

## Notat Havenergisystem – åpen OED høring, datert 02.07.2019

*«Høring av forslag om åpning av område for fornybar energi til havs og forslag til forskrift til havenergilova»*

Innspill i dette notatet utforsker mulighetsrom for å etablere et norsk havenergisystem, jfr. NVE arealforslag - presumptivt for areal i sørlig del av Nordsjøen, norsk sokkel. Det adresserer ikke næringspolitiske synspunkt eller regulatoriske subjekter.

Skissen er tentativ; dvs. strukturert i fasetrinn, modulært sammensatt og slik sett fleksibel og adapterbar. Den drives av momenter som peker mot å avklare kommersiell realisme – og norsk næringsutvikling via tilgjengelige kompetanseenheter, noen delelement i design er antatt med globalt referansepotensiale.

### Arealdisponering – forslag om trinnvis utvikling av havenergi utfra område Sørliche Nordsjø II, med integrasjon av dedikerte pumpekraftanlegg og transmisjonsanlegg

Mulighetsskisser i dette notatet er influert av et antall forslag og vurderinger fra industrielle aktører i norsk entreprenør- og energibransje. De er et resultat av en koordinert idedugnad, som pågikk fra fjerde kvartal 2017 ut andre kvartal 2018, og som ble gjenopptatt med visse konseptuelle justeringer i tredje kvartal 2019. Arbeidet utviklet seg i oppfølging av en initiell dialog med flere statlige direktorater, som ønsket å vurdere havvindnæringen og mulig interaksjon med petroleumsnæringen. OED ble konsultert 20. desember 2017 i anledning Havenergiloven - saksreferanse 16/3915 Dokument 4.

Skissen er i helhet å anse som teknisk/konseptuell, og høringssvaret går derfor ikke spesifikt inn i næringspolitiske eller regulatoriske forhold. Flere av forslagene som legges frem i skissen vil likevel indikere at rammeverket og den presedens det kan gi i utforming av konsesjoner og eierskap har avgjørende relevans. Sammen med utdypninger kan det synliggjøres et kommersielt grunnlag for utvikling av norske havenergiressurser. Bransjeorganisasjoner vil kunne følge tematikk videre med OED. Det hele kan parallelt sammenstilles mot utbyggingsmodeller i de nært to decennier som den internasjonale havvindindustrien har utviklet seg i.

Skissen redegjør for opptil 20-25 TWh havenergi som realiserbart over utbyggingsperiode 10-12 år. Vindkraft til havs kan gjerne balanseres med dedikerte pumpekraftanlegg og transmisjonsforbindelser. Tilgjengelighet, kvalitet og reguleringsevne vil påvirke verdivurderingene. Slike kriterier er sammensatte, bærekraft i ressursforvaltning og naturvern er selvstendige verdier. Kan man finne gode kompromiss med inntjening - spissformulert - hvordan sikre honorarene av kunde/forbruker utfra et symbiotisk fornybart havenergisystem? Samspill mellom ekspertise ansvarlig for ulike sider av samoperasjon og drift må etableres. Det hele er tenkt tilordnet et norsk registrert prosjektutviklingsselskap, understøttet av en antatt representativ gruppe aktuelle bidragsyttere, og i lengre tidsperspektiv, drift med hensiktsmessige eiere.

En dominerende andel vindturbiner, som er skissert i de innledende faser, er å anse som bunnfaste installasjoner. Det legges dessuten til grunn at en andel flytende vindturbiner vil inngå, over i senere utviklingsfaser.

For å forhandle frem gode in-feed tariffer i eksportforbindelser, legger case til grunn aktivering av eiere og industri tilordnet norske vannkraftmiljøer. En så langt mulig uforstyrret drift av eksisterende norske kraftsystemanlegg er vektlagt i skissene. Preventive designkriterier og operasjonsvalg i samdrift med pumpekraft kan inkludere aktiva som tilbyr natursikring, som økt flomberedskap i vassdrag. Det vil kreves oppmerksomhet rundt biotopbeskyttelse i utforming og drift av pumpekraftanlegg.

Vedrørende innovasjonsgrad peker skissene på utprøvde løsninger innenfor en rekke fagområder. Deler av innspillet inneholder skalateknologi og innovasjonsmessige muligheter for norsk industri og akademia med internasjonalt referansepotensial.

#### Faser og mulige utviklingstrinn i forslag for Sørlege Nordsjø II, (SN-II)

Havenergi prosjektet skissert i første kvartal 2018 var, med unntak av særskilte og kortvarige driftssituasjoner, ansett fullt ut de-koblet fra det norske stamnettet. Som et i all hovedsak frittstående havenergisystem, med landbasert balansekraft, er det i dette høringsinnspillet blitt noe endret. Bakgrunnen er et ønske om å se til at prosjektrealismen øker ved å justere for eksistensen av Nordlink, og for tidligere inntekter og forserte kontantstrømmer. Dette kan ha betydning både for eierstrukturer og finansiering. Skissert case indikerer nå en praktisk tilrettelagt og sekvensiell utvikling av havenergisystemet. Det uten å svekke frihetsgrader i utforming, prioriterte vernehensyn, ressurstilgang, integrasjon med andre næringer og gjennomføringsevne.

Faseskissene representerer p.t. et mulighetsrom uten påviste 'showstopper'. Det er realiserbart, og kan tilbys, forhandles og leveres. Åpent i overleveringen er å utvikle en ide om rolle og strategiske eierposisjoner i et SN-II prosjektutviklingsselskap.

#### Faseplan for case SN-II arealutvikling er i sammenfatning slik:

##### Fase 1

Delprosjekt 1,5 GW offshore vindturbiner 10 MW+ installert typisk på bunnfaste fundamenter.

Delprosjekt HVDC-kobling 1,3-1,4 GW fra ny SN-II eksportplattform til Tonstad, Ertsmyra.

Delprosjekt utvidelse 420 kV HVAC Ertsmyra forbindelsesstasjon.

Delprosjekt Nordlink HVDC-samtrafikk (idriftsettes sommer 2020).

#### Fase 1-2

Delprosjekt, konsesjon nytt Kuli Pumpekraftverk 1,2 GW, dedikert balansekraft/flomberedskap.

Delprosjekt integrasjon av Kuli Pumpekraftverk i havenergisystem.

#### Fase 2

Delprosjekt 1,5 GW offshore vindturbiner 10 MW+ installert typisk på bunnfaste fundamenter.

Delprosjekt HVDC-kobling 1,3-1,4 GW fra ny SN-II eksportplattform til TSO, utland.

Delprosjekt sammenkobling av HVDC-omformere Fase 1-2, og utvekslingskontroll, også for

Delprosjekt ny HVAC-modul avgang for bl.a. petroleumsrelatert virksomhet.

#### Fase 2-3

Delprosjekt HVAC – ny offshore fast/flytende enhet, dedikert næringsvirksomhet petroleum, for flytende vindgeneratorer, o.a.

#### Fase 3

Delprosjekt 1,5 GW offshore vindturbiner 10 MW+ installert på bunnfaste fundamenter (andel flytende vindturbiner).

Delprosjekt HVDC-kobling 1,3-1,4 GW \*) fra ny SN-II eksportplattform til TSO, utland.

(\*) p.t. studieoppgradering til 2,0 GW

#### Valgfri;

Delprosjekt nytt (sjøvann) Lysefjord Pumpekraftverk 1,2 GW, dedikert balansekraft.

Delprosjekt integrasjon av Lysefjord Pumpekraftverk i havenergisystem.

Tilkomst eksisterende (dedikert) 300 kV alternativt ny 420 kV Lysebotn – Ertsmyra.

#### Fase 3-4

##### Valgfri;

##### Teknologiutredninger

Offshore hydrogenprosessering, via HVAC-enhet (fase 2-3).

Fremtidig hydrogenbehandling, lagring og transport, CO<sub>2</sub>-deponering via gassreformatorsteknologi.

Verdikjeden for hydrogenproduksjon kan kombinere gassreformatorer og elektrolyse.

Utprøving av gasturbiner som kan anvende hydrogen i brennkamre.

#### Fase 4

Delprosjekt 500 MW flytende vind 10 MW+ .

Delprosjekt integrasjon med HVAC offshore enhet (fase 2-3).

#### Fase 5 (indikativ)

Valgfri;

Engasjement i potensielt havenergi utviklingsområde på sørsiden av NCS-grense - dansk sektor.

Koordinering med nye transmisjonsforbindelser, bl.a. Viking Link, DK-UK.

Internasjonalisering

Fase 1-3 vil alene ha et prosjektutviklingspotensial som overstiger prosjektet som konsesjonærer nylig offentliggjorde for Dogger Bank UK. Operativ basestøtte og logistikk vil utvikles for installasjonsfase offshore så vel som i driftsstadier. Vanndybde er i gjennomsnitt anvist som 53 - 70 meter for SN-II. Arealer som kan tenkes vurdert i eventuell ekspansjon i tilstøtende områder, er i dag realistiske med bunnfast teknologi. Turbiner vil kunne installeres med bl.a. oppjekkbare vindinstallasjonsfartøyer.

#### Utdypning/rasjonale i mulighetsrom

Siterer fra OED høringsdokument; høringsnotat:

##### «3.3. Sørilige Nordsjø II

*Basert på den strategiske konsekvensutgreiinga og NVE si vurdering frå 2018, kan det sjå ut til at Sørilige Nordsjø I og Sørilige Nordsjø II har nokså like karakteristika og nokolunde dei same potensielle verknadane for miljø, næringsaktivitet og andre interesser. Det er kjende kulturminne i Sørilige Nordsjø II. Sørilige Nordsjø I har noko lågare potensial for konflikt med skipsfart og lågare miljørisiko*

enn Sørilige Nordsjø II. Sørilige Nordsjø II er det området som ligg nærast det europeiske kraftsystemet med tanke på muleg tilknytning til dette. Vidare er Sørilige Nordsjø II det klart største området, noko som gjev betre føresetnadar for tilpassing til andre interesser. Sørilige Nordsjø II er i dag i mindre grad dekkja av tildelte utvinningsløyve etter petroleumslova enn Sørilige Nordsjø I. Departementet ønsker innspel på ei muleg opning av området Sørilige Nordsjø II. Det kjem fram i den strategiske konsekvensutgreiinga at av dei 15 utgreiingsområda er Sørilige Nordsjø I og Sørilige Nordsjø II mest interessante for petroleumsnæringa. Begge områda ligg i mogne petroleumsområde med godt utbygd infrastruktur. Delar av utgreiingsområda overlappar med tildelte areal (utvinningsløyve). Det er kartlagd fleire prospekt og prospektmulegheiter her, og fleire leitemodellar på ulike nivå. Departementet ønsker difor å sjå innspela frå høyringa før det vert teke endeleg stilling i spørsmålet om opning av Sørilige Nordsjø II. Departementet vil også gjere ei nærare vurdering av juridiske og praktiske problemstillingar som kan oppstå dersom vindkraftanlegg skal etablerast i område med petroleumsverksemd. Sørilige Nordsjø II ligg på Smalbanken sørvest av det norske fastlandet, og aust for dei store olje- og gassfelt i den sørvestlege delen av Nordsjøen. Området grensar mot dansk økonomisk sone i sør. Gjennomsnittsdjupna i området er 60 meter, med ein variasjon mellom 53 og 70 meter. Området er med det eigna for botnfast teknologi. Det finst konsept for flytande vindkraft som gjer at området kan vere aktuelt også for denne teknologien. NVE har i den strategiske konsekvensutgreiinga lagt til grunn at området i dag kan byggast ut med mellom 1000 og 2000 MW, basert på ei vurdering av kor stor produksjon som kan knytast til kraftnettet på land i Noreg, men også med tanke på eksport av produksjonen. Utbygging med dette omfanget vil krevje at ein tek i bruk mellom seks og ti prosent av arealet. Det er gode vindtilhøve i området, og det er estimert ein effektfaktor på om lag 50 prosent, som svarar til ei brukstid på rundt 4400 timar. I og med at dette området ligg langt frå land, er det berre aktuelt å kople eventuelle utbyggingar til kraftnettet på land med likestraumskabel. Den store avstanden gjer også at det er lite aktuelt med små utbyggingar her. Sørilige Nordsjø II er definert ved fem punkt:

4° 20' 48" E, 56° 49' 24" N

5° 10' 05" E, 57° 05' 36" N

5° 29' 51" E, 56° 44' 17" N

5° 02' 01" E, 56° 35' 30" N

4° 38' 29" E, 56° 29' 02" N

Området er på 2591 km<sup>2</sup>, og ligg om lag 140 kilometer frå kysten. Heile området ligg utanfor grunnlinja.»

#### «4.6. Opning av fleire område

Departementet handsamar no opning av dei områda som er omtalte i dette høyringsnotatet; Utsira Nord, Sandskallen-Sørøya Nord og Sørilige Nordsjø II. Departementet kan seinare vurdere om det er grunnlag for å opne fleire område. Dersom det

vert aktuelt vil forslag om dette verte sendt på alminneleg høyring. Med mindre det i denne høyringa eller på annan måte vert klart at det er sterke argument for å vurdere andre område enn dei som vart vurderte i den strategiske konsekvensutgreiinga, vil departementet legge den gjennomførte strategiske konsekvensutgreiinga til grunn også framover.

Sjå også punkt 3 og 6.»

#### «6.1. Arealforvalting

*Departementet føreslår at prinsippet i havenergilova § 2-2 om at område til havs må opnast av Kongen før det kan søkast konsesjon, vert utvida til å gjelde også innanfor grunnlinja, j.f. same lova § 1-2, sjuande ledd. Departementet legg til grunn at både fordelane og negative verknadar for miljø og samfunn er likearta uavhengig av om eit produksjonsanlegg for fornybar energi vert etablert innanfor eller utanfor grunnlinja. Når anlegg nærmar seg land vil dei verte meir synlege og ha større påverknad på kystnært naturmangfald, men kan ha lågare kostnader. Utvidinga av verkeområdet til havenergilova § 2-2 vil slik departementet ser det sikre ei heilskapleg og planmessig forvalting av areal som kan nyttast til fornybar energi til havs. Departementet føreslår i dette høyringsnotatet å opne områda Utsira Nord og Sandskallen Sørøya Nord og ønsker innspel på området Sørlege Nordsjø II. Det kan verte aktuelt å opne fleire område på eit seinare tidspunkt. Det kan også verte aktuelt å vurdere område som ikkje har vore omfatta av den strategiske konsekvensutgreiinga.*

*Sjå også omtale i punkt 4.6.»*

Sandskallen Nord Sørøya og Utsira Nord er ikke besvart i dette høringsinnspillet.

OED utlysingsbrev omtaler at området Sørlege Nordsjø II (SN-II) har tilgjengelighet for vind som drivkilde for generatorer på om lag 50% (estimert 4400 driftstimer/år). Verdier vil kunne bli brukt av kostestimatorer, i en eventuell utdypning.

Innspillet refererer en tilkomst for SN-II prosjektutviklingsselskap til den nye Nordlink. Havenergisystemet kan, som norske vannkraftgeneratorer i drift, anvende kabelforbindelsen. Utbygging av SN-II foreslås utført i tre hovedfaser, fleksible påbygg.

Det skisseres et norskregistrert prosjektutviklingsselskap som konsesjonær og fremtidig eier. Muliggjort deleierskap ved flere interessenter.

## Fasescenario, hovedfaser SN-II mulighets-case;

### Fase 1

Utvikling av første byggetrinn i Sørlige Nordsjø II, (kfr. Høringsnotat 3.3, 4.6);

Inkluderer omlag 1,5 GW offshore vindturbiner. De er antatt bunnfaste. Inkluderer en ny HVDC VSC transmisjons-, eventuelt kombinert boligplattform, som fører kraft fra disse i retning Sør-Vest Norge 420 kV (Tonstad - Ertsmyra og nye Nordlink).

Et slikt anlegg kan, i samspill med Nordlink, skape et alternativ for 1,3-1,4 GW fornybar kraftgenerering, og kan avlaste tapping av magasinbeholdninger i områdets eksisterende kraftsystem, avstemt over avklarte kjøpsavtaler (PPA) tilsluttet Nordlink. Dette kan påvirke inntjeningen fra første utviklingsfase i område Sørlige Nordsjø II, og bedre økonomi for et havenergi prosjektutviklingsselskap.

Vindkraft tilordnet en første fase i Sørlige Nordsjø II vil slik sett (på myndighetsnivå) være mindre avhengig av å i forkant forhandle frem bilaterale avtaler mellom Norge og kjøpsland. Dette kan vise seg å være en av flere avgjørende faktorer for realisering. Det tilrettelegger senere ekspansjon med offshore vind – i påfølgende byggetrinn i samme områder.

### Fase 2

Utvikling av et nytt byggetrinn offshore vind à ca. 1,5 GW, majoritet er antatt bunnfaste. Det må avklares tilkoplingsgrunnlag, PPA og tariffer, utfra balansert tilgjengelighet. Her vil bilaterale avtaler på myndighetsnivå fortsatt kunne være aktuelle. Det antas at en ny eksportplattform med HVDC VSC teknologi realiseres i andre fase. Oppgradering til større termisk kapasitet i transmisjon (ca. 2,0 GW) vil kunne vurderes.

HVDC VSC eksportanlegg for havvind i fase 2 kan bli koblet sammen med offshore omformer og kabel fra fase 1 (SN-II til Tonstad og Nordlink). Det gir redundant utvekslingskapasitet, og kan også i valg av operasjonskriterier fristille transportreserver. Det kan gi økt fleksibilitet ved revisjon, ved eventuelle driftsavbrudd i utvekslingsforbindelse. Utlegg av reservekapasitet vil bli understøttet av relevante beskrivelser for operasjon. Det kan bl.a. tilrettelegges for energiimport i lavprisperioder, for supplerende kraftkilder, for fremtidige forbrukere i offshore lastsentre, og for fylling av magasin i dedikerte pumpekraftverk. Masterkontroll for omformerdrift kan fysisk planlegges allerede i fase 1, i en realistisk (HVDC-HVAC-HVDC) konfigurasjon.

Pumpekraftverk Kuli – byggeperiode. Anlegg etablert som et «lukket vannsystem» mellom Sirdalsvann og Kuli reversibelt pumpekraftverk (estimert 1,2 GW). Antas fordelaktig for parallell utbyggingsfase av offshore vind, og nye offshore eksportanlegg med ny infrastruktur og nye PPA. Pumpekraftanlegget dedikeres havenergisystemet, med en 'priority lease'/PPA. Kuli kan også begrunnes med alternative tilnærminger som industriell symbiose og sirkulærøkonomi. Det kan gi kommersiell inntjening ved temporære kraftoverskudd og overskuddskraft reversert fra kjøper og håndtering av produksjonstopper i egen vindkraft. Kuli vil også utgjøre en samfunnsmessig tilleggsverdi; i flom- og et allment beredskapsperspektiv. Tunnelmasse er vurdert nyttiggjort i øvre magasin. Kuli pumpeturbiner (4 x 300 MW) vil kunne flytte om lag 250 kubikkmeter vann i sekundet vekk fra Sirdalsvann og til øvre magasin. Det i en periode rundt 8-9 dager før beregnet lagringsevne i øvre reservoar er brukt opp, jfr. 2018 skissebeskrivelser.

Petroleumsinstallasjoner – det er mulig å etablere kraftforsyning til selskap som ønsker nærhet og tilgang på fornybar offshore kraft. Dette kan veiledes av bestående petroleumslovgivning, hvorved fiskale systemer kan anvendes. Tilgjengelighetskrav for kraft til offshore petroleumsinnretninger er beskrevet i veiledende tekniske normer og regelverk ved petroleumsmyndighetene. Vindkraft er intermitterende og foranlediger særlige omsyn til utlegg av hovedkraft. Det kan komme fra energikilder og effektreserver i tilsluttet nett, generatoranlegg på innretning eller via alternative kraftkilder i offshore samkjøringer. Prioriterte pumpekraftverk representerer et energilagringsanlegg og et styrt tillegg til effektreserver i et eventuelt bakenforliggende nett. Faller energikilder og reserver i bakenforliggende landnett, kan pumpekraftverk prinsipielt og designmessig være i stand til å operere egne generatorer, og reversere energi til prioriterte forbrukere, også offshore.

Planskisse for fremtidig offshore produksjons-/energidistribusjonsinnretning (bunnfast eller flytende), eventuelt samallokert med fremtidig feltutvikling, og i forlengelse av tilrettelagt energiutveksling i HVAC avgreining, utfra fase 1 og 2 omformere.

### Fase 3

Utvikling av et nytt byggetrinn offshore vind anslått à ca. 1,5 GW, majoritet er antatt bunnfaste. Det må avklares tilkoplingsgrunnlag, PPA og tariffer, utfra balansert tilgjengelighet. Bilaterale avtaler på myndighetsnivå er aktuelle. Det antas at en ny eksportplattform med HVDC VSC teknologi realiseres i tredje fase. Oppgradering til større termisk kapasitet (ca. 2,0 GW) vil vurderes, ref. projisert teknologiutvikling.

Modning av skisseforslag 500 MW flytende vindkraft tenkt etablert i en påfølgende fase i tilstøtende område for nye offshore innretninger, utviklet i fase 2 og/eller 3.

#### Opsjoner:

Utvikling av Lysefjord 1,2 GW closed-loop pumpekraftverk (reversibelt saltvannskraftverk). Pumpekraftanlegget dedikeres havenergisystemet, med en 'priority lease'/PPA. Undervann er Lysefjorden, og anlegget designes for operasjon med sjøvann.

Vurderes sekundært utvikling av verdivurdering balansekraft, og fremforhandlede leveringsavtaler med in-feed tariffer i eksportmarked. Transmisjon Lysefjord vurderes via ny Statnett 420 kV linje, om mulig bibehold del av eksisterende 300 kV linje.

#### Utredningsakser:

Fysisk tilrettelegging og utvikling av fremførbare elementer i Hydrogen verdikjede(r) – som energibærer i gassproduksjon og i gasstransportanlegg. Synergier i fornybare prosesser for elektrolyse (vindkraft) og petroleum gass-reformering (med CO<sub>2</sub> i CCS/CCU). Det refereres til gassturbiner som kan anvende hydrogen i brennkamre og alternativ fuel for hovedkraft på offshore enheter. Videre tilgjengelighet av hensiktsmessige energilagringssystemer for storskala fornybare energisystem vurderes.

#### Mulighetsrom:

Byggetrinn i faser (1-3) gir fleksibilitet i en tenkt utvikling av storskala offshore vind, med inntjeningsmuligheter via Nordlink nokså umiddelbart. Nordlink vil på sikt avlastes om det utvikles nye vindgeneratorgrupper med tilhørende offshore utveksling i påfølgende faser (2-3). Prosjektskisser for case fra 2018 skiller seg prinsipalt fra dette innspillet ved at en prognosert samdrift over Nordlink kraftutvekslingsforbindelse ikke ble lagt til grunn.

#### Hensyn:

Et storskala offshore havenergisystem, som er overveiende kategorisert av vindkraft (multiple GW/TWh), vil i perspektiv kunne betraktes som en miljøindustriell park – med stor arealmessig utstrekning. Hensyn til design og utførelse bør underkastes de vurderinger som er referert for skånsom interaksjon med omgivelsene. Der det foreligger tilstrekkelig kunnskap, innebærer det også vilje til å foranledige dedikert vern av omgivelsene.

.....

Oslo, 16.oktober 2019

Vemund Kårstad

Siemens AS

## Refleksjoner - Industriell økologi, symbiose og sirkulærøkonomi

Industriell økologi er et relativt nytt felt. Industriell økologi søker å forstå måter industrielle systemer kan utvikles og samhandle på, inspirert av naturlige prosesser, liv og interaksjoner. Man søker å videreføre ideen om at «avfall» ikke eksisterer i biosfæren, i (observerbare) naturlige system. Alt der blir etter hvert resirkulert, selv om enkelhet og anvendbarheten av paradigmet kan bli utfordret. Prinsipp skal gi grunnlag for økt bærekraft, lavere beskatning av naturgitte tilkomster og ressurser, og mindre uønskede fotavtrykk i natur og miljø.

Naturen er svært innholdsrik. Vår forståelse av økologiske forutsetninger kan ikke avgrenses til tilstander observert i biosfæren. Biosfæren utvikler seg i takt med kontinuerlige energiutvekslinger, der likevektstilstandene utfordres i tid, form og sted. Utenforliggende eller iboende forstyrrelser og influens er like naturlig for biosfæren, som tilsvarende hendelser, som vil kunne påvirke stabilitet, veivalg og prioritet i en industriell virkelighet.

I samspill med en rekke aktuelle tema som redusert energibruk, konservering av materialer, omdefinerte mekanismer i råvaremarked og produktforvaltning i tradisjonell tjenesteøkonomi, er industriell økologi omtalt som 'naturvennlig kapitalisme'. Tankegodset verdsetter det assosiative, og åpner for å motivere styrt 'evolusjonær kreativitet'. Det søker balanse i ulike transaksjonsnivå ved å tilrettelegge mangfold og frihetsgrader, ved siden av bidrag til å vedlikeholde en unik industriell økologi.

Industriell symbiose er i alminnelighet en undergruppe av industriell økologi. Symbiosen beskriver hvordan et mangfold av ulike organisasjoner (industrier) kan bidra til omforente mål ved å fremme innovasjon og kulturendring, gjensidig lønnsomme transaksjoner og forbedre forretningsmessige og tekniske prosesser.

I praksis brukes industriell symbiose som en tilnærming til kommersiell drift. Gjerne slik at mekanismer i symbiosen resulterer i at ressurser blir liggende i produktiv bruk i økonomien over lang tid. Dette resulterer i forretningsmuligheter, reduserer krav til uttak av begrensede ressurser, og er et springbrett mot sirkulærøkonomi. Industriell symbiose er et temafelt med spesielt fokus på utveksling av materiell og energi.

Selv om geografisk nærhet ofte er assosiert med industriell symbiose, er det i alle henseende verken nødvendig eller tilstrekkelig. Strategisk planlegging og gode rammer for industrielle utviklingssteg er nødvendig for å realisere synergier, selv i en samlokalisering.

## Linear- og sirkulærøkonomi

Sirkulærøkonomi dreier seg bl.a. i funksjon om vedvarende transformasjon av innsatsfaktorer, og resirkulering av ulike produkter og råvarer. Et mål er å minimere behov for nye ressurstillkomster, og unngå utilsiktet konsentrasjon av industriavfall, forurensning og utslipp. Sirkulærøkonomien tar sikte på å øke nytten av innsatsfaktorer, og dermed forbedre produktiviteten til disse. Slike tilnærminger kan oppleves som i tiden, rasjonelle og inspirere nye design og systemutviklere. Tilnærming til sirkulærteori er ofte å lese i strategisk målbeskrivelse for næringsvirksomhet, gjerne policy. Den utgjør et harmonisert alternativ til lineærøkonomi, som antas å videreføre mer planmessige "ta, lage, disponere" produksjonsmodeller.

## Sirkulære forretningsmodeller

Ved planlagt teknologianvendelse i en sirkulærøkonomi vil en rekke ulike interessenter se seg tjent med samhandling. Innovasjon i forretningsmodeller kan utgjøre en sentral faktor for teknologitilpasning. Sirkulærøkonomi kan også beskrives som et rammeverk for bærekraftig tenkning, og en mulig modell for å utforme delsvær. Og der vil industrielle aktører fra en æra med rik tilgang på rimelige innsatsfaktorer, kunne bidra med å utforske veier i overgangsfasene frem til stadig større bærekraft.

## Kritikk av sirkulære økonomimodeller

Selv om det er mulig å redusere, gjenbruke og resirkulere noe, handler sirkulærøkonomi også om latente kontradiksjoner i symbioser; bærekraftig økonomi og bærekraftig utvikling. Ytelsesindikatorer må til i sammenligning og konkurranseregulering. For å nå mål om økonomisk vekst kan selv en sirkulærøkonomi tenkes å bli drevet av et ønske om å anvende mer energi. Ny økonomisk vekst kan utfordre tåleevne mht. tilkomster, mer utslipp og avfall.

Vekstutfordringer kan i et fraktalt perspektiv øke søkelys på energieffektivitet og lavenergi prosesser. Integrasjon av fornybar energi og fleksibel energilagring kan bidra til å bevege økonomiske virksomheter mot mer autonom produksjon og bærekraft. Det hele må ivareta opplevelse av adekvat leveringssikkerhet og -kvalitet på tjenestene hos den enkelte bruker.

## Ad hoc

### *Sirkulær økonomistandard BS 8001: 2017*

*Det britiske standardiseringsinstituttet (BSI) utviklet og lanserte i 2017 den første sirkulære økonomistandarden "BS 8001: 2017 Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations. Guide". Nevnte standard prøver å samordne sirkulærøkonomiens vidstrakte ambisjoner med forretningsmessige rutiner på organisasjonsnivå. Normen gir termer og definisjoner i sirkulærøkonomi, beskriver de viktigste prinsippene og presenterer et fleksibelt styringsrammeverk for implementering av tilordnede strategier i organisasjoner. Som veiledende norm er utgivelsen imidlertid mindre konkret mht. å måle, overvåke og vurdere effekter av sirkulærøkonomi. Den gjenstår bl.a. å referere enighet om kriterier for økonomiske ytelsesindikatorer, som naturlig vil kunne gjelde for organisasjoner og enkeltprodukter.*

.....