

Dialognotat som grunnlag for tidleg dialog med

aktører som kan medverke til å utvikle produksjon og distribusjon av hydrogen av innestengt kraft frå småkraftverk, til energiberar for bl.a. transport.

Stranda kommune inviterer til dialogkonferanse

27. september på Scandic Ålesund Hotell, Molovegen 6, Ålesund - kl. 10 – 15

[Påmelding her \(link\)](#): snarast og seinast 24. september.

Det blir påfølgjande dialogaktivitetar i etterkant av konferansen, sjå vidare i notatet. Spørsmål skal rettast til Inge Bjørdal på e-post: inbj@stranda.kommune.no

Stranda kommune har fått forprosjektmidlar av Norges Forskningsråd til å undersøkje behovet for og nytten av utviklingsprosjekt som optimaliserer moglege businesscase for produksjon og distribusjon av hydrogen av innestengt kraft frå småkraftverk. Stranda kommune knyter dette arbeidet først og fremst til behovet for nullutsleppsløysingar for sjøtransport på Geirangerfjorden. Det er vedteke at verdsarvfjordane skal vere utsleppsfrie innan 2026.



Prosjektet vert gjennomført med hjelp frå Nasjonalt program for leverandørutvikling, ein pådrivar for innovative innkjøp. Norges Forskningsråd finansierer initiativet og er ein del av Leverandørutviklingsprogrammet.



**Innovative
anskaffelser**

Nasjonalt program for
leverandørutvikling



Målgrupper for dialogkonferansen og påfølgjande dialogaktivitetar:

- Bedrifter i heile verdikjeda som kan utvikle og optimalisere løysingar for produksjon og distribusjon (infrastruktur) for hydrogen frå småkraftverk som m.a. kan nyttast som energiberar til transport på sjø og ev. land:
 - Småkraftverk i heile landet som har innestengt kraft og som kan nyttiggjere seg denne til produksjon av hydrogen for sal
 - Bedrifter som kan optimalisere elektrolysørar
 - Transportselskap og bedrifter med løysingar for distribusjon og infrastruktur (fyllestasjonar) som gjer hydrogen tilgjengeleg for kundar
- Aktørar som etterspør (er kundar av) hydrogen som energiberar for sine fartøy, landtransport og ev. andre som kan tenkjast å kunne gjere bruk av hydrogen som nullutsleppsenergi
- FoU-institusjonar, fagmiljø, konsulentbedrifter med kunnskap om slike løysingar
- Investorar

- I tillegg er andre samfunnsaktørar hjarteleg velkomne, både nasjonale og regionale aktørar med interesse for behov og løysingar knytt til dette, også aktørar og miljø med interesse for å lære meir om metode for før-kommersielle innkjøp som verkemiddel til innovasjon.

Sjølv om Stranda kommune er interessert i løysingar som reduserer utslepp i eigen kommune og region, er innovasjonskonkurransen open for aktørar frå heile landet (og ev. utanlandske samarbeidspartnarar). Offentlege innkjøp legg til grunn prinsipp for m.a. konkurranse og likebehandling av alle marknadsaktørar, og FoU-prosjekt har formidlingskrav (forskning skal kome alle til gode). Nye løysingar vil kunne kome Stranda-regionen til gode ved at dei blir tekne i bruk (uavhengig av kvar dei vert utvikla). Ved inngåing av sjølve innovasjons-/utviklingskontraktene vil problemstillingar knytt til IPR / immaterielle rettar bli sikra.

For-prosjekt, hovudprosjekt og før-kommersielt innkjøp

For-prosjektet, og eit eventuelt hovudprosjekt, legg til grunn metode for før-kommersielle innkjøp som vil seie at Stranda kommune lyser ut ein innovasjonskonkurranse om å utvikle løysingar for hydrogen av innestengt kraft frå småkraftverk. I den samanheng har Stranda kommune rolla som stimuleringsaktør for utvikling, og vil tildele utviklingsmidlar til bedrifts- og FoU-konsortium som ønskjer og har mulegheit til å optimalisere løysingar knytt til dette. Dette er under føresetnad av at Stranda kommune får midlar frå Forskingsrådet til å lyse ut innovasjonskonkurransen. Det vert lagt opp til at fleire konsortium får tildelt utviklingsmidlar. Desse kan kvar for seg utvikle del-løysingar som til saman medverkar til optimalisering av ei total løysing, eller konsortia utviklar «det same» men med ulik tilnærming for å skape den beste løysinga. Korleis innovasjonskonkurransen blir forma vil vere avhengig av kva

for innspel marknads- og FoU-aktørane kjem opp med i for-prosjektet. Det er difor svært viktig at aktørar som kan gjere dette mogleg melder seg på i dialogen som det vert invitert til her for å påverke innhaldet i desse utviklingsprosjekta. Aktørane får her ei mulegheit til å få pengar til å utvikle det dei meiner er naudsynt for å setje ut i livet produksjon avhydrogen frå småkraftverk med innestengd kraft, og tilhøyrande distribusjon og sal.

Målsetjinga i for-prosjektet er å finne ut om det finst bedrifter/tilbydarar av slike løysingar og om desse ønskjer og evnar å utvikle løysingane. I tillegg skal for-prosjektet gi grunnlag for å danne seg ei oppfatning av om det ligg til rette for eit potensielt business-case for løysingane. Løysingane må kunne vere tilgjengelege (og ha mulegheit for å kunne realiserast) helst i løpet av 3-5 år. Dersom mulegheitene er til stades og vert vurderte som lønsame og føremålstenlege sett i høve til behovet, vil Stranda kommune søkje Forskningsrådet om midlar til eit hovudprosjekt og lyse ut og setje i gang innovasjonsprosjekt (basert på innovasjonskonkurranse) dersom midlar vert tildelt.

Meir om Stranda kommune si interesse og behov for nullutsleppsløysingar for transport

I Stranda kommune ligg Geirangerfjorden, ein verdsarvfjord som er mykje besøkt av turistar, spesielt på sommarhalvåret. Turistane kjem ofte sjøvegen på fjorden, og dagens ferjer, båt og skip er førebels ikkje utsleppsfrie. Det skjer derimot mykje på båt-fronten m.o.t. at det no kjem konsept med mindre utslepp. Som verdsarvkommune ønskjer Stranda å ta vare på denne statusen på ein god måte, og syte for at Geirangerfjorden vertr forvalta på ein berekraftig måte. Kommunen er forplikta til å skjømte rolla si som sin lokalt ureiningsmynde, og har difor behov for å medverke til løysingar som gir mindre ureining og utslepp av CO₂. Vi ønskjer difor å sjå nærmare på korleis småkraftverk med innestengt kraft kan hjelpe fram løysingar for å redusere CO₂-utslepp frå m.a. sjøtransport ved å produsere hydrogen som potensiell energiberar. Det er fleire småkraftverk i regionen som har denne mulegheita.

Rapportar (t.d. sluttrapporten frå prosjektet Hellesylt Hydrogen Hub [HHH]) og ny kunnskap har i den seinare tid aktualisert mulegheitene for hydrogenproduksjon i området rundt Geirangerfjorden (dette vil bli gjennomgått på dialogkonferansen). Utviklingsprosjekt som kan bli sette i gang på bakgrunn av dette prosjektet som Forskningsrådet no finansierer, vil vere eit bidrag til å realisere mulegheitene, både rundt Geirangerfjorden og i andre deler av landet der potensialet er like stort.

Problemstilling: Optimalisering av hydrogenproduksjon av innestengt kraft hos småkraftverk – lønsemd og moglege utviklingsbehov

Innestengd kraft oppstår der potensialet for kraftproduksjon er større enn det samla kraftavtaket. Dette fenomenet er særleg utbreidd i område der det er varierende kraftproduksjon og avgrensa overføringskapasitet til nettet (linekapasitet). I periodar der potensialet for kraftproduksjon er stort, vil ikkje den tilgjengelege linekapasiteten vere stor nok til å overføre e-produksjonen til nettet, og ein må difor setje grenser for produksjonen. Dette fører til tap av

energi som kunne blitt nytta dersom det hadde vore eit tilgjengeleg avtak i form av utvida linekapasitet eller alternative straumforbrukarar. For kraftverka som produserer straumen betyr dette tapte inntekter.

Tilhøve som bør peike i retning lokal produksjon og bruk av hydrogen for å minske utslepp av CO₂, utnytte kraftproduksjonen og auke lønsemda for småkraftverka er t.d. ikkje-føremålstenleg bygging av nye liner, kablar, «monstermaster» og oppgradering av liner, for dyre prosjekt og prosjekt som ikkje samstavar med ta vare på natur. Slike prosjekt får ikkje løyve.

Sjølv om de tekniske løysingane finst (elektrolyse) er det likevel behov for noko utvikling, utprøving og meir optimalisering av løysingane; t.d. tekno-økonomiske modellar, fortanestevurderingar, optimalisering av dimensjonering og drift, betre forståing av kva som er drivarane for lønsam produksjon og simuleringar.

Generelt sett er hydrogenteknologi for alle lekkar i verdikjeda knytt til utnytting av innestengd kraft tilgjengeleg. Verdikjeda som må på plass, inneheld ei rad lekkar, heilt frå produksjon til sluttbruk.

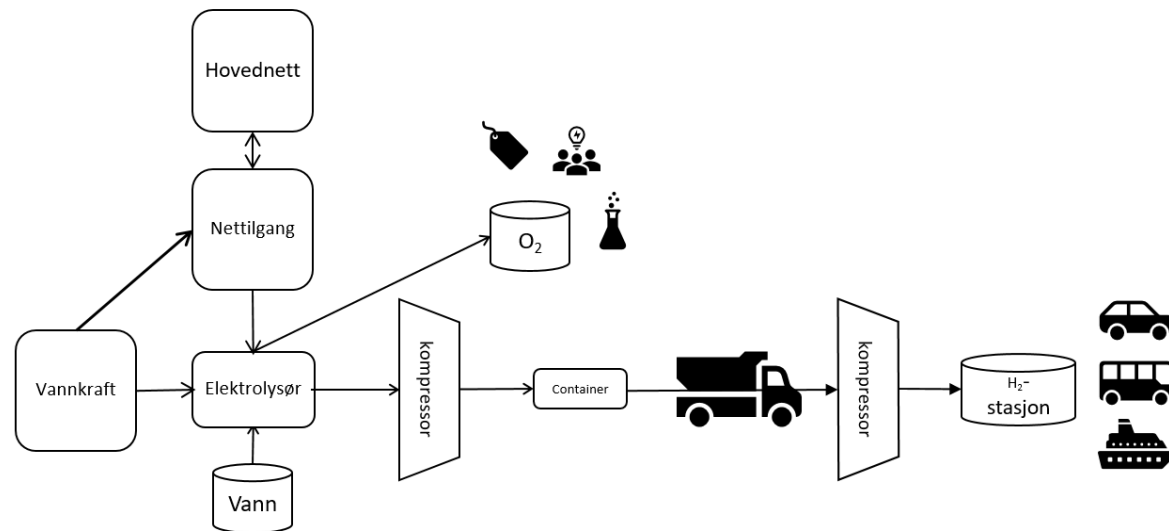
Hydrogen er ein energiberar som eignar seg godt for lagring og transport av energi, og dersom det finst eit avtak for hydrogen ein stad i nærleiken vil ein kunne selje hydrogen dit. Hydrogen kan produserast utsleppsfritt ved elektrolyse (grøn hydrogen), med vatn og straum som innsatsfaktorar. Biprodukta i prosessen er oksygen og varme. Jo meir innestengt kraft som finst, jo rimelegare vil produksjonen vere.

For at produksjon av hydrogen skal vere attraktivt, er ein avhengig av eit stabilt høgt avtak lokalt. Dette kan t.d. vere i form av ei hydrogendriven ferje. Dersom det i tillegg finst lokale marknader for sal av varme og oksygen vil dette medverke til å auke lønsemda. Dette kan t.d. vere eit setjefiskanlegg [1].

I det følgjande presenterer vi ei orientering om produksjon og distribusjon av hydrogen, utarbeidd av eit fagmiljø innafor dette FoU-området.

Produksjon og distribusjon av hydrogen

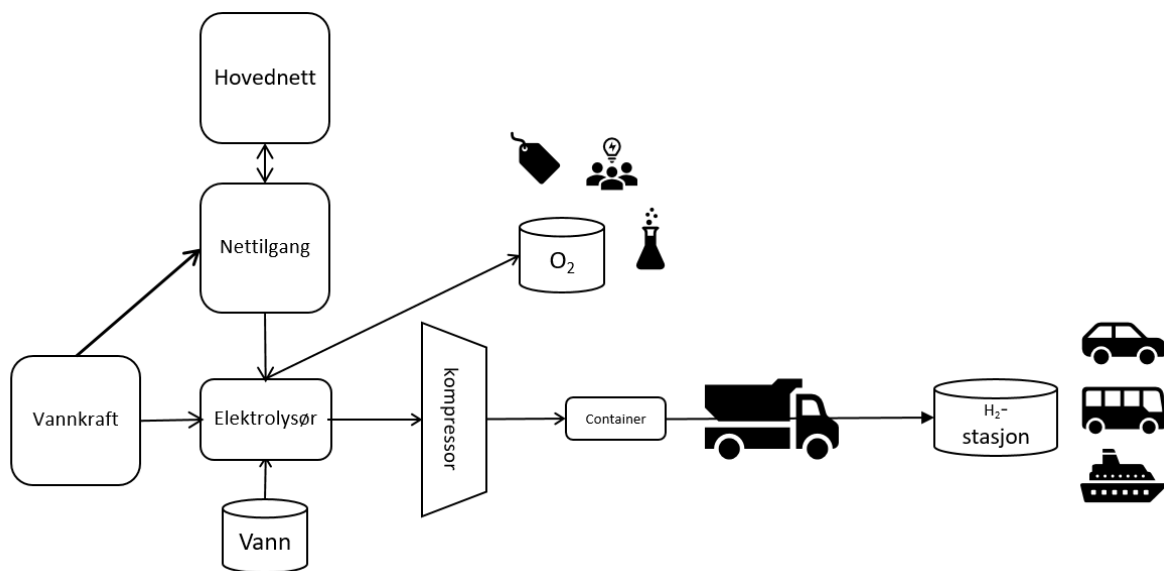
For å produsere og distribuere hydrogen er man avhengig av å etablere infrastruktur. Overordna vil det være behov for en elektrolyser, et lagrings- og transportmedium og en hydrogenstasjon for fylling til ønsket applikasjon. I det følgende vil vi beskrive nokre generelle skisser for produksjon og distribusjon av hydrogen.



Figur 4: Elektrolysøren plasseres ved kraftverket for å slippe nettleiekostnader. Hydrogenet transporteres vha. container og semitrailer til hydrogenstasjonen. Et høytrykkslager (trykk avhenger av sluttbruk) på hydrogenstasjonen, fylles fra containeren via en kompressor.

Skisse 1

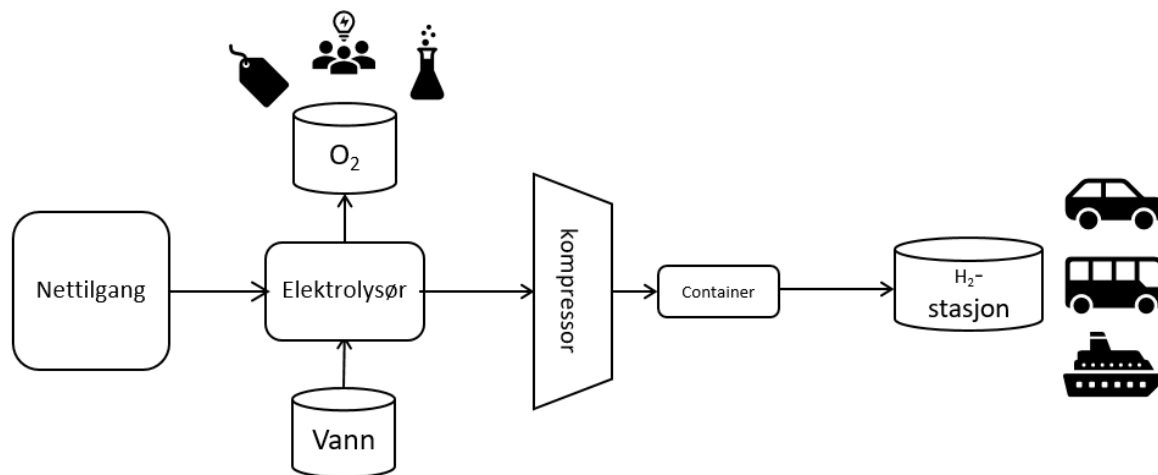
En oversikt over skisse 1 ses i Figur 4. Ved å plassere elektrolysøren ved kraftverket kan produksjonen av hydrogen foregå uten tilføring av strøm fra nettet i perioder hvor krafttilgangen fra kraftverket er stor nok til å opprettholde ønsket produksjon. Dette bidrar til å redusere nettleiekostnader. En kompressor komprimerer det produserte hydrogenet til et egnet trykk for mellomlagring og containertransport. For å kunne fylle hydrogen fra hydrogenstasjonen og over til ønsket applikasjon er man avhengig av et overtrykk fra hydrogenstasjonen til den tanken som fylles. I dette alternativet oppnås overtrykket ved hjelp av en kompressor ved hydrogenstasjonen.



Figur 5: Elektrolyseren plasseres ved kraftverket for å slippe nettleiekostnader. Hydrogenet transporteres vha. container og semitrailer til hydrogenstasjonen. For å oppnå ønsket trykk for fylling anvendes her en kaskadefylling ved hjelp av flere containere.

Skisse 2

Istedenfor å benytte en kompressor til å oppnå ønsket trykk ved hydrogenstasjonen, kan man benytte kaskadefylling (se Figur 5). Ved kaskadefylling fylles hydrogen enten til et mellomlager eller rett til sluttbruker ved hjelp av flere containere. Så lenge trykket er høyere i containeren enn der hvor hydrogenet skal fylles, vil det skje en fylling. Ettersom containeren tømmes vil trykket i containeren synke, mens trykket i den tanken som fylles vil stige. Når det oppnås likevekt mellom disse, vil det ikke lenger skje noe fylling. Da byttes den første containeren ut med en full container med høyt trykk, og mer hydrogen vil kunne fylles. Slik fortsetter prosessen til ønsket mengde er fylt. Dersom man ønsker en rask fylletid, er man avhengig av høyt trykk i containerne som brukes, eller flere containere slik at man ikke behøver å senke trykket til likevekt mellom hver container. Sammenlignet med oppsettet i Skisse 1, spares her kostnader for kompressor ved hydrogenstasjonen, men det er behov for flere containere med høyt trykk.



Figur 6: Her installeres elektrolyseren ved hydrogenstasjonen, og det påløper nettleie. Til gjengjeld spares kostnader for frakt av hydrogen.

Skisse 3

Figur 6 viser oppsettet for skisse 3. Her plasseres elektrolyseren ved hydrogenstasjonen, noe som betyr at all strøm må hentes fra det lokale nettet. Altså påløper nettleie for all strøm som brukes til produksjon av hydrogen. For øvrig er det i dette tilfellet ikke behov for frakt av hydrogen mellom produksjons- og distribusjonssted.

Mulige behov for analyser og utvikling

En utfordring ved etablering av produksjons- og distribusjonsinfrastruktur er å bestemme optimal dimensjon på de ulike komponentene, samt å finne hvilken skisse som er mest hensiktsmessig. I tillegg må det besluttes hvilke aktører som skal være involvert, og samspillet mellom disse. Bruk av tilpassede optimeringsverktøyer vil kunne gi svar på hvilke dimensjoner som vil være optimale for en gitt case. Bruk av slike verktøyer krever data, både for kostnader relatert til kjøp og salg av strøm, kostnader for innkjøp og drift av infrastruktur, produksjonsprofiler for de aktuelle kraftverkene og etterspørsel av hydrogen i ulike nærliggende markeder.

Dersom et system skal etableres for produksjon og distribusjon av hydrogen vil det være interessant å se på styringssystemer for å oppnå optimal utnyttelse av elektrolyseren. Styringssystemet vil bestemme hvilken produksjonsrate elektrolyseren skal kjøre på til enhver tid, basert på flere parametere slik som for eksempel lagernivå av hydrogen, tid til neste henting av container (dersom frakt fra produksjonssted til hydrogenstasjon), prediksjon av nedbør neste døgn osv.

Kildeliste

[1] NVE, 2017b. Hydrogenproduksjon ved Småkraftverk. Delprosjekt 2: Flerbruk av hydrogen, oksygen og varme ved Smolten settefiskanlegg. NVE, Rapport nr 73-2017. ISBN 978-82-410-1626-4. Web-link: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017_73.pdf

Realisering av hydrogenbaserte verdikjeder fordrer tilgjengelig teknologi. Generelt sett er hydrogenteknologi for alle ledd i verdikjeden for utnyttelse av innestengt kraft tilgjengelig. Verdikjeden som må på plass, inneholder ledd fra produksjon til sluttbruk:

- 1) Elektrolyseanlegg (hydrogenproduksjon) fra innestengt kraft
- 2) Lagring av hydrogen for til enhver tid å kunne dekke etterspørselen
- 3) Anvendelse av hydrogen (og potensielt også biproduktene oksygen og varme)
 - a) *Bruk av hydrogen som drivstoff i maritim sektor (ferger, passasjerbåter, servicebåter)*
 - b) *Etablering av en hydrogenstasjon for bruk innen vegtransport (person-, vare- og lastbil, buss)*
 - c) *Hydrogen og brenselceller som Back-up-løsning/kritiske funksjoner i områder med svakt nett*
 - d) *Utnyttelse av elektrolyserens biprodukter (oksygen og varme) f.eks. i smoltanlegg*

Selv om hydrogenproduksjon ved elektrolyse er en velkjent og etablert teknologi, er det få etablerte verdikjeder hvor slik utslippsfri hydrogen anvendes per i dag. Dette skyldes hovedsakelig at fossile energikilder gir lavere hydrogenkostnad enn de som er basert på fornybar energi. Men med fallende kostnader på fornybar energi og økt søkelys på utslippsfrie alternativer, har hydrogen produsert ved elektrolyse fått mer oppmerksomhet, og seiler opp som et gunstig alternativ for en rekke verdikjeder.

Som et ledd i prosjektet vil det være et behov for å definere verdikjeder hvor det kan være økonomisk forsvarlig å basere seg på hydrogen. Omfattende analyser vil være nødvendig, og disse vil innebefatte tilgang på strøm (og strømpris), lokalisering og dimensjonering av infrastruktur, en kartlegging av aktuelle konsumenter og distribusjon av hydrogen til disse.

For småkraft, er det ofte flere mindre vassdrag i et og samme geografiske område. Det kan derfor være behov for å besvare bl.a. disse relevante spørsmålene i et før-kommersielt utviklingsløp:

- Hvilken verdi vil det være i å koble elektrolyseren til to eller flere kraftverk for å oppnå en utjevning i hydrogenproduksjonen og lengre årlig driftstid for anlegget?
- Hvordan bør en gunstig geografisk plassering av produksjon og infrastruktur vektas opp mot å installere anlegget i umiddelbar nærhet til et kraftverk og dermed slippe nettleieavgift?
- Og dersom elektrolyseren plasseres ved kraftverket, hva vil det da koste å frakte hydrogenet til fyllestasjon/sluttbruker?
- Hvor store lagringsenheter trengs for å sikre en jevn leveranse til sluttbruker også i perioder hvor strømtilgangen er lav, og hva vil være kostnaden for et slikt lager?

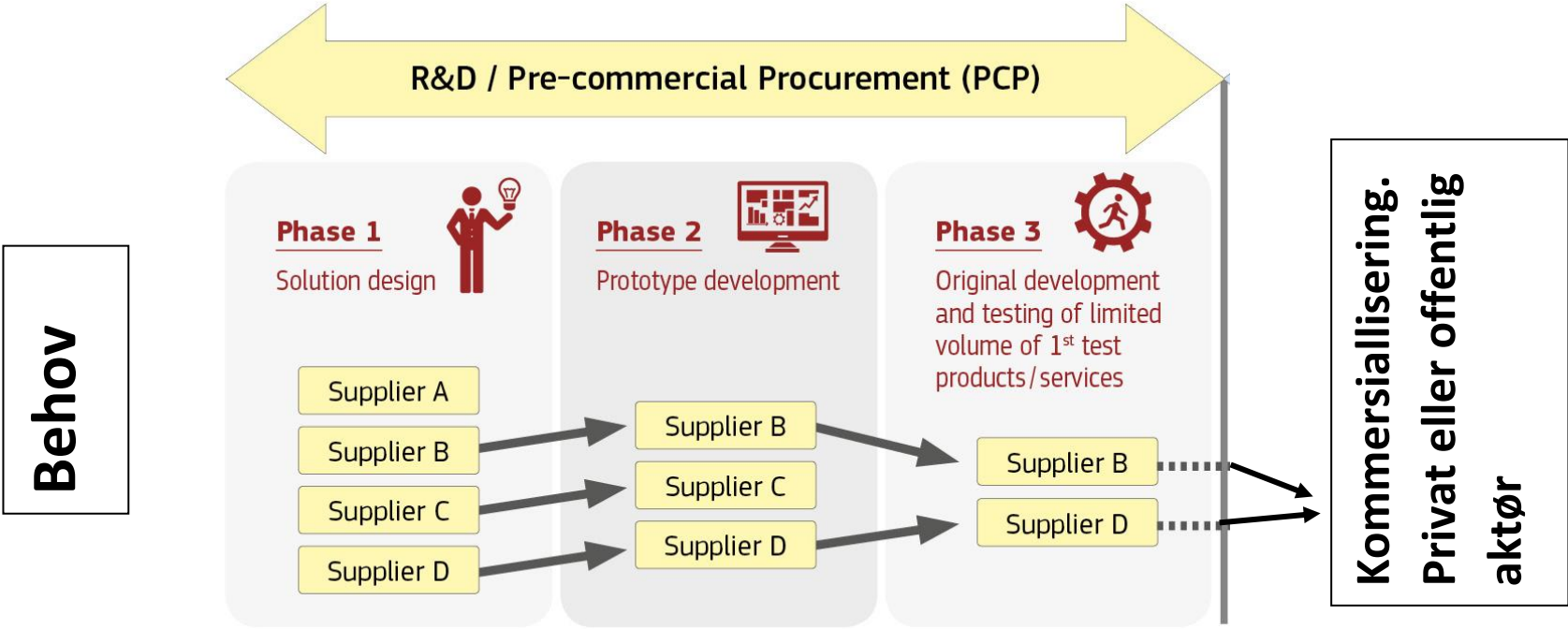
Dette er bare noen av mange problemstillinger man vil stå overfor dersom man ønsker å etablere verdikjeder for produksjon og distribusjon av hydrogen. Operasjonsanalyse og optimering (ved bruk av anerkjente, matematiske modeller) representerer velegnede metoder for å få svare på slike spørsmål. Ved å inkludere de investeringsbeslutninger som skal tas, hvilke problemspesifikke restriksjoner som må overholdes, samt en målfunksjon, vil den matematiske modellen peke ut optimale beslutninger. Disse verktøy vil således bidra til å gi beslutningsstøtte for komplekse problemstillinger, der antall variable og sammenhenger ivaretas gjennom et matematisk definert rammeverk. Ved å bygge optimeringsmodeller for slike systemer, vil man kunne ta gode, strategiske beslutninger angående plassering og dimensjonering av anleggets ulike komponenter. Modeller vil også kunne formuleres slik at de tar mer operasjonelle beslutninger. Operasjonelle beslutninger vil i denne sammenhengen kunne være å bestemme hvor mye hydrogen som skal produseres til enhver tid (gitt tilgang på lokal kraft vs strømpris hvis denne kjøpes fra nettet), og til hvilken sluttbruker skal hydrogenet distribueres (gitt flere alternativer).

Hovedmålet er å utvikle forretningsmodeller, gjennom optimalisering av produksjon og distribusjon av hydrogen fra innestengt kraft i småkraftverk, som gir mindre CO₂-utslipp fra transport og skaper «grønt næringsliv». Vil dette være lønnsomt og bærekraftig?

Tema for dialogen: Dette treng vi svar på

1. Er det bedrifter og grupperingar av bedrifter (konsortium) som ønskjer og evnar å medverke til å utvikle optimale, berekraftige løysingar, og ev. kor mange?
2. Kva vil bedriftene utvikle? Og korleis vil dette føre til optimale, berekraftige løysingar?
3. Kva krevst av tid og pengar for å utvikle desse løysingane, og korleis er utviklinga tenkt gjennomført?

På dialogkonferansen vil vi gå nærmare inn på korleis før-kommersielle prosjekt kan gjennomførast m.o.t. utviklingsfasar og milepålar, etter modellen nedanfor (utviklingsprosjekta vert designa ut i frå kor mogen teknologien er, men vil ofte bestå av 1) Løysningsdesign, 2) prototyping, 3) produktutvikling og testing), i tillegg til korleis sjølve konkurransen vert gjennomført og kva for kontraktar som vert lagde til grunn:



Gjennomføring av dialogen

Dialogen vil bli gjennomført ved at det først blir invitert til ein plenumskonferanse for alle interesserte aktørar. Denne dialogkonferansen i plenum den 24. september har til føremål å gå djupare ned i problemstillingar knytt til moglege løysingar, auke kunnskapen hos aktørane innan før-kommersielle utviklingsprosjekt, og vere ein møteplass for danning av konsortium (dvs. førebu bedriftene på innovasjonskonkurransen som kan kome).

I etterkant av konferansen, i veke 42, vert det opna for innspel frå bedriftene/konsortia og fagmiljøa, gjennom ein-til-ein-møte med oppdragsgjevar/Stranda kommune. Her skal bedriftene gi innspel og svar på spørsmåla som er stilte ovanfor. «Svara» skal vere overordna, men uttømande nok til at Stranda kommune får eit vedtaksgrunnlag for ev. å setje i gang hovudprosjektet. I framkant av ein-til-ein-møta er det ønskjeleg at bedriftene/grupperingane sender inn eit notat (innspelsnotat) som skildrar det ein ønskjer å snakke om i møtet og som er svar på spørsmåla ovanfor:

27. september: Dialogkonferanse

Frist: 10. okt. kl. 10: Innlevering innspelsnotat (maks. 5 A4-sider)

Veke 42: Ein-til-ein-møte

Det vil bli utarbeidd eit eige program for dialogkonferansen som vert distribuert når det er klart.