



# HYDROGEN OG BRENSELCELLER

- KJERNEN I ET FORNYBART ENERGISYSTEM

# Hydrogen og brenselceller

## - kjernen i det fornybare energisystemet

Hydrogen er en av de viktigste brikkene i det store puslespillet som overgangen fra fossil til fornybar energi representerer. Sammen med brenselceller kan vi bruke hydrogen for både å minske miljøbelastningen og effektivisere vår energibruk.

Hydrogen er i likhet med elektrisitet en energibærer. Det betyr at hydrogen kan brukes til å lagre, transportere og levere energi. Hydrogen er også en fleksibel energibærer siden gassen kan produseres fra alle typer energikilder. I Norge produseres hydrogen hovedsakelig ved elektrolyse av vann, mens i verden for øvrig produseres det foreløpig hovedsakelig fra naturgass. På sikt vil fornybar energi fra for eksempel vind, sol og biomasse være hovedkildene for hydrogenproduksjon.

Det som virkelig gjør hydrogen til en aktuell energibærer er brenselceller. Brenselcellene konverterer hydrogenets kjemiske energi til elektrisitet og varme. Restproduktet er rent vann. Virkningsgraden i en brenselcelle er svært høy sammenlignet med andre teknologier for konvertering av energi.

Brenselceller som driver el-motorer kan erstatte forbrenningsmotorer i kjøretøy. Brenselceller kan også benyttes for å produsere elektrisitet og varme til bygninger og andre applikasjoner. I Japan er det blant annet installert over 30.000 brenselceller som leverer strøm og varme til vanlige husholdninger.

Både når det gjelder mobile enheter og faste installasjoner finnes det konkurransedyktige hydrogen- og brenselcelleløsninger.



### Historisk vedtak

*Gjennom Energimeldingen Meld. St. 25 (2015–2016) vedtatt av Stortinget 13. juni 2016 fikk Norge for første gang en hydrogenstrategi forankret på nasjonalt nivå. Her forplikter Regjeringen seg til å:*

- *satse på forskning og utvikling av teknologier innenfor produksjon, lagring og bruk av hydrogen.*
- *legge til rette for norsk deltakelse i internasjonalt forsknings- og innovasjonssamarbeid og i internasjonale prosjekter knyttet til hydrogen.*
- *legge til rette for at Enova har et støttetilbud for hydrogenfyllstasjoner, samt at Enova skal følge utviklingen i markedet for hydrogenkjøretøy tett, og bidra til å redusere barrierer for et velfungerende marked for hydrogen som drivstoff.*

I dag brukes hydrogen først og fremst innenfor kjemisk industri, for eksempel til å fremstille ammoniakk. Et annet stort bruksområde er i raffinerier hvor hydrogen blir brukt til å produsere bensin og diesel fra råolje. Ellers brukes hydrogen i matvareindustrien, samt i glass-, stål- og solcelleindustrien.

Hydrogen har vært benyttet industrielt i mer enn hundre år, og det finnes derfor mye erfaring knyttet til hvordan man skal håndtere hydrogen på en sikker måte.

## Fakta om hydrogen

Hydrogengass består av molekyler med to hydrogenatomer, og har den kjemiske betegnelsen  $H_2$ . Hydrogen er det vanligste og det letteste grunnstoffet i universet. Ved romtemperatur og normalt trykk er hydrogen i gassform. Energitettheten er høy pr. masseenheter, men lav pr. volumenhet. Dette representerer en utfordring for effektiv lagring og transport av gassen. De vanligste måtene å lagre hydrogen på er enten ved å komprimere hydrogengassen til 30-700 bar, eller ved å kjøle gassen ned til den blir flytende ved  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En annen, men hittil lite brukt lagringsmetode, er bruk av såkalte metallhydrider. Dette er en spesiell gruppe av metaller som har den egenskapen at de absorberer hydrogen, på samme måte som en svamp trekker til seg vann. Alle lagringsteknologiene har sine fordeler og ulemper. Komprimering og kjøling er energikrevende, mens et metallhydridsystem har ulempen at det veier mye.

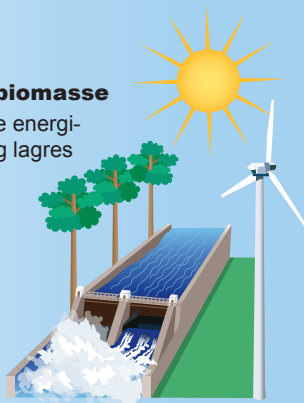
- Hydrogen er mer enn 14 ganger lettere enn luft og forsvinner raskt i åpne rom.
- Hydrogen brenner raskt og gir verken røyk eller giftige utslipp.
- Hydrogen er eksplosivt under visse forutsetninger og bør som alle andre typer drivstoff håndteres på en korrekt måte.
- Hydrogen er en energibærer som kan fremstilles fra en rekke kilder – også de fornybare.
- Energiinnholdet i 1 kg  $H_2$  tilsvarer energiinnholdet i 2,75 kg bensin (basert på nedre brennverdi).

## 1 KILDER

Hydrogen kan fremstilles fra mange kilder.

### Sol, vind, vann og biomasse

Elektrisitet fra fornybare energikilder kan omdannes og lagres som hydrogen.



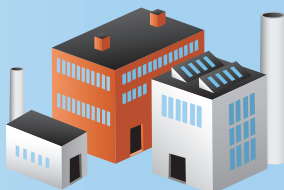
### Naturgass og biogass

Hydrogen kan fremstilles fra naturgass og biogass.



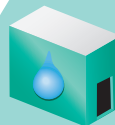
### Industri

Hydrogen som biprodukt fra industrien.



## 2 PRODUKSJON

Hydrogen kan produseres på flere måter.



### Vannelektrolyse

Spalting av vann til hydrogen og oksygen.



### Reformering

Omdanning av naturgass og biogass til hydrogen.



### Dampgassifisering

Hydrogen fra gassifisering av karbonholdige materialer.

H<sub>2</sub>

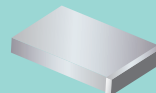
## 3 LAGRING

Hydrogen kan lagres på flere måter.



### Gassflasker

Komprimert hydrogen oppbevares typisk ved 30-700 bars trykk.



### Metallhydrider

Hydrogen kan lagres med et høyt energiinnhold i metaller, selv under lavt trykk.



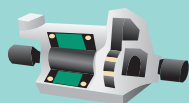
### Nedkjølt

Ved -253 °C blir hydrogen flytende og kan da lagres på kryotanker.

# anvendelse

## 5 ENERGIOMDANNING

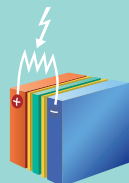
Hydrogen kan omdannes til nyttig arbeid i en brenselcelle, forbrenningsmotor eller gassturbin.



Gassturbin



Forbrenningsmotor



Brenselcelle



hydrogenstasjon

4

## DISTRIBUSJON

Hydrogen transporteres gjerne med lastebil/tankbil til forbrukerne.

### Rørledning

Trykksatt hydrogen kan distribueres i rørledninger.

### Lastebil og tankbil

Små mengder hydrogen distribueres gjerne på lastebil.



## 6 ANVENDELSE

Hydrogen brukes i dag hovedsakelig i industrien, men den får stadig nye bruksområder.

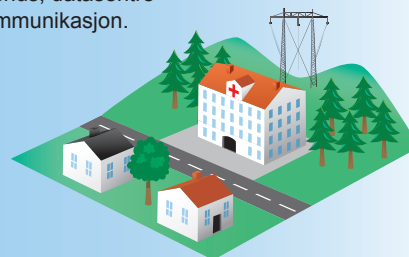
### Transport

Alle typer kjøretøy kan bruke hydrogen som drivstoff. Brenselcellen omdanner hydrogenet til elektrisitet som driver en elektrisk motor. «Eksosen» er rent vann.



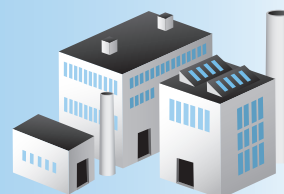
### Bygg og installasjoner

Hydrogen kan benyttes til reservekraft i samfunnskritiske anlegg som sykehus, datasentre og telekommunikasjon.



### Industri

Hydrogen benyttes som råvare til en rekke industrielle prosesser.





## Slik produseres hydrogen

Hydrogen kan framstilles på flere måter. Den vanligste produksjonsmetoden globalt sett er **reforming** av naturgass/metan. En ny teknologi innen reformering med integrert CO<sub>2</sub>-fangst er utviklet av norske ZEG Power og testet ved Hynor Lillestrøms testsenter i Akershus EnergiPark. Reformeren kan bruke alle typer karbonbaserte gasser som råstoff, og ut av prosessen kommer det hydrogen og elektrisk kraft.

**Vannelektrolyse** er en miljøvennlig måte å fremstille hydrogen på, forutsatt at strømmen kommer fra rene/fornybar kilder. Vannelektrolyse innebærer at elektrisitet brukes for å splitte vannmolekyler til sine bestanddeler hydrogen og oksygen. Sammenlignet med reformering er det utenfor Norges grenser en del dyrere å produsere hydrogen via vannelektrolyse, på grunn av høyere elektrisitetspriser.

Elektrolysørene blir stadig mer effektive, billige og mer fleksible. Teknologien antas derfor å få stor betydning i fremtidens fornybare energisystem, hvor hydrogen og elektrisitet vil utfylle hverandre som de dominerende energibærerne. Det finnes elektrolysører på flere hydrogenstasjoner i Norge i dag. Det gjør at man kan produsere hydrogenet lokalt og slipper å transportere drivstoff til stasjonene, slik man må på bensinstasjoner.

Hydrogen kan også hentes ut som **biprodukt fra industrielle prosesser**. Dette er ofte en rimelig kilde til hydrogen, som følger med ved produksjon av andre kjemiske produkter. Et godt eksempel på det er hydrogenstasjonen på Herøya i Porsgrunn, som får levert hydrogen gjennom en 3 km lang rørledning fra INOVYN's klorfabrikk på Rafnes.

### CCS og CCU

Når man produserer hydrogen ved dampreforming av metan, dannes det ett CO<sub>2</sub>-molekyl for hvert 4. hydrogengassmolekyl. Man kan separere og deponere denne CO<sub>2</sub>-gassen (CCS – «Carbon Capture and Storage»). Det er mye enklere å separere CO<sub>2</sub> fra dampreforming enn fra f.eks. et gasskraftverk, der kun 6 % av avgassene er CO<sub>2</sub> og resten er vanlig luft.

Det finnes også teknologi som konverterer metangassen til hydrogen og rent karbon. Slike prosesser kalles gjerne for CCU – «Carbon Capture and Use», da karbonet som blir produsert kan benyttes som et verdifullt råstoff i andre prosesser og produkter. Om man velger CCS eller CCU spiller mindre rolle, det viktigste er at hydrogen produsert fra metangass ikke medfører økte CO<sub>2</sub>-utslipp.



## Lagring og distribusjon av hydrogen

Mulighetene for lagring og distribusjon av hydrogen er mange og varierte. Det er derfor viktig å finne den løsningen som er best egnet i hvert enkelt tilfelle.

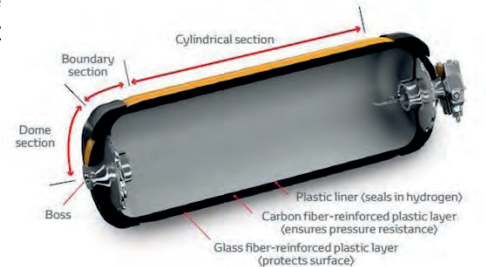
Hydrogen kan oppbevares på tre ulike måter:

- som en gass
- som en flytende væske, eller
- i fast form

Trykksatt gass er pr. i dag mest brukt til transportformål. Personbiler har fått en standard på 700 bars lagringstanker, mens gaffeltrucker, busser og større kjøretøy gjerne bruker 350 bars tanker. Årsaken er at man i slike kjøretøy har bedre plass til lagertanker, og at kostnaden ved å bruke 700 bars trykk er langt høyere enn 350 bar. Flytende hydrogen ( $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) benyttes gjerne ved behov for lagring av store mengder hydrogen og transport av hydrogen over lengre avstander. En annen storskala lagringsmulighet er underjordiske gasslager som saltgruver/-grotter og hulrom under gasstette leirelag. En annen, men hittil lite brukt lagringsmetode, er lagring av hydrogen på fast form som metallhydrider (kjemiske forbindelser mellom hydrogen og ett eller flere metaller), i et metallorganisk stoff (porøst materiale) eller på overflaten av karbonrør og karbonkjegler.



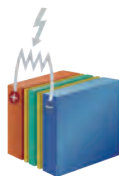
Foto: Hexagon Composites



Illustrasjon: Toyota.

I mange land finnes et nasjonalt rørnett for distribusjon av gass. Det har vi ikke i Norge. I mangel av rørnett blir hydrogen gjerne distribuert på lastebil. Industristandarden har lenge vært 200 bars ståltanker. De senere årene har man utviklet lettvekt komposittanker med høyere trykk og større volum som gir en langt bedre kapasitet og nytteverdi enn de tradisjonelle ståltankene.

Etter hvert som bruken av hydrogen som energibærer øker vil vi i tillegg se økt distribusjon med tog, skip og fly.

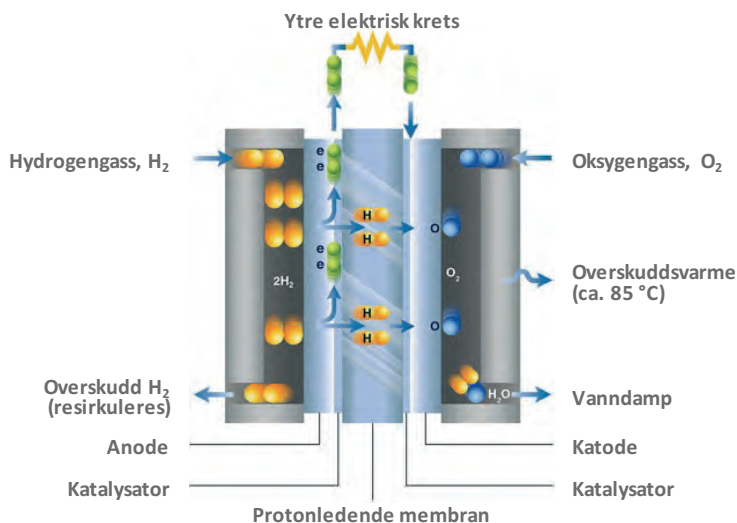


## Energiomdanning

Brenselceller omdanner kjemisk energi (fra hydrogen og oksygen) til elektrisk energi i en elektrokjemisk prosess.

Enkelt forklart består brenselcellen av forskjellige typer plater som er presset sammen. Noen av platene har som oppgave å lede hydrogengass gjennom brenselcellen, andre leder luft. Mellom platene er en membran, som kun tillater protoner fra hydrogengassen å passere, mens elektronene tvinges til å ta omveien rundt.

Platen som leder hydrogengass kalles anode, og platen som leder luft (oksygen) kalles katode. Når hydrogen passerer, først via en katalysator og så gjennom brenselcellen fra anodesiden, deles hydrogenmolekylene i ioner (protoner) og elektroner.



Siden elektronene ikke kan passere gjennom membranen ledes de gjennom en ytre elektrisk krets der de for eksempel kan drive en elektrisk motor. På den andre siden av membranen (katode-siden) kommer elektronene tilbake til ionene og kobler seg sammen med oksygenatomene fra lufta, og danner vannmolekyler (H<sub>2</sub>O). En enslig brenselcelle genererer en spenning på ca. 0,7 V.

For å oppnå en høyere spenning stables mange slike enkeltceller sammen i en såkalt "brenselcellestack".

## Brenselceller utnytter energien effektivt

En brenselcelle er en teknologi som på en effektiv måte kan omgjøre hydrogenets kjemiske energi til elektrisitet og varme. Restproduktet er ren vanndamp. Virkningsgraden i en brenselcelle er høy. Som en tommelfingerregel kan man regne at brenselcellen har en elektrisk virkningsgrad på 50-60%, og at resten blir til varme. Til sammenlikning har en god forbrenningsmotor en virkningsgrad på litt over 20% (dvs. at ca. 80% av energien går tapt i varme).

Brenselcellens høye virkningsgrad kompenserer i stor grad for energitapet som er knyttet til produksjonen av hydrogen. Visse typer brenselceller kan også drives med naturgass/biogass eller metanol, og har da tilsvarende fordeler; mindre lokale utslipp og høyere virkningsgrad enn forbrenningsmotorer. Det utvikles også brenselceller til ulike mobile og stasjonære applikasjoner som erstatning for batterier, eller i håndholdte ladere. Fordelen er da lengre driftstid enn med batterier, eller at man ikke er avhengig av strømnettet for å lade.



*Hydrogen Fuel Cell Generator  
Illustrasjon fra BOC: HYMERA®*

Brenselceller har ingen bevegelige deler og er derfor nesten helt stillestående.

Det eneste utslippet fra hydrogen-drevne brenselceller er vanndamp.

Man snakker gjerne om lav- og høytemperatur brenselceller.

Lavtemperatur brenselceller er de som brukes i biler og har en driftstemperatur på ca. 85 °C.

Høytemperatur brenselcellene kan ha driftstemperaturer helt opp mot 1 000 °C. Disse benyttes først og fremst stasjonært og kan i tillegg til strøm også levere varme (CHP = Combined Heat and Power).



## Slik kan vi bruke hydrogen

### Veitransport

Hydrogen har en rekke bruksområder, blant annet som drivstoff for kjøretøy. Innen transportsektoren kan hydrogen minske miljøbelastningen og utslipp av klimagasser betydelig. Hydrogen som drivstoff har ikke andre utslipp enn ren vanndamp. En overgang fra bensin-/dieselskjøretøy til el-/hydrogenkjøretøy vil dermed forbedre luftkvaliteten i byene våre betydelig. På grunn av de miljøvennlige og bærekraftige egenskapene regnes gjerne elektrisitet og hydrogen som fremtidens energibærere. Og det fine er at som energibærere utfyller de hverandre. Som energibærer kan man si at hydrogen er videreforedlingen av elektrisitet som raskt kan fylles på et kjøretøy.

En brenselcelle er omtrent dobbelt så effektiv som en forbrenningsmotor. Det betyr at med samme energimengde kan en bil med brenselcelle kjøre omtrent dobbelt så langt som en bil med forbrenningsmotor. Moderne batterier har enda bedre virkningsgrad enn brenselceller, men siden de tar lang tid å lade opp, veier mye og tar stor plass, brukes de hovedsakelig til elbiler i småbilsegmentet.

### Hydrogenkjøretøy kort oppsummert

- Hydrogenkjøretøy eller FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) er elektriske kjøretøy med brenselceller som drives med hydrogen. Dette er kjøretøytypen de internasjonale bilprodusentene ser på som den langsiktige løsningen for transportsektoren.
- Hydrogenteknologien kan også brukes i busser, båter, lastebiler og andre nyttekjøretøy, samt i tog og fly.
- Det tar bare fire minutter å fylle tanken.
- Rekkevidden forbedres hele tiden og er nå på nivå med bensinbiler.
- Både kjøretøy og hydrogenstasjoner har vært gjennom nøye sikkerhetstester og innebærer derfor ikke større risiko enn bruk av andre kjøretøyer og drivstoff.
- Hydrogen komprimeres til 700 bar for fylling av personbiler og 350 bar for busser og lastebiler.



### Hydrogenbusser i Oslo og Akershus

Kollektivselskapet Ruter AS eier en hydrogenstasjon og fem hydrogenbusser. Hydrogenet produseres ved elektrolyse, og bussene går i vanlig rutetrafikk i Oslo og Akershus. Politikerne i Oslo og Akershus ønsker flere hydrogenbusser i regionen, som et ledd i arbeidet med å gjøre kollektivtransporten utslippsfri.

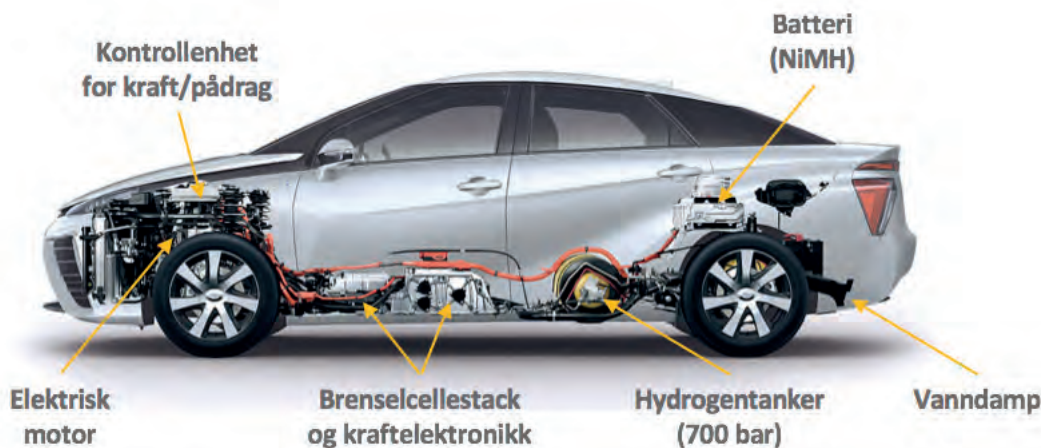
## Slik fungerer en hydrogenbil

En hydrogenbil er i praksis en elbil hvor batteriet er byttet ut med en brenselcelle og hydrogentank. Hydrogenbilen gir samme komfort, kjørelengde og sikkerhet som vanlige bensin-/dieseldrevne personbiler, i tillegg til at den er stillegående og helt utslippsfri.

Når disse kjøretøytypene dominerer trafikken i fremtiden, vil det få positive konsekvenser for bymiljøet, både med tanke på luftkvalitet og støy. Flesteparten av de internasjonale bilprodusentene bruker store ressurser på å utvikle hydrogenbiler, og de første kommersielle bilene ble gjort tilgjengelig i det norske markedet i 2015. Frem mot 2020 og 2025 vil gradvis flere bilprodusenter lansere hydrogenbiler og nye modeller, på samme måte som utviklingen har vært for elbiler.

*"For the first time, seven major global vehicle manufacturers – Audi, BMW, Daimler, Honda, Hyundai, Symbio, and Toyota – have come together in Brussels to confirm their engagement towards continued FCEV deployment in Europe."*

*Fra pressemeldingen i forbindelse med at FCH JU i september 2017 samlet ledende representanter fra bilindustrien i Brussel med hensyn til mobilitet basert på hydrogen som energibærer.*



*Illustrasjon fra Toyota: Toyota Mirai.*



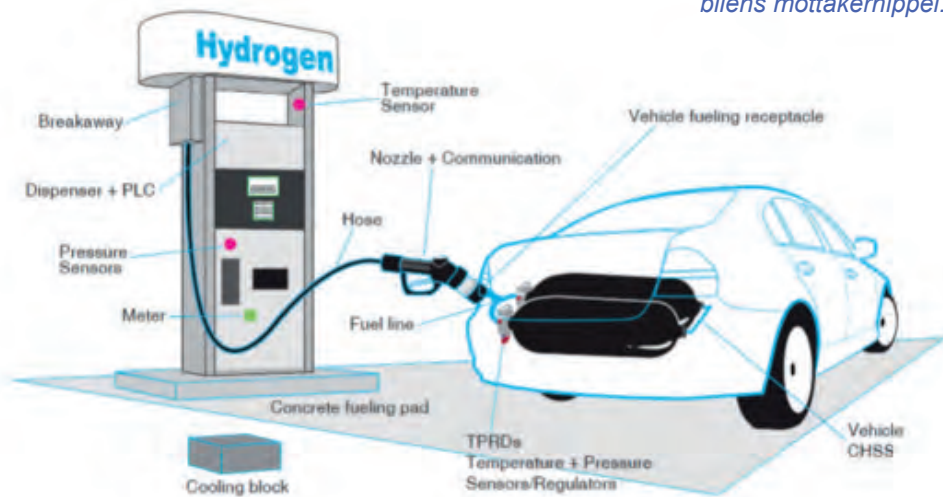
## Slik fylles en hydrogenbil

Å fylle en hydrogenbil er like lett som å fylle en vanlig bensinbil. Forskjellen består i at dispenserens (pumpens) munnstykke kobles på en mottaker i tankåpningen i stedet for å føres ned i tanken, ikke ulikt hvordan man fyller et dekk med luft.

Som alle andre drivstoff har også hydrogen et høyt energiinnhold og må derfor håndteres riktig for at gassen ikke skal utgjøre en fare. Ved riktig bruk er hydrogen imidlertid mindre risikofylt å fylle enn fossile drivstoff. Det er for eksempel umulig å «søle» med hydrogen, da munnstykket låses fast i mottakernippelen på bilen før fyllingen begynner.



*Eksempel på munnstykke (øverst) og bilens mottakernippel. Kilde: WEH GmbH.*



*Eksempel på en hydrogendispenser, inkludert sensorer, trykkavlastningssystemer og bilens hydrogentanker (compressed hydrogen storage systems - CHSS). Kilde: ISO 19880-1, kapittel 7.*

## Billig, enkelt og trygt å fylle

Når du fyller hydrogen på bilen betaler du en pris som er satt til å være lik den du betaler for bensin regnet etter hvor langt du kan kjøre (dette kalles bensin-paritet). Forskjellen er at du betaler pr. kg i stedet for pr. liter. 1 kg hydrogen koster 90 kroner. En tommelfingerregel har vært at man kan kjøre 10 mil/kg H<sub>2</sub>, hvilket tilsvarer et forbruk på 100 g/mil. Nye data viser at de fleste biler klarer seg med 80 g/mil, som tilsvarer en drivstoffkostnad på ca. 7 kr/mil.



Foto: Eirin Gjerløw



Internasjonale standarder gir rammene for hvordan en hydrogenstasjon skal bygges og drives. Dette sikrer enkel og trygg fylling for alle typer hydrogenkjøretøy, uansett hvor de kommer fra i verden. Stasjonene ser likevel forskjellige ut. Det kommer blant annet av at de er basert på ulike teknologier. Noen steder er hydrogenet et restprodukt fra kjemisk industri ført i rørledning til stasjonen. På andre stasjoner produseres hydrogenet lokalt ved hjelp av elektrolyse, og andre igjen får hydrogenet tilkjørt i trykktanker.



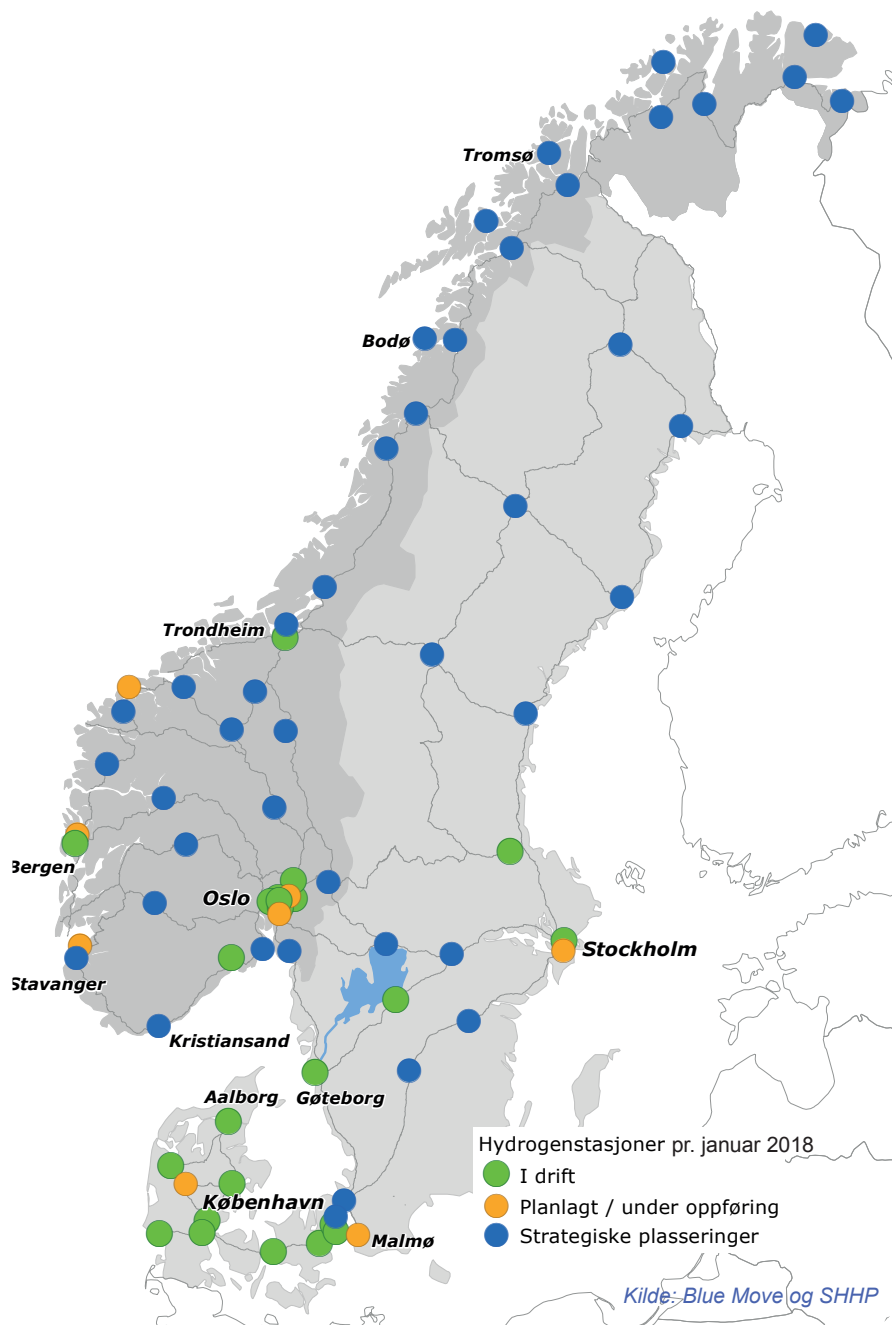
Illustrasjon: Tine

Hvilke aktører som vil bygge opp fremtidens nettverk av hydrogenstasjoner er fremdeles åpent. Så langt har det vært representanter både for den globale drivstoffbransjen og andre gass- og energiselskaper. I enkelte tilfeller er det snakk om enkeltstående demonstrasjonsanlegg, mens andre selskaper har bygget en rekke stasjoner i flere land. I dag er det de to norske aktørene Hyop og Uno-X Hydrogen som bygger og drifter den norske hydrogeninfrastrukturen. Hydrogenstasjonene til Uno-X leveres av norske NEL Hydrogen som også leverer til en lang rekke andre land. Hydrogeninfrastruktur er derfor et lite norsk industrieventyr!

*Øverst: Statsminister Erna Solberg åpner hydrogenstasjonen ved Oslo Lufthavn, Gardermoen.*

*Midten: Internasjonale standarder sørger for kompatibilitet på alle hydrogenstasjoner verden over.*

*Nederst: TINE vil bli blant de første i verden til å ta i bruk hydrogenrevne trekkvogner for langtransport.*



## Scandinavian Hydrogen Highway Partnership – SHHP

SHHP arbeider for å gjøre hydrogen tilgjengelig som drivstoff gjennom et grenseoverskridende nettverk av stasjoner. I tillegg holder SHHP tett kontakt med ledende bilprodusenter for at de skal selge sine hydrogenbiler i regionen. SHHP koordineres av Norsk Hydrogenforum, Brintbranchen (DK) og Vätgas Sverige.

### Blue Move

Interreg-prosjektet Blue Move har bidratt til å skaffe den første hydrogenvarebilen i regionen. Skedsmo kommune kjøpte Norges første hydrogenvarebil gjennom prosjektet, og har gjort banebrytende arbeid for at flere nye brukere kan følge etter.

*“Samarbeidet i SHHP har fått god gjennomslagskraft, fordi vi som region har blitt store nok til at bilprodusentene har satset også i de skandinaviske landene. Vi har kompetanse og industri som er komplementær. Kombinert med et sterkt miljøpolitisk engasjement muliggjør dette en tidlig introduksjon av hydrogen som drivstoff i Skandinavia.”*

Kristian E. Vik,  
Generalsekretær i Norsk Hydrogenforum



*I Uno-X ønsker vi å satse på hydrogen som en god løsning for transportsektoren. Vi starter med å etablere stasjoner i de største byene og knytter dem sammen med korridorstasjoner etterpå.*

**Roger Hertenberg**  
Daglig leder i Uno-X Hydrogen AS



Foto: Jon Eriksen



## Tog

Tyske Alstom står bak verdens første brenselcelledrevne persontog, som fra 2018 skal benyttes i Tyskland. I Norge er det tre større jernbanestrekninger som ikke er elektrifisert: Nordlandsbanen, Rørosbanen (med Solørbanen) og Raumabanen.

Jernbaneverket (fra 01.01.2017 Bane NOR) har gjennomført en utredning om banestrekningene som ikke er elektrifisert. I rapporten konkluderer man med at:

*Elektrifisering av Røros- og Solørbanen bør umiddelbart vurderes, elektrifisering av Nordlandsbanen og Raumabanen anbefales vurdert i samband med neste rullering av Nasjonal Transportplan (NTP), og at en hybrid-løsning med hydrogen og batteri er spesielt interessant.*



*Jernbanestrekninger i Norge som ikke er elektrifisert er markert med rødt.*

*Kilde: SINTEF.*

## Maritimt

Som en av de første i verden har Statens vegvesen utfordret rederier og teknologimiljøer til å utvikle en hydrogen-elektrisk ferje.

Den maritime næringen har lange tradisjoner og står sterkt i Norge. Tilsvarende utviklingskontrakt muliggjorde verdens første rene batteriferje i drift i et ordinært samband (mellom Lavik og Oppedal) i 2015. Elferja «Ampere» ble satt i drift bare fire år etter at utviklingsarbeidet startet.

Ved å være tidlig ute med satsning på nye fremdriftsløsninger innen el og hydrogen har vi mulighet til å befeste vår internasjonalt ledende maritime rolle samtidig som vi skaper nye arbeidsplasser.



*Innovasjon Norge, Forskningsrådet og Enova gir støtte til utvikling, design og pilotering av en hydrogenferje.*

*Kilde: Fiskerstrand verft.*

## MoZEES - Forskningscenter for nullutslipp i transportsektoren

Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME) er Norges forskningsråds storsatsning for å stimulere til kunnskapsheving og innovasjon innen miljøvennlig energi. I 2017 ble MoZEES etablert som ett av disse sentrene.

MoZEES skal være med og legge til rette for å utvikle ny, eksportrettet industri innen verdikjeder for batterier og hydrogen. Både komponenter og tilpassede systemer er områder som Norge kan ta en ledende posisjon innen. Dette kan bety etablering av ny industri og arbeidsplasser i Norge.

Senteret ledes av Institutt for Energiteknikk (IFE) på Kjeller, og har et budsjett på 260 millioner kroner over en periode på 8 år. Gjennom forskning på:

- batterimaterialer (ledet av NTNU)
- materialer for hydrogenteknologi (ledet av Sintef)
- batteri- og hydrogensystemer (ledet av IFE), og
- teknisk-økonomiske analyser (ledet av TØI)

skal de 40 partnerne fra inn- og utland utvikle materialer, komponenter og teknologi for bruk av batterier og hydrogen til transportformål på vei, bane og til sjøs.



*IFEs adm.dir. Nils Morten Huseby (t.v.), samferdselsminister Ketil Solvik-Olsen og MoZEES senterleder Øystein Ulleberg. – Dette forskningscenteret vil hjelpe oss å forberede oss på fremtiden, sa samferdselsministeren i sin åpningstale på IFE. Kilde: IFE.*

*“Mange av de båtene som i dag drives på diesel eller LNG (Liquefied Natural Gas), vil i framtiden kunne kjøre på hydrogen.”*

**Øystein Ulleberg, Senterleder MoZEES**

*“Vi må slutte å se på energi som en begrenset ressurs som skal forvaltes, og begynne å se på det som en eksportarena for teknologi.”*

**Martin Kirkengen, Avdelingssjef IFE**

## Første hydrogenvarebil i Skandinavia

Skedsmo kommune fikk høsten 2017 levert Skandinavias første hydrogenvarebil – en Renault Kangoo Maxi ZE-H2 – med 700 bar tanksystem. Bilen ble levert av franske Symbio FCell og er en oppgradert versjon av den batterielektriske varebilen Renault Kangoo Maxi ZE. Ved å installere et såkalt «hydrogen kit» har Symbio FCell doblet bilens rekkevidde fra 170 km til 340 km (NEDC-syklus) med en reduksjon i lasterommet på kun 0,1 m<sup>3</sup> (hydrogenvarebilen har således et lastevolum på 4,5 m<sup>3</sup>).

«Hydrogen kit» består i hovedsak av en 5 kW PEM brenselcelle, en 700 bar hydrogentank (52 liter) med kapasitet til å lagre 2,09 kg hydrogen og et styringssystem.

Etter overlevering ble bilen satt i ordinær drift i forbindelse med postomdelingen i kommunen.



Foto: Steinar Aasen

## Hydrogen støtter utviklingen av fornybar energi

Sol-, vind- og bølgekraft varierer hele tiden i intensitet. Dette medfører at det i blant produseres mer energi enn strømmettet kan ta imot. Siden elektrisitet må nyttiggjøres eller håndteres i samme øyeblikk som den produseres, bør slik overproduksjon lagres for ikke å gå til spille. Andre ganger er etterspørselen stor, men tilgangen lav fordi det ikke blåser eller solen ikke skinner. For å stabilisere fornybare energisystemer kreves det derfor metoder for lagring av energi. Her kan hydrogen fungere som en effektutjevner og et lager for overskuddsenergi.

Det gjør energisystem som er basert på for eksempel vindkraft mer fleksible, og bidrar til å øke takten for utbygging av fornybar energi. Spesielt i Tyskland og Japan, hvor man har besluttet å utvikle kjernekraft, er dette aktuelt. Hydrogen vil i slike tilfelle brukes som langtidslager av energi. Batterier kan brukes som korttidslager, siden batteriene har begrensninger i lagringskapasiteten og taper energi etter en tid. Man kan for eksempel se for seg at en hydrogenstasjon med elektrolysør kan fungere som et slik energi-buffer, og produsere hydrogen om natten eller på andre tider av døgnet hvor det er overskudd av elektrisitet.



## KONTAKT

Kunnskapsbyen Lillestrøm  
Gunnar Randersvei 24  
2007 KJELLER

[post@kunnskapsbyen.no](mailto:post@kunnskapsbyen.no)  
[www.kunnskapsbyen.no](http://www.kunnskapsbyen.no)

Norsk Hydrogenforum

[post@hydrogen.no](mailto:post@hydrogen.no)  
[www.hydrogen.no](http://www.hydrogen.no)

Oppdatert hydrogenguide:  
[www.hydrogen.no/h2guide](http://www.hydrogen.no/h2guide)



*Foto: Bjørn Simonsen*

