

Et konseptforslag for overgang fra karbon- til hydrogenalderen.

Forord

Samfunnet har bragt oss i en krisesituasjon med mangelfulle tiltak for utslippskutt og grønt skifte. Den bærende erkjennelse bak arbeidet med dette Notat er at det er best for samfunnet å satse smartere enn dagens praksis for å utnytte kjent teknologi, framfor å vente på ny teknologi. Veien er i realiteten åpen for norsk industri og forskning til å ta internasjonal ledelse.

Sammendrag

Den aktuelle bakgrunnen er at Statens demonstrasjonsprosjekt «Northern Light» nærmer seg fullføring. Det helt avgjørende grunnlag for å komme raskt videre synes dermed sikret ved fastleggelse av en realistisk pris for CO₂. Tre demonstrasjonsinstallasjoner for CO₂-fangst ved anvendelse av en aminprosess, med transport og deponering av CO₂ offshore, skal gjennomføres.

En annen del av den aktuelle bakgrunnen er at Forskningscenteret LowEmission ved Sintef/NTNU nylig er tildelt en forskningsbevilgning på 350 mill. over 8 år. Brorparten av dette kommer fra oljeselskaper og leverandørbedrifter. Staten bidrar med 120 mill.

Hensikten med dette Notat er todelt:

For det første er det et krav til politikere og Forskningsrådet om at de ikke må svikte sitt informasjonsansvar i forskningspolitikken. Det viser seg i praksis at de skjuler en elementær erkjennelse. De unnlater å informere om den helt grunnleggende forskjell det er på nytteeffekten av å basere seg på en politisk-teknologisk operativ systemstruktur, i motsetning til summen av en rekke fragmenterte enkeltprosjekter.

For det andre søker jeg å konkretisere hva som menes med et politisk-teknologisk operativt system i stor skala ved å beskrive et eksempel i form av et konseptforslag. Foreliggende konsept innebærer et forslag til et nytt stort prosjekt som utgjør et alternativ til LowEmission-prosjektet. Det har en langt videre ramme. I motsetning til det segmenterte LowEmission, baserer Konseptforslaget seg på en overordnet systembetragtning.

Politisk sett er essensen i Konseptforslaget å vise at kostnad til fragmentarisk samfunnsgagnlig teknologiutvikling kan bli snudd til meget stor samfunnsøkonomisk gevinst på lengre sikt. Teknisk sett er essensen et stortilt prosjekt basert på en operativ systemstruktur for produksjon og eksport av hydrogen som energibærer, hvor oksygen er virkemiddelet i prosessen. Dertil integreres import, transport og deponering av CO₂. Konseptet innebærer forslag til to pilotinstallasjoner: 1. Økt utslippsfri realverdskaping offshore, 2. Avfallsforbrenning som utslippsfri energiproducent. Disse bør kjøres parallelt.

Systemkonstruksjon i stor skala, eller enkeltprosjekter?

Universiteter skal tenke sjøl. Den objektive forskningen for et bedre samfunn svikter sin oppgave når den ikke sier tindrende klart i fra at det er feil forskningspolitikk når forskerkapasiteten belegges med segmentert oppdragsforskning med statlig støtte gjennom

Forskningsrådet. Dette er til fortrensel for en helt annen innfallsvinkel. Politisk-teknologisk systemkonstruksjon i stor skala løser oppgaven på en helt annen positiv og effektiv måte på lang sikt. Det er i den politiske ledelse av Forskningsrådet svikten ligger. Det er kanskje noen forskere som har forsøkt å varsle, men ikke blitt hørt?

Fraksjonerte investeringer som blindveier

Når oppgaven er overordnet politisk prioritering av investeringer for samfunnsøkonomisk realverdiskaping, er det viktig å peke på de mange politisk-teknologiske blindveier for bedriftsøkonomiske investeringer som får statlig forskningsstøtte, og derved dessverre blir samfunnsskadelige. Her er noen ferske eksempler:

Teknologi for forbrenning av hydrogen i gassturbin istedenfor i brenselcelle, som er mer generelt anvendelig. Brenselcellen drives med hydrogen og luft, og produserer elkraft utslippsfritt. Et annet blindspor er tro på at forbrenning av hydrogen med oksygen fra luftseparering og resirkulert avgass er en aktuell prosess for el-produksjon. Et tredje er at produksjon av hydrogen og oksygen ved elektrolyse bare betraktes som separate prosesser med dårlig virkningsgrad, samt at det store eksportpotensialet for både hydrogen og oksygen offshore er oversett. Et fjerde er oversett potensial for forbrenning av olje og gass i stempelmotorer når fangst og deponering av CO₂ ligger nært for hånden.

Alternative prosesser for CO₂-fangst og hydrogenproduksjon.

Teknisk Ukeblad i juni 2014 hadde en ganske detaljert beskrivelse av ulike teknologier for fjerning av CO₂ fra avgasser. Der reflekteres det også over faktorer som bestemmer valg av teknologi, og lander på anleggs- og driftskostnader og virkningsgrader som vesentlige. I Teknisk Ukeblad i juni i år framgår det at Sintef/NTNUs store LowEmission-prosjekt følger samme oppskrift. Industribedrifter og bransjer prioriterer etter eget behov. Dette er et eksempel på fragmenteringsfella som industrien og Forskningsrådet går i, når oppgaven er samfunnsøkonomisk nytte av en helt annen dimensjon, og på et annet plan.

«Oxyfuel combustion» for enkel CO₂-fangst omtales som et av en rekke alternativer til aminrensing av avgass. Produksjon av hydrogen ved reformering av naturgass og produksjon av hydrogen og oksygen ved elektrolyse av vann har vært modne teknologier i mange år. Hovedpoenget med foreliggende konseptforslag er imidlertid å vise til det faktum at disse teknologier er utviklet og tatt i bruk av bedrifter ut fra fortjenestemuligheter i et eksisterende marked, uten å resultere i noe markert gjennombrudd for utslippsreduksjon og grønn omstilling.

Markedsdreining

Den elementære politiske feilslutning som kapitalkrefter har lyktes med å sementere, består i forestillingen om at samfunnsøkonomisk lønnsomhet av hver enkelt investering sikrer den langsiktige samfunnsøkonomien på systemnivå. En annen feilslutning er forestillingen om at markedet er noe som *er*, isteden for noe som *blir*. Tenk bare på flytende havvind som et umodent marked i vekst.

Det dypt tragikomiske er at regjeringen samtidig går aktivt inn for markedsdreining. Så vidt jeg vet, er overordnet politikk ikke gjort til gjenstand for samfunnsøkonomisk forskning som synliggjør mulighetene for nyskaping av markeder og en operativ systemstruktur av moden teknologi. Tvert imot er dagens politikk preget av den religiøse troen, (eller ideologien som de liker å kalle det), på multinasjonal konkurranse i et eksisterende marked som løsning på samfunnsproblemer. Tragisk er det også at feilslutninger på politisk hold og i næringslivsorganisasjoner har smittet over på teknologiforskningen, slik at den har korrumpert seg, og dessverre kommet på blindspor. De nevnte Sintef-prosjektene i 2014 og LowEmission i 2019 viser dette.

Utslippsfri verdiskaping offshore.

Foreliggende konseptforslag innebærer omlegging til en radikal politisk-teknologisk operativ systemløsning i stor stil. Den er så enkel at det er underlig at den har ligget snublende nær og blitt oversett i mange år. En enkel prosess for CO₂-fangst i kombinasjon med hydrogenproduksjon offshore lanseres. Dette som alternativ til voluminøs aminprosess. Det gir grunnlag for utslippsfritt grønt skifte og verdiøkning ved videre foredling av både offshore vindkraft og av naturgass. Elektrolyse av vann for produksjon av hydrogen gir dårlig virkningsgrad, men hypotesen er at dette kan mer enn kompenseres for hvis også oksygen, som produseres samtidig, utnyttes i et omfattende operativsystem som gir høy samfunnsverdi.

Det oppnås flere fordeler ved å anvende ren oksygen iblandet resirkulert avgass istedenfor luft ved forbrenning av olje og gass i stempelmotorer. Effektiv forbrenning ved høy temperatur og høyt trykk kan anvendes, da begrensningen ved dannelse av NO_x opphører når nitrogen ikke lenger er til stede. CO₂-fangst blir enkel, da avgassen består av bare CO₂ og vanndamp. Vanndamp fjernes enkelt ved kjøling. For det tredje blir hele anlegget kompakt ved at behov for kompressorer reduseres når hele den lukkede prosessen kjøres under trykk.

Offshore vindkraft i nærheten av geologiske strukturer for CO₂-deponering gir kortreist strøm for produksjon offshore av hydrogen og oksygen. Ved vindstille opprettholdes kraftproduksjon til elektrolyse av vann og annet energiforbruk med strøm fra generatorer drevet av stempelmotorer istedenfor av gassturbiner. Disse tilføres kortreist gass eller olje, samt ren oksygen og resirkulert avgass istedenfor luft, (oksygen-tillegg fra mellomlager). Ved å kjøre motorene kontinuerlig, utnyttes eksosvarmen i et damp turbinanlegg.

Avfallsforbrenning som utslippsfri energiprodusent

Utslippskutt ved avfallsforbrenning kan skje med større langsiktig gevinst enn kostnad. Et varmekraftanlegg med damp turbin leverer elkraft til nettet, og varme til et fjernvarmenett eller til industri som krever varme. Effektiv forbrenning skjer under overtrykk i dampkjel som tilføres oksygen blandet med resirkulert avgass istedenfor luft. Oksygen produseres fra nettstrøm. Kortreist hydrogen leveres til det lokale markedet. Eventuelt kan elkraft og varme produseres i tillegg av utslippsfri dieselmotorer, som beskrevet ovenfor, hvis dette gir billigere kraft enn nettstrøm. Fanget CO₂ leveres til mellomlager.

Utslippsfri forbrenning av vegetabilsk avfall kvalifiserer til dobbel CO₂-pris, da CO₂ fjernes fra atmosfæren. Dette gjelder avfall fra skogbruk, sagbruk, høvleri, trevarefabrikker og papirfabrikker, samt ikke-gjenbrukbart rivningsmateriale og kasserte bomullsplagg. Dermed blir også produksjon av biobrennstoff fra vegetabilsk råstoff et blindspor, da utslippsfri hydrogen er en mer verdifull energibærer for transportsektoren.

Marked for hydrogen og oksygen.

Etter hvert som det bygges ut mer kraft fra vindturbiner til havs, og markedet for hydrogen øker, kan det bli overproduksjon av oksygen. Denne kan, foruten å brukes istedenfor luft til forbrenning offshore, også brukes til forbrenning ved stasjonære anlegg på land, som til avfallsforbrenning. Den kan også eksporteres til nasjoner som Polen som er avhengig av kullfyrte varmekraftanlegg. Slike nasjoner finner det kanskje formålstjenlig, framfor å importere naturgass for å dekke økende energibehov og CO₂-fangst ved aminprosess, å importere hydrogen for å dekke energibehov, og av oksygen for anvendelse i kullfyrte dampkjeler, samt til avfallsforbrenning.

Oksygen-tilgang er en flaskehals i konseptforslaget, fordi det krever mye elkraft. Oksygen produseres nå ved eksisterende fabrikker som baserer seg på andre prosesser. Disse vil antagelig se med blide øyne på den markedsutvidelsen som konseptforslaget innebærer.

Transport i rør eller skip?

Prosjektet Northern Light legger opp til at CO₂ fraktes på skip fra kilden til mellomlager på Vestlandet, og derfra i rør til injeksjonssteder offshore. Det er imidlertid bedre om transport av CO₂ fra markedet tildeponering i offshorefelt og av hydrogen og oksygen den motsatte vei, skjer på skip. Det vil gi stor fleksibilitet i markedstilgang og i kapasitet, og dertil kapasitetsutnyttelse ved returlast av CO₂ fra land. Klassifikasjonsselskapet Germanischer Lloyd utarbeidet, for ca. 30 år siden, regelverk for transport av hydrogen på tankskip.

Transport på tankskip fordrer imidlertid komplisert bøyelasting. Som alternativ foreslår jeg at mellomlagring og transport heller skjer i spesielle standard containere for gassene hydrogen, oksygen og CO₂ i væskefase. For anvendelse stasjonært eller på store skip, hvor vekt ikke er avgjørende, kan hydrogenlagring i metallpulver være aktuelt. Lasting og lossing skjer med konvensjonelt kranløft. Rørtransport av flytende gasser kan komme i tillegg, hvis markedet med tiden skulle tilsi behov.

Løsning for internasjonal skipsfart.

Med tiden kan store skip i internasjonal fart ha et hybrid system for framdrift basert på elektromotor. Elkraft tilføres både fra brenselceller drevet av hydrogen og direkte fra generatorer drevet av utslippsfrie dieselmotorer. Motorene drives med dieselolje som forbrennes under tilførsel av oksygen blandet med resirkulert avgass istedenfor luft. Både hydrogen, oksygen og CO₂ mellomlagres ombord i standard spesialcontainere, som nevnt ovenfor. Dette forutsetter utbygging av et internasjonalt nettverk av terminaler for bunkring av dieselolje, hydrogen og oksygen, samt mottak av CO₂. Høytemperatur eksosvarme fra dieselmotorene kan utnyttes i et dampturbinanlegg som er koblet til propellakselen via reduksjonsgear, eller til strømgenerator. I nødsfall kan motorene kjøres på luft, som konvensjonelt.

Tekniske utfordringer og muligheter.

Materialvalg i utstyr for transport og lagring av hydrogen er et sentralt problem som gjelder alle prosesser for anvendelse av hydrogen. Dette forskes det mye på utenfor rammen av dette konseptforslaget. Det samme gjelder videreutvikling av brenselceller, som skjer kontinuerlig. Miljøkonsekvenser ved utnyttelse av havvind gjelder vindturbiner generelt. Dette ligger også utenfor rammen av dette konseptforslaget.

Forbrenning i stempelmotorer med resirkulert avgass er kjent teknologi. Effektiv forbrenning helt uten luft i motorer og i dampkjel, med automatisk regulering av forbrenningstemperatur, åpner for et voksende marked, men så vidt vites er dette ikke prøvd ut.

Konstruksjon og bygging av spesialkontainere for flytende gasser åpner for et nytt marked. Det innebærer en utviklingsoppgave.

Politiske utfordringer.

Fastsettelse av en realistisk pris for CO₂ er første praktiske forutsetning. Dette burde være enkelt. President Trump har allerede gjennomført det i USA. Det må videre avklares om Staten ser på Konseptforslaget som et ønskelig eller problematisk prosjekt i konkurranse med deler av sitt eget Northern Light prosjekt, basert på Aker Solutions amin- prosess. Det må også avklares om finansiering betraktes som et problem eller som en kjærkommen anledning til å investere i framtidens utvikling, til dels i konkurranse med eksisterende industri generelt i et endret marked.

To pilot-installasjoner: på Sleipnerfeltet og på Avfallsforbrenningsentralen i Trondheim.

Sleipnerfeltet antas å være godt egnet for en demonstrasjonsinstallasjon. Likeledes anses avfallsforbrenningsentralen på Tiller i Trondheim som velegnet for en demonstrasjonsinstallasjon i konkurranse til eller som supplement til Aker Solutions installasjon på Oslo Varme på Klemetsrud.

Framdriftsstrategi og organisasjon.

Jeg foreslår framdrift i tre etapper:

1. Forskningsrådet tar utfordringen med å oppfordre to tunge forskningsinstitusjoner til å ta initiativ. F.eks. kan DNV GL oppfordres til å fronte Equinor, eier av Sleipnerfeltet. Sintef kan oppfordres til å fronte Statskraft, eier av forbrenningsentralen i Trondheim.
2. En gruppe av interesserte bedrifter etableres for gjennomføring av et forprosjekt som ender opp med a) foreløpig konklusjon om teknisk og samfunnsøkonomisk relevans av konseptet og de to pilotinstallasjoner. b)valg av organisasjonsform med ledelse på to nivåer: Forskningsrådet oppnevner et strategisk overordnet Styre, og et under-nivå med to prosjektledere tilknyttet rådgivende grupper. Oppgaven for disse er detaljutvikling av konseptet og planlegging og gjennomføring av demonstrasjonsanlegg henholdsvis offshore og for avfallsforbrenning.
3. Styret vurderer om Konseptet utvikles og testes som et norsk eller nordisk prosjekt, med finansiering fra relevante nasjonale kilder. Alternativt søkes prosjektet gjennomført som et EU-prosjekt.

Etterord og takk

Havet er i prinsippet en felleskapets allmenning. Havet er spesielt sårbart for temperaturøkning, forsurening og mikroplast og annen forurensning. Havet skriker hver dag i nød etter en kobling av ansvarlig politikk og teknologiutvikling som gjør effektiv lovgivning mulig.

Takk for støtte under arbeidet med dette Notat fra kollega Arnold Kristian Hansen, pensjonert administrerende direktør ved Sintef Marintek i Trondheim.