



## **Omstilling frå fossilt til fornybart går for seint!**

### ***Vi må***

- redusere global oppvarming og kutte norske og globale utslepp dramatisk***
  - avvikle fossil energiproduksjon og hindre global klimakatastrofe***
- mangedoble fornybar, lokal energiproduksjon som ikkje skadar natur***
- unngå energikrise i Noreg med energisparing og meir effektiv energibruk***
- ta vare på naturen, vårt største karbonlager***
  - styrke sjølvforsyning og beredskap med lokal energiproduksjon***



## Frå fossilt til fornybart

Besteforeldrenes Klimaaksjon har sett ned ei gruppe som skal arbeide med overgangen frå fossil energiproduksjon til fornybar energiutvikling og omstilling. I den politiske debatten får vi ofte inntrykk av at Noreg satsar stort på fornybar omstilling, men sidan 2018 har investeringane i fornybar energiproduksjon gått ned med nesten 40%, og investeringane i olje auka med 16%.

I reine tal gjekk investeringane i fornybart ned til 24 milliardar kroner i 2022, og investeringane i olje og gass auka til 181 milliardar. (Kjelde SSB og NRK)

Grappa er samansett av Harold Leffertstra, Ingunn Elstad, Håkon Kryvi og Ola Dimmen (leiar). Vi skriv både på nynorsk og på bokmål.

Fossil/fornybargruppa i Besteforeldrenes Klimaaksjon, Trondheim 17.08.2023, Ola Dimmen.

## Kort innholdsfortegnelse

***NB! Klikk på det du vil lese og kom rett på.***

1. Klima og naturkrise er her, men kva gjer Noreg? .....	5
2. Hvor mye mer kraft trenger Norge og kan det skaffes på en bærekraftig måte? .....	6
3. Klimatilpassing og korleis BKA kan engasjere seg. ....	8
4. Kjend fornybar teknologi som Noreg kan satse meir på, oversikt og samandrag. ....	10
5. Solenergi. Bruk tak og brakkarealer, ikke skog og myr. ....	13
6. Sjøvarme er installert mange stader i Noreg og kan brukast mykje meir over heile landet. ....	15
7. Biogass .....	17
8. Biokull er ingen mirakelkur, men kan brukes til mye. ....	18
9. Hva er grunnvarme? .....	20

10. Mange gode energitiltak i norske kommuner, men potensialet er mye større.....	22
11. Samferdsel - meir bane, meir kollektivtransport og mindre vegtrafikk på motorvegar.....	24
12. Grøn omstilling av skipsfarten.....	25
13. Karbonfangst og lagring.....	27
14. Nedlagte oljebrønner på norsk kontinentalsokkel – geotermiske kraftverk?.....	31

## Detaljert innholdsfortegnelse

<b>1. Klima og naturkrise er her, men kva gjer Noreg?</b>	<b>5</b>
Klimakrisa trugar livsvilkåra for samfunn og natur over heile verda.	5
Noreg har ingen plan for å avvike oljeproduksjonen.	5
Noreg grønvaskar olja i staden for å avvike.	5
Naturen må vernast så den kan fjerne CO <sub>2</sub> frå atmosfæren.	6
Gjenbruk er bra, men den totale ressursbruken må ned.	6
<b>2. Hvor mye mer kraft trenger Norge og kan det skaffes på en bærekraftig måte?</b>	<b>6</b>
Det er ikke kraftkrise i Norge.	6
Stadig vekst er et hovedproblem.	6
Norge har et svært stort energiforbruk pr. person og kan spare mye energi.	7
Kommunene gjør mye bra, men staten må organisere og støtte bedre.	7
Kommentar til tall og konklusjoner i Energikommisjonens (2023) rapport:	7
Energikommisjonens flertall overvurderer kraftbehovet og undervurderer effektivisering.	7
Noen spørsmål som kan stilles i forbindelse med behovet for utbygging av mer kraft.	7
<b>3. Klimatilpassing og korleis BKA kan engasjere seg.</b>	<b>8</b>
Eit enormt etterslep i klimatilpassing.	9
Kommunane etterlyser nasjonale planar og finansiering.	9
I denne situasjonen bør BKA kunne engasjere seg aktivt:	9
<b>4. Kjend fornybar teknologi som Noreg kan satse meir på, oversikt og samandrag.</b>	<b>10</b>
Velferd og arbeidsplassar er ikkje avhengig av framtidig oljeverksemd.	10
Fornybare tiltak som kan rullast ut i mykje større omfang enn i dag.	10
Solkraft, solceller.	10
Flytande solceller.	11
Hydrogenproduksjon med solkraft.	11
Biogass	11
Biokull.	11
Grunnvarme.	12
Mange gode energitiltak (ENØK) i kommunane men mykje meir må til.	12
Sjøvarme.	12
Varmepumper	12
Meir transport må over på jernbane og moderne skip.	12
Grøn omstilling av skipsfarten med elektrifisering, hydrogen og ammoniakk.	12
«Flow-battery», batteri med flytande væske utan brannfare og med stor kapasitet.	12
Karbonfangst og lagring.	13
Nedlagte oljebrønner på norsk kontinentalsokkel – geotermiske kraftverk?	13
<b>5. Solenergi. Bruk tak og brakkarealer, ikke skog og myr.</b>	<b>13</b>
Solceller kan produsere mye strøm i norsk klima.	14

Solkraft har et stort potensiale i Norge.	14
Prosjekt med flytende sol på Frøya i Trøndelag ble stanset av Equinor.	14
Solceller på bakken må ikke gå ut over verdifull natur.	14
Solenergi kan bli mye større enn det Energikommisjonen anslår.	14
<b>6. Sjøvarme er installert mange steder i Noreg og kan brukast mykje meir over heile landet.</b>	<b>15</b>
Sjøvarme er altfor lite brukt.	16
Sjøvarme har vore i bruk lenge.	16
Hammerfest nye sjukehus skal byggast med sjøvarme.	16
Sjøvarme fungerer svært godt i bygg med behov for stabil varme.	16
<b>7. Biogass</b>	<b>17</b>
Biogass dannes av naturlige prosesser og må renses før bruk.	17
Produksjon av biogass gir også næringsrik gjødsel.	17
Biogass kan brukes som vanlig gass fra fossile kilder.	17
Det er store muligheter til å øke produksjonen av biogass i Norge.	18
<b>8. Biokull er ingen mirakelkur, men kan brukes til mye.</b>	<b>18</b>
Biokull er forkullet biomasse.	19
Biokull forsinkar omdannelsen fra biologisk råstoff til CO <sub>2</sub> .	19
Biokull bidrar til å redusere CO <sub>2</sub> -mengden i atmosfæren.	19
Farlige stoffer ved pyrolyse.	19
<b>9. Hva er grunnvarme?</b>	<b>20</b>
Grunnvarme gir stabil, varig, fornybar og ikke naturødeleggende energi.	20
Dyp geotermisk energi og grunngeotermisk energi.	21
Grunnvarme kan hentes opp med lukka og åpne system.	21
Grunnvarme i Norge kommer mer og mer, men vi ligger langt etter Sverige.	21
Grunnvarme kan erstatte en stor del av strøm og olje som går til oppvarming i dag.	21
Norge har altså et stort potensiale for økning og bør satse mer målbevisst:	22
<b>10. Mange gode energiltak i norske kommuner, men potensialet er mye større.</b>	<b>22</b>
Kommuner og fylkeskommuner kan redusere strømforbruket.	22
Det er mange gode eksempler på energiøkonomisering (ENØK) i kommunene.	23
Norge har allerede mange store anlegg for grunnvarme.	23
<b>11. Samferdsel - meir bane, meir kollektivtransport og mindre vegtrafikk på motorvegar.</b>	<b>24</b>
Overordna samferdselspolitikk må endrast.	24
Nye motorvegar er lite miljøvenlege.	24
Utbygging av jernbane.	25
Elektrifisering av transport.	25
Flytrafikken må ned.	25
<b>12. Grøn omstilling av skipsfarten.</b>	<b>25</b>
Noreg ligg langt etter klimamåla for skipsfarten.	26
Vi var godt i gang i 2015, men så stoppa det opp.	26
Årsakene til stagnasjonen handlar i stor grad om kostnader og politisk vilje.	26
Skipsfarten har behov for mykje straum i det grønne skiftet.	26
Noreg arbeider for grøn omstilling internasjonalt, men gjere lite heime.	26
BKA og miljøørsla må stille krav.	26
<b>13. Karbonfangst og lagring.</b>	<b>27</b>
Forskjellige teknologier er i bruk:	27
1. Fange CO <sub>2</sub> fra utslippsstrømmer og lagring i geologiske formasjoner. (CCS- Carbon Capture and Storage)	27
2. Fange CO <sub>2</sub> fra utslipp fra bruk av biomasse som omdannes til energi, drivstoff og materialer og lagring. (BECCS – Bio Energi Carbon Capture and Storage).	27
3. Fange CO <sub>2</sub> direkte fra atmosfæren og lagring. (DACCS – Direkt Air Carbon and Capture Storage)	27
Hvordan karbonfangst virker i praktisk bruk.	27
Detaljert beskrivelse av hvordan teknologiene virker og anvendes.	28

Karbonfangst er fortsatt dyrt og lite i bruk.	28
Equinor vil ikke betale for karbonfangst på Melkøya.	28
Karbonfangst er viktig for å rense sementproduksjon og avfallsforbrenning.	28
Man kan få negative utslipp ved forbrenning av biomasse med BECCS.	28
Det vil kreve enorme dyrkingsareal for at BECCS skal ha stor global effekt.	29
Direktefangst av CO <sub>2</sub> fra atmosfæren er teknologisk vanskelig og vil kreve enorme mengder energi.	29
CO <sub>2</sub> fjerning kan være en unnskyldning for å fortsette med klimagassutslipp.	29
Somling med utslippskutt vil gi store kostnader til kommende generasjoner.	30
Ulike verdener	30
Naturlige metoder for karbonfangst og lagring krever vern av natur.	30
<b>14. Nedlagte oljebrønner på norsk kontinentalsokkel – geotermiske kraftverk?</b>	<b>31</b>
Nedlagte olje-/gassbrønner på Norsk sokkel:	31
Teknologi/prinsipp	31
Produksjonspotensial	32
Det er ny viten i anmarsj.	32
Sluttkommentar	32

## 1. Klima og naturkrise er her, men kva gjer Noreg?

*Ingunn Elstad, BKA Tromsø.*



*Fotomontasje, Ola Dimmen*

### **Klimakrise trugar livsvilkåra for samfunn og natur over heile verda.**

Den globale oppvarminga går fortare enn frykta, med ekstremver og brannar i Europa, og hungersnaud og humanitære kriser i mange område i verda. Hovudårsaka til dei klimaskapte katastrofene i verda er produksjon og bruk av fossile energiresursar. Alle land, også Noreg, må kutte alle utslipp drastisk og fase ut olje- og gassproduksjon så fort som mogleg.

### **Noreg har ingen plan for å avvikle oljeproduksjonen.**

Det finst ingen plan for utfasing av norsk olje- og gassproduksjon, og Noreg satsar aggressivt på ny oljeleting bl.a. i Arktis. Dette er ein politikk som forverrar klimakrise, som bind opp arbeidskraft og kapital, og som gjer fornybar omstilling vanskelegare. Noreg har mål og avtalar om utslippskutt innanlands, men norske utslipp gjekk berre ned med 0,5 prosent i 2022.

### **Noreg grønvaskar olja i staden for å avvikle.**

Norsk oljeproduksjon skal grønvaskast med å bruke store mengder fornybar vasskraft til å elektrifisere oljeinstallasjonar både på sokkelen og på fastlandet (Melkøya). Dette vil pynte på statistikken i Noreg, men utslappa frå eksportert olje og gass vil ikkje gå ned. Gass som ikkje blir brent i gasskraftverk på sokkelen vil også bli eksportert, og i dag er utslappa frå

brenning av norsk olje og gass i utlandet om lag ti ganger så store som alle norske utslepp til saman.

### **Naturen må vernast så den kan fjerne CO<sub>2</sub> frå atmosfæren.**

Naturen til havs og til lands har ein avgjerande rolle i lagring av karbon. Likevel foregår det heile tida store naturinngrep rundt om i landet som øydelegg naturverdiar og frigjer CO<sub>2</sub> til atmosfæren. Det er absolutt nødvendig at Noreg får ein god og oppdatert oversikt over naturbruk og naturøydeleggingar og lagar ein plan for å hindre vidare nedbygging av norsk natur. Naturavtalen i Montreal i 2022 forpliktar oss til dette.

### **Gjenbruk er bra, men den totale ressursbruken må ned.**

Regjeringa vil auke satsinga på gjenbruk, og det er bra. Men først og fremst må det skje ein grunnleggande reduksjon i forbruke og ressursbruk. Dette er nødvendig fordi også fornybar energibruk legg beslag på store ressursar, f.eks. metall, areal og natur, transport, batterifabrikkar, mm. Mange stader er også bruk av areal i strid med rettane til urfolk og konfliktskapande i forhold til befolkninga.

Det viktigaste for Besteforeldreaksjonen må også vere å fokusere på vår plikt til å overlata jorda til våre barn i god stand. Det er eit svik mot barna viss vi som lever no, brukar opp ressursane på oss sjølve.

## **2. Hvor mye mer kraft trenger Norge og kan det skaffes på en bærekraftig måte?**

*Harold Leffertstra, BKA Oslo.*



*Norge har mye ledig takareal.*

### **Det er ikke kraftkrise i Norge.**

Kraftforbruket i Norge øker og det skapes inntrykk av at Norge står foran en kraftkrise og at vi er nødt til raskest mulig å bygge ut ny kraft, spesielt vind på land og vannkraft. Med store tap av natur og landskap. Det er viktig å huske at vannkraft og vindkraft som er allerede bygget, ikke brukes opp som olje/gass, men vil skaffe kraft «for alltid». I et normalår har Norge dessuten et betydelig kraftoverskudd.

### **Stadig vekst er et hovedproblem.**

Det er riktig at elektrisitet vil være en viktig energibærer, og at mange klimatiltak krever at produksjon og bruk av fossilenergi erstattes med fornybar energi. Dette vil trenge mer kraft, men den grunnleggende forutsetningen for en så stor økning av kraftbehovet er stadig vekst.

Det forventes at veksten i transport og veiutbygging fortsetter, at olje- og gass virksomheten får all den strøm de vil ha fra fastlandet, at eksisterende industri elektrifiseres, og at det etableres nye industri, batterifabriker, hydrogenfabriker og datasentre i et urealistisk stort antall. Det forventes også at antall og størrelse av hytter, hus og kjøpesentre bare øker og øker, mens energieffektivisering og sparing er ganske beskjeden. Da må vi bygge alt vi kan uansett konflikter og skader på natur og samfunn.

### **Norge har et svært stort energiforbruk pr. person og kan spare mye energi.**

Norge har et energi- og kraftforbruk per person i verdenstoppen, og en mer nøktern og smart utvikling vil dempe veksten i kraftbehovet. Energieffektivisering og sparing har et stort potensial som er nesten ubrukt. Selv om den er den mest bærekraftige, konfliktfrie og ofte også billigste måten å skaffe mer energi. Kanskje fordi det ikke finnes sterke sektorinteresser og yrkesgrupper som presser på, som ved vann-, vind- og solkraft. For ikke å snakke om olje/gass. Videre kan lokalprodusert biovarme, bergvarme og sjøvarme, varmepumper og utnyttelse av spillvarme fra industrien ta toppene av kraftbehovet og presset på kraftnettet. Utbygging av solkraft på bygninger over parkeringsplasser og nedlagte grustak, gruver osv. kan skaffe mye rimelig kraft uten konflikter og tap av natur og landskap.

Alt sammen vil gi lokale arbeidsplasser og en mer robust energiforsyning.

### **Kommunene gjør mye bra, men staten må organisere og støtte bedre.**

Kommunene vil spille en sentral rolle som igangsetter og koordinator og det finnes mange gode eksempler på vellykkede prosjekter som har kuttet energibruk og klimagassutslipp til lave kostnader. Men for å få fart på dette, må staten på banen med omgående og store endringer i regelverk, støtteordninger og utdanning. Det er best å begynne med de lavest hengende frukter, dvs. de tiltak som har lave kostnader for natur og samfunn som effektivisering/sparing, lokal varme og sol på tak og vente med konfliktfylte utbygginger av landvind, vannkraft og bakkebasert arealkrevende solkraft. Det er usikkert om de vil trenge noen gang, jfr. erfaring med bygging av gasskraftverkene i årene etter år 2000. De er enten ikke i bruk i dag eller planlagt nedlagt pga. høye kostnader, selv uten CCS.

### **Kommentar til tall og konklusjoner i Energikommisjonens (2023) rapport:**

#### **Energikommisjonens flertall overvurderer kraftbehovet og undervurderer effektivisering.**

Det synes ulogisk at flertallet i Energikommisjonen går inn for bare 20 TWH effektivisering men hele 40 TWH mer kraft i 2030. Mindretallet med lederen i spissen fraråder derimot en forsert kraftutbygging pga. store naturskader og usikkerhet mht. økningen i kraftbehovet. Rapporter og studier fra bl.a. Naturvernforbundet, Gemini, Energi og Klima trekker i samme retning.

#### **Noen spørsmål som kan stilles i forbindelse med behovet for utbygging av mer kraft.**

Er det uunngåelig at transportbehovet (og dermed kraftbehovet) vil fortsette å øke kraftig framover med større veier, høyere hastighet, større og flere biler med overdimensjonerte motorer og mer last på vei? Dette vil også medføre med naturinngrep forurensing, klimagassutslipp og energibruk under anlegg og drift.

Må det bygges flere hytter, hus og kjøpesentre i en høyere takt enn befolkningsveksten? Dette vil medføre mer behov for veier, nedbygging av mer areal, tap av natur og landskap, og økt energibruk.

Hvor mang nye kraftkrevende industribedrifter, f.eks hydrogen- og batteribatterifabrikker og datasentre, vil kunne etableres i konkurranse med andre land?

Er noe import av kraft i kortere perioder så ille? Det blir raskt mer og mer karbonfri kraftproduksjon i våre naboland og resten av Europa.

Kan vi lære noe av historien og striden om bygging av gasskraftverkene i begynnelsen av 2000 tallet som skulle avhjelpe truende kraftmangel og øke verdiskapningen i Norge? Disse ble/blir nedlagt pga. manglende kraftbehov og dårlig økonomi selv uten kostbar karbonfangst og lagring. Milliarder av kroner gikk tapt. Karbonfangstanleggene kom aldri i drift pga. tekniske og økonomiske vansker.

Les mer her:

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-3/id2961311/>

Energikommisjonens rapport *Mer av alt -raskere*

<https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/klimavalg21/motgift-mot-lettvinte-losninger-og-pafunn/>

<https://gemini.no/2023/01/hvor-mye-energi-trenger-vi-i-norge/>

<https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/klimavalg21/nve-30-twh-til-2030-med-enok-og-sol-ambisiost-men-mulig/>

<https://www.altinget.no/klima/artikkel/naturvernforbundet-norge-har-nok-kraft-til-aa-slutte-med-fossil-energi-innen-2040-hvis-vi-prioriterer-rett>

<https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/energieffektivisering-som-klimalosning/>

### 3. Klimatilpassing og korleis BKA kan engasjere seg.

*Ola Dimmen, BKA Trondheim.*



*Skjermdump av NRK nyheter.*



## **Eit enormt etterslep i klimatilpassing.**

Etter ekstremveret «Hans» har klimatilpassing blitt brennaktuelt. Dessverre er det eit enormt etterslep i samfunnets prioritering av førebygging og tilpassing til eit verre klima. Rådgivende Ingeniørers forening anslår at det er behov for ca. to statsbudsjett, 3200 milliardar, berre for å kome opp på eit akseptabelt nivå for sikring av infrastruktur og offentlege bygningar. (NRK, Dagsnytt18, 7.08.2023)

Vestlandsforskning skriv om klimatilpassing i Noreg: - Samspillet er urovekkende svakt mellom politikkområdene energi, klimagasskutt, klimatilpassing og bevaring av naturmangfold. Nå risikerer vi at tiltak slår hverandre i hjel.<sup>1)</sup>

I praksis betyr dette at klimatilpassing blir nedprioritert. Både pga. manglande finansiering, men også fordi det lett oppstår konflikhtar mellom naturmangfold og energiproduksjon, utsleppskutt, og arealbruk for å redusere naturrisiko.

## **Kommunane etterlyser nasjonale planar og finansiering.**

Kommunenes Sentralforbund, KS, etterlyser større statleg finansiering og ansvar for klimatilpassing og konsekvensane av klimaskader.<sup>2)</sup> Den nye stortingsmeldinga om klimatilpassing frå juni 2023, gir ikkje svar på dette, og KS spør om vi har tid til å vente på fleire utredningar?

Jordbruket har også ein stor jobb å gjere med klimatilpassing, og ber om mykje større statleg støtte.

## **I denne situasjonen bør BKA kunne engasjere seg aktivt:**

- Synleggjere dei nasjonale og lokale konsekvensane og kostnadene av global oppvarming.
- Ta direktekontakt med kommunar og innhente informasjon om korleis dei arbeider med klimatilpassing.
- Støtte kravet om betre statleg finansiering av klimatilpassing.
- Krevje at staten legg føre-var prinsippet til grunn for nasjonal beredskap og sikring av infrastruktur, vegar, jernbane, rørnett, kraftnett.
- Krevje auka sjølvforsyningsgrad av mat, innsatsfaktorar i jordbruk og industri og teknologi.

Vi må fortsette det gode arbeidet med å vere i forkant og reagere på aktuelle saker i den offentlege debatten. For eksempel skal [Kartverket](#) legge fram nye berekningar for framtidig havstigning i 2023. Dei førre data er frå 2015. Vi må vere med på å sette dagsorden for debatten når stortingsmeldinga om klimatilpassing skal følgast opp med konkrete planar og finansiering både nasjonalt og lokalt.

Kjelder:

<sup>1)</sup>[Klimakrisen, naturkrisen og energikrisen er en og same sak.](#) Carlo Aal m. fl, Forskersonen 25.08.2022

<sup>2)</sup>[Har vi tid til å vente på flere utredninger?](#) KS 16.06.2023

## 4. Kjend fornybar teknologi som Noreg kan satse meir på, oversikt og samandrag.

*Håkon Kryvi, Ingunn Elstad, Harold Leffertstra, Ola Dimmen.*



### **Velferd og arbeidsplassar er ikkje avhengig av framtidig oljeverksemd.**

Mange spør kva vi skal gjere utan olje og gass, kva med arbeidsplassar og velferd? Her minner vi om at velferdsstaten med trygdeordningane bygg på økonomisk fordeling var etablert før Noreg tok opp den første oljen. Oljepengar til velferdsordningar i statsbudsjettet kjem dessutan no hovudsakleg frå avkastninga av oljefondet, og stadig mindre frå direkte skatteinnbetalingar frå oljeselskapa. Når det gjeld arbeidsplassar, er det i dag mangel på faglært arbeidskraft i heile landet. Satsinga på olje og gass hindrar dermed utvikling av fornybare løysingar og energieffektivisering. Vi kjem tilbake til dette i eit anna hefte.

### **Fornybare tiltak som kan rullast ut i mykje større omfang enn i dag.**

Her presenterer vi forslag og konkrete dømer på lokal energiproduksjon og energisparing som i sum kan frigjere store mengder straum til for eksempel elektrifisering av transport og industri. Vi tar med fornybare tiltak som ikkje medfører store naturinngrep. Vi kan ikkje berge klimaet utan å berge naturen, og derfor har vi valt å ikkje ta med vindkraft. I Noreg blir utbygging av landbasert vindkraft oftast planlagt som store anlegg med opptil fleire hundre turbinar, plassert i urørt natur og i reindriftsområde. Dei strir mot menneskerettane, mot Naturavtalen og mot vanleg rettskjensle. Vi har heller ikkje gått inn på havvind, som også krev store inngrep, der konsekvensane er lite kjende, og som dessutan er svært dyrt.

Atomenergi er omtalt, men det blir evt. ei framtidig energikjelde som pr. i dag ikkje er eit aktuelt alternativ.

Næringslivet har mange planar og «gryteklare» prosjekt som ikkje kjem i gang pga. manglande politiske prioriteringar og manglande statleg støtte og tilrettelegging. Det er viktig at lokale partilag og representantar blir informerte om dette slik at dei kan promotere lokal fornybar omstilling og øve press på moderpartia

### **Solkraft, solceller.**

Solenergi i Noreg utgjer enno ein liten del av energimiksen nasjonalt, ca. 0,2 TWh i 2022. Men sol er i sterk vekst og, vi kan unngå konflikter med naturomsyn med å ta i bruk bygningsflater på driftsbygningar, lagerbygg, kjøpesenter eller private hus.

For å unngå lignende konflikter og tap av natur og landskap som utbygging av landvind har ført til, er bruk av tak og andre bygningsflater, enten det er låver, lagerbygg, kjøpesentre

eller private hus, det opplagte alternativet når solenergi nå står foran en stor vekstperiode i Norge. En rapport Multiconsult lagde på vegne av Solenergiklyngen i fjor, viser at det tekniske potensialet for solenergi på tak i Norge er meget stort, 66 TWh. En realisering på 10 prosent av dette er nesten 7 TWh. I tillegg kommer solenergi på ubrukte arealer som parkeringsplasser, nedlagte deponier, gruver og grustak mm med hele 130 TWh. 10 prosent av dette utgjør 13 TWh. Så til sammen 19TWh med lite eller ingen konflikter og tap av natur eller matjord.

Energikommisjonen anslår ein produksjon på 5-10 TWh straum i 2030 som realistisk, men Solenergiklyngen viser i ein rapport frå 2022 at det tekniske potensialet for solenergi på tak i Noreg er mykje større, om lag 66 TWh.

### **Solenergi kan bli mye større enn det Energikommisjonen anslår.**

Det tekniske potensialet er anslått til over 130 190 TWh. 10 prosent skulle representere 193 TWh. Til sammen utgjør dette 20 TWh, mer enn dagens vindkraft på land – 16 TWh og mer enn det dobbelte av Energikommisjonens anslag på 5-10 TWh i 2030.

Kostnadene per KWh solkraft er en del høyere enn for vindkraft på land men lavere enn flytende havvind, fossil kraft og kjernekraft. Til gjengjeld er det lavt konfliktnivå og lite til ingen skade på natur og landskap.

For å realisere potensialet må en del regulatoriske hindringer fjernes og økonomiske virkemidler styrkes. Reduksjon av investeringsstøtten fra ENOVA fra okt 2023 bør oppheves og heller økes.

Solcelleteknologi er spesielt nyttig i kombinasjon med varmelagring i fjellgrunn som reduserer behovet for balansekraft når sola ikke skin. F.eks. Tvedestrand vgs er no netto energiprodusent og nyttar mange teknologiar i kombinasjon.

### **Flytande solceller.**

Equinor stoppa prosjektet med [flytande solceller på Frøya](#) i 2022 utan nærmare forklaring. Prosjektet skulle skape grunnlag for liknande kraftproduksjon langs kysten, og vi må krevje at regjeringa styrer Equinor i mykje meir fornybar retning.

### **Hydrogenproduksjon med solkraft.**

[Asko i Trondheim](#) produserer hydrogen med solceller på taket til bilar og lastebilar. Liknande prosjekt bør kunne utviklast i stor skala både nasjonalt og internasjonalt. For eksempel deltar Noreg i eit grønt hydrogenprosjekt med vindkraft og sol i [Egypt](#), og grønt hydrogenteknologi kan bli eit viktig norsk eksportprodukt.

### **Biogass**

Biogass vert danna når organisk materiale, som gjødsel, matavfall, planterestar, avløps slam, fiskeslam og anna, blir brutt ned av mikroorganismar i oksygenfritt miljø. Biogass består i hovudsak av metan samt en del CO<sub>2</sub> og små mengder andre gassar. Biogass kan brennast til produksjon av varme og elektrisitet. Biogass brukt til drivstoff krev oppgradering til drivstoffkvalitet. Blant anna må CO<sub>2</sub> fjernast, på same måten som i rå naturgass.

### **Biokull.**

Biokull bygger på biomasse fra skogbruk, jordbruk eller algeproduksjon i vatn. Ved å omdanne biomassen til stabilt karbon med lang nedbrytningstid kan (den biologiske) omdanninga til CO<sub>2</sub> og utslepp til atmosfæren forsinkast/utsettast. Mest vanleg er å blande

biokull i jordbruksjord. Biokull kan også være ein energikjelde eller eit reduksjonsmiddel i for eksempel ferrosiliumindustrien til erstatning av fossilt kull. Tilgangen på biomasse og konkurranse med dei andre bruksmulighetene som treprodukt, papir, celulose, bioenergi og biodrivstoff set begrensning på mengda biokull.

### **Grunnvarme.**

Grunnvarme (også kalt bergvarme, jordvarme, geovarme, grunnvannsvarme) er varme henta frå jordskorpa frå forskjellig dybder. Det er snakk om ein nærmest utømeleg energikjelde, som ved bruk ikke gir CO<sub>2</sub>-utslipp, som er uavhengig ver og vind, og som i tillegg er lokalt produsert. Det framstår derfor som utmerka energialternativ og blir meir og meir brukt.

### **Mange gode energiltak (ENØK) i kommunane men mykje meir må til.**

Kommunar (og fylkeskommunar) er storforbrukarar av straum. Dei har ansvar for store bygningsmassar, reinseanlegg, renovasjonsanlegg og liknande, anlegg som krev mykje energi for å drive. Det er eit stort potensiale for energiøkonomisering og lokalprodusert energi innanfor denne sektoren, og mykje er blitt gjort!

Som igangsettar og koordinator kan kommunane dessutan utløyse mykje av potensialet for energieffektivisering, sparing og lokal energiproduksjon hos innbyggjarane og næringslivet.

### **Sjøvarme.**

Sjøvarme er ei fornybar, stabil, sikker og evigvarande energikjelde. Viss sjøvarme og bergvarme blir rulla ut i stor skala, kan vi dekke store delar av behovet for oppvarming i bygg i Noreg. Dette kan avhjelpe kraftsituasjonen på stader med svakt linjenett og press i kraftmarknaden. Sjøvarme har vore i bruk lenge mange stader både i offentlege bygg og av forsvaret og skal no installerast i Hammerfest nye sjukehus.

### **Varmepumper**

Varmepumper kan trekke varme ut frå omgivelsane, luft, vann eller grunn. Dermed kan dei produsere varm luft eller vann fra «kjølige» omgivelser som f.eks sjøvatn og spare 50-80 prosent av straumen til oppvarming

### **Meir transport må over på jernbane og moderne skip.**

30% av norske utslepp kjem frå transport. Mykje meir gods og persontrafikk må over frå veg og fly til elektrisk jernbane og moderne skip med lave utslepp.

### **Grøn omstilling av skipsfarten med elektrifisering, hydrogen og ammoniakk.**

Sjølv om det er elektriske ferjer på 49 av 131 ferjesamband, er vi langt unna målet med å halvere utsleppa frå skipsfarten innan 2030. Næringa er klar med mange prosjekt, men ventar på statlege initiativ og støtteordningar for hydrogen og ammoniakk som drivstoff. Pr. i dag har utviklinga langt på veg stoppa opp.

### **«Flow-battery», batteri med flytande væske utan brannfare og med stor kapasitet.**

[Bryte Batteries](#) i Trondheim er i ferd med å lage store batteri som lagrar elektrisitet i tankar med metall oppløyst i syre. Desse batteria fungerer godt som balansekraft til sol og vind og kan bli ein viktig del av lokal el-produksjon.

## Karbonfangst og lagring.

Norge satsar stort på teknisk karbonfangst og lagring. Det kan enten redusere utslepp til atmosfæren med 80-90 prosent (CCS) eller ha negative utslepp. Det vil seie at dei vil fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren (BECCS og DACCS). Disse teknologiane skal ifølge teknologioptimistane gjøre det mulig å fortsette å ta opp og bruke kull, olje og gass og samtidig nå klimamåla. Netto null, karbonfri energi, negative utslepp, klimanøytralt, lavutslippssamfunn er uttrykk som går igjen. Dette er svært tvilsomt då karbonfangst er energikrevjande, dyrt og tar lang tid å få på plass og har begrensa effekt. Derfor vil heller ikkje Equinor bruke CCS på sitt eksisterande gasskraftverk på Melkøya. Dette til tross for at dei elles argumenterer for at nettopp karbonfangst og lagring vil muliggjøre fortsatt bruk av olje/gass også i eit nullutslippssamfunn.

For utslipp av CO<sub>2</sub> frå industriprosesser, f.eks sement og avfallsforbrenning, kan CCS vere det einaste alternativet så lenge vi treng sement og visse metall, eller produserer restavfall som ikkje kan gjenvinnast. To lovande prosjekt, CCS på utslipp fra sementproduksjon i Brevik og fra avfallsforbrenningsanlegget i Oslo, står imidlertid i stampe pga. kostnadsoverskridelsar.

Naturlege metoder for karbonfangst og lagring i skog og myr har foregått og vil fortsette så lenge vi vernar disse områda. Restaurering av tørrlagt myr vil auke denne karbonfangsten, medan treplanting kan ha uønska sideeffekter. Vern vil både hindre vidare tap av naturverdiar og sikre naturens karbonlager og vidare opptak av CO<sub>2</sub>. Begge delar er avgjerande for en leveleg klode. Men aukiing av naturleg karbonfangst ved treplanting eller gjødsling blir begrensa av blant anna arealmangel og omsyn til naturmangfald.

1,5 graders målet og nullutslepp i 2050 vil krevje negative utslepp. Men mengden av moglege negative utslepp er begrensa og kostnadane høge. Derfor må vi kutte utslepp av klimagasser mest mogleg allereie no. Kvant tonn CO<sub>2</sub> tel, og metodane og teknologien finst. Erstatning av fossil energi med fornybar energi og energieffektivisering og sparing er utprøvd og verkar og er dessutan rimelegare enn negative utslepp.

## Nedlagte oljebrønner på norsk kontinentalsokkel – geotermiske kraftverk?

Besteforeldrenes klimaaksjon (BKA) ønskjer å få utreda om det er mogleg å bruke nedlagte olje-/gass-brønner på norsk kontinentalsokkel for å hente opp grunnvarme til produksjon av geotermisk elektrisitet (geotermisk kraftverk). Prøveprosjekt bør settast i gang snarast.

## 5. Solenergi. Bruk tak og brakkarealer, ikke skog og myr.

*Harold Leffertstra BKA Oslo*



*Solceller integret i bygningoverflate*



*Solceller på grå areal*

## **Solceller kan produsere mye strøm i norsk klima.**

Solinnstrålingen i Norge varierer mye gjennom året. Den høyeste innstrålingen opplever vi fra mai til juli, og lavest innstråling i desember og januar. Ved å optimalisere helningsvinkelen til et solcelle- eller solfangeranlegg kan vi oppnå at solenergien vil gi et betydelig bidrag i månedene fra mars til oktober. For **solceller** er det faktisk en fordel med det kalde klimaet i Norge, siden solcellene er mer effektive når de er kalde. Det kan derfor være høy produksjon av solstrøm på en kald og fin dag i mars. Eventuell refleksjon fra snødekte overflater gjør den enda større.

Områdene med høyest solinnstråling finner man på Sør- og Østlandet. Solinnstrålingen i disse områdene er på nivå med sentrale områder i Tyskland, hvor det produseres svært mye energi med ulike solenergisystemer.

## **Solkraft har et stort potensiale i Norge.**

Solenergi i Norge er ennå lite i omfang – ca 0,2 TWh i 2022, men i sterk vekst. Energikommisjonen anser en produksjon på 5-10 TWh strøm i 2030 som en realistisk mulighet.

For å unngå lignende konflikter og tap av natur og landskap som utbygging av landvind har ført til, er bruk av tak og andre bygningsflater, enten det er låver, lagerbygg, kjøpesentre eller private hus, det opplagte alternativet når solenergi nå står foran en stor vekstperiode i Norge. En [rapport Multiconsult lagde](#) på vegne av Solenergiklyngen i fjor, viser at det tekniske potensialet for solenergi på tak i Norge er meget stort, 66 TWh. En realisering på 10 prosent av dette er nesten 7 TWh.

## **Prosjekt med flytende sol på Frøya i Trøndelag ble stanset av Equinor.**

Flytende anlegg kan være en løsning, f.eks på vannkraftsmagasiner eller på sjøen. Derfor er det ekstra synd av Equinor valgte å skrinlegge et vellykket prøveprosjekt med solceller på flåter som hadde pågått i to år på [Frøya](#). Equinor ga ingen begrunnelse annet enn de velgere ikke å satse, og regjeringen vil tydeligvis ikke legge noen føringer for at slike prosjekter kan fortsette.

## **Solceller på bakken må ikke gå ut over verdifull natur.**

Bakkemontert solenergi bør forbeholdes såkalt «grå» arealer, altså industritomter, gamle grustak eller andre brakkarealer som har lite alternativ verdi og der naturen allerede er bygd ned. Det finnes en del slike områder rundt om i landet, og det er disse arealene utbyggere og kommuner må gå etter når solkraftverk skal utvikles. Dette vil helt sikkert være litt mindre økonomisk attraktivt enn de aller beste områdene, men det er en pris vi er nødt til å betale.

## **Solenergi kan bli mye større enn det Energikommisjonen anslår.**

I Energikommisjonens rapport refereres tall for det tekniske potensialet på tak på bygninger til 66 TWh. Trekket inn parkeringsarealer, forlatte grustak, gruver og jordbruksareal som ikke lenger er i bruk, blir det ytterligere 130 TWh. Realiseres bare 10 prosent blir det 20 TWh.

20 TWh er mer enn dagens vindkraft på land som er 16 TWh og mer enn det dobbelte av Energikommisjonens anslag på 5-10 TWh i 2030. Ytterligere et argument for å ikke påskynde nedbygging av natur.

Kostnadene per KWh solkraft er høyere enn for vindkraft på land, men lavere enn flytende havvind, fossil kraft og kjernekraft. Til gjengjeld er det lavt konfliktnivå og lite til ingen skade på natur og landskap.

For å realisere potensialet, må en del regulatoriske hindringer fjernes. Reduksjon av investeringsstøtten fra ENOVA fra oktober 2023 bør oppheves og heller økes.

**Les mer her.**

<https://solenergiklyngen.no/omsolenergi/>

<https://www.multiconsult.no/sol-kan-bli-like-stort-som-vannkraft-i-norge/>

<https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/klimavalg21/solenergi-ta-tak-og-brakkarealer-i-bruk-ikke-skog-og-myr/>

<https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/solenergi-mot-2050/>

[https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solcelleanlegg/?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPTfD1pjV5AtaawfAzqAMTJhQyxFDKw8vttltqfcAHuP5BCDDO4j6mMaAoXREALw\\_wcB](https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solcelleanlegg/?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPTfD1pjV5AtaawfAzqAMTJhQyxFDKw8vttltqfcAHuP5BCDDO4j6mMaAoXREALw_wcB)

<https://solenergiklyngen.no/omsolenergi/>

Eksempel: Solceller, varmepumper og fjellvarme:

<https://energiogklima.no/nyhet/stjordal-nytt-omsorgssenter-i-hoy-grad-selvforsynt-med-kortreist-energi/>

<https://www.sola.kommune.no/aktuelt/energisparing-og-solenergi-har-stort-potensial-i-var-region.51542.aspx>

## 6. Sjøvarme er installert mange steder i Noreg og kan brukast mykje meir over heile landet.

*Ingunn Elstad og Ola Dimmen.*



*Hammerfest nye sykehus skal bruk sjøvarme til oppvarming og kjøling.*

## **Sjøvarme er altfor lite brukt.**

Sjøvarme er ei fornybar, stabil, sikker og evigvarande energikjelde som ved hjelp av varmpumper kan skaffe store mengder varme også på meget kalde vinterdager. Likevel gir eit rakst søk på sjøvarme i Noreg overerraskande få treff. I regjeringa sin nasjonale energistrategi, utforma av Energi21, er faktisk ikkje sjøvarme nemnd i det heile tatt. Forsvaret derimot, har installert fleire sjøvarmeanlegg. Slike anlegg er jo mindre sårbare og gir betre sjølvberging i ein krisesituasjon enn linjenett og store energianlegg. Sjøvarme er ein godt etablert og kjend teknologi, og sjøvarme er tilgjengeleg både frå sjø og ferkvatn. Viss sjøvarme og bergvarme blir rulla ut i stor skala, kan vi dekke store delar av behovet for oppvarming i bygg i Noreg. Dette kan avhjelpe kraftsituasjonen på stader med svakt linjenett og press i kraftmarknaden.

Viss sjøvarme og bergvarme blir rulla ut i stor skala, kan vi dekke store delar av behovet for oppvarming i bygg i Noreg. Dette kan avhjelpe kraftsituasjonen på stader med svakt linjenett og press i kraftmarknaden.

## **Sjøvarme har vore i bruk lenge.**

Nordfjordeid er oppvarma med sjøvarme. Nordfjord sjukehus, psykiatrisenteret, Eid vidaregåande skule, idrettshallen og dei kommunale skulane i sentrum blir varma opp ved hjelp av sjøvatn frå 50 meters djup frå Eidsfjorden. Prosjektet starta i 2004, og i Ålesund har Tafjord kraft nytta sjøvarme sidan 1988.

## **Hammerfest nye sjukehus skal byggast med sjøvarme.**

Det nye Hammerfest sjukehus skal stå ferdig i 2025. Det ligg rett ved sjøen. Vegen er kort for å ta sjøvatn direkte inn i ein energisentral med varmpumper, som gir oppvarming av sjukehuset med vassboren varme, og varmvatn. Sjukehuset reknar med å halvere straumforbruket når sjøvarmeanlegget er ferdig. Så langt ligg bygginga av sjukehuset framfor tidsskjema. Utbyggingsleiar Espen Hansen opplyser også at byggeprosjektet er innanfor dei økonomiske rammene på 2,5 milliardar kroner.

## **Sjøvarme fungerer svært godt i bygg med behov for stabil varme.**

Sjukehus og sjukeheimar er store energiforbrukarar; dei har stor bygningsmasse, og krev - i motsetnad til kontorbygg – jamn oppvarming og varmvatn gjennom døgeret. Væske-til-vatn varmpumper gir i følgje Varmepumpeforeningen høgare og jamnare temperatur gjennom døgeret enn luftbaserte varmpumper. Dei gir også mindre støy, som er særleg viktig på sjukehus.

I eit notat om fornybar oppvarming av sjukehus i 2009 framheva Zero fjernvarmeanlegg som løysing for sjukehus. Då kunne fjernvarme bli lønnsamt også i området rundt.

Finnmarkssjukehuset Helseføretak (FIN HF) valde i 2011 å vurdere varmpumpeløysing ved sjukehuset. Løysinga vart utreda gjennom ENØK, og føretaket vedtok iverksetting med støtte frå Enova i 2016.

Investeringskostnadane er store, og varmpumpene må skiftast ut etter 15-20 år. Men straumutgiftene til det nye sjukehuset blir bortimot halvert, med ein reduksjon på 3 millionar pr. år, og ein reknar at anlegget raskt vil lønne seg. Innan 2030 skal Helse Nord redusere egne CO2-utslepp med 40 prosent.

- 1) Allan Klo og André Bendixen: Nytt sykehus skal bruke sjøvann for å halvere strømregninga. NRK Hammerfest 12.02.2023.



## 7. Biogass

Harold Leffertstra, BKA Oslo



Husdyrgjødsel kan være råstoff til biogass. Foto Ola Dimmen, Jølsdalshytta.

### **Biogass dannes av naturlige prosesser og må renses før bruk.**

Biogass dannes når organisk materiale, som gjødsel, matavfall, planterester, avløps slam, fiskeslam og annet, brytes ned av mikroorganismer i oksygenfritt miljø. Biogass består i hovedsak av metan samt en del CO<sub>2</sub> og små mengder andre gasser. Biogass kan brennes til produksjon av varme og elektrisitet. Anvendelse som drivstoff krever oppgradering til drivstoffkvalitet. Blant annet må CO<sub>2</sub> fjernes, på samme måten som i rå naturgass.

Anvendelse av avfallsstoffer gir størst klima- og energigevinst fordi alternativ behandling, deponering, kompostering og forbrenning ville også ha ført til utslipp av CO<sub>2</sub>. Den vanlige bruken av husdyrgjødsel gir i tillegg store utslipp av metan og lystgass fra lagringen. I biogassprosessen produseres mye mer metan, men denne slippes ikke ut og benyttes til energi.

### **Produksjon av biogass gir også næringsrik gjødsel.**

Etter at mikroorganismene har gjort jobben sin og produsert metan, sitter man igjen med et flytende restprodukt kalt biorest. Bioresten er en næringsrik masse som egner seg som gjødsel til planter og reduserer behovet for kunstgjødsel.

### **Biogass kan brukes som vanlig gass fra fossile kilder.**

Eksempler på bruk i Norge er varme- og strømproduksjon og biogassbusser i bl.a. Oslo og Bergen. Biogass kan også brukes til ferger og ellers i skipsfart der batteridrift ikke er aktuell. Det finnes i dag flere gassferger, helt opp i størrelse til Fjordlines ferger mellom Norge og Danmark. Disse kjører i dag mest på naturgass men kan erstatte den med biogass i takt med økt produksjon av biogass.

## Det er store muligheter til å øke produksjonen av biogass i Norge.

Produksjonen i 2021 var ca. 0,7 TWh fra 49 biogassanlegg. For 2030 kan denne produksjonen øke til rundt 2 TWh. Det foreligger anslag på et teknisk potensial med dagens teknologi og råstoffbase på 5,5 TWh. Og helt opp til 22 TWh med framtidig teknologi og økt råstoffbase.

Les mer

<https://biogassoslofjord.no/>

<https://norsus.no/ny-rapport-om-mulighetsrommet-for-biogass-i-norge/>

<https://biogassbransjen.no/2022/03/01/fersk-rapport-det-produseres-07-twh-biogass-i-norge/>

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klimateknologi/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagegasser/klimateknologi-og-energitiltak/fornybar-energi/utrede-potensialet-for-biogass/hva-er-biogass/>

<https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/100-millioner-til-satsing-pa-biogass-i-somna?publisherId=89989&releaseId=17950701>

<https://www.spera.as/prosjekter/industri/nybulkstasjonverdal-lwBvy-ymj89>

<https://www.tu.no/artikler/ny-rapport-biogass-kan-gi-like-mye-kraft-som-fire-fosen-felt/527713>

<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mai/biogass-i-skandinavia-en-sammenligning-og-gjennomgang-av-virkemidler/>

## 8. Biokull er ingen mirakelkur, men kan brukes til mye.

*Harold Leffertstra, BKA Oslo.*



*Kullmile som lager trekull i Nord-Østerdalen. Bilde Musea i Nord-Østerdalen.*

## **Biokull er forkullet biomasse.**

Biokull bygger på biomasse fra skogbruk, jordbruk eller algeproduksjon i vann. Ved å omdanne biomassen til stabilt karbon med lang nedbrytningstid kan (den biologiske) omdannelsen til CO<sub>2</sub> og utslipp til atmosfæren forsinkes/utsettes. Mest vanlig er å blande biokull i jordbruksjord. Biokull kan også være en energikilde eller et reduksjonsmiddel i for eksempel ferrosilisiumindustrien. Tilgangen på biomasse og konkurranse med de andre anvendelsesmulighetene som treprodukter, papir, cellulose, bioenergi og biodrivstoff setter begrensning på mengden biokull.

## **Biokull forsinker omdannelsen fra biologisk råstoff til CO<sub>2</sub>.**

I det korte karbonkretsløpet fanger grønne planter i på land og til havs (alger) CO<sub>2</sub> og omdanner det sammen med vann og solenergi, til karbon-og hydrogenrike forbindelser ved hjelp av fotosyntesen. Plantemateriale som blir brent opp eller spist av mennesker, dyr og mikroorganismer, blir igjen omdannet til CO<sub>2</sub> og vann.

Dette kan ta en del tid med mellomprodukter som ved, papir og mat, men også avfallsprodukter som halm, skogsavfall og biprodukter i treforedlingsindustrien i sakte nedbrytning i jord (også hav), tilbake til det korte karbonkretsløpet.

## **Biokull bidrar til å redusere CO<sub>2</sub>-mengden i atmosfæren.**

Ved å omdanne disse avfallsprodukter til stabilt karbon med lang nedbrytningstid forsinkes omdannelsen til CO<sub>2</sub>. Dermed blir CO<sub>2</sub> innhold i atmosfæren og havet lavere enn det ellers ville ha vært.

Dette kan gjøres ved at det organiske materiale gjennomgår en pyrolyseprosess, hvor materialet varmes opp til 400-800 grader uten tilgang på oksygen. Resultatet fra pyrolyseprosessen er energiprodukter og biokull bestående av karbon som kan tilføres jord eller får en annen anvendelse. Som f.eks reduksjonsmiddel i ferrosilisiumindustrien til erstatning av fossilt kull.

Ved produksjon av biokull blir det også produsert bioenergi, men i mindre grad enn ved direkte forbrenning fordi en del av energien fortsatt finnes i kullet. Pyrolysen krever energi, men bare rundt 20 % av karbonet må forbrennes for å drive prosessen.

## **Farlige stoffer ved pyrolyse.**

Under pyrolyse dannes det også noe gass og olje. I små pyrolyseanlegg vil både gass og olje som lages forbrennes underveis og samles ikke opp. En bekymring ved produksjon av biokull for landbruket er at det dannes giftige forbindelser ved pyrolyse, såkalte polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Biokull kan innarbeides i jordbruksjord og ser ut til å ha en forbedrende effekt på struktur og evne å holde på fuktighet. Nedbrytningstiden til CO<sub>2</sub> ser ut til å kunne være i størrelsesorden 100 år.

## **Biokull er en av mange løsninger for å redusere mengden CO<sub>2</sub> i atmosfæren.**

I Klimakur 2030 ble potensialet for CO<sub>2</sub> fangst basert på skogsavfall og halm i Norge beregnet til å være ca 0,8 millioner tonn CO<sub>2</sub> totalt for perioden 2021-2030, altså rundt 100.000 tonn/år. Med en kostnad under 500 kr/tonn CO<sub>2</sub>. Dette ved en utnyttelse av bare 5 prosent av det tilgjengelige råstoffet.

( Klimakur 2030 s.472 del B) Tiltaket går ut på at organiske avfalls- og restfraksjoner fra landbruket omdannes til stabilt karbon med lang nedbrytningstid. Dette skjer ved at det organiske materialet gjennomgår en pyrolyseprosess, hvor materialet varmes opp til 400-800 grader uten tilgang på oksygen. Resultatet fra pyrolyseprosessen er energiprodukter og biokull bestående av karbon som kan tilføres jord eller får en annen anvendelse. NIBIO har sett på tilgjengelige organiske avfalls- og restfraksjoner fra norsk landbruk som er egnet for pyrolyse, samt potensialet for å omdanne disse til biokull. På grunn av lite data om praktisk tilgjengelighet av potensielle ressurser, og til dels ukjente kostnader knyttet til råstoffene, legger vi til grunn at 5 prosent av potensialet blir realisert innen 2030.

### Barrierer og hindringer.

For biokull er det i Norge per i dag ikke identifisert noen lønnsom måte å produsere dette på, selv medregnet biinntekter fra energiproduksjon. Dette skyldes i hovedsak at det ikke er etablert noen lønnsom verdikjede eller noe marked for biokull som igjen henger sammen med at . Kkarbonfangst med biokull ikke blir heller ikke regnet med i det nasjonale utslippsregnskapet og utslippsforpliktelsene. Mangel på internasjonalt regelverk hindrer dette i dag men vil trolig komme. Det er derfor viktig at det fortsatt gis midler til forsknings- og utviklingsprosjekter som bidrar til økt kunnskap om effekter av biokull og mulige anvendelsesområder, innenfor jordbruket og eventuelt i andre sektorer. Det kan være aktuelt å vurdere en støtteordning for gårdbrukere som tilfører biokull til egen jord. Forutsetningen for en slik er ordning er at det kan dokumenteres, føres tilsyn med og rapporteres.

Les mer:

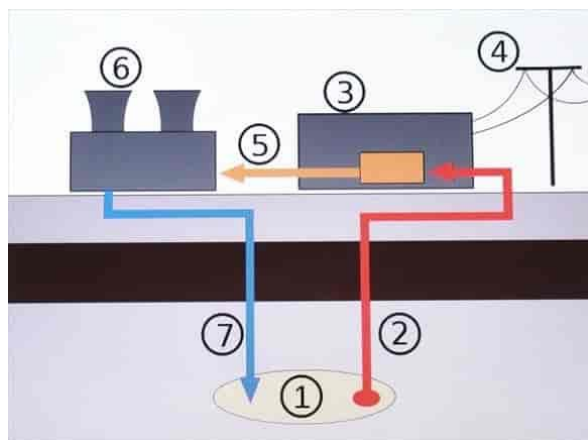
<https://www.agropub.no/fagartikler/biokull-status-for-forskning-og-utproving-i-norge>

<https://www.nibio.no/nyheter/effekten-av-biokull-pa-agronomi-og-klimagassutslipp>

Klimakur (Miljødirektoratet 2020)

## 9. Hva er grunnvarme?

Håkon Kryvi, BKA Bergen.



### Prinsipp for geotermisk kraftverk

1. Varmtvannsreservoar
2. Varmtvann
3. Generator
4. Kraftlinje
5. Restvann til evt. fjernvarme
6. Gjenbruk av termisk energi
7. Retur av kaldt vann for ny oppvarming

### Grunnvarme gir stabil, varig, fornybar og ikke naturødeleggende energi.

Grunnvarme (også kalt bergvarme, jordvarme, geovarme, grunnvannsvarme) er varme hentet fra jordskorpen fra forskjellig dybder. Det er snakk om en nærmest utømmelig energikilde, som ved bruk ikke gir CO<sub>2</sub>-utslipp, og som er uavhengig vær og vind, - og er i

tillegg lokalt produsert. Det fremstår derfor som utmerket energialternativ, - og blir mer og mer brukt.

Varmen i de dypere lagene (> ca 300m) stammer fra jordens indre. Det er varmerester fra skapelsen, varme fra radioaktive isotoper som kalium, uran og thorium og fra friksjon.

Varmen i de grunne lagene er først og fremst lagret solenergi.

### **Dyp geotermisk energi og grunngeotermisk energi.**

Det skiller derfor mellom to typer geotermisk energi: dyp (også kalt høytemperatur geotermisk energi), og grunn geotermisk energi (også kalt lavtemperatur geotermisk energi).

Høytemperatur geotermisk energi kan utnyttes til produksjon av elektrisitet gjennom geotermiske kraftverk. Alminnelig i land som: Filippinene, Indonesia, Island, Italia, Japan, Mexico, New Zealand, Tyrkia, USA osv .

Lavtemperaturvarme (grunnvarme) kan brukes til oppvarming og nedkjøling av boliger, større bygg og anlegg gjennom varmepumpesystemer. Først og fremst denne formen brukes i forhold som hos oss

### **Grunnvarme kan hentes opp med lukka og åpne system.**

Vi har to systemer for opphenting av grunnvarme: åpent og lukket. I et åpent system bruker man oppumpet grunnvann fra løsmasser eller fjellbrønner. Slike anlegg er egnet for områder med store grunnvannsressurser. (ex Gardermoen lufthavn)

I et lukket system fungerer berggrunnen som et energilager (termos): varmen hentes ut gjennom brønner (U-formete slanger/rørsløyfer, 50-200 m dype, stort antall) via varmepumper. Varmen utveksles (konveksjon). Væsken i slangene er gjerne frostvæske. Overskuddsvarme om sommeren overføres til grunnen og hentes ut om vinteren. Varmepumper er viktige for effektivisering av energien.

### **Grunnvarme i Norge kommer mer og mer, men vi ligger langt etter Sverige.**

Vi har ca 70 000 installasjoner i landet. Dette gir en mengde fornybar varme på ca. 4 TWh/år som trekkes ut fra grunnen. Samlet installert effekt er ca. 1200 MW. Potensialet er regnet til å være ca. 33 TWh/år. Til sammenligning er den norske el-produksjonen i et normalår på ca. 157 TWh/år (NVE 2022). Altså grunnvarmen kan tilsvare ca. 21 % av Norges kraftproduksjon i et normalår. (K. Midttømme, Norge)

Det er registrert en økning av antall anlegg på ca. 30 % fra 2015. Det bygges nå ca. 4-5000 nye anlegg pr år. (Kirsti Midttømme, Norge)

Til sammenligning hadde Sverige i 2020 ca. 591 000 (!) installasjoner som gav ca 17.1 TWh/år. (Gehlin et al 2020).

### **Grunnvarme kan erstatte en stor del av strøm og olje som går til oppvarming i dag.**

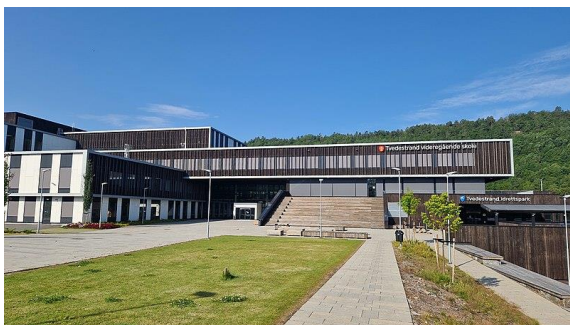
Vi skal bort fra fossil energi og inn med fornybare energikilder, energieffektivisering og redusert energiforbruk. Energi fra grunnvarme (geovarme) kan utgjøre et vesentlig bidrag til den norske energiforsyningen ved å erstatte en stor del av olje og strøm som brukes til oppvarming og nedkjøling. Den egner seg utmerket som del av lokale energieffektiviserings-tiltak i både store bygningsanlegg og mindre byggheter.

## Norge har altså et stort potensiale for økning og bør satse mer målbevisst:

- Det må satses mer på forskning og utvikling av temaet.
- Har Norge en god nok strategi for energieffektivisering?
- Er de byggtekniske forskriftene (TEK) godt nok tilpasset nyere utvikling?
- Har ENOVA gode nok støttetiltak til varmepumpeinstallasjoner i yrkesbygg og boliger?
- Støtteordninger for lokal energiproduksjon og energieffektivisering må utvides
- Regelverket bør forenkles og bli bedre tilpasset.
- Nettverkssamarbeidet må utvides.
- Utvikle og forbedre boreteknikk for dypere boring ned mot varmere lag. Redusere borekostnadene.
- De mange gode eksemplene en finner i kommunene og fylkene for effektiviseringstiltak, bruk av jordvarme, rehabilitering, gjenbruk etc, må gjøres mer kjent (Se f. eks.: "Inspirasjonshefte for kommuner og fylker: Spar og produser mer energi", laget av Norsk klimastiftelse i samarbeid med Den norske stats kommunalbank.)

## 10. Mange gode energitiltak i norske kommuner, men potensialet er mye større.

*Håkon Kryvi, BKA Bergen.*



*Tvedestrand vgs er netto energiproducent med å kombinere sol, grunnvarme og ENØK-tiltak.*



*Ullevål stadium har store energilager i fjell, såkalte jordtermoser.*

### **Kommuner og fylkeskommuner kan redusere strømforbruket.**

Kommuner (og fylkeskommuner) er storforbrukere av strøm. De har ansvar for store bygningsmasser, renseanlegg, renovasjonsanlegg, og lignende, - alle anlegg som krever mye energi for å drive. Det er et stort potensiale for energiøkonomisering innenfor denne sektoren, og mye er blitt gjort! Under følger noen gode eksempler andre kan ha nytte av å få bedre kjennskap til.

Tiltakene det i hovedsak er snakk om er grundig planlegging av energibruk i de viktigste strømforbrukende enhetene for å få forbruket vesentlig redusert: planmessig energieffektivisering, utnyttelse av grunnvarme, installering av solcellepaneler og solfangere, etablere energibrønner, bruk av andre typer fornybar energi (f. eks. batterier).

## Det er mange gode eksempler på energiøkonomisering (ENØK) i kommunene.

Eksempler på hvordan kommuner og fylker kan energiøkonomisere sin drift. (Hentet bl.a. fra: "Inspirasjonshefte for kommuner og fylker: Spar og produser mer energi". Utgitt av Norsk klimastiftelse i samarbeid med Den norske stats kommunalbank. Redaktør Jortveit.)

### Generelle tiltak:

- Ansette energirådgiver, gjennomgå og helhetlig planlegge de viktigste delene av kommunens energibudsjett, etablere sentrale driftsenheter.
- Undersøk bankenes forskjellige tilbud på grønne lån.
- Studere Enovas nettsider.....
- Legge til rette for øket bruk av geotermisk energi (kan gjennomføres raskt de fleste steder, er effektivt, ikke-forurensende og rimelig )
- Rehabiliterer fremfor å rive, gjenbruk av materiale. Tips: se/last ned "Tenk før du river", <byggallianse. teknologi, kortreist no>.
- Etterisolering av vegger og tak, bytte ut gamle vinduer.
- Benytte gamle batterier fra elektriske biler (f eks fra brukte Nissan leaf-biler) for lagring av energi.

### Noen konkrete eksempler:

- **Bodø** kommune: Mål: effektivisere kommunens energiforbruk, ved å: optimalisere tekniske anlegg, profesjonalisere driften av sentrale anlegg, etablere energioppfølgingssystemer, oppgradere tekniske anlegg, installere varmpumper med energibrønner, produsere fornybar energi ved solceller, solfangere e.l., lagre produsert energi (batterier, hydrogen e l). Bodø sparte strøm for 7.1 millioner kr på fire år.
- **Stjørdal**, Fosslia omsorgssenter: vha 16 energibrønner sparer kommunen ca 250 000 kWh strøm og varme pr år.
- **Tvedestrand** videregående skole og idrettspark: 4400 kvm solceller på taket (prod: 680 000kWh/år), 21 energibrønner (250 m dype), varmpumperbiogassreaktor basert på fli s, og energilagring ved bruk av avdankete Nissan Leaf-batterier. Til sammen bruker skolen og idrettsanlegget under halvparten av energien som nå er kravet i teknisk forskrift.
- **Bergen** kommune; rådhuset fra 1974 måtte stenges. Ble rehabilitert fremfor å bli revet.. Vil nå ha 35 % lavere energiforbruk. Kommunen sparte ved dette ca 70% av CO2-utslippene riving og bygging ville medført.
- **Fjell skole i Drammen**; varmelagring i energibrønner (et termisk batteri). Her er anlagt 100 brønner i tett avstand á 50 m boret i sirkelformasjon under parkeringsplassen - lades med solceller (1000 m<sup>2</sup>) og solpaneler (125m<sup>2</sup>) om sommeren - (7-800 MWh/år) - Varmeuttak 350 MWh /år - Fiberoptisk temperaturovervåkning i brønner. Leverer varme til et bygg på 10 000m<sup>2</sup>.

## Norge har allerede mange store anlegg for grunnvarme.

Norge har faktisk noen av Europas største grunnvarmeanlegg. Mange av disse store anleggene driftes som sesongbaserte energilagre, og dekker store deler av brukerens varme- og kjølebehov.

Eksempler på større anlegg:

- Akerhus universitetssykehus
- Nydalens næringspark
- Postens terminalbygg på Lørenskog
- IKEA Slepden
- Ullevaal stadium borehullsbaserte energilagre i fjell)
- Rikshospitaleet, Oslo
- Oslo lufthavn, Gardermoen
- Bergen lufthavn, Flesland
- Sparkjøp på Kokstad, Bergen
- Myrahallen på Byåsen i Trondheim.

## 11. Samferdsel - meir bane, meir kollektivtransport og mindre vegtrafikk på motorvegar.

*Ola Dimmen, BKA Trondheim.*



*Dovrebanen. Bilde, Store Norske Leksikon.*

### **Overordna samferdselspolitikk må endrast.**

Transportsektoren står for 30% av klimagassutsleppa i Norge. Transport, spesielt biltrafikk, er også kjelde til svevestøv og utslepp av mykje mikroplast. Ein realistisk samferdselspolitikk må ta omsyn til det samle klima-og naturregnskapet for ulike transporttyper.

For å få utsleppa må ned, må vi effektivisere energibruken og redusere transportmengda. Gods og persontrafikk må over frå veg og fly til jernbane i et helt annet omfang enn i dag. Til sjøs må både persontrafikk, godstrafikk og fritidsbåtar elektrifiserast meir. Vi må innskjerpe reglar for utslepp av fossil forureining i tettbygde strøk og i verna naturområder. Vi må bygge ut landstraum i havnar og småbåthavnar.

Mange av desse tiltaka er allereie er i gong, men må oppskalerast og få mykje større omfang enn i dag. Her manglar det politisk styring og prioriteringsvilje og Norsk Transportplan er altfor lite ambisiøs.

### **Nye motorvegar er lite miljøvenlege.**

Eit av det beste tiltaka for å redusere negative konsekvensar av vegtrafikk er å redusere farta. Motorveg med 110 er vesentleg dyrare å bygge enn vegar med 90 grense, og dei generer også mykje



meir arealbruk og drivstofforbruk. Noreg må satse på utbetring og utbygging av vegnettet i standen for store nye vegprosjekt, for eksempel Hordfast.

«Nye veier» må leggest ned og vi må få et statleg selskap som prioriterer omsynet til klima og miljø framfor gigantiske vegprosjekt.

### **Utbygging av jernbane.**

Samanlikna med vegtransport, er jernbane absolutt best i forhold til energibruk, utslepp og arealbruk. Dessverre er det fysiske jernbanenettet i Norge gamalt og dårleg. Det er eit stor etterslep i vedlikehald, og modernisering av skinnegang, teknologiske løysingar, og tryggleikssystem for eksempel til sikring av planovergangar.

Nattog kan konkurrere med fly på fleire strekningar. Det må bli mange fleire nattog både innanlands og utenlands, og det må kjøpast inn fleire vognsett. Frekvensen i togavgangar må aukast spesielt mellom de store byane.

Bybanen i Bergen er ein suksess, og bybaner og lokalnett kan byggast ut mange stader i landet.

Der jernbane konkurrerer med veg, må vi prioritere jernbane framfor store vegprosjekt. Dette skulle vært gjort for eksempel mellom Trondheim og Værnes i Stjørdal

### **Elektrifisering av transport.**

Det er mest effektivt å bruke elektrisiteten direkte i skinnegående trafikk. Hvis elektrisiteten skal gå vegen om batteri, medfører det både større ressursbruk og energitap.

### **Flytrafikken må ned.**

Nordmenn er blant dei som flyg mest i verda i dag, og vi må også redusere flytrafikken og ikkje bygge ut fleire rullebaner. Der det er gode alternativ til fly, må vi sette inn større CO<sub>2</sub> - avgifter.

<https://jernbanemagasinet.no/artikler/vil-fjerne-usikrede-planoverganger/>

## **12. Grøn omstilling av skipsfarten.**

*Ola Dimmen, BKA Trondheim.*



*Ferje frå Stavanger til Bergen er ei fin oppleving. Foto Ola Dimmen*

## **Noreg ligg langt etter klimamåla for skipsfarten.**

Noreg har sett som mål å halvere utsleppa frå skipsfarten innan 2030. Men Klima-og miljødepartementet sin rapport, «[Barometer](#) for grøn omstilling av skipsfarten», viser at Noreg er langt bak skjema. Dei har no justert ned *omstillingstrykket* frå «lågt» til «svært lågt». Situasjonen kan til og med vere endå verre enn det omstillingbarometeret gir inntrykk av. Kirsten Å. Øystese, prosjektleiar i Norsk klimastifting, opplyser at skip på fossil gass (LNG) blir registreret som grønne. Om desse blir fjerna frå statistikken, ser tala endå dårlegare ut. <sup>1)</sup>

## **Vi var godt i gang i 2015, men så stoppa det opp.**

«Ferjerevolusjonen» som starta i 2015 har ført til at det i dag er batterielektriske ferjer på 49 av 131 bilferjesamband. Men sjølv om vi i dag har 200 låg- og nullutsleppsskip skip, seier Magnus Eide, prosjektleiar i Grønt Skipsfartsprogram (GSP), at vi er langt unna 2030-målet. Det er enno ikkje teikn til nokon «andre bølge» i det grønne skiftet på sjøen.

## **Årsakene til stagnasjonen handlar i stor grad om kostnader og politisk vilje.**

Enova har til no gitt støtte til 10 skip som skal bruke hydrogen eller ammoniakk. Problemet er at slikt drivstoff er to til fire gonger så dyrt som olje. Skipsfartsnæringa har no 39 gryteklare grønne prosjekt, men selskapa sit på gjerdet og ventar pga. kostnadane.

Stortinget vedtok før jul i 2022 eit [oppmodingsvedtak](#) om at regjeringa «må komme med ein plan om å innføre eit system for differansekontraktar for hydrogen i løpet av 2023». I revidert statsbudsjett, som vart lagt fram i mai, er det likevel ingen slike tiltak.

## **Skipsfarten har behov for mykje straum i det grønne skiftet.**

Grøn omstilling av skipstrafikken krev landstraum og ladepunkt langs kysten. For å få nok straum til elektrifisering av skipsfarten, blir det ekstra viktig å spare straum med energieffektivisering og energisparing i alle delar av samfunnet. Sol, jordvarme/sjøvarme vil også kunne frigjere mykje kraft.

## **Noreg arbeider for grøn omstilling internasjonalt, men gjere lite heime.**

Norsk innsats i FNs skipsfartsorganisasjon (IMO) har vore viktig for å få på plass ein klimastrategi om nullutslepp i internasjonal skipsfart i 2050.<sup>2)</sup> Dessverre blir ikkje norske internasjonale ambisjonar fulgt opp med konkrete tiltak heime. Vi ser det same som med norsk oppfølging av vedtaka på klimatoppmøta - det skjer altfor lite.

## **BKA og miljøørsla må stille krav.**

- Statlege støtteordningar og garantiar må vere minst like gode for fornybare prosjekt i skipsfarten som for koronapakken til oljenæringa.
- Gode støtteordningar og statleg risikovilje, gjer at bedrifter torer å satse. Regjeringa må endre strategi frå å satse på få bedrifter med spisskompetanse, til å satse breitt på lokale initiativ.

Kjelder.

<sup>1)</sup>[Det grønne skiftet på sjøen har stagnert](#). Håvard Nyhus, NRK Vestland, 5.06.2030.

<sup>2)</sup> [Historisk IMO-avtale om nullutslippsmål](#) for internasjonal skipsfart i 2050. Norges rederiforbund 7.07.2023.

## 13. Karbonfangst og lagring.

Harold Leffertstra, BKA Oslo.



Fotosyntesen er naturens egen karbonfangst og lagring. Foto Ola Dimmen

**Forskjellige teknologier er i bruk:**

### **1. Fange CO<sub>2</sub> fra utslippsstrømmer og lagring i geologiske formasjoner. (CCS- Carbon Capture and Storage)**

Dette er det mest vanlige teknologien. Man henter ut CO<sub>2</sub> fra utslipp fra gass- eller kullkraft, avfallsforbrenning og industriprosesser som sementproduksjon.

### **2. Fange CO<sub>2</sub> fra utslipp fra bruk av biomasse som omdannes til energi, drivstoff og materialer og lagring. (BECCS – Bio Energi Carbon Capture and Storage).**

Prinsippet er det samme som ved CCS men med biomasse som råstoff. Nye planter/alger tar opp CO<sub>2</sub> fra atmosfæren med solenergi i fotosyntesen, omdanner CO<sub>2</sub> til biomasse og disse karbonforbindelsene forbrennes deretter til CO<sub>2</sub> i energianlegg med CCS på utslippsstrømmen. Dermed får man både en anvendbar energi og fjerner CO<sub>2</sub> fra atmosfæren; et negativt utslipp.

### **3. Fange CO<sub>2</sub> direkte fra atmosfæren og lagring. (DACCS – Direkt Air Carbon and Capture Storage)**

Med denne teknologien tar man ut CO<sub>2</sub> direkte ut av atmosfæren med store rensemaskiner og lagrer den.

### **Hvordan karbonfangst virker i praktisk bruk.**

Felles for disse tre teknologiene er at de søker å fange inn CO<sub>2</sub> etter at det er dannet. CCS og BECCS fra en mer konsentrert utslippsstrøm, f.eks. avgassene fra et kraftverk, eller sementproduksjon, mens DACCS fanger CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, der konsentrasjonen er meget lav, rundt 0,04 prosent. Merk at utslipp av CO<sub>2</sub> blir ikke kuttet 100 prosent, men bare 80-90 prosent. De resterende 10-20 prosent må kompenseres i et «lavutslippssamfunn» som skal være karbonnøytral.

Disse teknologier skal ifølge teknologioptimistene gjøre det mulig å fortsette å ta opp og bruke kull, olje og gass og samtidig nå klimamålene. *Netto null, karbonfri energi, negative utslipp, klimanøytralt, lavutslippssamfunn* er uttrykk som går igjen.

## **Detaljert beskrivelse av hvordan teknologiene virker og anvendes.**

**CCS - karbonfangst og lagring** er en teknologi der en del (80-90 %) av CO<sub>2</sub> i en utslippsstrøm (fra rensing av rå naturgass, fra et gasskraftverk, avfallsforbrenningsanlegg, sementproduksjon, hydrogen fra naturgass, mm) fanges og lagres adskilt fra atmosfæren. Restutslippet 10-20 prosent tilføres atmosfæren. Fangstprosessen krever mye energi, kjemikalier og store investeringer. Transport og lagring av CO<sub>2</sub> kommer i tillegg.

## **Karbonfangst er fortsatt dyrt og lite i bruk.**

Teknologien er selv etter 30 års utvikling lite i bruk, hovedsakelig på CO<sub>2</sub> utskilt fra naturgass. Rå naturgass inneholder store mengder CO<sub>2</sub> som må fjernes for å sikre kvaliteten i naturgassen. Økende kvotepris/ CO<sub>2</sub> avgift har gjort utslipp til atmosfæren så dyr at lagring er økonomisk lønnsomt. Det samme gjelder anvendelse til trykkstøtte for å presse mer olje/gass ut av reservoarene. Anvendelse på forbrenningsutslipp (gasskraft, avfallsforbrenning) eller prosessutslipp (sement) skjer fortsatt bare i forsknings/utviklingssammenheng.

## **Equinor vil ikke betale for karbonfangst på Melkøya.**

Betegnende er at Equinor ikke vil gå inn for å utstyre sitt eksisterende gasskraftanlegg ved LNG anlegget på Melkøya med CCS men erstatte gasskraften med (fornybar) strøm fra land. Ironisk nok berettiger Equinor fortsatt eksport av store mengder naturgass fordi CO<sub>2</sub>-utslipp ved anvendelse i importlandene kan kuttes ved nettopp CCS. Som er for dyr selv på Melkøya der det allerede er infrastruktur for lagring av CO<sub>2</sub> fra rensing av rå naturgass.

## **Karbonfangst er viktig for å rense sementproduksjon og avfallsforbrenning.**

CCS vil være uunnværlig for å fange utslippene av CO<sub>2</sub> mest mulig fra sement, avfallsforbrenning og noen industrier som vi ikke kan unnvære og der CO<sub>2</sub>-utslippet kommer fra industriprosessen, ikke fra energiproduksjon. CCS har lite for seg for gasskraft og blått hydrogen fra naturgass pga. store energitap og restutslipp av CO<sub>2</sub>, mens fornybar energi vil være billigere og ha mindre utslipp.

For tiden står imidlertid CCS-prosjektene for avfallsforbrenning i Oslo og sementanlegget i Brevik i stampe pga. kostnadssprekk og manglende finansiering.

## **Man kan få negative utslipp ved forbrenning av biomasse med BECCS.**

BECCS -bioenergi med karbonfangst og lagringer fjerner CO<sub>2</sub> fra atmosfæren ved at CO<sub>2</sub> i atmosfæren fanges av, og omdannes til C i vegetasjon ved fotosyntese drevet av solenergi. Disse C-forbindelser forbrennes deretter til CO<sub>2</sub> i energianlegg med CCS på utslippsstrømmen. Dermed får en anvendbar energi og fjerner CO<sub>2</sub> fra atmosfæren.

Dette likner på teknologien brukt ved gasskraftverk med CCS, men forskjellen er at energikilden ikke er fossil, men biomasse som har blitt til ved fotosyntese som har trukket CO<sub>2</sub> ut av atmosfæren. Når denne brennes og CO<sub>2</sub> fanges og lagres i sikre reservoarer produserer en energi med negative utslipp. Hvor negativ avhenger av hvordan biomassen er

produsert. I mindre omfang og med utgangspunkt i biprodukter fra tre- og matindustrien blir regnestykket bra. Ved storskala anvendelse kreves meget store landarealer med negative virkninger for biomangfold og matsikkerhet og naturens karbonlager. Rapporter tyder på 2 million km<sup>2</sup>/Gt CO<sub>2</sub> fangst.

### **Det vil kreve enorme dyrkingsareal for at BECCS skal ha stor global effekt.**

Globale utslipp av CO<sub>2</sub> i dag er ca. 40 Gt CO<sub>2</sub>/år. I tillegg kommer andre klimagasser som metan og lystgass. Ved 90 prosent kutt i 2050 vil det fortsatt være et restutslipp på 4 Gt CO<sub>2</sub>. (Og andre klimagasser) For å oppnå «netto null utslipp) må 4 Gt CO<sub>2</sub> trekkes ut av atmosfæren. Det ville kreve 8 millioner km<sup>2</sup>, nesten tilsvarende landarealet til USA eller Kina.

Det sier seg selv at fortsettelse av dagens utslipp som så skal fanges inn ved negative utslipp på 10, 20 eller mer Gt CO<sub>2</sub>/år etter 2050 ville kreve 20 til 40 millioner km<sup>2</sup> areal. En umulig størrelse når vi sammenligner med:.

Verdens landareal:	130 millioner km <sup>2</sup>
Verdens jordbruksareal:	64 millioner km <sup>2</sup>
Åker :	16 millioner km <sup>2</sup>
Gras og beiteland:	48 millioner km <sup>2</sup>
Natur/urskog:	12 millioner km <sup>2</sup>

### **Direktefangst av CO<sub>2</sub> fra atmosfæren er teknologisk vanskelig og vil kreve enorme mengder energi.**

DACCS - Direkte fangst av CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og lagring fjerner CO<sub>2</sub> fra atmosfæren ved at CO<sub>2</sub> i atmosfæren fanges ved en teknisk prosess og lagres.

Direkte CO<sub>2</sub>-fangst fra luften krever meget lite areal. Konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæreluften er imidlertid mye lavere enn i utslippsgassene fra kraftverk eller industri, bare litt over 0,04 prosent. Fangst krever derfor at enorme mengder luft blir suget gjennom anleggene og renses for CO<sub>2</sub>. Dette krever mye energi i tillegg til den vi trenger for å erstatte fossil energi med karbonfri. Fangst og lagring av 1 tonn CO<sub>2</sub> koster nesten like mye energi som en får ved forbrenning av olje/gass med 1 tonn CO<sub>2</sub>-utslipp.

Å fjerne 6 Gt CO<sub>2</sub> fra luften (årlig restutslipp etter et 85 prosent kutt av globale utslipp i forhold til i dag) vil kreve ca. 24 000 TWh, omtrent det samme som det globale forbruk av elektrisitet i 2020. Eller 150 ganger norsk årlig elproduksjon i dag. Et meget stort vannbehov og utslipp av kjemikalier gjør ikke situasjonen lettere.

CO<sub>2</sub> fjerning ved direkte fangst fra atmosfæren vil forutsette tilgang på store mengder billig og karbonfri elektrisitet. Dette vil kanskje kunne bli en realitet i en fjern (>20 år) framtid med utbredt havvind, solenergi, andre fornybare energikilder og/eller atomenergi. Samtidig vil behovet for elektrisitet til vanlig energiforsyning, industri og transport øke enormt.

### **CO<sub>2</sub> fjerning kan være en unnskyldning for å fortsette med klimagassutslipp.**

Ideen om negative utslipp/ CO<sub>2</sub> fjerning vil kunne brukes av fossilindustrien til å skape aksept i befolkningen og hos politikere for «utvikling, ikke avviking av olje/gass».

Det vil legitimere store utslipp i mange år framover som så senere må hentes inn med omfattende CO<sub>2</sub> fjerning. Fossilnæringen har spredt, og sprer faktisk teknologioptimisme, både om negative utslipp og utslippskutt ved CCS («utslippsfri gasskraft, blått hydrogen osv.) som påvirker opinion og politikere. Bare ved å snakke om det.

Til tross for 30 års arbeid med CCS er det globalt bare en promille som fanges og utsiktene til økning er beskjedne, ikke minst av økonomiske grunner. At Equinor velger bort CCS på Melkøya til fordel for fornybar strøm sier en del.

Skal en tenke litt kynisk så er fossilselskapene tjent med en sakte utvikling av CCS/Negative utslipp; nok aktivitet til å holde ideen/illusjonen i live, men ikke så fort at de blir tvunget til å ta den dyre teknologien i bruk. I hvert fall ikke ennå. Slik forblir det «business as usual»

### **Somling med utslippskutt vil gi store kostnader til kommende generasjoner.**

Hvert tonn CO<sub>2</sub> som slippes ut unødig i dag og framover ved å sinke erstatning av fossil med karbonfri energi inkl. effektivisering/sparing, vil måtte fjernes i framtiden med kostnader som overveiende sannsynlig bli høyere enn for utslippskutt i dag. I tillegg vil selv midlertidige temperaturoverskridelser medføre ekstra kostnader fra mer ekstremvær, havstigning og tilpasningsbehov og risiko for overskridelse av vippepunkter. Disse kostnader vil måtte dekkes av kommende generasjoner som også må leve med store kostnader ved tilpasning og tap/skade .

### **Ulike verdener**

Negative utslipp kombinert med fortsatt fossile utslipp vil passe inn i et scenario med en sentralisert og sterk industrialisert verden med storskala anlegg, ressursbruk og økonomisk vekst. Fornybar energi og energieffektivisering og sparing vil muliggjøre en mer desentralisert verden med mer lokalprodusert energi og lavere bruk av ressurser og mindre tap av natur.

### **Naturlige metoder for karbonfangst og lagring krever vern av natur.**

Naturlige metoder for karbonfangst og lagring i skog og myr og andre økosystemer har foregått og vil fortsette så lenge vi verner disse områder. Restaurering av tørrlagt myr vil øke denne karbonfangsten, mens treplanting kan ha uønskede sideeffekter. Vern vil både hindre videre tap av naturverdier og sikre naturens karbonlager og videre opptak av CO<sub>2</sub>

i skog og myr og andre økosystemer har foregått og vil fortsette så lenge vi verner disse områder. Restaurering av tørrlagt myr vil øke denne karbonfangsten, mens treplanting kan ha uønskede sideeffekter. Vern vil både hindre videre tap av naturverdier og sikre naturens karbonlager og videre opptak av CO<sub>2</sub>.

Les mer

<https://www.besteforeldreaksjonen.no/2021/07/et-falskt-klimatiltak/>

[Global Status of CCS – Global Carbon \(globalccsinstitute.com\).](https://www.globalccsinstitute.com/)

<https://www.theguardian.com/environment/2023/may/24/chevron-carbon-offset-climate-crisis>

## 14. Nedlagte oljebrønner på norsk kontinentalsokkel – geotermiske kraftverk?

Håkon Kryvi, BKA Bergen.



Bildet er utsnitt av plansje laget av Roger Ekseth. Han har presentert prosjekter om utnyttelse av geotermisk varme, men blir avvist av myndighetene. De vil heller satse på fortsatt olje og gass.

Besteforeldrenes klimaaksjon (BKA) ønsker å få utredet mulighetene for å bruke nedlagte olje-/gass-brønner på norsk kontinentalsokkel for å hente opp grunnvarme til produksjon av geotermisk elektrisitet (geotermisk kraftverk). Prøveprosjekter bør snarest settes i gang.

### Nedlagte olje-/gassbrønner på Norsk sokkel:

Det er et stort antall (> 5000) olje-/gassbrønner på norske kontinentalsokkel som skal legges ned eller stenges. Typisk dybde er ca. 1200-5000 m.

Temperaturen i oljebrønnene kan ligge på ca. 70-180 gr C. Temperaturen øker med ca. 30 grader pr. km nedover i jordskorpen. Her er store mengder grunnvarme som kan hentes opp. Brønnene er boret, mye av infrastrukturen og teknologikompetansen er på plass, og en vesentlig del av utgiftene er allerede nedbetalt.

### Teknologi/prinsipp

Varme hentes opp via reservoarvann fra porøse strukturer i dypet, vannet ledes gjennom en varmeveksler og returneres avkjølt tilbake til reservoaret. Avstanden mellom inntaksvann og utslippsvann må være stor nok til at reservoarvannet gjenvinner temperaturen.

Det kan også foregå via en lukket krets, rørsløyfe, mellom energibrønnen i dypet og varmeveksleren på toppen.

Energien fra varmeveksleren kan via termoelektriske turbiner omdannes til elektrisitet. Elektrisiteten kan sendes til lands, og/eller brukes på plattformene til f.eks. produksjon av hydrogen.

Varmtvannet kan produseres med teknikker man bruker i moderne oljeproduksjon.

Dette er gjenbruk av kostbare anlegg.

(T.O.: Et [polsk-norsk forskningssamarbeid](#) forsøker dessuten å kombinere karbonfangst og -lagring med geotermi. Her vil de utnytte varmen i CO<sub>2</sub>, som skal pumpes ned i havbunnen, til å lage strøm.)

## Produksjonspotensial

Det er nå liten eller ingen erfaring med å benytte oljebrønner til havs for elektrisitetsproduksjon via geotermiske kraftverk, og en vet derfor ikke med sikkerhet hvor stort potensialet kan være. Flere titalls TWh har vært anslått. (Roger Ekseth, henv Dagsavisen eller NRK))

Roger Ekseth har også beregnet at det vil kunne produseres ca 270 GWh strøm årlig fra Kristin-feltet. Det skulle dekke energibehovet for ca 40 000 hydrogenbiler. Andre mener dette er noe urealistisk (Hoang, Nybø; Sintef, NRK mai 22).

Varmen kan ikke brukes direkte (til land), men må benyttes til å generere strøm eller hydrogen som kan selges fra plattformene.

Borehullene foreligger. Ulike typer varmevekslere må tilpasses. Utvikling av ny type termoelektriske turbiner (spesielt egnet for havbunnsmontering) må snarest settes i gang, gjerne i form av statlige utviklingskontrakter. (Damp turbiner, Sterlingmotorer, termoelektriske turbiner, eller lignende.) (Prototyper av bunnmonterte termoelektriske turbiner må utvikles.)

Strømførende kabler må føres frem til nærliggende knutepunktsfelt, og knyttes sammen i en nasjonal offshore-grid. Knutepunktsfeltene kan så kobles opp mot det nasjonale landbaserte gridet.

Det koster å avvikle olje/gassbrønner. Kostnadene er usikre, men det anslås (Klima og miljødepartementet) at det vil koste ca 160 milliarder kr å ta hånd om ca. 500 brønner. Staten dekker i dag ca. 80 % av kostnadene.

## Det er ny viten i anmarsj.

En mulighetsstudie på offshore geotermi i regi av professor Mohsen Assadi ved UiS i samarbeid med Crust Harvest, er ventet å være ferdig denne sommeren. Studien skal gi svar på spørsmålet: "Hvor mye elektrisk kraft kan produseres fra en tom oljebrønn og hva vil det koste"?

En pilottest foregår også på britisk sektor. (Petrofac/CeraPhi Energy using CeraPhi's advanced closed loop systems.)

(T.o.: EU støtter prosjektet [MEET](#), som er en sammenslutning av energiprodusenter som ønsker å demonstrere potensialet til geotermisk kraftproduksjon i Europa. Programmet støtter forskning på å hente geotermal kraft fra tørrlagte oljebrønner på land.)

## Sluttkommentar

Det viktige er at det på norsk kontinentalsokkel utvilsomt eksisterer en stor mulighet for utnyttelse av væruavhengig, fornybar, ikke-forurensende energi via nedlagte oljebrønner, og at dette potensialet snarest må kartlegges. Pilotprosjekter må settes i gang, og staten må stille opp med utviklingsmidler og entusiasme.