksjon av hydrogen med lave eller ingen utslipp for å dekke den nasjonale etterspørselen i 2030. 1 tonn hydrogen tilsvarer 33 MWh elektrisk kraft. Produksjon av 1 kilo hydrogen gjennom elektrolyse krever i dag om lag 50 kWh elektrisk kraft. 250 000 tonn fornybart hydrogen krever da 12,5 TWh elektrisk kraft. Omgjøring av naturgass til blått hydrogen vil ha et energitap på om lag 25 prosent.

²³ Hydrogenproduksjonen som forventes å bidra til dekarbonisering av norske industrier, har potensial til å erstatte i gjennomsnitt 7,1 kg CO₂ per kilo H₂. <https://www.norgeimorgen.no/>

²⁴ I Meld. St. 10 (2020-2021) Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring, ble det satt en ambisjon om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske i 2030 sammenliknet med 2005. Samlet energibruk i innenriks sjøfart og fiske i Norge utgjør i dag om lag 15 TWh (DNV, 2022). DNV har anslått at hydrogenbaserte drivstoff må stå for om lag halvparten av utslippskuttene for å nå halveringsambisjonen i 2030, som kreve 3-6 TWh kraft avhengig av andelen grønt og blått hydrogen. Mot 2050 må hydrogenbaserte drivstoff alene stå for 10 TWh energi til maritim transport.

²⁵ <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>

- I 2030 bør et landsdekkende nettverk av hydrogenknutepunkter for maritim transport være på plass.
- I 2025 bør de første hydrogenstasjonene for tungtransport være etablert
- I 2030 bør et landsdekkende nettverk av hydrogenstasjoner for tungtransport være på plass

7.2 Hydrogenproduksjon for et europeisk og globalt marked

Storskala produksjon av lavkarbon og fornybart hydrogen og ammoniakk for eksport til et europeisk og globalt marked.

I 2022 utgjorde hydrogen mindre enn 2 prosent av Europas energiforbruk, og 96 prosent av hydrogenproduksjonen kom fra reformering av naturgass med store utslipp av klimagasser. EU har satt mål om å øke produksjonen og tilgangen til fornybart hydrogen med 20 millioner tonn innen 2030, hvorav 10 millioner tonn skal importeres. Norge har gode forutsetninger til å bidra, og kan hjelpe EU i betydelig grad til å innfri sine mål ved å tilby både fornybart hydrogen og lavkarbon hydrogen. Det siste forutsetter at EU aksepterer lavkarbon hydrogen fra naturgass med CCS som en del av løsningen frem mot 2040 og 2050, og ønsker å kjøpe det.

Norge eksporterte i 2022 totalt 122 milliarder standardkubikkmeter naturgass, noe som er nok til å produsere ca. 25 millioner tonn lavkarbon hydrogen²⁵. Med en ambisjon om utbygging av 30 GW havvind på norsk sokkel i 2040, vil også havvind kunne bidra med betydelige mengder fornybart hydrogen til eksport til Europa.

Realisering av hydrogenrør fra Norge til Europa med tilstrekkelig kapasitet, samt etablering av nødvendig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel til å håndtere storskala hydrogenproduksjon fra naturgass med CCS, er en forutsetning for å lykkes.

Ambisjon

- På 2030-tallet bør norsk hydrogeneksport dekke 10 prosent av EUs hydrogenetterspørsel, anslagsvis 2 mill. tonn hydrogen (inkl. hydrogen-derivater) per

år, tilsvarende 10 prosent av Norges naturgass-eksport. Ambisjonen forutsetter etablering av tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel (20 millioner tonn CO₂/år)

Del-ambisjoner

- I 2026 bør investeringsbeslutning være tatt på fornybart og lavkarbon hydrogenprosjekter som skal bidra til eksportmålet for 2030.
- I 2026 bør rammer og muligheter for eksportrettet distribusjon og frakt av fornybart hydrogen lagret på konteinere være på plass.
- I 2030 bør en helt ny eller en delvis ny og delvis gjenbrukt naturgass-rørledning være ferdigstilt for hydrogentransport fra vestkysten av Norge til Nordvest-Europa.
- Grønt hydrogen må inngå som en del av norsk havvind-satsing, hvor overskuddskraft utnyttes og knyttes opp mot eksportløsning for hydrogen til Europa.
- Innen 2030 bør det etableres tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel til å møte ambisjonene for hydrogenproduksjon fra naturgass med CCS, det vil si minimum 20 millioner tonn CO₂ per år
- Myndighetene må bidra og legge til rette for etablering av eksport-terminaler for ammoniakk (kai-anlegg, lagring og skipning)

7.3 Leveranser av hydrogenteknologi

Bygge en sterk norsk leverandørindustri for teknologi og infrastruktur til det globale markedet for produksjon, lagring, distribusjon og bruk av hydrogen.

EUs ambisjon om å produsere 10 millioner tonn fornybart hydrogen innenfor EU innen 2030 krever kraftig oppskalering av produksjonskapasiteten for innovativ nullutslippsteknologi som elektrolysører, distribusjons- og lagringsutstyr.

Produksjon av 10 millioner tonn fornybart hydrogen vil kreve en installert elektrolysekapasitet på 90-100 GW i EU i 2030²⁶, avhengig av effektivitet og utnyttelsesgrad på elektrolysørene, -som er ventet å bli forbedret i årene som kommer. I 2022 var den samlede produksjonskapasiteten for elektrolysører i Europa på 1,75 GW. Ifølge IEA vil det globale markedet for elektrolysører være om lag 700 GW i 2030.

Norge har lang historisk erfaring, med etablering av verdens største elektrolysebaserte hydrogenfabrikk på Vemork tilbake i 1929. Vi ligger fortsatt i front internasjonalt innen hydrogenteknologi. Norske leverandører har gode forutsetninger for å ta betydelige andeler av den europeiske og globale etterspørselen etter elektrolysører, lagringstanker og annet hydrogenutstyr i årene fremover.

Lagringsløsninger er en vesentlig del av verdikjeden for hydrogen. Behovet for fleksibel produksjon og bruk av hydrogen som energibærer krever muligheter til lagring. Hydrogenkonteinere som er godkjente for lagring, transport, og som drivstofftank er en avgjørende komponent for kunne å ta i bruk hydrogen i ulike anvendelser. Norge har et svært kompetent miljø for utvikling og produksjon av hydrogenkonteinere.

Ambisjoner

- I 2030 bør norske leverandører av elektrolysører ha en markedsandel på inntil 25 prosent av EUs interne etterspørsel, tilsvarende en årlig produksjonskapasitet på 7-10 GW²⁷.
- I 2030 bør norske leverandører av hydrogenkonteinere ha en markedsandel på 10 prosent av EUs etterspørsel.
- I 2030 bør norsk leverandørindustri ha en markedsandel på inntil 5 prosent av det samlede globale markedet for hydrogenutstyr, som elektrolysører, brenselceller, tanker, sensorer/målere, koblinger, ventiler med mer

²⁶ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2829

²⁷ Tilsvarende 3-5 fabrikker med produksjonskapasitet på 2 GW elektrolysører (NB! ikke 2 GW kraftforbruk)

8 Riktige virkemidler for å utløse ambisjonene



Det er flere ting som må på plass for å sikre etablering av produksjon, bruk og oppbygging av en leverandørindustri for hydrogen i Norge.

Det vil være avgjørende at det raskt etableres rammebetingelser som gjør det attraktivt å satse innenfor hydrogenverdikjeden, og som kan utløse

- forutsigbar tilgang til hydrogen til en pris som gir lønnsomhet for både produsent og bruker.
- nødvendige investeringer i produksjonsfasiliteter, løsninger for bruk (maritimt, tungtransport og i industrien), og elektrolyseproduksjon.

Statlig risikoavlastning vil være avgjørende for å etablere markeder og stimulere til investeringer. I tillegg til produksjons- og investeringsstøtte, vil oppbygging av en hydrogenindustri avhenge av tilgang på kraft, etablering av infrastruktur, FoU og kompetanse, effektive reguleringer og myndighetskapasitet. Anbefalingene under gir konkrete innspill til hvordan en satsing kan se ut.

I maritim sektor har dagens investeringsstøtte ikke vært tilstrekkelig for å utløse investeringsbeslutninger for hydrogenbrenne skip eller produksjons- og leveransefasiliteter.

"Governments have a key role in enabling investment-led growth and ensuring that the benefits are shared by all. There are large differences in macroeconomic impacts between regions. But government investment and public policies are essential to attract large amounts of private capital and to help offset the declines in fossil fuel income that many countries will experience" (IEA - Net Zero by 2050²⁸)

8.1 Stimulere etterspørselen

Etterspørselsvirkemidler skal først og fremst bidra til økt etterspørsel og konkurransekraft for hydrogen som energibærer og utslippsreducerende tiltak i sluttbrukermarkedet. I denne sammenheng vil det si i industrien, maritim transport, tungtransport, jernbane og luftfart. Det kan gjøres gjennom å gjøre utslipp av klimagasser dyrere, etablere etterspørsel gjennom utslippskrav, og legge til rette for bruk av hydrogen.

Overgangen til fornybar og lavkarbon hydrogen i industrien, maritim transport, landtransport og luftfart vil også kreve store investeringer i nybygg eller ombygging av fabrikker, produksjonsanlegg, distribusjonssystemer, tankanlegg, fartøy, skip, kjøretøy og fly. Elektrolyserer, brenselceller, tankanlegg med mer er kanskje teknologisk modne, men ikke kommersielt modne eller konkurransedyktige. Kostnadene ved ombygging og nybygg til hydrogen er i dag gjerne dobbelt eller flere ganger høyere enn det tradisjonelle høykarbonalternativet. I overgangsfasen vil prosjekter i Norge og andre steder i verden vil være avhengig av investeringsstøtte eller andre type risikoavlastende ordninger for å kunne realiseres, inntil markedet er etablert og løsningene er kommersielle og konkurransedyktige.

Myndighetene bør:

- Sikre at årlig økning av innenlandsk CO₂-avgift gjennomføres etter planen fram mot 2030.
- Sikre innføring av CBAM og gode ordninger i eventuell overgang mellom CBAM og nedtrapping av frikvotene.
- Opprettholde CO₂ kompensasjon inntil et godt/realistisk alternativ er etablert og testet.
- EU:
 - Innføring av det reviderte EU-ETS-direktivet i norsk rett, som sikrer at maritim sektor og luftfart over de neste årene gradvis bli inkludert i kvotemarkedet, samt sikrer mulighet for midlertidige frikvoter for hydrogenproduksjon .
 - Innføring av RED II-direktivet fra 2018 med tilhørende Delegated Act på hydrogen.
- Stille krav til lav- og nullutslipp i anskaffelser av ferjer og hurtigbåter fra 2024, og ved neste konsesjonsutlysning for Kyststrømbudet gjeldende fra 2030
- Stille krav til lav- og nullutslipps servicefartøy i havbruksnæringen fra 2024.

²⁸ <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

²⁹ EU-ETS vil gjelde for skip som er større enn 5.000 bruttotonn. Det betyr at det er et betydelig antall skip som trafikkerer norskekysten som ikke omfattes. Dersom den norske CO₂ avgiften legges på kjøp av drivstoff, vil et stort antall skip i økende grad bunkre billigere utenfor Norge og dermed ikke bidra til å øke etterspørselen etter hydrogenbaserte drivstoff. Fra 2025 inkluderes også offshoreskip over 400 bruttotonn samt cargoskip mellom 400 og 5 000 bruttotonn i EU MRV.

³⁰ Tilsvarende om lag 10 prosent av ambisjonen om 250 000 tonn fornybar og lavkarbon hydrogenproduksjon for det grønne skiftet i Norge i 2030

- Stille krav til en halvering av utslippene fra de maritime operasjonene i tråd med klimastrategien for norsk sokkel.
- Utvide klimakrav i verdensarvfjordene til å gjelde for flere fjorder og områder langs kysten
- Innføre krav til grønne anleggsplasser og krav om bruk av grønt metall i offentlige bygg.
- Bruke offentlige anskaffelser for å legge til rette for forutsigbar bruk av hydrogen i Norge
- Innføre et konkurransebasert program for utbygging av hydrogenstasjoner for tungtransport i 2023 for å være klare for å ta imot lastebilene som er varslet i 2024/2025
- Etablere støtteprogrammer til bygging av bunkringsanlegg for hydrogenbaserte drivstoff til skip
- Gjennomføre testing av hydrogenbrenne godstog på banestrekninger hvor elektrifisering ikke er et fullgodt alternativ (eks Nordlandsbanen)
- Utvikle kapitalvirkemidler som kan utløse investeringer i nybygg eller ombygging til fornybar eller lavkarbon hydrogenbaserte løsninger i industrien, maritim næring, tungtransport og luftfart.
 - Risikoavlastning bør gis gjennom støtte, garantier eller lån gjennom Enova, Eksfin eller andre deler av virkemiddelapparatet.

8.2 Stimulere produksjon og bruk gjennom differansekontrakter

Differansekontrakter (CfD) er et virkemiddel som kan benyttes til å dekke forskjellen i driftskostnader mellom fornybar eller lavkarbon hydrogen og høykarbonalternativet, som gjerne er fossilt drivstoff eller fossile innsatsfaktorer. Gjennom differansekontrakter kan staten korrigere markedssvikt og fremskynde investeringsbeslutninger, ved å kompensere prisdifferansen som følger av høyere kostnader i en fase hvor fossile energibærere fortsatt er billigere enn hydrogen/ammoniakk. På det tidspunktet hydrogen er konkurransedyktig på pris vil støtten opphøre, og behovet for differansekontrakter faller bort.

Myndighetene bør:

- Raskt innføre konkurransebaserte ordninger med differansekontrakter (CfD) for hydrogen i Norge, basert på kvalitative kriterier tilpasset den aktuelle teknologien og markedet.
 - Målet med CfD-ordningene bør være å etablere et nasjonalt hydrogenmarked med et tilstrekkelig

antall prosjekter over hele landet.

- CfD-ordningene bør ha jevnlig utlysninger frem mot 2030, og en kontraktvarighet på minst 10 år.
- De første utlysningene bør omfatte både mindre og større prosjekter og målet bør være å bygge et marked av betydelig størrelse på sikt³⁰.
- Størrelsen på utlysningene må være slik at de treffer flere prosjekter.
- Det vil være avgjørende at det kommer en første utlysning så raskt som mulig, slik at ordningen kan virke utløsende på «gryteklare» prosjekter. En realistisk ambisjon kan være å annonsere utlysningen ved fremleggelse av statsbudsjettet for 2024.
- For å komme raskt i gang og sikre oppskalering i tråd med nasjonale klimaforpliktelser og ambisjonene i denne strategien, bør CfD-ordningene:
 - Knyttes til enkeltprosjekter og dekke prisdifferansen mellom driftskostnaden for fornybar og lavkarbon hydrogen og prisen på høykarbonalternativet i det aktuelle markedet.
 - Omfatte store og små prosjekter
 - Kunne tildeles produsenter eller brukere av hydrogen
 - Omfatte separate utlysninger for ulike typer hydrogen (inkludert hydrogen-derivater) Separate utlysninger sikrer at konkurransen gjennomføres på like vilkår.
 - Innrettes mot prosjekter i ulike markeder: industri, maritim og tungtransport
 - Være konkurransebasert med utgangspunkt i kriterier som garantipris (lavest mulig støtte per kg hydrogen), utslippsreduksjonspotensial, geografisk lokalisering, markedssegment og oppstartstidspunkt. De prosjektene som kommer best ut og passer best til formålet i ordningen tildeles kontrakt. Om nødvendig kan det settes volum- og prisbegrensninger for ulike teknologier og markeder. Garantiprisen i den enkelte kontrakten kan avgjøres i forhandlinger mellom staten og de utvalgte prosjektene.
 - Prioritere prosjekter med rask oppstart, hvor det foreligger konkrete og forpliktende planer både for produksjon og forbruk.
 - Inngå i en samlet virkemidelpakke der også investeringsstøtte og andre støtteordninger inngår.

8.3 Utløse investeringer i hydrogenteknologi, som elektrolyser- og konteinerproduksjon

Norge har en eksisterende industri for produksjon av elektrolyserer, som foreløpig har en høy global markedsandel. Elektrolyseremarkedet er et internasjonalt marked med stort eksportpotensial og forventninger om sterk vekst i årene fremover. Det samme gjelder i konteinermarkedet. Norge har over tid opparbeidet høy kompetanse på området, og har lang historie innen utvikling og bruk av elektrolyserer. Vi er nå i ferd med å bygge opp høy kompetanse innen hydrogenkonteinere.

Gitt industriens vekstforventninger og globale potensial, vil produsentene søke dit hvor de har best mulige forutsetninger for å skape lønnsom produksjon. USA med sin IRA, og EU-land med ulike støttetiltak, vil være naturlige lokasjoner for slik produksjon. Investeringer i Norge er truet som en direkte konsekvens av dette. Norge risikerer å gi slipp på et stort potensial i form av arbeidsplasser, kompetanseutnyttelse og etablert markedsposisjon, om det ikke gis rammevilkår for elektrolyserproduksjon som kan kompensere i tilstrekkelig grad det som er tilgjengelig i andre land.

Myndighetene bør:

- Implementere ulike ordninger for investeringsstøtte til etablering og utvikling av hydrogenteknologi i Norge innenfor rammen av EUs regelverk. Dette kan være i form av direkte investeringsstøtte, lån, garantier, eller annet.
- Dagens innretning og omfang av virkemiddelapparatet er ikke tilstrekkelig. Virkemiddelapparatet må justeres i samsvar med de nye midlertidige statsstøttereigningslinjene fra EU, innrettes etter dagens behov for investeringsstøtte til nye grønne prosjekter.

8.4 Sikre nødvendig infrastruktur

Rørinfrastruktur vil sikre en konkurransedyktig og energieffektiv transport av hydrogen til Europa, og er trolig det billigste alternativet for transport av store volumer over lengre avstander. Etablering av en velfungerende og effektiv rørinfrastruktur for hydrogen vil styrke Norges evne til å videreføre vår rolle som en viktig energileverandør til Europa.

Det er nå formalisert kontakt mellom myndighetene i

Tyskland og Norge og det er etablert konkrete prosjekter på bedriftsnivå. Gassco leder arbeidet med å utføre mulighetsstudie for hydrogen eksport fra Norge, og oppgir at de ser det som realistisk at produksjonen kan økes til mellom 2,5 og 3 millioner tonn mot 2040. Det vil i hovedsak være hydrogen fra naturgass med CCS i starten, men det vil også være mulig å ta inn fornybart hydrogen fra havvind på norsk, dansk nederlandsk og tysk sokkel langs røret når markedsforholdene ligger til rette for det. Kostnadsfordeling vil likevel avgjøre hvor attraktivt det vil være å satse på eksport av blått hydrogen gjennom rørledningen. For at det skal være attraktivt å eksportere blått hydrogen må det etableres en kostnadsdeling for rørledningen.

Flere land satser nå på produksjon av fornybart hydrogen fra havvind med tilhørende infrastruktur. Tyskland starter nå utvikling av storskala demonstrasjonsprosjekter med total kapasitet på 1 GW for fornybart hydrogen offshore, og Danmark og Nederland arbeider nå sammen om en forbindelse mellom en av Danmarks energiøyer og Nederland, med tanke på produksjon av fornybart hydrogen. Også Nederland og UK ser på hydrogenproduksjon basert på offshore vind. Som en del av Oostende-erklæringen legges også vekt på økt samarbeid om infrastruktur for hydrogen.

I flere markeder etterspørres det leveranser av hydrogen lagret på konteinere. Konteinere kan brukes både til lagring av hydrogen, til transport av hydrogen til brukersteder, og som drivstofftank sammen med en brenselcelle-løsning på skip eller tog. Transport av konteinere kan enten skje på lastebil, på tog eller på skip. Distribusjon via skip muliggjør distribusjon av store volum hydrogen over lengre distanser. Det å bygge funksjonelle, effektive forsyningskjeder for kontainerisert hydrogen vil gi fleksibilitet og muliggjøre en tidlig løsning.

Det vil videre være avgjørende at det er tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på sokkelen.

Myndighetene bør:

- Gi rammebetingelser som sikrer etablering av et rørsystem for eksport av hydrogen til Europa.
- Sikre etablering av tilstrekkelig lagringskapasitet for CO₂ på norsk sokkel til å møte ambisjonene for hydrogenproduksjon fra naturgass med CCS, det vil

- si minimum 20 millioner tonn CO₂ per år
- Legge til rette for etablering av eksport-terminaler for ammoniakk og LH₂/CH₂ (kai-anlegg, lagring og skipning)
- Gi rammebetingelser som sikrer etablering av distribusjons- og forsyningskjeder for hydrogenkonteinere.
- Sikre hurtig innføring av Alternative Fuels Infrastrukturforordningen når den er formelt vedtatt av EU. Forordningen har bl.a. bestemmelser om at avstanden mellom fyllestasjoner for hydrogen maksimalt kan være 200 km.
- Etablere flere avtaler med andre myndigheter etter mal av avtalen mellom Norge og Tyskland

8.5 Sikre tilgang på kraft

Tilgang til elektrisitet til konkurransedyktige priser vil være avgjørende for å lykkes med energiomstillingen og danner fundamentet for veksten i en norsk hydrogenproduksjon ved elektrolyse. Norges evne til å utvikle kraftsektoren vil være avgjørende for produksjon av hydrogen og ammoniakk. Økt krafttilgang i Norge vil innebære økt satsing på energieffektivisering, økt utbygging av fornybar kraft, utbygging og forsterking av kraftnettet og prioritering av kraft til viktige klimaprosjekter for å sikre gjennomføring av klimaomstillingen og nye industrielle satsinger. Dette er også i tråd med Energikommisjonens rapport "Mer av alt - raskere".

Myndighetene bør:

- I samarbeid med NHO og LO følge opp Kraftløftet (trepartssamarbeid om økt krafttilgang), og her igjennom sikre tiltak, mobilisering og nye grep for tilstrekkelig tilgang på fornybar kraft til konkurransedyktige priser for næringsliv og forbrukere i Norge mot 2030.
- Sikre at ny kraftproduksjon realiseres før de første havvind-prosjektene er forventet ferdigstilt. Kraftbehovet må derfor dekkes av landbasert kraft fra oppgradering av eksisterende vannkraftverk, ny landbasert vindkraft og utbygging av solkraft, i tråd med Energikommisjonens forslag om 40 TWh økt kraftproduksjon og 20 TWh energieffektivisering innen 2030.

8.6 Satse på kompetanse, forskning, utvikling og innovasjon (FoUI).

FoUI

Det er en stor utfordring at produksjon, infrastruktur og forbruk av hydrogen må bygges raskt opp fra nær null i løpet av kort tid. Utvikling av produkter og tjenester bør skje med all tilgjengelig kunnskap og forskningsmiljøene og industrien må derfor jobbe koordinert og søke samarbeid. Dette taler for kraftig styrking av de virkemidlene som kan sikre dette samarbeidet. Videre setter Europa mye av rammene for den framtidige hydrogenneringen, og forskning og innovasjon vil gi en god inngang til varige gode relasjoner i et raskt ekspanderende marked. Samspillet med Europa vil være essensielt for å lykkes.

Det er mange komponenter som ennå ikke finnes og som gjør pilotprosjekter for hydrogenproduksjon kostbare og krevende. Nye anvendelser av hydrogen gir behov for forskning når det gjelder grunnleggende termofysiske egenskaper, spesielt ift. flytende hydrogen. Da trengs fysiske tester som grunnlag for materialbruk, design, energieffektivitet, sikkerhetsanalyser og regelverksutvikling. Dette vil kunne vil gi betydelig reduksjon i kostnader og økt bærekraft. I tillegg vil mangel på typegodkjent utstyr utgjøre en flaskehals for etablering av hydrogenmarkedet. Her vil det være et behov for forskningsmidler, oppstartstøtte, kompetanseheving og fasiliteter for pilotering og testing. Det er videre behov for virkemidler som kan bidra til kutt i kapitalkostnader for senere industriprosjekter, men som samtidig har et lengre perspektiv enn hva majoriteten av industriaktører kan ha, dvs prosjekter med lav TRL (technology readiness level).

Evalueringer av FoUI-instrumenter³¹ viser at de mest effektive virkemidlene sannsynligvis er de hvor industriaktører og forskningsmiljøer gjennom langsiktig samarbeid produserer kunnskap, utvikler ideer og tester konsepter sammen, og som bidrar til å sikre kort vei til markedet. Eksempler på dette er kompetanseprosjekter, KSP-K (tidligere KPN) og mer langsiktige senterordninger. FME har vist seg som en spesielt god plattform for å sikre seg posisjoner i det europeiske forsknings og innovasjonslandskapet. I tillegg kan IPN (Innovasjonsprosjekter i næringslivet)

³¹ RENERGI evaluering og Effektstudier av FOU: Effekter av energiforskningen (regjeringen.no)

et godt instrument som kan gi produktutvikling hos SMB og mulighet for FoU miljøene til å forskere der industrien har behov.

Kompetanse

Hydrogenverdikjeden representerer i hele sin bredde et nytt fagområde for Norge. Volum og hastighet på teknologi- og næringsutvikling betyr at vi raskt må bygge opp kapasitet for utdanning, etterutdanning og opplæring for å sikre nødvendig kompetanse. Behov hos industri, forvaltning, forskning og utdanning betyr at hele spekteret fra fagutdanning til PhD må dekkes. Sikker bruk krever videreutdanning som sikrer solid kompetanse i driften av skip, industri og i transportsektoren på land. Energibærerne er eksplosive eller giftige og krever ansatte som kan rutine for sikker drift, som mestrer og forstår risikobildet. En satsing på kompetanse må inkludere utdanning av folk til hele verdikjeden, fra operatører til forskere.

Myndighetene bør:

- Prioritere og styrke virkemidler som sikrer tett og langsiktig samspill mellom forskningsmiljø og industrien, og dekker bredden av hydrogennæringen.
 - Styrke KSP-K (tidligere KPN) og FME, EnergiX, Climit, samt og Grønn plattform, hvor rent hydrogen bør være et hovedtema³².
 - Styrke IPN (Innovasjonsprosjekt i næringslivet)
- Prioritere test- og demonstrasjonsfasiliteter for forskning, testing, demonstrasjon og prototype-produksjon av nøkkelkomponenter i Norge for å opprettholde konkurransefortrinn i global konkurranse.³³
 - Prioriterte forskningsprosjekter bør knyttes opp mot industrielle case som gir mulighet for tidlig uttesting av produkter og tjenester langs hele verdikjeden, for eksempel innen sikker produksjon, infrastruktur, lagring og bruk.
- Satse på grunnleggende kompetanse innen teknologi og ingeniørfag.
 - Det trengs kompetanseutvikling hos alle aktører i hele verdikjeden og det bør legges til rette for dialog og kalibrering av behov mellom høyskoler og universiteter og industrien.
 - Det bør utvikles utdanningsprogram for sikker bruk
- Satse på samarbeid med EU
 - Sette av midler til å delta i de europeiske prosessene gjennom Horisont Europa og i IPCEI Hydrogen.

- Tilrettelegge for søknader til EUs Innovation Fund og deltakelse i Mission Innovation
- Stimulere til at industri og forskere kan ta aktivt del i europeiske samarbeid for å sikre tilgang til et framtidig marked.
- Bruke forskning og innovasjon aktivt i den politiske tilnærmingen mot Europa mot enkeltland eller regioner, herunder prioritere forskingssamarbeid.

I tillegg:

- Råd fra Energi21 bør følges opp³⁴
- Det bør legges til rette for etablering av såkalte "Hydrogen Valleys" der det er relevant, basert på innsatsen fra Forskningsrådet, Innovasjon Norge og ENOVA innen prosjekter, piloter, infrastruktur og knutepunkt.
- Det bør utvikles modellverktøy som kan hjelpe til å fase inn løsninger som gir effektiv bruk av offentlige investeringer i hydrogeninfrastruktur i samspill med eksisterende kraftnett.
- Hydrogen bør vurderes som satsingsområde i Hele Norge eksporterer.

8.7 Sikre gode myndighetsprosesser, effektiv regulering og godkjenninger

I dag er det et betydelig problem at det mangler kompetanse og ressurser hos saksbehandlende myndigheter for hydrogen. Bedriftene rapporterer at prosesser oppleves unødig kompliserte og byråkratiske, at det tar lang tid å få tillatelser fra kommunen, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Statnett og Oljedirektoratet.

Det er ressurskrevende å utarbeide søknader både nasjonalt og i EU-systemet. Sikre løsninger i produksjon, transport og distribusjon og bruk vil være avgjørende for bruk i de ulike markedene.

Samtidig er det viktig at prosessene knyttet til godkjenning av ulike løsninger blir raske og effektive. Det er viktig at det tilrettelegges for solide kunnskapsmiljøer i myndighetsapparatet. EU jobber med en forenkling av prosessene. Det bør også være i Norges interesse å utvikle en tilsynsmyndighet som har høy kompetanse, god kapasitet og effektive arbeidsprosesser. Arbeidet bør samkjøres med Sjøfarts-

direktoratet som har ansvar for godkjenning av løsningene for skip som skal bunkre og bruke drivstoff.

Bunkring er en kritisk faktor for sikkerheten til de som jobber om bord og de som oppholder seg i nærheten. En fullverdig og helhetlig verdikjede for hydrogen utfordrer det regulatoriske rammeverket slik det ligger i dag. Rammeverket i form av lover og forskrifter må rigges for utviklingen av en ny og krevende hydrogenindustri. På samme måte som teknologisk innovasjon er det viktig for å få på plass en funksjonell verdikjede for hydrogen, så er regulatorisk innovasjon viktig for å tilpasse og utvikle rammeverket slik at det muliggjør utviklingen og etableringen av den nye hydrogenindustrien uten at det går på bekostning av sikkerhet og andre samfunnsinteresser.

Det bør gjennomføres en egen utredning av utforming og plassering av tilsynsmyndigheten. Vi har registrert ulike syn på hvorvidt delingen av ansvaret mellom Petroleumstilsynet og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) med tilsyn for hhv blått og grått og grønt er tjenlig. Forhold som finansiering knyttet til taksonomikravet og kombinasjonsprosjekter eller på sikt prosjekter som omfatter både blått og grønt hydrogen tilsier et behov for en helhetlig løsning.

Myndighetene bør:

- Bidra til raskere myndighetsprosesser gjennom økt kompetanse, kapasitet og samordning mellom ulike saksbehandlende myndighetsorganer.
- Sørge for at det regulatoriske rammeverket i seg selv utvikles og endres i takt med utvikling av nye løsninger for hydrogen som en del av samfunnsutviklingen.
- Bidra til forenkling av søknadsprosesser for de ulike støtteordningene.
- Avklare om Petroleumsloven skal gjelde for blått hydrogen, og om Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) skal være tilsynsmyndighet for blått hydrogen.
- Støtte arbeidet med å etablere et sertifikatsystem som dokumenterer det totale karbonfotavtrykket til hydrogenet

³² Forskningsbudsjettet på hydrogen ble kuttet over 50 MNOK i 2023 i forhold til 2022 og peker i feil retning

³³ Vi viser også til Energi21s arbeid og anbefalinger for utvikling av FoU for hydrogenverdikjeden

³⁴ Energi21 er Norges nasjonale forsknings- og innovasjonsstrategi for nye klimavennlige energiteknologier, som vektlegger næringsambisjoner og muligheter i fremtidens energi- og teknologimarkeder. Energi21 er et uavhengig strategiorgan oppnevnt av OED med et styre med et flertall fra næringslivet støttet av personer fra FOU og forvaltningen. Energi21 beskriver hydrogen som et essensielt element i det grønne skiftet, og fremhever sikker bruk av hydrogen og hydrogenbærere, videreutvikling av kostnads- og energieffektive verdikjeder, -integrasjon av hydrogenverdikjeder i det eksisterende energisystemet, -og muliggjørende rammebetingelser for markedsetablering som sentrale FOU-I behov.

9 Finansiering



Gjennomføring av klima- og energiomstillingen i norsk økonomi vil bli krevende, og vi har dårlig tid. Oppfølging av anbefalingene i denne strategien vil kreve tøffe prioriteringer med budsjettmessige konsekvenser i statsbudsjettene som kommer, og betydelige kostnader og risiko for de bedriftene som velger å satse.

Strategiens ambisjoner og forslag tar utgangspunkt i Parisavtalens mål om å begrense den globale oppvarmingen, Norges innmeldte klimaforpliktelser til FN, deltakelsen i EU klimarammeverk, konkrete prosjekter og planer i bedriftene, og regjeringens ambisjoner for en hydrogensatsing i Hurdalsplattformen og energimeldingen. Dette bakteppet forplikter både næringslivet og myndighetene til å strekke seg langt for å finne tiltak og løsninger som får utslippene av klimagasser ned, og samtidig bygger bærekraftige og konkurransedyktige bedrifter og arbeidsplasser for fremtiden.

Strategien beskriver hvordan offentlige myndigheters innsats og bidrag skyter fart både i USA og EU, med hensikt å gå i gang klimaomstillingen og bygge og skalere nye grønne næringer som hydrogen, havvind, batterier og CCS. Norge har fortrinn, kompetansemiljøer og etablerte bedrifter i mange deler av hydrogenverdikjeden, som gir muligheter til klimaomstilling av vår egen økonomi, og til å ta markedsandeler i et sterkt voksende globalt hydrogenmarked. Men det skjer ikke av seg selv. En vellykket norsk hydrogensatsing vil kreve omfattende samarbeid og kostnadsdeling mellom private bedrifter og offentlige myndigheter, for å overvinne barrierer og korrigere for markedssvikt. Markedet for fornybar og lavkarbon hydrogen er i dag ikke-eksisterende, men med de ambisjoner og satsinger vi ser rundt oss i EU og USA ligger det til rette for en rask skalering med store markedsmulighet for norske bedrifter om få år.

Vi har ikke forsøkt på å summere totalkostnadene av de forslagene som fremmes i denne strategien. Men vi er tydelig på at det vil kreve store investeringer og risikovilje i bedriftene, og betydelige statlige bidrag både til infrastruktur, kompetanse og FOU, risikoavlastning gjennom differansekontrakter og investeringsstøtte til fabrikker, produksjons- og distribusjonsanlegg. Strategien peker også på virkemidler som CO₂-avgift, krav i offentlige anbud, reguleringer og

implementering av viktige EU-direktiver som avgjørende for å få fart på hydrogensatsingen i Norge.

Næringslivet har gjentatte ganger tatt til orde for en sterkere kobling mellom bedriftenes innbetaling av CO₂-avgift og andre miljøavgifter til staten, og utbetaling av støtte til klimatiltak. Gjennom NOx-avtalen har vi gode erfaringer med forpliktende miljøavtaler mellom staten og næringslivet med tilhørende fondsløsninger for finansiering av utslippsreducerende tiltak. En miljøavtale med CO₂-fond for omfattede næringer vil kunne gi det løftet som trengs for å realisere ambisjonene i denne hydrogenstrategien.

Passivitet og mangel på handling er også et valg. Norge kan velge å la andre land med svakere økonomiske og naturgitte forutsetninger ta kostnaden ved utvikling og realisering av et kommersielt marked for fornybar og lavkarbon hydrogen. Da mister vi samtidig fortrinnet vi har i flere deler av verdikjeden, -fremtidige markedsmuligheter i en global grønn vekstnæring, -og et viktig tiltak for å innfri våre nasjonale klimaforpliktelser.

10 Eksempler



10.1 Horisont Energi - Barents Blue



Barents Blue prosjektet omfatter en blå (lav-karbon) ammoniakkfabrikk i Hammerfest med CO₂-lagring i Polaris-reservoaret i Barentshavet. På ammoniakkfabrikken vil naturgass fra Snøhvit (CH₄), som kommer via rørledning fra Melkøya, omdannes til hydrogen (H₂), og deretter ammoniakk (NH₃). CO₂ dannes også i prosessen, og mer enn 99% av CO₂-en vil fanges og transporteres i rørledning til Polaris-reservoaret for permanent lagring.

Fabrikken bygges ut trinnvis, der første trinn vil innebære en årlig produksjon på 1 million tonn ammoniakk per år og injeksjon av 2 million tonn CO₂ per år. Det er mulighet for ytterligere ett byggetrinn med samme produksjon og injeksjon. Oppstart er planlagt i 2028. Barents Blue setter en ny standard for karbonfangst-grad og karbonfotavtrykk for blå hydrogen/ammoniakk.

Prosjektet krever en begrenset mengde elektrisk kraft fra nettet. Prosjektet har fått 482 MNOK fra ENOVA, gjennom EUs IPCEI Hydrogen program. For mer informasjon se <https://horisontenergi.no/>

10.2 Yara - Hegra



HEGRA er Yaras elektrifiseringsprosjekt av ammoniakkfabrikken på Herøya i Porsgrunn. Dagens grå hydrogenproduksjon vil erstattes med grønt hydrogen produsert ved elektrolyse. Dette alene vil kunne redusere de norske CO₂-utslippene med 800 000 tonn hvert eneste år, det årlige utslippet til cirka 300 000 fossildrevne biler. Gjennom Hegra-prosjektet vil Yara på Herøya kunne produsere klimanøytralt drivstoff til skipsfarten, og grønn gjødsel til landbruket.

På Herøya i Porsgrunn finnes landets eneste eksisterende ammoniakkfabrikk. Ved å installere en elektrolysekapasitet på ~500 MW vil fabrikken kunne produsere om lag 400.000 tonn grønn ammoniakk i året. Pilot-anlegget Skrei med 24MW elektrolysekapasitet vil stå klart i 2023. Herøya er godt tilrettelagt for storskala-produksjon og eksport, noe som gjør at Norge raskt kan ta del i hydrogenøkonomien. Ved å benytte Yaras eksisterende ammoniakkanlegg og tilhørende infrastruktur på Herøya reduseres byggetid og tilretteleggingsbehovet for anlegget betraktelig sammenlignet med å bygge nytt andre steder.

10.3 Aker - Rjukan-prosjektet



Dette prosjektet omfatter etablering av grønn hydrogenproduksjon på Rjukan, arnestedet for hydrogen produsert med elektrolyse i Norge. Første fase av prosjektet omfatter 20 MW installert produksjonskapasitet, som tilsvarer omtrent ni tonn daglig hydrogenproduksjon, 3000 tonn per år. Hydrogenet vil komprimeres opp til høyt trykk, lastes over i containere og transporteres med trailere til forbrukere på Østlandet. Det vurderes også en fase 2, der den totale installerte produksjonskapasiteten vil dobles. Fabrikken vil bygges i et eksisterende industriområde i Rjukan Næringspark, omgitt av verdensarvbygninger som også representerer den stolte industrihistorien på Rjukan.

Med oppstart i 2025, vil hydrogenfabrikken på Rjukan vil være en av de aller første storskala produksjonsanleggene for grønt hydrogen i Norge. Rjukan ligger svært godt plassert for distribusjon av hydrogen på Østlandet til forbrukere innen både industri, maritimt marked og tungtransport. På denne måten vil fabrikken på Rjukan være en svært viktig brikke i etableringen av hydrogenøkonomi og -verdikjeder i Norge. Prosjektet er avhengig av støtte fra virkemiddelapparatet.

10.4 Equinor og RWE - samarbeid om energisikkerhet og energiomstilling

Den 5. januar 2023 presenterte Equinor og det tyske energiselskapet RWE en plan for å kunne erstatte tyske kullkraftverk med gassfyrte- og hydrogenklare kraftverk. Planen innebærer også produksjon av lavkarbon hydrogen og fornybart hydrogen i Norge, og deretter eksportere det i rørledning til Tyskland.

Planene for produksjon av lavkarbon hydrogen og fornybart hydrogen vil innebære veldig store utslippsreduksjoner av klimagasser.

Samarbeidet er basert på følgende hovedelementer:

- Bygging av nye gasskraftverk, i tråd med Tysklands veikart for utfasing av kullkraft. Equinor og RWE skal sammen eie gasskraftverkene. I begynnelsen skal de drives av gass, og deretter skal de gradvis bruke hydrogen som brennstoff, med en ambisjon om å drives kun av hydrogen når volumer og teknologi er tilgjengelig.
- Etablere storskala anlegg for produksjon av lavkarbon hydrogen for eksport gjennom prosjektet Clean Hydrogen to Europe. Lavkarbon hydrogen produseres av naturgass, med CO₂-fangst og -lagring trygt og permanent under havbunnen på norsk sokkel.
- Eksport av hydrogen i rør fra Norge til Tyskland.
- Felles utbygging av havvindparker for produksjon av fornybart hydrogen som brennstoff for kraftkunder og andre industrikunder i framtiden.

Samarbeidet skal:

- Øke energisikkerheten til Tyskland, Europas ledende industriland, på kort og lang sikt
- Tilby en løsning for sikker karbonfangst og lagring for de delene av industrien som ikke kan produseres med fornybar energi, slik som asfaltproduksjon.
- Utvikle Norge, Europas ledende leverandør av naturgass, til en sentral leverandør av hydrogen til Tyskland og Europa.
- Felles utbygging av havvindparker for produksjon av fornybart hydrogen som brennstoff for kraftkunder og andre industrikunder i framtiden.

10.5 Statkraft og Celsa - Hydrogenhub Mo

Statkraft arbeider sammen med Celsa Armeringsstål AS og Mo Industripark AS for å ta i bruk grønt hydrogen til å kutte klimagassutslipp fra utslippspunkter i Mo i Rana. Det prosjektet som har kommet lengst er samarbeidet med Celsa Armeringsstål om å avkarbonisere produksjonen av armeringsstål på fabrikken i Mo i Rana. Celsa Armeringsstål bruker resirkulert stålskrapp som innsatsfaktor, og bruker den nyeste EAF-teknologien for å smelte stålskrappet. Deretter benyttes naturgass og andre fossile brenslere i prosessen for å valse stålet. Totalt slipper anlegget i Mo i Rana ut om lag 90.000 tonn CO₂ årlig.

³⁵ Det grønne stålet (statkraft.no)

Enova har tildelt 121 millioner til Celsa Armeringsstål for å bygge og installere ny valseovn tilpasset bruk av 100% hydrogen for å valse stål. Konkret skal det installeres ny valseovn, nye brennere og nytt styrings-system. Med hydrogen som drivstoff i valseverket kan scope 1-utslippene fra produksjonsprosessen i Mo i Rana reduseres med rundt 60% av Celsa Armeringsståls totale CO₂-utslipp i Mo i Rana.

Statkraft vurderer nå de kommersielle forutsetningene for å bygge et produksjonsanlegg for elektrolyse for å bl.a. selge hydrogen til Celsa Armeringsstål. Hydrogenet vil i så fall bli sendt i rør til Celsa Armeringsståls valseverk. Statkraft arbeider også med å få på plass hydrogenleveranser til andre forbrukere i Mo i Rana, både til industribedrifter og til transportforetak. Planlagt investeringsbeslutning for produksjonsanlegget for hydrogen er i løpet av 2023 slik at produksjonen kan starte opp i 2025.³⁵

10.6 HydrogenPro - leverandør til verdens største grønne hydrogenprosjekt



HydrogenPro ble etablert i 2013 med formål å designe og levere grønn hydrogenteknologi og systemer i samarbeid med globale partnere og leverandører. Selskapet har hovedkvarter og testanlegg på Herøya, og har salgskontorer og produksjon i Danmark, Tyskland, USA og Kina. I juli 2022 verdens største høytrykks alkaliske elektrolysør sendt fra Tianjin, Kina til Herøya industripark. 5,5 megawatt elektrolysatoren har blitt validert til å produsere 1100 Nm³/t hydrogen ved normal strømtetthet. Dette tilsvarer 100 kg rent grønt trykksatt hydrogen per time, og setter en ny standard for industrien.

HydrogenPro har begynt å skape inntekter, og har kommet videre med levering til Advanced Clean Energy Storage hub-prosjektet (ACES), verdens største grønne hydrogenprosjekt. ACES Delta er lokalisert i Delta, Utah i USA. HydrogenPro har også signert en 10-årig service- og støtteavtale på ACES-prosjektet. HydrogenPro vil fullføre produksjonen av elektrolysør-systemene i 2. halvår 2023, etterfulgt av arbeid på stedet med ferdigstilling i slutten av 2024.

10.7 Hydro Havrand - Grønt hydrogen i Høyanger

Grønt hydrogen er et lovende alternativ til fossile brennstoff i flere ledd i aluminiumsproduksjon, men er ikke i bruk noe sted i verden i dag. For at hydrogen skal bli tatt i bruk i aluminiumsindustrien må det testes og verifiseres at drivstoffbyttet ikke forringer metallkvalitet eller andre forhold. Hydro utvikler en pilot på 5mw for grønt hydrogen til et nytt anlegg for resirkulering av aluminium i Høyanger. I piloten vil grønt hydrogen erstatte naturgass i smelteovnen. Dette kan være den første bruken av grønt hydrogen i industriell skala i verden, og er et sentralt steg på veien til å dokumentere hydrogens muligheter i dekarboniseringen av aluminiumsindustrien. Effekt på metallkvalitet og nødvendige tilpasninger i utstyr og infrastruktur er blant de viktigste erfaringene prosjektet vil gi.

Piloten vil sikre at anlegget slipper ut omtrent 4000 tonn CO₂e mindre enn dersom det hadde brukt naturgass. I prosjektets potensielle steg 2 kan grønt hydrogen erstatte naturgass for hele prosessen på resirkuleringsanlegget. Da fjernes alle CO₂-utslipp fra denne delen av aluminiumsproduksjonen, og aluminiumet som kommer ut av anlegget vil være CO₂-fritt. Denne sendes til Hydros verk i

Høyanger og andre steder i Norge, for å inngå i de ferdige aluminiumsproduktene og ytterligere redusere deres CO₂-fotavtrykk.

Hydro Havrand vil utvikle, eie og drifte hydrogenproduksjonsanlegget. Prosjektet avhenger av støtte fra Enova.

10.8 Aker - Aukra Hydrogen Hub



Aukra Hydrogen Hub er et samarbeid mellom Aker Horizons, Shell og CapeOmega hvor partnerne planlegger et stort anlegg for å produsere hydrogen fra naturgassen på Nyhamna gassprosesseringsanlegg. Kapasiteten på anlegget er planlagt til 1200 tonn/dag (underkant av 0,5 mill. tonn/år) med tilhørende CO₂-fangst, transport og sluttlagring i en geologisk formasjon i Nordsjøen. Det er forventet at anlegget kan være i drift fra 2030. Det er videre planlagt en fase 2 etter 2035 med tilsvarende ekstra kapasitet basert på fornybart hydrogen (grønt). Prosjektet forutsetter at det bygges en hydrogenrørledning fra Nyhamna via Kollsnes/Kårstø-området til Tyskland. Ambisjonsnivået er høyt med tanke på å produsere hydrogen med «ultra low» utslippsnivå og langt under det som er beskrevet i EU's taksonomi. Det planlegges å søke offentlig støtte gjennom ulike ordninger både i EU og i Norge.

10.9 Eramet Titanium & Iron AS - Hydrogen erstatter kull

Eramet Titanium & Iron AS (tidligere TiZir) bruker mineralet ilmenitt og kull til å produsere råmaterialer for TiO₂-industrien over hele verden og høyrent råjern for den europeiske spesialiserte støperiindustrien. Bedriften er den eneste produsenten i Europa av slike produkter.

Prosjektet skal utvikle og implementere en hydrogenbasert forreduksjon av ilmenitt. Denne prosessen vil erstatte den eksisterende forreduksjonsprosessen ved bruk av kull.

Å erstatte kull med hydrogen gjør det mulig å øke produksjonen i eksisterende smelteovn med opp mot 50 % og redusere energiforbruket med 35 %. Hydrogenet vil komme fra elektrolyse basert på vannkraft - reduserer utslippene av CO₂ med > 82 % eller rundt 240 000 tonn ved 50 % høyere produksjonsnivå enn i dag.

Prosjektet planlegges gjennomført i fire trinn:

1. Pilot-anlegg studier (1:2000 skala)
2. Demoanlegg (skala 1:100)
3. Fullskala installasjon av nytt konseptanlegg, installasjon av hydrogenanlegg og lagringsanlegg
4. Avvikling av eksisterende forreduksjonsanlegg

Prosjektet er et av to norske prosjekter i IPCEI Hydrogen programmet «Hy2Use». Som en del av IPCEI-programmet har ENOVA har gitt støtte på opp til 261 MNOK for teknologiutvikling gjennom pilot- og demo-anlegg.

Parallelt med pilot- og demostudier vil det bli gjennomført prosjektarbeid knyttet til implementeringsfasen. Omfattende FoU-arbeid er nødvendig for å forberede sikker integrering av ny teknologi i en eksisterende prosess, også for å håndtere en høyere produksjonstakt på stedet. Forbruket av grønt hydrogen er beregnet til å være opp mot 10 000 tonn/år ved full produksjon.

Bedriften er en aktiv aktør i konsortiet Hardanger Hydrogen Hub, som tar sikte på å utvikle Odda/Tysedal til et knutepunkt for hydrogen i Norge.

10.10 Felleskjøpet Agri og Heidelberg Materials - Sammen om et hydrogendrevet bulkskip



To vareeiere fant sammen i Grønt Skipsfartsprogram (GSP). Felleskjøpet Agri transporterer korn fra Østlandet til Vestlandet. Heidelberg Materials stein i motsatt retning. Da en 15 års kontrakt for utslippsfri transport mellom de to landsdelene, ble utlyst, var det 31 norske og europeiske rederier som meldt seg på. Egil Ulvan Rederi i Trondheim ble vinneren.

Norge har gode støtteordninger for bygging av grønne skip. Imidlertid er grønne hydrogenbaserte drivstoff (hydrogen, ammoniakk, metanol) 2 til 4 ganger så dyrt som fossilt drivstoff. For å utløse investeringer i nullutslippsskip er det derfor viktig at differansekontakter dekker prisforskjellen mellom fossilt og grønt drivstoff for kjøperne ut, mot brukerne. Ellers kan vi risikere at det ikke blir bygget nullutslippsskip, eller at vi bygger nullutslippsskip med offentlig støtte, men som går på fossilt drivstoff. Det siste fordi alle skip under prosjektering designes for å gå på begge drivstoff, pga stor usikkerhet.

GSP Servicekontor for Grønn Flåtefornyelse har 22 «gryteklare» nullutslipps-prosjekter med til sammen 39 skip. Vi ser at investeringsbeslutningene stopper opp på grunn av at det rett og slett blir for dyrt. Differansekontraktene må i skipsfarten innrettes mot sluttbrukerne; rederiene og vareeierne for at den positive utviklingen ikke skal stoppe opp.

Hovedpoenget er: En forutsigbar, konkurransedyktig pris for sluttbruker kan utløse en investeringsbeslutning for grønne skip og som igjen gir etterspørsel etter grønt drivstoff.

Det grønne skiftet gir forretningsmessige muligheter i hele den norske maritime klyngen med tilhørende verdiskapning, arbeidsplasser, eksport og grønne skatteinntekter. Men vi må handle rett nå. Det er nå markedsandelene blir fordelt. Den internasjonale konkurransen blir betydelig - hjemme og ute.

10.11 Norled - M/F Hydra. Verdens første skip på flytende hydrogen



Norled satte M/F Hydra i drift i mars 2023, verdens første skip som seiler med flytende hydrogen som drivstoff. Fergen er også verdens første kommersielle skip som benytter hydrogen som energibærer. Skipet har installert sertifiserte brenselceller, der hydrogen omdannes til elektrisitet, slik at båten driftes elektrisk.

Flytende hydrogen er valgt som drivstoff da det er 3-4 ganger mer effektivt ombord angående vekt og volum, samt at bunkringstiden er langt lavere (3 tonn/ time vs. 200 kg/time) for LH₂ enn GH₂. LH₂ skipsløsningene er sertifisert av DNV og Sjøfartsdirektoratet og system-løsningene er skalerbare for kyst- og nærskipfart. Det er våren 2023 flere europeiske prosjekter under utvikling som legger Hydra sine løsninger til grunn for utvikling av fremtidens nullutslippsskip innen nærskipfart.

Norled har som en del av prosjektet også utviklet en bunkringsløsning gjennom et bunkringstårn. Dette er godkjent av for bruk av DSB, og samme tekniske løsning vil kunne brukes av andre som ønsker å bunkre flytende hydrogen.

10.12 Gen2 Energy - grønt hydrogen i Mosjøen



Gen2 Energy skal etablere et anlegg for produksjon, håndtering og utskipping av grønt H₂ i Mosjøen i Vefsn kommune. Anlegget skal produsere grønt H₂ ved elektrolyse. I full drift skal anlegget kunne produsere mellom 40-45 tonn H₂ i døgnet. Hydrogenet skal komprimeres til 350 bar og fylles på 40 fots stålkonteinere. Hver konteiner rommer 850-1000 kg H₂. For å sikre sikkerhet og effektivitet i forsyningskjeden, vil konteinerne være utstyrt med IOT-løsninger for å spore og kartlegge H₂ i beholderne, og overvåke sluttbrukerens forbruk for automatisert etterfylling.

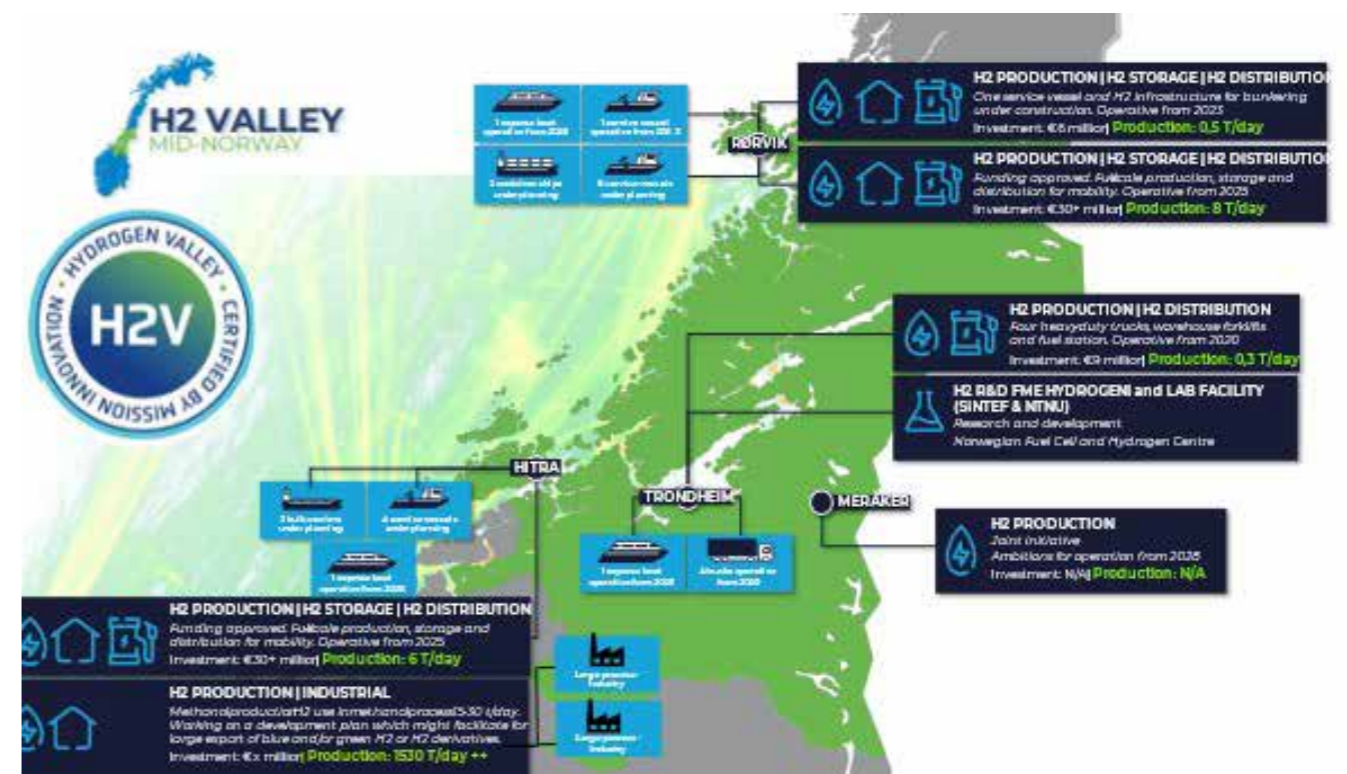
Konteinerne skal primært fraktes med skip til kunder og sluttbrukere i nord-vest Europa og Norge. I anlegget inngår havn med nødvendig utstyr for lasting og lossing på skip. Gen2 Energy er i prosess med design av to skip for transport av hydrogenkonteinere.

I den første fasen vil store deler av det H₂'et bli fraktet med skip til markeder i nord-vest Europa, som er mer modne og mottakelig for grønt hydrogen. Etter hvert som markedene i Norge utvikles vil en større del av det som produseres i Mosjøen bli fraktet og levert lokalt og regionalt og da primært med lastebil eller med tog. Anlegget planlegges å være i full drift i 2026.

10.13 H2 Valley Mid-Norway

H2 Valley Mid-Norway representerer en komplett verdikjede bestående av etablerte og finansierte prosjekter som dekker produksjon og forbruk innen landtransport, sjøtransport og industri. Prosjektene er blant de fremste i Norden, og bransjeaktører er aktivt i førersetet i energiomstillingen.

Midt Norge som lokasjon er et sentralt punkt for en maritim sektor av en betydelig størrelse, med 35 000 skipspassasjer årlig. Regionen er også et knutepunkt for tungtransport og jernbane, både nasjonalt mellom



sør og nord, og til Sverige og Norden. I tillegg har Midt-Norge en av Europas travleste flyplasser med kortdistansenettverk, og to av fem H₂-knutepunkter (Rørvik og Hitra) som skal introdusere hydrogen på markedet innen 2025, og dermed legge til rette for teknologiutvikling for og demonstrasjon av bruk av hydrogen i maritim sektor, ligger i H2 Valley Mid-Norway.

Nøkkeltall:

- Maritimt bruk: 9 600 t H₂/year
- Industribruk: 10 800 t H₂/year
- Tungtransport på land: 3 600 t H₂/year

H2 Valley Mid-Norway koordineres av RENERGY - Renewable Energy Cluster med SINTEF og forsknings-senteret FME HYDROGENi som ledende kjernepartnere.

10.14 Aker - Narvik Green Ammonia

Narvik Green Ammonia er Aker Horizons Asset Developments storskala grønne ammoniakksprosjekt lokalisert i Bjerkvik, i Nord-Norge. Dette blir en av Europas største grønne ammoniakfabrikk, med en hydrogenkapasitet på opptil 600MW som vil kunne skape store ringvirkninger i hele regionen. Prosjektet går ut på å benytte fornybar kraft fra nettet til å produsere grønn ammoniakk.

Selve produksjonsanlegget vil bli lokalisert på Skoglund i Bjerkvik, hvor ammoniakken vil bli transportert via rørledning i tunnel ned til havet hvor vi skal ha utskipning. Med kort distanse til Europa og storskala produksjon, så har prosjektet et potensiale til å bli et flaggskip i det grønne skifte i Norge og sette Norge på kartet som en ledende nasjon.

Det er en forutsetning for å realisere storskala grønn industri er at det kommer på plass tilstrekkelig støtte-

mekanismer som reduserer risken for utbygger i tillegg til å stimulere for et grønt marked.

10.15 Iverson eFuels AS - grønn ammoniakk i Sauda

Iverson eFuels AS har planer om å etablere storskala produksjon av grønn ammoniakk i Sauda i Rogaland. Årlig produksjonsvolum vil være ca. 200 000 tonn grønn ammoniakk. Prosjektet har fått tildelt nettkapasitet fra Statnett på 270 MW og planlegger oppstart i 2028.

Sauda har alt som skal til for å tilrettelegge slik produksjon: tilgang til betydelige mengder fornybar energi, et sterkt kraftnett, næringsareal, store mengder vann og infrastruktur for videre distribusjon til sluttbrukere. I tillegg har prosjektet sterk lokal og regional støtte, og har bygd opp en god dialog med både lokalsamfunnet, myndigheter og potensielle sluttbrukere innen skipsfarten. Gjennom vårt prosjekt kan minst 1/3 av utslippene fra norsk offshoreflåte fjernes. Bak prosjektet står Copenhagen Infrastructure Partners, Hy2gen Norge AS og Trafigura.

Iverson eFuels AS sikter mot å være en sentral bidragsyter i etableringen av verdifulle sirkulære verdikjeder i regionen, ved å identifisere og utnytte potensialet i grensesnittene mellom selskaper og industrier. Dette er først og fremst innen utnyttelse av oksygen og varme.

Prosjektet i Sauda vil bidra til Norges ambisjoner om etablering av storskala grønn hydrogenkapasitet. EU har ambisjon om at grønt hydrogen (inkludert ammoniakk) er en integrert del av EUs energisystem innen 2030 som innebærer et produksjonsmål på 10 millioner tonn fornybart hydrogen. For mer informasjon se <https://www.iverson-efuels.no/>



