

Hydrogen som energibærer har en marginal funksjon i Norge

Samtidig som det vil medføre en kraftig økning i behovet for elektrisitet, er hydrogen en teknologisk og sikkerhetsmessig utfordring. Vi ser nærmere på hvorfor dette er et blindspor som klimatiltak.

Av: Mads Løkeland-Stai

Oppsummering

Produksjon og bruk av hydrogen blir ofte trukket fram som et av de nye store industriområdene Norge skal satse på. Dette ser vi som en feilsatsing, og vil vise hvordan satsing på hydrogen bare i liten grad bør få en plass i hva Norge skal satse på framover.

Storstilt satsing på «grønn» hydrogen vil gi en kraftig økning i bruk av elektrisitet, der mesteparten av energien vil gå til spille i de store tapene som er forbundet med bruk av hydrogen til andre formål enn som råvare i noen industriprosesser. I tillegg er omfattende bruk av hydrogen en teknologisk og sikkerhetsmessig utfordring som passer dårlig for generell bruk. Det finnes også flere bedre alternativ enn hydrogen til transportformål.

Det er ikke tilfeldig at kraftselskapene stiller seg i spissen for satsing på hydrogenproduksjon, da dette vil drive energiforbruket og prisene i været.

Det er også grunn til å ta med i regnestykket at hydrogen ser ut til å ha en effekt som klimagass, ved å føre til økt konsentrasjon av klimagassene metan og ozon. Ettersom hydrogen har så små molekyler, er det i praksis ikke mulig å hindre vesentlig lekkasje.

Vår konklusjon er at alt snakk om «hydrogensamfunnet» bør skrinlegges for Norges del. Hydrogen kan være aktuelt som råstoff i industriproduksjon, men vil for de fleste andre bruksområder vil det resultere i stor sløsing med verdifull kraft som kunne bli brukt til mye bedre klimaformål. Dette har vi ikke bruk for.

Innhold

1: Hydrogen – en energibærer (s. 3)

2: Frakt/oppbevaring – teknisk og sikkerhetsmessig komplisert (s. 3)

3: Hydrogen er en klimagass (s. 3)

4: Hva er formålet med hydrogen? (s. 4)

4.1: Aktuelt som råstoff i visse typer industriell produksjon (s. 4)

4.2: Som regel feil å satse på hydrogen til andre formål, ikke minst til transport (s. 4)

4.3: En aktuell prioriteringsliste for elektrifisering av transport (s. 6)

5: Misbruk av elektrisitet til produksjon av hydrogen (s. 6)

6: Hydrogen som «balansekraft» er uaktuelt for Norge (s. 7)

1: Hydrogen – en energibærer

Først må vi slå fast at hydrogen ikke er en energikilde, men en energibærer eller et industrielt råstoff. Produksjon av hydrogen skjer i dag slik:

- «Grå» hydrogen, produsert fra naturgass, med store utslipp av CO₂. Nesten all hydrogen blir i dag produsert på denne måten.
- «Blå» hydrogen, produsert fra naturgass, med innfangning og lagring av CO₂ (CCS) er lansert som et viktig tiltak i Norge. Men dette er en teknologi som er kostbar og foreløpig lite tilgjengelig for volumproduksjon.
- «Grønn» hydrogen, produsert med elektrolyse av vann ved hjelp av elektrisitet.

2: Frakt/oppbevaring – teknisk og sikkerhetsmessig komplisert

Hydrogen (H₂) består av svært små molekyler, som lett går inn i metaller og andre stoffer og forandrer egenskapene, gjør metall sprøtt etc. Det er derfor en teknologisk utfordring å frakte og oppbevare hydrogen, og krever store sikkerhetsmessige tiltak.

Hydrogen blir gjerne satt under høyt trykk (300-700 bar), for å redusere volumet, eller gjort flytende ved å bli kjølt ned til minus 253 grader celsius. Begge deler er energikrevende.

Det blir også diskutert å lagre hydrogen i form av ammoniakk, der man kan frigjøre hydrogenet fra ammoniakken i etterkant. Dette gjør det enklere å transportere hydrogenet, men senker samtidig virkningsgraden ved bruk av hydrogen ytterligere.

Dersom ammoniakk blir brukt i en tradisjonell stempelmotor om bord i en båt, blir virkningsgraden i siste trinn omtrent som for diesel:

«virkningsgraden for ammoniakk i en stempelmotor er ganske lik som for diesel.»¹

I tillegg må vi regne med tap i forbindelse med elektrolyse og produksjon av ammoniakk. Den totale virkningsgraden blir dermed svært lav.

Det samme gjelder om ammoniakken blir brukt til å produsere hydrogen om bord i skipet, og etterpå brukt i en brenselcelle for å gi strøm til skipets elektromotorer:

«Assuming that ammonia is produced from completely renewable power, cracked into high-purity hydrogen, and used in a PEMFC [brenselcelle] to power a vehicle, the “net efficiency for worst and best case scenario ... is between 11% and 19%.»²

Den totale verknadsgraden ved å gjøre om hydrogen til ammoniakk, og tilbake igjen til hydrogen for bruk i brenselcelle, gir en total virkningsgrad på 11%-19%. Med andre ord går mesteparten av energien tapt.

3: Hydrogen er en klimagass

Det er stilt spørsmål ved om utslipp/ lekkasje av hydrogen kan bidra til å forsterke effekten fra den sterke klimagassen metan, ved at hydrogen bidrar til å forlenge levetiden til metan i atmosfæren.

¹ Equinor og Statkraft: Tror på ammoniakk som drivstoff og energibærer, Bjørn Holsen (direktør for forretningsutvikling i Statkraft), Teknisk Ukeblad 18.02.2020

² Round-trip Efficiency of Ammonia as a Renewable Energy Transportation Media, Trevor Brown, Ammonia Energy Association, 20.10.2017, <https://www.ammoniaenergy.org/articles/round-trip-efficiency-of-ammonia-as-a-renewable-energy-transportation-media>

«Hydrogen is therefore an indirect greenhouse gas with a global warming potential GWP of 5.8 over a 100-year time horizon. A future hydrogen economy would therefore have greenhouse consequences and would not be free from climate perturbations.»³

GWP (global warming potential) på 5,8 er betydelig. CO₂ har 1, og for metan har det vært brukt mange ulike tall. På kort sikt er GWP for metan svært høyt, men fordi metan brytes ned i atmosfæren, blir det brukt lavere tall, avhengig av tidshorisont. I dag har FNs klimapanel lagt seg på GWP = 28 ved "normal" nedbrytning av metan i atmosfæren. Farten på nedbrytning, og dermed GWP for metan kan øke ved hydrogenlekkasje til atmosfæren. Da det er vanskelig å bruke hydrogen uten at det blir en god del lekkasje, er dette et spørsmål man må ta alvorlig.

«– Mer bruk av hydrogen vil føre til høyere hydrogenutslipp, som igjen vil påvirke sammensetningen i atmosfæren. Med dagens teknologi er det nesten umulig å forhindre hydrogenlekkasjer, og slike lekkasjer oppstår ved produksjon, transport og bruk, sier Sand.

Hydrogen kan påvirke konsentrasjonen av metan og ozon i atmosfæren. Dersom hydrogen viser seg å føre til økte nivåer av disse to gassene, kan det bidra til mer global oppvarming.

Endringer i ozonlaget påvirker også hvor mye skadelig UV-stråling fra solen som treffer jorden, og hvis ozon skulle komme ned på bakkenivå, så vil gassen være giftig for både mennesker og dyr, og kan føre til mindre avlinger.»⁴

4. Hva er formålet med hydrogen?

4.1: Aktuelt som råstoff i visse typer industriell produksjon

- Råstoff til produksjon av kunstgjødning. Den såkalte tungvannsfabrikken på Vemork produserte hydrogen til kunstgjødning ved Hydros fabrikker. Tungtvann var et biprodukt ved elektrolysen.
- Erstatning for fossilt kull ved produksjon av noen typer metall (reduksjonsmiddel).

4.2: Som regel feil å satse på hydrogen til andre formål, ikke minst til transport

Hydrogen blir lansert som «fossilfritt» drivstoff i langtransport, båttransport etc. Dette stiller vi store spørsmålstegn ved. Dersom hydrogen blir produsert med elektrolyse, for bruk i brenselceller i båter, vegtransport etc, kan man med rette kalle dette misbruk av elektrisitet, ettersom det som regel finnes bedre alternativ.

³ Global environmental impacts of the hydrogen economy, Richard Derwent & al, Int. J. Nuclear Hydrogen Production and Application, Vol. 1, No. 1, 2006

⁴ CICERO skal forske på klimaeffektene av hydrogenutslipp, <https://cicero.oslo.no/no/posts/prosjekter/cicero-skalforske-paa-klimaeffektene-av-hydrogenutslipp>

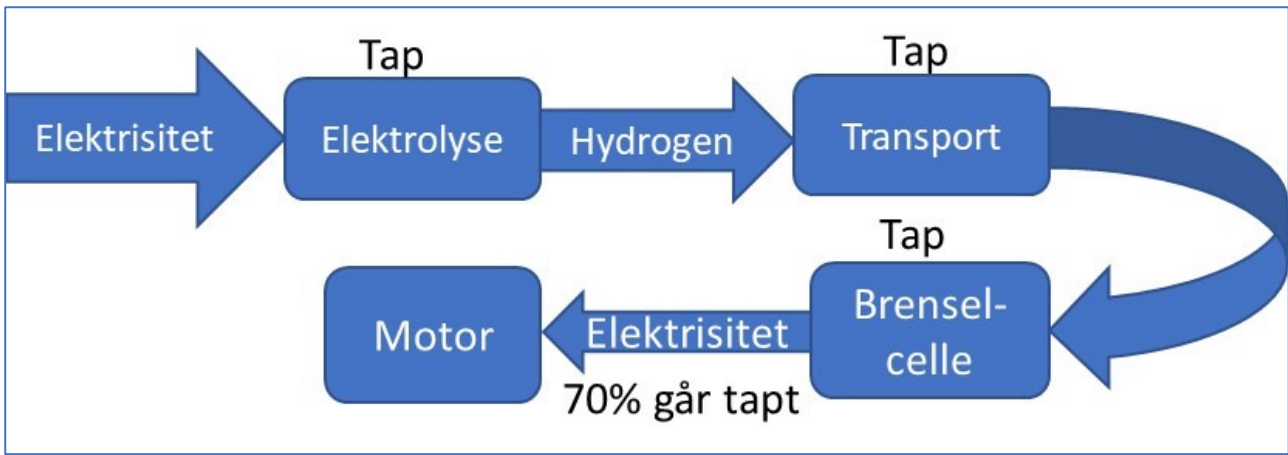


Fig. 1: Hydrogen produsert med elektrolyse, brukt til transport. Egen illustrasjon.

Hovedproblemet er den lave virkningsgraden. Bare 30% av elektrisiteten som blir sendt inn i elektrolysecellen kommer fram som elektrisitet til motoren. 70% av energien forsvinner på veien.

Såkalt e-fuel (kunstig bensin, diesel etc), med hydrogen som en mellomstasjon, er også lansert, men der er virkningsgraden enda lavere. I denne sammenhengen kan vi også nevne flere prosjekter der det blir hevdet at man tar CO₂ fra annen industri og gjør det om til e-fuel av et eller annet slag. Dette blir kalt «CCU» (carbon capture and utilisation), til forskjell fra «CCS» (carbon capture and storage). Dette vil kreve store mengder hydrogen produsert med elektrolyse, samtidig som CO₂ blir sluppet ut likevel. Bellona har en grundig gjennomgang av hvorfor CCU er ikke er noe å satse på⁵.

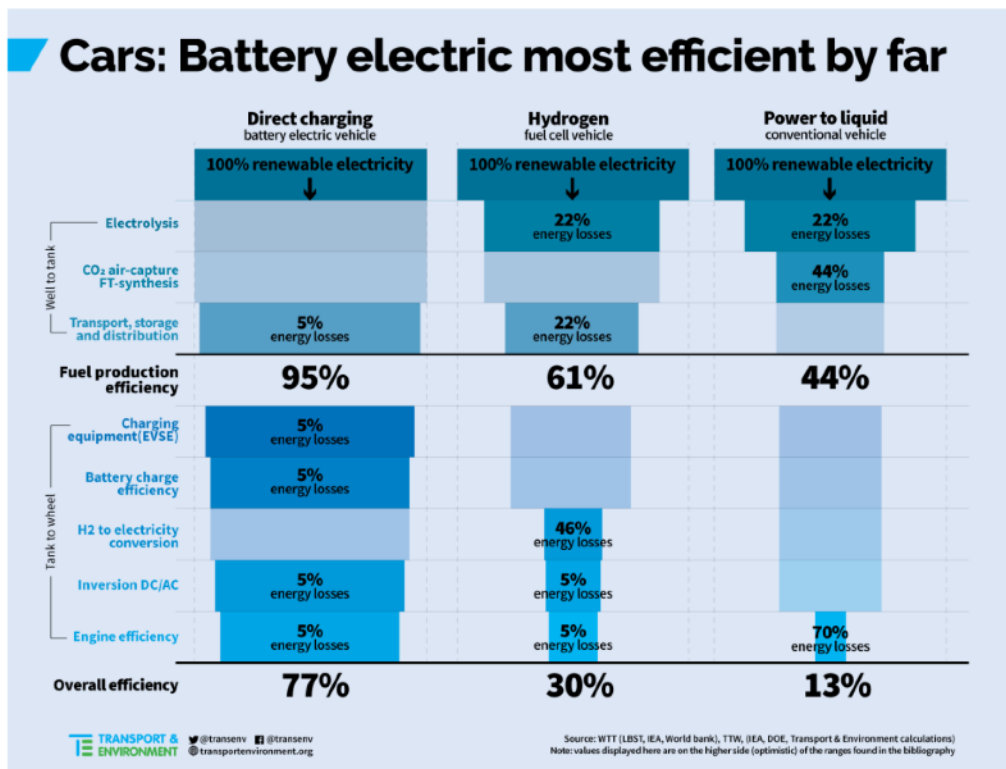


Fig. 2: Virkningsgrader for ulike elektrifiseringsløsninger. Power to liquid = e-fuel. Illustrasjon fra Transport & Environment⁶

⁵ Brief: Problemer med karbonfangst og –bruk (CCU), Eivind Berstad, Christian Eriksen, Bellona, 05.05.2021 <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2021/05/Bellona-Brief-CCU-05.05.2021.pdf>

⁶ Electrofuels, what role in EU transport decarbonisation? A briefing by Transport and Environment, Nov.2017, https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_11_Briefing_electrofuels_final.pdf

Illustrasjonen over viser virkningsgrader med batteri, hydrogen og e-fuel for drift av personbil, men er tilsvarende gyldig også for de fleste andre transportformål.

Her må man også vurdere biogass som alternativ. Biogass produsert med grunnlag i avfall (septik, planterester, slakteri- og oppdrettsavfall, husdyrgjødsel, våtorganisk avfall, oppdrettsslam etc). Avfall Norge AS arbeider med en målsetting på 10 TWh innen 2030⁷. Hvor mye det kan bli innen 2040 er uvisst, men det bør være mulig med 15 TWh når man sammenligner med de langt høyere målsettingene i Danmark og Sverige.

4.3: En aktuell prioriteringsliste for elektrifisering av transport:

1. Direkte elektrifisering, der det er mulig.
2. Elektrifisering med batteri, der det er mulig.
3. Biogass til drift av gassmotor i skip, langtransport og fly.
4. Vurdere om hydrogen kan være et aktuelt alternativ.

Det tar tid å elektrifisere og bygge om skip etc., så innen man har brukt opp potensialet for batteri og biogass (inkludert kombinasjonsløsninger) omkring i landet, kan det ha skjedd vesentlig teknologiutvikling.

5: Misbruk av elektrisitet til produksjon av hydrogen:

Regjeringen krever hydrogenferge på Vestfjorden

Nyhet, Fornybar produksjon Publisert 17.11.2020



Hydrogenferge. Illustrasjon: Norled

Regjeringen vil kreve hydrogendrift på fergene på Vestfjorden, Norges lengste fergesamband, fra 2024. Dette er gode nyheter og kan sparke i gang næringsaktivitet og bruk av fornybar strøm for utslippskutt langs norskekysten.

Fergene på Vestfjorden har så lang overfartstid at det i dag ikke er mulig å se for seg full batteridrift på hele strekningen.

De går i dag på naturgass, og kan gå direkte over på biogass uten ombygging, eller eventuelt en kombinasjon av batteri og biogass.

Det er helt uforståelig at regjeringa i denne situasjonen krever at nye ferger på Vestfjorden skal gå på hydrogen.

Dette er både kostbart, og grov sløsing med elektrisitet, så lenge fergene kan gå direkte over på norsk bioenergi produsert på avfall. Med en «omløpstid» for karbonet i biogassen på 1-2 år, må biogass fra avfall bli regnet som fossilfri.

Fig. 3: Energi Norge jubler over at biogass ikke ble valgt for Vestfjorden. Det var lenge snakk om å kreve biogass.

⁷ Epost til Mads Løkeland-Stai, fra direktør Cecilie Lund i Avfall Norge, 18.02.2021.

Energi Norge jubler over at fergene skal gå på hydrogen, da det vil føre økning i strømsalget; «sparke i gang ... bruk av fornybar strøm»⁸.

Rederiforbundet sa i et seminar om biogass i august 2020 at det er 65 skip som allerede kan ta i bruk biogass direkte⁹:

«Biogass er metan akkurat som naturgass og kan derfor brukes vekselvis med og erstatte naturgass (LNG) i skip med gassmotorer og dual fuel-motorer.

- Dette gjør det mulig å ta i bruk biogass umiddelbart på de rundt 65 LNG-drevne skip som seiler langs norskekysten i dag, fortalte Gamlem¹⁰. Dette er rundt en tredjedel av alle LNG-drevne skip i verden og bekrefter Norges ledende rolle på gassdrevne skip.»

Norge har med andre ord teknologien klar for overgang til biogass, og det er også grunn til å minne om at biogassbransjen trenger kunder for å utvikle produksjonen.

6: Hydrogen som «balansekraft» er uaktuelt for Norge

Med det store innslaget av vindkraft og solenergi på kontinentet er det et økende problem å «balansere» forbruk og produksjon av elektrisk kraft. Hydrogen produsert med elektrolyse kan bli brukt, både til å øke forbruket i perioder med overskudd av elektrisk kraft, og til å produsere elektrisitet i perioder med underskudd.

Et hovedproblem med denne typen energilagring er det store tapet av energi, sammenlignet med f.eks. pumpekraftverk. Brukt i kontinentets elforsyning kan det likevel ha en viss fornuft. Samtidig blottlegger det de store samfunnsmessige kostnadene for å balansere vindkraft og solenergi.

For Norge er ikke denne bruken av hydrogen aktuell, da vindkrafta blir balansert med vannkraft. Det er heller ikke spesielt aktuelt for landene på kontinentet å få tilsendt hydrogen produsert i Norge. De vil bruke hydrogen som balansekraft både ved overskudd og underskudd, mens hydrogen fra Norge bare vil gi krafttilskudd, med en total virkningsgrad på 30%.

I tillegg er omfattende transport av hydrogen fra Norge til landene på kontinentet en teknologisk, sikkerhetsmessig og miljømessig utfordring. Hydrogen er lett, innpakningen er tung, og krever omfattende og energikrevende transport av stål.

Hydrogen bør bli produsert og brukt på samme sted, som for eksempel produsert og brukt direkte som råstoff til gjødselproduksjon. Storstilt transport av hydrogen er lite aktuelt og ønskelig.

«Hydrogentransport er i stor grad en frakt av stål. Ifølge «Hydrogen Europe» er det største tankvolumet for transport av trykksatt hydrogen 26 m³ (500 bar). Denne tanken kan inneholde rundt 1100 kg hydrogen i gassform. Den tomme tanken veier da over 20 tonn eller cirka 20 ganger vekten av hydrogenet i tanken.

For flytende hydrogen kan man med en tank på 50 m³, transportere opp til 3500 kg. Den tomme «termosflasken» og rammen vil veie om lag 35 tonn. Så vi snakker om en doning på veien med samlet vekt på over 40 tonn.¹¹»

⁸ Regjeringen krever hydrogen på Vestfjorden, Energi Norge, 17.11.2020, <https://www.energinorge.no/fagomrader/fornybar-energi/nyheter/2020/regjeringen-krever-hydrogenferge-pa-vestfjorden>

⁹ Biogass: Betydelig klimakutt mulig fra 65 skip uten ombygging, Biogassfagdag 19.08.2020, <https://rederi.no/aktuelt/2020/biogass--en-del-av-losningen-for-et-bedre-klima>

¹⁰ Gunnar Malm Gamlem, fagsjef for miljø i Rederiforbundet.

¹¹ Håpløst dyrt å transportere hydrogen – derfor bør den produseres lokalt, Innlegg fra Stein B. Jensen, senior teknisk rådgiver i GreenH as, Teknisk Ukeblad, 07.11.20