

Dato: 23.03.2026

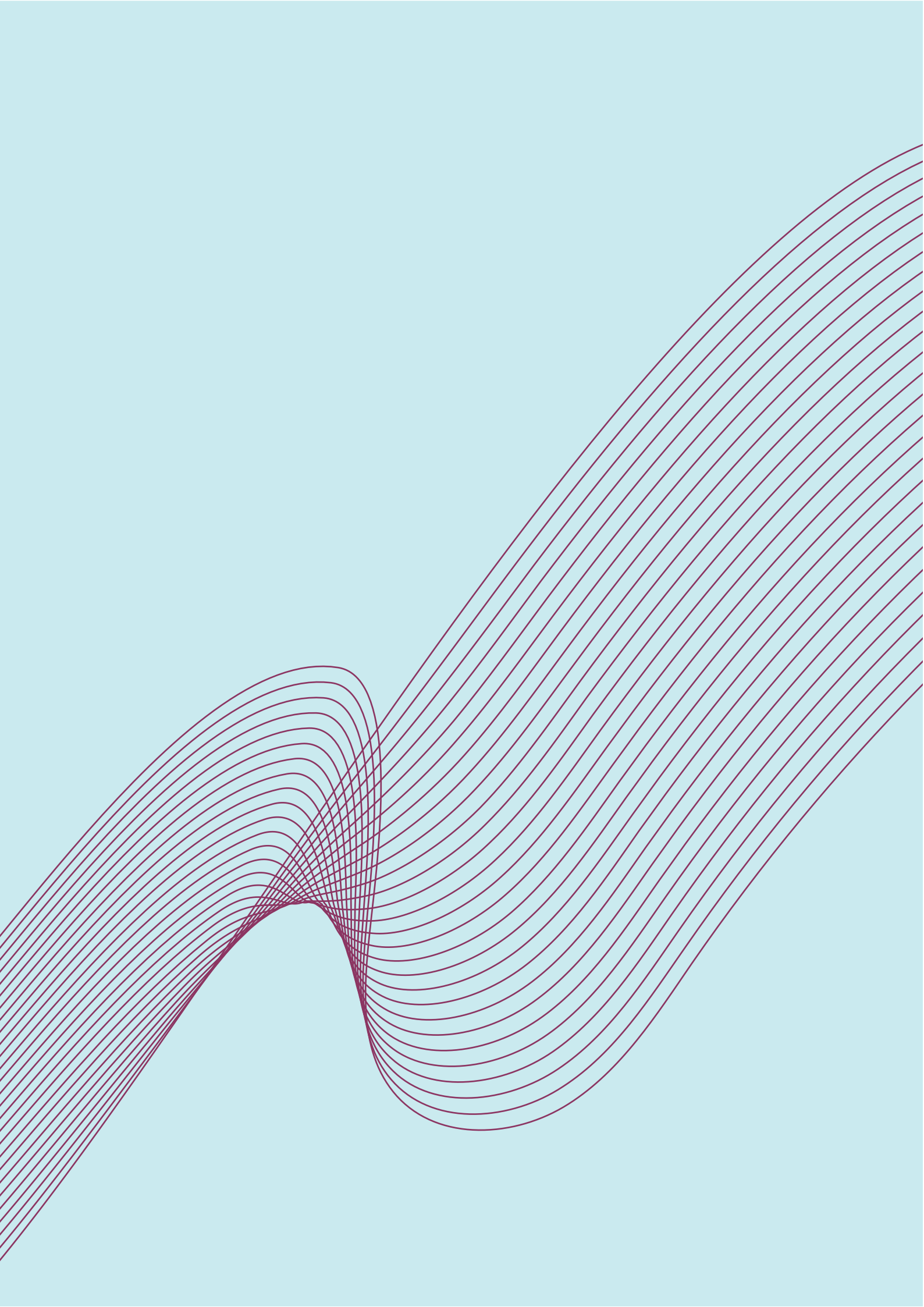
# Referat fra innspillsmøte – Hydrogen



# Innholdsfortegnelse

---

Introduksjon	4
Markedsmuligheter, næringens ambisjoner og konsekvenser for Norge	5
Stegvis oppbygging av hydrogenverdikjeder	5
Maritim sektor og industri som tidlige markeder for grønt hydrogen	5
E-drivstoff og syntetisk jetbrensel	5
Blått hydrogen på vent med endrede forutsetninger siden forrige strategi	6
Naturlig hydrogen som mulig fremtidig ressurs	6
Norges komparative fortrinn: fornybar kraft, vann, prosesskompetanse og sikkerhetskultur	6
Energisikkerhet og geopolitikk som drivkraft for hydrogensatsingen	7
Sosial legitimitet og arbeidsmiljøhensyn	7
<hr/>	
Sentrale forsknings- og innovasjonstema	8
Kostnadsreduksjon i hele verdikjeden	8
Sikkerhet og standarder	8
Balansert FoUI-innsats mellom produksjon og sluttbruk	8
Teknologiutvikling for elektrolysører, brenselceller og materialer	8
Transport og storskala lagring av hydrogen	9
Systemintegrasjon og fleksibilitet i energisystemet	9
Digitalisering og kunstig intelligens i hydrogenverdikjeden	9
Forskningsinfrastruktur og datadeling fra pilotprosjekter	10
Utdanning og kompetanseutvikling	10
Juridisk-økonomiske rammeverk parallelt med teknologiutvikling	10
<hr/>	
Tiltak og virkemidler	11
Forutsigbare og langsiktige støtteordninger	11
Krav til datadeling og åpenhet	11
Investering i forskningsinfrastruktur og kompetanse	11
Regulatorisk utvikling og markedsdesign	12





# Introduksjon

Dette referatet oppsummerer innspill fra et arbeidsmøte om Hydrogen i forbindelse med utviklingen av Energi2050-strategien. Møtet ble gjennomført 23.03.2026 og samlet om lag 60 deltakere fra næringsliv, leverandørindustri forsknings- og innovasjonsmiljøer, universiteter, og offentlig sektor.

Formålet med møtet var å samle innspill til hvilke markedsmuligheter som finnes innen Hydrogen, hvilke forsknings- og innovasjonsbehov som bør prioriteres fremover, samt hvilke virkemidler som kan bidra til å utløse potensialet. Referatet oppsummerer innspillene fra møtet, samt skriftlige innspill innsendt i forkant og etterkant av møtet.

Møtet ble innledet med informasjon om Energi2050 og strategiprosessen. Nils A. Røkke, direktør for FME HYDROGENi, holdt en innledning om FoUI-behov for økt konkurransekraft innen hydrogen. I tillegg ble eksisterende FoUI-strategi innen hydrogen og perspektiver knyttet til fremtidig utvikling av energisystemer og markeder presentert.

Deltakerne ble delt inn i mindre grupper for diskusjon og innspill. Diskusjonene var organisert i to innspillsrunder. Den første innspillsrunden omhandlet markedsmuligheter, næringens ambisjoner og mulige konsekvenser for kunnskaps- og teknologibehovet innen hydrogen. Den andre innspillsrunden handlet om forsknings- og innovasjonsbehov samt hvilke tiltak og virkemidler som er nødvendig for realisering.



# Markedsmuligheter, næringens ambisjoner og konsekvenser for Norge

## Stegvis oppbygging av hydrogenverdikjeder

Ambisjonene som preget hydrogensatsingen for fire til fem år siden var for optimistiske. Mange av de store prosjektene har blitt kansellert, og næringen har erfart at nye verdikjeder ikke kan etableres ved å hoppe direkte til storskala volum. Samtidig er det en tydelig positiv utvikling: stadig flere små og mellomskala prosjekter realiseres, der det er tatt investeringsbeslutninger på en rekke av disse. Elektrolyseanlegg i størrelsesorden 10–20 MW bygges nå flere steder i Norge.

Denne stegvise tilnærmingen er historisk normalt for nye verdikjeder. De små prosjektene bygger opp praktisk erfaring, demonstrerer teknologien og etablerer lokale verdikjeder som på sikt kan skaleres. En realistisk tidshorisont og et pragmatisk ambisjonsnivå er avgjørende for å opprettholde fremdriften.

## Maritim sektor og industri som tidlige markeder for grønt hydrogen

Maritim transport har lenge vært løftet fram som det mest lovende markedet for grønt hydrogen i Norge. EUs regelverk og norske avgifter på fossilt drivstoff gjør hydrogen konkurransedyktig for deler av skipsfarten, særlig for mindre fartøy som kan bunkre direkte fra lokale produksjonsanlegg. Komprimert hydrogen er allerede et realistisk alternativ for skip som opererer nær produksjonsstedene.

I praksis er det likevel industrien som i dag utgjør den dominerende etterspørselen. Norskprodusert hydrogen selges til asfaltproduksjon, matindustri og metallurgisk industri. En betydelig andel av produksjonen eksporteres, blant annet til industrielle kunder i Sverige. Det maritime markedet er fortsatt i en oppstartsfasen, og det er foreløpig svært få skip som seiler på hydrogen i Norge.

## E-drivstoff og syntetisk jetbrensel

Produksjon av e-drivstoff (syntetiske brenslere) fra hydrogen og CO<sub>2</sub> representerer en betydelig markedsmulighet. EUs ReFuelEU-forordning stiller krav om at en økende andel av flydrivstoffet skal være bærekraftig, med et mål om 70 prosent innen 2050. E-drivstoff kan blandes direkte med konvensjonelt jetbrensel, noe som gir lavere inngangsterskel enn rene hydrogenløsninger.

Norge har tilgang til CO<sub>2</sub>-kilder fra prosessindustri som kan utnyttes i produksjon av e-drivstoff. Plasma-teknologi gjør det mulig å omdanne industriell CO<sub>2</sub> direkte til syntesegass, og det er konkrete prosjekter under utvikling i Norge. På lengre sikt kan



biogen CO<sub>2</sub> fra biogassproduksjon kombineres med hydrogen for å produsere karbonnøytrale e-drivstoff.

## Blått hydrogen på vent med endrede forutsetninger siden forrige strategi

De store planene om eksport av blått hydrogen fra norsk naturgass er i praksis lagt på is. Etter Russlands invasjon av Ukraina har europeisk gass blitt vesentlig mer verdifull som energibærer i seg selv. Konvertering til hydrogen for eksport vurderes nå som for kostbart sammenlignet med å selge gassen direkte. De tidligere forutsetningene om at gassen måtte avkarboniseres for å ha et marked har endret seg fundamentalt.

Grønt hydrogen produsert nær sluttbruker framstår som den mest realistiske veien framover. Energikostnaden utgjør 60–80 prosent av produksjonskostnaden for grønt hydrogen, og tilgang til rimelig fornybar kraft er dermed avgjørende for konkurransekraften.

## Naturlig hydrogen som mulig fremtidig ressurs

Naturlig (hvit) hydrogen dannes gjennom geologiske prosesser i jordskorpen og kan potensielt utvinnes med metoder beslektet med petroleumsproduksjon. Flere land, deriblant USA, Australia, Frankrike og Finland, har igangsatt aktiv leting etter slike forekomster. Beregninger fra internasjonale forskningsmiljøer anslår utvinningskostnader under 1 USD/kg, noe som ville gjøre naturlig hydrogen svært konkurransedyktig.

Norge har geologiske forutsetninger som kan inneholde naturlig hydrogen, blant annet ultramafiske bergarter, men det er så langt ikke gjennomført systematisk kartlegging eller leting. Naturlig hydrogen bør settes på den nasjonale FoU-agendaen med egne programmer for ressurskartlegging.

## Norges komparative fortrinn: fornybar kraft, vann, prosesskompetanse og sikkerhetskultur

Norge har flere vesentlige fortrinn for hydrogenproduksjon. Tilgangen til fornybar kraft er det viktigste, men også tilgang til rent vann er et konkurransefortrinn som ofte undervurderes. Vann er en mangelvare i mange av landene som satser tungt på hydrogen, som Spania og Nord-Afrika. Den sterke prosesskompetansen fra olje- og gassindustrien, den maritime sektoren og prosessindustrien er direkte overførbare til hydrogenvirksomhet.

Sikkerhetskulturen fra petroleumssektoren er særlig verdifull. Håndtering av hydrogen og ammoniakk krever den samme typen systematisk tilnærming til risikostyring som preger norsk offshorevirksomhet. Norge har også lang erfaring med hydrogenproduksjon gjennom elektrolyse, helt tilbake til 1927. Disse forholdene gir et godt utgangspunkt, men de er ikke tilstrekkelige alene. Utbygging av ny fornybar kraft er en forutsetning for at fortrinnene skal kunne utnyttes.



## Energisikkerhet og geopolitikk som drivkraft for hydrogensatsingen

Energisikkerhet har blitt en stadig viktigere driver for hydrogensatsingen i Europa, ved siden av klimapolitikken. Avhengigheten av fossile energiimporter, forsterket av Russlands krig i Ukraina og ustabilitet i Midtøsten, har økt europeiske lands vilje til offentlige investeringer i alternative energibærere. Hydrogen kan bidra til forsyningssikkerhet ved å diversifisere energikildene og redusere importavhengigheten.

Kinesisk teknologiproduksjon representerer en betydelig konkurranseutfordring. Kina oppnår raskt både kvalitet og volum til kostnader som europeiske produsenter ikke kan matche. Ren markedsøkonomi er ikke tilstrekkelig som respons. Det er viktig å identifisere de teknologisegmentene og industrielle nisjene der det er realistisk å ta en internasjonal posisjon, fremfor å konkurrere i bredden mot aktører med langt større volum og lavere kostnader. Det kreves politiske grep og langsiktige strategier for å bygge opp og opprettholde europeisk og norsk konkurransekraft innen hydrogen.

## Sosial legitimitet og arbeidsmiljøhensyn

Hydrogenprosjekter kan møte lokal motstand, på liknende måte som vindkraft på land. Et konkret eksempel er en planlagt hydrogenfabrikk som ble skrinlagt etter økende lokal motstand. Sosial legitimitet forutsetter at befolkningen opplever informasjonen som nøytral og pålitelig, og at lokalsamfunn får en reell andel av verdiskapingen. Erfaringer fra andre land viser at grunneiere og berørte parter må kompenseres og involveres tidlig.

Arbeidsmiljøperspektivet må komme frem i diskusjonen om overgang til hydrogen. Dette gjelder særlig ammoniakk, som er svært giftig og representerer alvorlige HMS-utfordringer ved bruk som maritimt drivstoff. Grenseverdien i arbeidsatmosfære er lav (15 ppm), og en lekkasje på et fartøy kan få langt mer alvorlige konsekvenser enn en konvensjonell brann. Hensynet til arbeidsmiljø, inkludert kronisk eksponering, må integreres i hele verdikjeden fra produksjon til sluttbruk. Dersom sikkerhetsutfordringer ignoreres eller underkommuniseres, kan dette bli en alvorlig barriere for hele hydrogensatsingen.



# Sentrale forsknings- og innovasjonstema

## Kostnadsreduksjon i hele verdikjeden

Kostnadsreduksjon er det mest gjennomgående FoUI-behovet. Det gjelder hele verdikjeden fra produksjon via lagring og distribusjon til sluttbruk. Standardisering og modularisering av komponenter kan bidra vesentlig, sammen med forbedret investeringsbeslutningsgrunnlag. Utviklingen på kostnadssiden har vært positiv, og det er viktig å ikke skape en kunstig konflikt mellom dagens og fremtidens kostnadsbilde. Forskningen bør balansere optimisme med pragmatisme, der for høye forventninger til innovasjonsgrad kan stoppe investeringsbeslutninger.

## Sikkerhet og standarder

Hydrogen stiller helt andre krav til sikkerhet enn petroleum. Kunnskapsgrunnlaget for presis og dynamisk risikovurdering må styrkes, og det trengs harmoniserte standarder for produksjon, distribusjon, transport og lagring – både på land og offshore.

Risikoanalyser bør være offentlig tilgjengelige. Kvaliteten på analysene øker når forfatterne vet at arbeidet blir gransket av andre. Åpenhet og føre-var-prinsippet er avgjørende for å bygge tillit. Norske FoU-miljøer kan bidra med kunnskapsgrunnlag for utvikling av nye internasjonale standarder og regelverk.

## Balansert FoUI-innsats mellom produksjon og sluttbruk

FoUI-innsatsen og støtteordningene har så langt vært ubalansert, med vesentlig mer fokus på produksjonssiden enn på etterspørsel og sluttbruk. Alle produksjonsanlegg som er etablert eller nær investeringsbeslutning har det samme grunnleggende problemet: hvem skal kjøpe hydrogenet? Støtteordninger må i større grad treffe teknologisk utvikling på sluttbrukssiden og de regulatoriske og økonomiske rammene for sluttbrukere.

Konkrete bruksområder som prosessvarme i metallurgisk industri, forbrenning i tungindustri, maritim fremdrift og tungtransport har alle forskningsbehov knyttet til kostnadseffektiv implementering. Nærmarkedsprosjekter med modne bruksområder bør prioriteres høyere for å oppnå konkrete resultater innen fem år.

## Teknologiutvikling for elektrolysører, brenselceller og materialer

Videreutvikling av elektrolysører og brenselceller med fokus på effektivitet, kostnad, levetid og produserbarhet er et sentralt FoUI-behov. Nye materialer og materialsustitusjon for kritiske råmaterialer er viktig for å redusere sårbarhet i



leverandørkjeden. Norge har to elektrolyseleverandører som er langt framme internasjonalt, og disse trenger støtte i nedgangstider for å overleve og opprettholde kompetansen.

Implementeringen av brenselcelleteknologi har tatt vesentlig lengre tid enn antatt. Samtidig har forbrenningsmotor- og gassturbinteknologi hatt betydelig utvikling. Begge teknologisporene bør nevnes eksplisitt i den oppdaterte strategien. Utnyttelse av biprodukter fra elektrolyse, som varme og oksygen, kan redusere det effektive energitapet og forbedre den samlede økonomien betydelig.

Materialintegritet er et eget forskningstema: hydrogens virkning på materialer gjennom hele verdikjeden er en generisk utfordring som krever systematisk forskning.

## Transport og storskala lagring av hydrogen

Materialer og metoder for rørtransport av hydrogen krever dedikert forskning, likeledes komprimering og kryogene løsninger for flytende hydrogen. Storskala lagring, både onshore og offshore, er en forutsetning for at hydrogen kan fungere som fleksibilitetsressurs i energisystemet. Tilstandsovervåking og levetidsvurdering av lagringsinfrastruktur er viktige forskningsoppgaver.

Lokal produksjon og bruk i industrielle klynger kan redusere transportbehovet vesentlig. Hydrogenhub-modellen, der flere lokale industrier betjenes fra samme produksjonsanlegg, kan være en effektiv strategi for å minimere transport og maksimere utnyttelsen. Effektiv bruk av eksisterende infrastruktur, særlig gassrør, bør utredes.

## Systemintegrasjon og fleksibilitet i energisystemet

Hydrogen må forstås som del av et integrert energisystem, ikke som en isolert verdikjede. Samspillet mellom molekyler (gass) og elektroner (kraft) er essensielt. Hydrogen kan fungere som fleksibilitetsressurs for å håndtere variabel produksjon fra vind- og solenergi, ved å lagre overskuddsenergi og levere den tilbake til kraftsystemet ved behov.

Sektorkoblingen mellom hydrogen, kraftsystem, industri og transport må forskes på helhetlig. Biogass og hydrogen bør i større grad ses i sammenheng. I Europa kombineres biogen CO<sub>2</sub> med hydrogen til e-drivstoff, men denne koblingen er svak i norsk sammenheng. FoUI-innsatsen bør adressere optimalisering av slike koblinger på tvers av sektorer.

## Digitalisering og kunstig intelligens i hydrogenverdikjeden

Komplekse energisystemer med hydrogen som komponent krever avansert digital styring. Kunstig intelligens har stort potensial for å holde systemet i balanse, forbedre levetid på elektrolysører og brenselceller gjennom prediktivt vedlikehold, og optimalisere drift basert på kraftpriser og etterspørsel. Digital tvilling-teknologi og beslutningsstøtte for design og drift er sentrale forskningsområder. Maskinlæring og erfaringsdata fra store anlegg internasjonalt kan gi vesentlige bidrag.



## Forskningsinfrastruktur og datadeling fra pilotprosjekter

Norske forskningsmiljøer har gode laboratorier og testfasiliteter, men finansieringen av drift og vedlikehold er utilstrekkelig. Driftskostnadene er ofte like høye som etableringskostnadene og blir gjerne oversett når tilskudd bevilges. Det trengs langsiktig grunnfinansiering av forskningsinfrastruktur, ikke bare prosjektbasert finansiering. I tillegg bør det etableres nasjonale ordninger som gir flere forskningsgrupper tilgang til testfasiliteter og utstyret, slik man allerede gjør med for eksempel synkrotroner.

Pilotprosjekter og demonstrasjonsanlegg genererer verdifulle driftsdata som er kritiske for oppskalering. Data om vedlikehold, levetid, sikkerhetsfilosofi og reell ytelse kan ikke utledes fra laboratorietesting alene. Offentlig finansierte prosjekter bør pålegges strukturert datadeling, med forhåndsdefinerte krav til datatyper, formater og anonymisering. Europeiske Open Innovation Test Beds kan tjene som modell for et norsk eller nordisk system.

## Utdanning og kompetanseutvikling

Hydrogenutdanning må kombinere spesialisert kunnskap med bredere grunnkompetanse som kan overføres til andre felt. Studenter bør lære generelle ferdigheter innen elektrokjemi, kraftelektronikk og prosesseteknologi, slik at de er relevante for arbeidsmarkedet også dersom hydrogenmarkedet utvikler seg saktere enn forventet. Praktisk opplæring på oppdatert utstyr er avgjørende, og undervisningslaboratorier trenger investeringer i hele utdanningsløpet fra videregående til universitet.

Raske kanaler for overføring av kunnskap fra forskningsmiljøene til industri og forvaltning er nødvendige. Tradisjonelle akademiske kanaler er for trege for det tempoet verdikjeden krever.

Sikkerhetsaspektet bør integreres i all kompetanseutvikling innen hydrogen.

## Juridisk-økonomiske rammeverk parallelt med teknologiutvikling

Juridisk og økonomisk rammeverk må utvikles parallelt med teknologiutviklingen, ikke i etterkant. Erfaring fra havvind viser at for mye fokus på teknologi tidlig og for lite på juridiske og økonomiske rammer skapte flaskehals senere. Tverrfaglig samarbeid mellom jurister, økonomer og teknologer er nødvendig.

Livssyklusanalyse (LCA) og tekno-økonomisk analyse bør styrkes som fagfelt. Harmonisert metodikk er nødvendig for å sikre at ulike prosjekter og teknologiløp kan sammenlignes. Hydrogen som transporteres over lange avstander med fossilt drivstoff risikerer å miste sin klimagevinst, og slike helhetsvurderinger må ligge til grunn for FoUI-prioriteringer.



# Tiltak og virkemidler

## Forutsigbare og langsiktige støtteordninger

Hydrogenverdikjeden krever langsiktige og forutsigbare støtteordninger som ikke følger markedets kortsiktige svingninger. Differansekontrakter og andre risikoavlastende mekanismer er nødvendige for å utløse investeringer i et marked som ennå er umodent. Langsiktige kundekontrakter på 15 år eller mer er en forutsetning for å sikre bankbarhet, da hydrogen ikke kan omsettes på et åpent spotmarked slik olje og gass.

Støtteordningene bør være teknologinøytrale og resultatorienterte, med fokus på oppnådde utslippskutt og energieffektivisering snarere enn på spesifikke teknologier. Enova-modellen, som er resultatorientert, trekkes fram som et godt utgangspunkt. Grønn plattform-ordningen kan med fordel utvides til å favne bredere og ha kortere tidshorisonter for å fange opp nærmarkedsprosjekter. Helhetlig og koordinert virkemiddelbruk på tvers av sektorer er viktig.

## Krav til datadeling og åpenhet

Offentlig finansierte pilot- og demonstrasjonsprosjekter bør pålegges å dele strukturert driftsdata. Kravene til datadeling må defineres på forhånd, med klare retningslinjer for datatyper, formater, anonymisering og tilgangsstyring. Forretningshemmeligheter må ivaretas, men innenfor rammer som sikrer at offentlige investeringer gir maksimal samfunnsnytte. Et system inspirert av europeiske Open Innovation Test Beds kan muliggjøre én kontraktsinngang til et nettverk av forskningsinfrastruktur.

Risikoanalyser for hydrogenprosjekter bør gjøres offentlig tilgjengelige. Åpenhet om sikkerhetsvurderinger styrker kvaliteten og bygger tillit i befolkningen.

## Investering i forskningsinfrastruktur og kompetanse

Forskningsinfrastruktur innen hydrogen trenger stabil grunnfinansiering, ikke bare prosjektbaserte tildelinger. Dette gjelder både drift og vedlikehold av eksisterende laboratorier og investering i nye fasiliteter der det bygges opp nye forskningsmiljøer. Undervisningsutstyr på alle nivåer, fra videregående til universitet, må prioriteres for å sikre at kandidatene har praktisk erfaring med oppdatert teknologi.

Nye FME-sentre for hydrogen bør etableres for å videreføre og styrke den kompetansebasen som er bygget opp gjennom eksisterende sentre. FoUI-aktører og sentre bør inkluderes i bredere virkemiddelapparat. Kobling mellom FoU og investeringer gjennom anbud, anskaffelser og IPCEI-programmet kan sikre at forskningen følges opp med industriell realisering. Sterke kompetansemiljøer og leverandørbedrifter, som norske elektrolyseleverandører, trenger målrettet støtte i perioder med svake markeder for å opprettholde kritisk kompetanse.



## Regulatorisk utvikling og markedsdesign

Regelverket oppfattes av mange industriaktører som for strengt, og norsk implementering av EU-direktiver er tidvis strengere enn det EU selv krever. Forskning kan bidra til ny forståelse som muliggjør mer realistiske grensebetingelser uten å kompromittere sikkerheten. Regulatoriske sandkasser, der nye regler testes i pilotprosjekter, bør tas i bruk for å teste nye rammer i praksis.

Nettkapasitet er allerede en flaskehals for nye hydrogenprosjekter. Tilknytningsprosessene er lange og uforutsigbare, og nettselskaper prioriterer etter køprinsippet uten hensyn til prosjektenes samfunnsnytte. Det trengs en gjennomgang av hvordan nettilknytning og kapasitetstildeling kan tilrettelegge for hydrogenproduksjon. Naturlig hydrogen bør settes på den nasjonale agendaen med egne FoUI-programmer og ressurskartlegging.

Energi2050  
Besøksadresse: Drammensveien 288  
Postboks 564  
1327 Lysaker

Telefon: 22 03 70 00  
Telefaks: 22 03 70 01

sekretariat@energi2050.forskningsradet.no  
<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Publikasjonen kan lastes ned fra  
<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Design: ANTI  
Foto/ill. omslagsside: xxx

ISBN 978-82-12-fyll ut (xxxx-x) (trykksak)  
ISBN 978-82-12- fyll ut (xxxx-x) (pdf)

