

Effekter av 1,5 grader global oppvarming

Fem norske prosjekter belyser temaet med ulike innfallsvinkler

BIONÆR, CLIMIT, KLIMAFORSK og POLARPROG

© Norges forskningsråd 2018

Norges forskningsråd
Postboks 564
1327 Lysaker
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Publikasjonen kan bestilles og lastes ned fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner
eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Oslo, juni 2018

ISBN 978-82-12-03734-2 (pdf)

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Oppsummering.....	5
3	Presentasjon av fem prosjekter.....	6
3.1	Hva skjer med været dersom vi reduserer den globale oppvarmingen med en halv grad (HappiEVA)	6
3.2	Virkemiddelet bioenergi med karbonfangst og lagring: beregning av potensiell effekt for å begrense oppvarming til 1,5°C.....	8
3.3	Regulering av produksjon av bioavlinger for bioenergi kombinert med karbonfangst og -lagring (BIO-CCS):	10
3.4	Kortlevde klimadrivere i en 1,5 graders verden (SLCF1,5).....	12
3.5	Bruk av energi- og utslippsskatter for å oppnå 1,5-gradersmålet: Politisk økonomi, naturgitte begrensninger og behovet for en variert verktøykasse	13

1 Innledning

I 2015 vedtok partene under FNs klimakonvensjon (UNFCCC) et mål om å forsøke å begrense global oppvarming til 1,5 grader over førindustrielt nivå. Da avtalen ble vedtatt fantes det lite kunnskap om konsekvensforskjellen mellom 1,5 grader og 2 grader global oppvarming. Forskningsmiljøene ble invitert til å belyse dette. FNs klimapanel (IPCC) ble oppfordret til å levere en spesialrapport som lanseres 8. oktober 2018.

Våren 2016 lyste fire programmer i Norges forskningsråd ut midler til forskningsprosjekter for å gi norske forskere en mulighet til å belyse dette temaet og å sende inn bidrag til spesialrapporten. Fem prosjekter ble innvilget og her presenteres sentrale resultater.

2 Oppsummering

Ved bruk av klimamodeller viser Meteorologisk institutt med samarbeidspartnere store forskjeller i effekten på været i Norge for 2 grader temperaturøkning sammenlignet med 1,5 grader. Modellene viser at det blir mer nedbør over Nord-Europa og mindre nedbør i det allerede tørre middelhavsområdet. Dødelighet ved varmebølger øker og forskjeller mellom rike og fattige land øker. Det kan derfor hevdes å være gode grunner til å begrense den globale temperaturøkningen til 1,5 grader.

Universitet i Oslo viser, ved bruk av jordsystemmodell, at storskala bruk av bioenergi med karbonfangst og lagring (BIO-CCS) trolig ikke er tilstrekkelig til å realisere Parisavtalens mål. Arealforvaltningen landene legger opp til er avgjørende; bioenergi med karbonfangst og -lagring er avhengig av store landarealer, og den geografiske plasseringen av avlingene er viktig. Dersom en binder arealer til BIO-CCS, vil det føre til behov for endring i kostvaner og intensivering av dagens landbrukspraksis.

CICERO har studert de samfunnsmessige betingelsene for at bioenergi med karbonfangst og -lagring skal kunne bli et internasjonalt virkemiddel og anbefaler at landene blir enige om et standardisert rammeverk for bærekraftig produksjon av avlinger for bioenergi og hvordan de negative utslippene skal bokføres og prises. Offentlig støtte til utvikling og utplassering av BIO-CCS er nødvendig i starten og ulike varianter av BIO-CCS, og karbonfangst og -lagring som kobles til utslipp fra industrien bør utformes slik at læringa på tvers blir størst mulig.

I en annen studie ser CICERO på effekten av å fjerne såkalte kortlevde klimadrivere som sot, sulfater og svart organisk karbon som kan være både oppvarmende og avkjølende. Sterk reduksjon i kortlevde klimadrivere kan på kort sikt resultere i lett oppvarming. I et optimalt scenario fant CICERO derimot en avkjøling på 0,4 °C i år 2100.

I en samfunnsvitenskapelig studie har NORCE funnet at de dype utslippskuttene som er nødvendig for 1,5-gradersmålet, krever en tilnærming der flere verktøy enn karbonprising brukes. Blant tiltakene er blant annet utfasing av kullkraftverk og nye fossilbiler og støtte til infrastruktur som for eksempel ladestasjoner for kjøretøy. Mer forskning trengs på slike tiltak og hvordan de samvirker. Faren er ellers stor for at investeringer i anlegg eller utstyr med lang levetid (kraftverk, kjøretøy mv.) låser samfunnet til utslipp i flere tiår, eller at tapene blir store når disse avvikles før levetiden er omme.

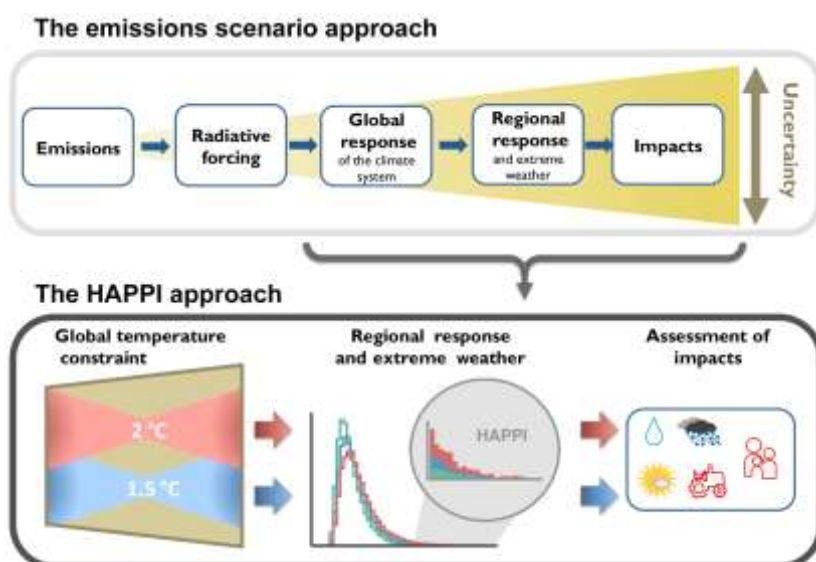
3 Presentasjon av fem prosjekter

3.1 Hva skjer med været dersom vi reduserer den globale oppvarmingen med en halv grad (HappiEVA)

Trond Iversen, MET og MetOS-UiO

Gjennom prosjektet er det anslått at skadevirkninger av værrelaterte hendelser vil øke betydelig dersom den globale temperaturen stiger med 2 grader sammenlignet med 1,5 grader. Tørre områder blir tørrere, våte blir våtere, dødelighet ved varmebølger øker og forskjeller mellom rike og fattige land øker. Prosjektet baserer dette på ca. 1000 beregninger av tre tilstander for jordas klima der nåtidsklima, klima ved 1,5 og 2 graders global oppvarming sammenliknes med før-industriell tid (1860-1880).

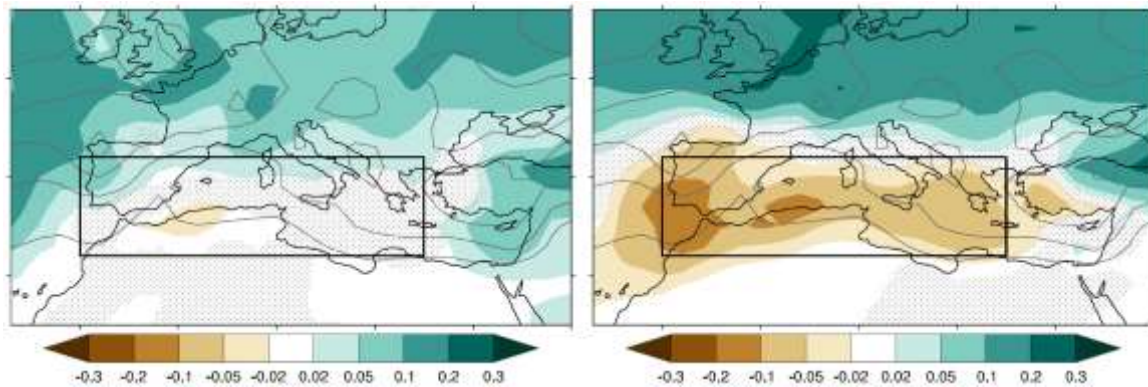
Prosjektet HappiEVA er et samarbeid mellom MET, CICERO, UiB, Uni Climate og Bjerknessenteret. Det bidrar med modellberegninger og analyser til det store internasjonale prosjektet "Half a degree Additional warming, Projections, Prognosis and Impacts (HAPPI). HAPPI skal etablere et vitenskapelig grunnlag for forskjeller i potensielt farlig vær mellom 2 og 1,5 graders global oppvarming. Figur 1 illustrerer målet med, og modelleringsprosedyrene i HAPPI. I tillegg til bidragene til HAPPI, studerer HappiEVA betydningen av at temperaturen ser ut til å øke omkring dobbelt så mye i Arktis som globalt.



Figur 1: Figuren viser øverst den tradisjonelle måten å beregne klimaprojeksjoner på; fra data for utslipp av klimagasser til studier av virkninger av endret klima. Nederst vises metodikken som HAPPI benytter i tråd med Parisavtalen; ved å starte med globale temperaturmål . Histogrammet som er merket HAPPI illustrerer et eksempel på en fordeling av indikatorer for ekstremvær for dagens klima (2006-2015; grønn), 1,5 grader (blå) og 2 grader (rød) sammenlignet med før-industrielt nivå. (Fra Mitchell et al., 2017, Geosci. Model Dev., 10, 571–583; doi:10.5194/gmd-10-571-2017)

Prosjektet har analysert resultater fra mange modellberegninger i fem ulike modeller med hensyn til nåtidens vinterklima (2006-15), og et klima som er henholdsvis 1,5 og 2 grader varmere enn 1860-80. Det er lagt mest vekt på forskjellene mellom 1,5 og 2 graders-målene for temperaturøkning.

Analysene viser at vi får en økning i lavtrykksaktiviteten over Nord-Atlanteren og dermed mer nedbør over Nord-Europa. Over Middelhavet får vi en reduksjon i lavtrykksaktiviteten som gir mindre nedbør i dette allerede tørre området. Nedbørreduksjonen i Middelhavsområdet blir betydelig sterkere ved 2 grader global oppvarming enn ved 1,5 grader. Figur 2 viser endring i forhold til dagens klima (2006-2015) av total vinternedbør (desember-januar-februar) ved global oppvarming på 1,5 grader (venstre) og 2 grader (høyre). Vannforsyningen i Middelhavsområdet er avhengig av nok vinter- nedbør, og resultatene er et godt eksempel på at tørre områder ofte blir tørrere ved global oppvarming.



Figur 2. Figuren viser endring i forhold til dagens klima (2006-2015) av akkumulert vinternedbør (des-jan-feb) ved global oppvarming på 1,5 grader (venstre) og 2 grader (høyre). Fargede felter viser gjennomsnittlig økning i nedbør per døgn (mm) fra dagens klima til et klima der et temperaturmål er nådd. Stiplede felter angir områder der endringene er ubetydelige. Heltrukne kurver angir gjennomsnittlig døgnnedbør ved dagens klima (ekvidistanse 1 mm). (Fra Li et al., 2018, *Earth Syst. Dynam.*, 9, 359-382; doi.org/10.5194/esd-9-359-2018; Figur 12)

HappiEVA-forskere har bidratt i flere artikler som tar opp hvilke virkninger økt hyppighet av tørke har på mennesker og ulike samfunn. En av studiene viser en 20 prosent økning i dødelighet hos mennesker relatert til varme når den globale oppvarmingen øker fra 1,5 til 2 grader. En annen studie viser at forskjellen mellom rike og fattige land forverres ytterligere ved en tilsvarende temperaturendring. En tredje studie ser på hvordan temperatur- og nedbørekstremer ved de to målene for global temperaturøkning er knyttet til prosesser og endringer på landjorda. Igjen viser resultatene betydelige forskjeller mellom 1,5 og 2 grader global oppvarming. Analysene basert på utvalgte indekser for ekstremvær viser at en lang rekke aspekter ved klimaendringer med virkning på mennesker og samfunn kan kvantifiseres. Studiene indikerer at det både er vitenskapelige og etiske grunner til å tilstrebe begrensning av den globale temperaturøkningen til 1,5 grader sammenliknet med før-industrielle forhold.

Bidragene fra HappiEVA er i all hovedsak basert på modellberegninger. Prosjektets modellberegninger er tilgjengelige fra dataarkiver og kan brukes av andre, blant annet for å studere virkninger av de to målene for global økning i temperatur. Slike beregninger er alltid usikre, og kan være beheftet med systematiske feil. Ved å benytte beregninger fra flere modeller, reduseres usikkerhetene i beregningene, men de elimineres ikke. Vanlige modellberegninger er grovmaskede (typisk 1x1 grad), og er derfor dårlig egnet til å direkte analysere for eksempel ekstrem nedbør-intensitet, sterk vind og skarpe fronter. HappiEVA har derfor også laget datasett som egner seg for nedskalering slik at forskere skal kunne gjøre mer detaljerte regionale studier av ekstremvær.

Utvalgte referanser:

- Li et al., 2018, *Earth Syst. Dynam.*, 9, 359-382; doi.org/10.5194/esd-9-359-2018
- Fra Mitchell et al., 2017, *Geosci. Model Dev.*, 10, 571-583; doi:10.5194/gmd-10-571-2017
- Mitchell et al., 2018, *Nature Clim. Change.*, 8, 551-553; doi.org/10.1038/s41558-018-0210-1
- Seneviratne et al., 2018, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 376 (2119), doi.org/10.1098/rsta.2016.0450
- Shiogama, et al., 2018, *Nature Communications*, under revisjon

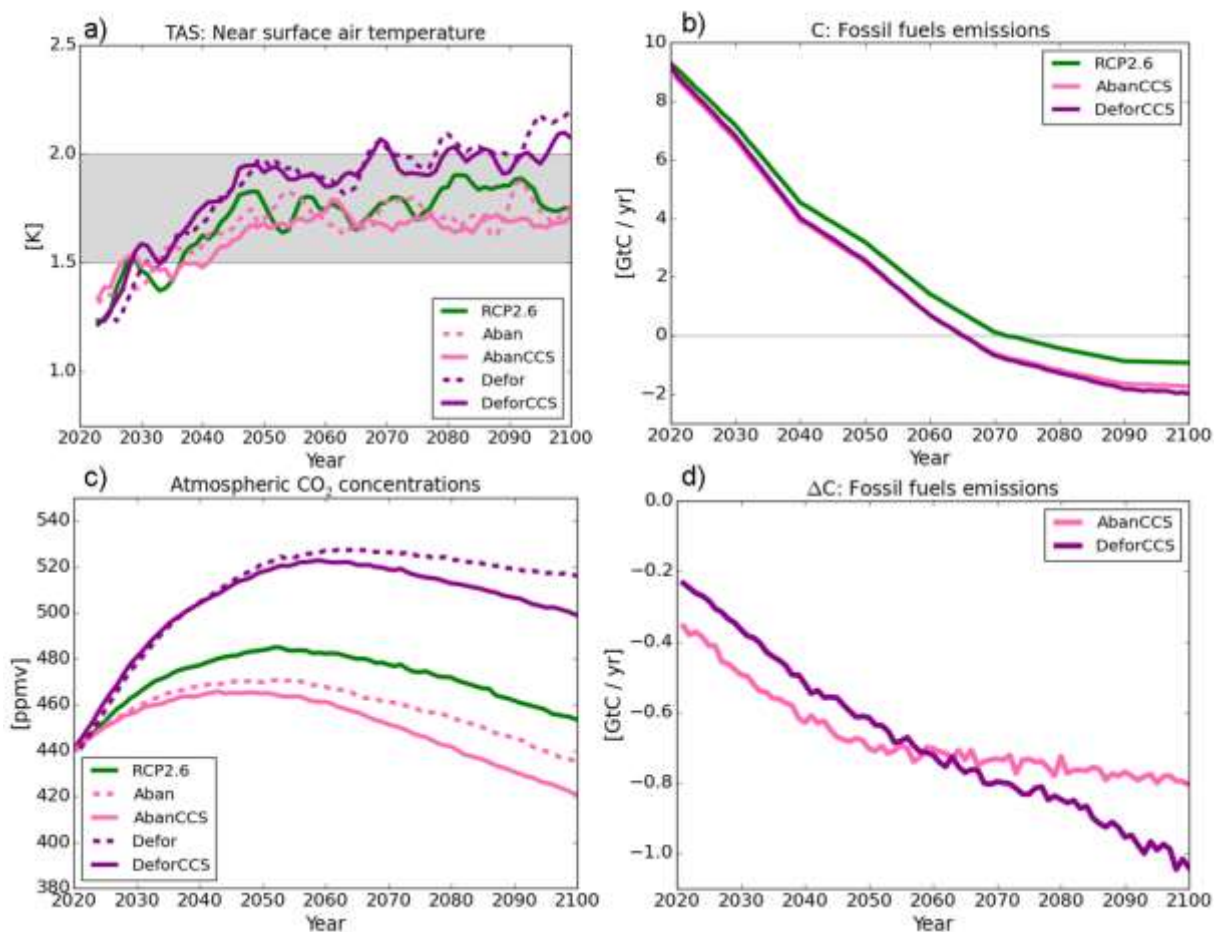
3.2 Virkemiddelet bioenergi med karbonfangst og lagring; beregning av potensiell effekt for å begrense oppvarming til 1,5°C

Helene Muri, NTNU, UIO

Mer bruk av [bioenergi med karbonfangst og lagring \(BIO-CCS\)](#) kan vise seg å ikke være et tilstrekkelig virkemiddel for å realisere Parisavtalens mål om maksimalt 1,5 grader global temperaturøkning. Vårt prosjekt gir som resultat at netto negative CO₂-utslipp knyttet til bioenergi avhenger av den geografiske plasseringen av avlingene. Vi vektlegger betydningen av å opprettholde tropiske skoger, da avskoging i tropene for storskala BIO-CCS kan øke konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren. Artikkelen er den første som beskriver effekten av BIO-CCS ved bruk av en jordsystemmodell.

IPCC viser i sin siste rapport at å nå målet om 1,5 grader temperaturøkning uten negative utslippsteknologier som BIO-CCS, er så godt som umulig. Dette prosjektet tar for seg klimaresponser av to ulike storskala scenarier for BIO-CCS: produksjon av bioavlinger hovedsakelig ved å benytte forlatte landbruksområder ved midtre breddegrader og økt produksjon av bioavlinger ved avskoging, hovedsakelig i tropiske og subtropiske områder. Ved bruk av modellen NorESM simuleres effekten av at mellom fire og fem prosent av den isfrie landoverflaten blir benyttet til BIO-CCS innen 2100. Selv med såpass store investeringer i BIO-CCS, nås ikke målet om maksimalt 1,5 grader temperaturøkning. Modellen viser at BIO-CCS ved midtre breddegrader begrenser oppvarmingen noe, mens avskoging i tropene og subtropene til fordel for BIO-CCS gir oppvarming av det globale klimaet. BIO-CCS-teknologien må derfor vurderes fra alle vinkler, og prosjektet viser hvor vanskelig det kan være å bruke BIO-CCS på riktig måte. Endring i kostvaner og intensivering av dagens landbrukspraksis vil være nødvendig for å oppnå store mengder BIO-CCS med tanke på det store behovet/kravene til landarealer tiltaket har. Arealforvaltning vil derfor være et viktig aspekt ved tiltak for å nå 1,5 graders-målet. Studier som dette kan gi råd og veiledning om bruken av landarealer. Prosjektet bidro også til utvikling av scenarier for negative utslippsteknologier som vil bli en del av den neste hovedrapporten til FNs klimapanel. En vurdering av en rekke negative utslippsteknologier i kontekst til klimamålene i Parisavtalen har også blitt gjort.

Fremover er det behov for å vurdere de mer regionale detaljene i BIO-CCS, og hvordan ulike råstoffmaterialer best kan brukes på forskjellige områder. Aspekter rundt BIO-CCS og bærekraft, biomangfold, samt matsikkerhet krever også videre oppmerksomhet og studier.



Figur 1: (a) Forskjeller i beregnede globale gjennomsnittstemperaturer for ulike BIO-CCS scenarier, relativt til førindustriell tid. (b) Utslipp fra fossilt brensel og sement i de tre scenariene. (c) Atmosfæriske CO₂ konsentrasjoner. (d) Forskjell i utslipp fra RCP2.6 (GtC yr⁻¹). Fra Muri (2018).

Utvalgte referanser:

- Muri, H., 2018. The role of large—scale BIO-CCS in the pursuit of the 1,5° C target: an Earth system model perspective. *Environmental Research Letters*, 13(4), p.044010. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/aab324>
- Keller, D. P., Lenton, A., Scott, V., Vaughan, N. E., Bauer, N., Ji, D., Jones, C. D., Kravitz, B., Muri, H., and Zickfeld, K.: The Carbon Dioxide Removal Model Intercomparison Project (CDRMIP): rationale and experimental protocol for CMIP6, *Geosci. Model Dev.*, 11, 1133-1160, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-1133-2018>, 2018.
- Lawrence, M.G., Schäfer, S., Muri, H., Scott, V., Oschlies, A., Vaughan, N.E., Boucher, O., Schmidt, H., Haywood, J. and Scheffran, J., 2018. Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris Agreement temperature goals. *Nature Communications*, 9 (3734) 19p. Doi: [10.1038/s41467-018-05938-3](https://doi.org/10.1038/s41467-018-05938-3)
- For et sammendrag av prosjekt resultatene, se Physics World sin artikkel <https://physicsworld.com/a/whats-the-outlook-for-bioenergy-with-carbon-capture-and-storage/>.

3.3 Regulering av produksjon av bioavlinger for bioenergi kombinert med karbonfangst og -lagring (BIO-CCS)¹

Asbjørn Torvanger, CICERO

Mange studiar viser at det blir vanskeleg å nå målet i Parisavtalen med 2 °C eller mindre oppvarming til 2100 utan store negative utslepp av karbon (d.v.s. tiltak som overfører karbondioksid frå atmosfæren til andre lager) frå midten av dette hundreåret frå midten av dette hundreåret. Bioenergi med karbonfangst og -lagring (BIO-CCS) er den negative utsleppsteknologien som har fått mest merksemd. For å komme vidare med å utvikle BIO-CCS som klimatiltak bør landa bli samde om eit standardisert rammeverk for berekraftig produksjon av bioavlinger for bioenergi, og bokføring og prising av negative utslepp. Omfattande offentleg støtte til utvikling og utplassering av BIO-CCS er nødvendig i starten. Ulike variantar av BIO-CCS, og karbonfangst og -lagring kopla til utslepp frå industrien bør utformast slik at læringa på tvers blir størst mogeleg.



Bioenergi er basert på bioavlinger/biomasse frå plantar og tre, som ved forbrenning frigjer energi og karbondioksid. Dersom karbondioksidet blir fanga og lagra i berggrunnen vil nettoeffekten bli fjerning av karbondioksid frå atmosfæren - altså negative utslepp. Dei fleste studiane av BIO-CCS ser på fysiske og tekniske potensial og grenser, medan det er få studiar om politikk og verkemidlar som fremmer BIO-CCS. I prosjektet er det gjort ein litteraturgjennomgang om ulike sider ved BIO-CCS; berekraftig produksjon av biomasse og bruk av bioenergi, karbonfangst og -lagring, bokføring og prising av negative utslepp, og kopling til marknadsmekanismar og Parisavtalen, samt erfaringar med politikk og verkemiddel for bioenergi og karbonfangst og -lagring. Denne tematikken er valt ut fordi den er avgjerande for utvikling av BIO-CCS, og fordi det står igjen mykje arbeid på desse områda.

Det er krevjande å rekne ut kor stor netto opptak av karbondioksid blir ved bruk av BIO-CCS. Det avheng av metoden ein nyttar for dyrking av biomassen og produksjon av bioenergien, kor lang tid

¹ Publisert 1. September 2018: Asbjørn Torvanger (2018), Governance of bioenergy with carbon capture and storage (BECCS): accounting, rewarding and the Paris agreement, Climate Policy, doi:10.1080/14693062.2018.1509044.

gjenveksten av plantane eller skogen tek, om arealbruken konkurrerer med anna arealbruk – som mat og naturverdiar, og i tillegg kan det kan vere mange indirekte effektar. Ein må difor sjå på heile prosessen for å finne ut om han er berekraftig. Negative utslepp vil ha ein effekt på den globale karbonsyklusen, sidan vi påverkar den dynamiske balansen mellom lageret av karbondioksid i atmosfæren, og karbon lagra i havet, planteriket og bakken. Nettoeffekten av å fjerne eit tonn karbondioksid frå atmosfæren vil difor venteleg være mindre enn eit tonn. Utslepp av karbondioksid blir vanlegvis bokført sektorvis, men det gjer det krevjande å få oversikt over bioenergi-relaterte utslepp som til dømes kan relatere både til landbruk, energi og transport. Prosjektbasert bokføring av utslepp, frå produksjon av biomasse, via bioenergi, og bruken av energien, gjer det lettare å halde oversikten. Vi kan lære ein del av bokføringa av den grønne utviklingsmekanismen (CDM), men for BIO-CCS bør systemet bli enklare og meir standardisert.

Ved karbondioksid fanga ved hjelp av karbonfangst og -lagring er regulering av transport og sikker geologisk lagring nødvendig. Lagra karbondioksid må overvakast, og det bør finnast planar for handtering av lekkasjar skulle slike oppstå. Nettoeffekten av BIO-CCS som ein teknologi for negative utslepp avheng av alle desse skisserte komponentane.

Negative utslepp av karbondioksid er ikkje det same som utslepp som er unngått, som til dømes karbondioksid fanga frå sement-produksjon, og desse utsleppa kan dermed ha ulik verdi. I utgangspunktet bør eit tonn negative utslepp ha same verdi som t.d. kvoteprisen i eit kvotesystem, men det er argument for å redusere prisen på grunn av samspelet med den globale karbonsyklusen. Det vil ta lang tid før prisen på negative utslepp blir så høg at næringslivet blir interessert. I mellomtida er utvikling av BIO-CCS avhengig av omfattande offentleg støtte.

Negative utslepp av karbondioksid kan koplast til kvotesystem, enten som "kredittar" eller som "netto-tilbake" – der negative utslepp blir trekt frå vanlege utslepp. Nokre marknadsmekanismar kan handtere negative utslepp, gjerne dei som er kredittbaserte (som CDM), medan t.d. EU sitt kvotesystem har problem med å ta inn negative utslepp fordi biomasse er inkludert i referansesituasjonen, og sidan selskap som driv med biomasse ikkje har kvoteplikt.

Parisavtalen legg vekt på å utvikle ulike metodar for opptak av karbon. Negative utslepp bør koplast til marknadsmekanismane som er bygd inn i denne avtalen, men dette vil krevje at regelverket opnar for dette. Dei som forhandlar om dei detaljerte reglane for Parisavtalen må finne ein balanse mellom det "perfekte", men dyre og kompliserte systemet, og det systemet som er godt nok, enkelt og lett å styre.

3.4 Kortlevde klimadrivere i en 1,5 graders verden (SLCF1,5)

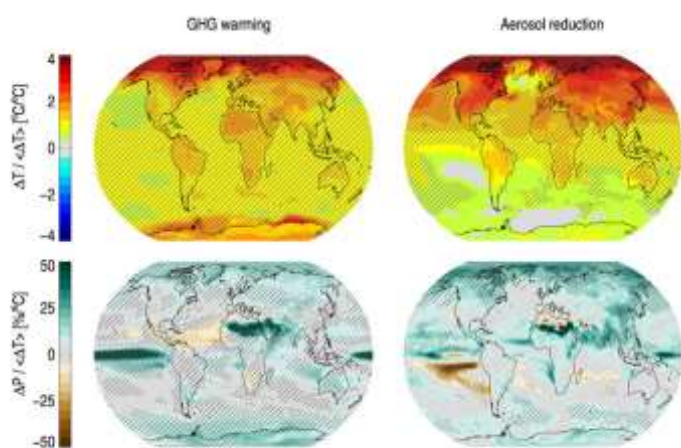
Bjørn H. Samset, Stine Aakre, Terje K. Berntsen, Jan S. Fuglestad, Steffen Kallbekken, Maria Sand, Gunnar Myhre; CICERO

Blant kunnskapshullene som må fylles før en spesialrapport om 1,5 graders verden kan leveres, er rollen til kortlevde klimadrivere under lav global oppvarming. Kortlevde klimadrivere inkluderer aerosoler, metan, forløpere til ozon og en rekke andre gasser. Typiske utslipp er svovel fra forbrenning av kull og diesel, og sot fra ufullstendig forbrenning i bilmotorer, ovner og industriprosesser.

Prosjektet SLCF1,5 har utforsket rollen til slike kortlevde klimadrivere i en situasjon med lav global oppvarming, med fokus på aerosoler (svart og organisk karbon, og sulfater). Tre hovedtema har vært undersøkt.

Tema 1: Fjerning av aerosoler fra en 1,5 graders verden

En fullstendig fjerning av menneskeskapt utslipp av aerosoler vil, isolert sett, føre til 0,5-1,1 °C oppvarming siden noen aerosoler bidrar til avkjøling. Dette vil gi en medfølgende sterk endring i nedbør og ekstremvær og gi sterkere oppvarming i tett befolkede områder, spesielt Øst-Asia. I tillegg til å sørge for å holde oss innenfor 1,5 eller 2 graders oppvarming, må vi derfor også ta høyde for effekten av klimatiltak. Balansen mellom drivhusgasser og aerosoler vil avgjøre hvor sterke klimaendringene blir.



Klimaet vi observerer ved 1,5 graders oppvarming, avhenger av balansen mellom drivhusgasser og aerosoler. Figuren viser endringene vi forventer hvis verden varmes av drivhusgasser (venstre) og fjerning av avkjølede aerosoler (høyre). Endring i temperatur øverst, og nedbør (nederst). Samset et al. 2018, GRL.

Tema 2: Aerosolenes påvirkning på videre oppvarming ved radikale kutt i drivhusgasser

Selv om alle utslipp av klimagasser og aerosoler skulle slutte i dag, eller konsentrasjonene bli holdt på dagens nivå, vil klimaendringene fortsette. Dette kalles «committed warming». Rollen til kortlevde klimadrivere for «committed warming» er dårlig utforsket. I prosjektet har en sett på effekten av ulike scenarier for reduksjon av utslipp av aerosoler for anslag for «committed warming» frem mot 2050.

Tema 3: Temperatureffekten av ambisiøse utslippsscenarier

Kortlevde klimadrivere kan være både oppvarmende (for eksempel metan og sot) og avkjølende (sulfat). De slippes ut fra ulike industrisektorer, og har ulik levetid i atmosfæren etter utlipp. Det er ikke lett å overskue hvilke tiltak som vil gi størst gevinst for klimaet, på kort og lengre sikt. Prosjektet har sett på mulighetsrommet for temperaturendring frem til år 2100, under realistiske antakelser for endring i utlipp i metan, aerosoler og andre kortlevde klimadrivere. Sterk reduksjon i kortlevde klimadrivere kan resultere i lett oppvarming, først og fremst på grunn av fjerning av sulfats avkjølende effekt, som balanserer effekten av å redusere metanutlipp. I et optimalt scenario fant vi derimot en avkjøling på 0,4 grader i år 2100.

Utvalgte referanser:

- Artikkelen «Climate Impacts From a Removal of Anthropogenic Aerosol Emissions» (Samset et al., Geophysical Research Letters, 2018).
- For et grundigere sammendrag, se <https://www.scientificamerican.com/article/cleaning-up-air-pollution-may-strengthen-global-warming/>
- Artikkelen «Committed warming and the role of anthropogenic aerosols» (Samset og Myhre) er under utarbeidelse.
- Artikkelen "Regional temperature reductions due to ambitious mitigation of short lived climate forcers» (Aamaas, Berntsen og Samset) er under utarbeidelse.

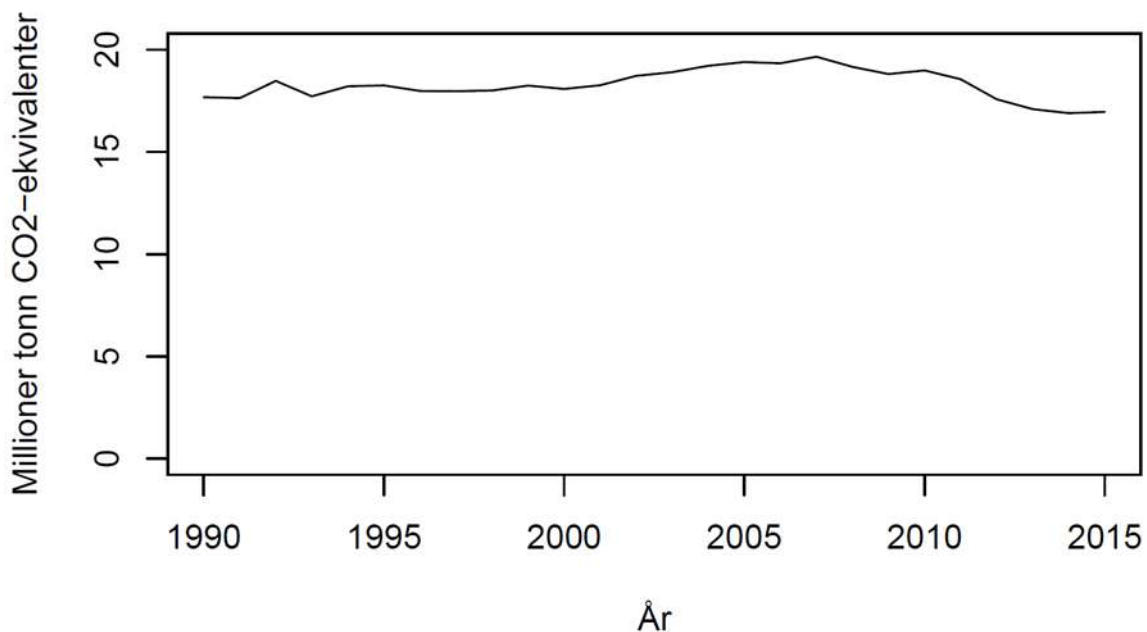
3.5 Bruk av energi- og utslippsskatter for å oppnå 1,5-gradersmålet: Politisk økonomi, naturgitte begrensninger og behovet for en variert verktøykasse

Endre Tvinnereim og Ole Martin Lægreid, NORCE, og Michael Mehling, MIT

Ekspertene anbefaler enhetlige CO₂-skatter som det mest kostnadseffektive virkemiddelet for å nå gitte utslipps- og temperaturmål. Slik kan rimeligere tiltak prioriteres mens dyrere tiltak utsettes. En målsetning for prosjektet har vært å undersøke de faktiske bidragene som skatter på utlipp har hatt og å evaluere disse i forhold til andre typer tiltak. Vår analyse av litteraturen og et internasjonalt datasett med energiskatter, tilsier at 1,5-gradersmålet krever større reduksjoner enn det som kan oppnås gjennom å ta de billigste tiltakene først. Vi viser også at harmonisering av CO₂-skatter på tvers av land og sektorer er en utfordring, fordi det finnes systematiske forklaringer på hvordan disse varierer, særlig mellom industri og forbrukere. Våre resultater tilsier at utslippsskattenes hegemoni blant klimatiltak bør revurderes dersom 1,5-gradersmålet skal beholdes, og at større vekt bør legges på blant annet infrastruktur og krav om utfasing, samt samspillet mellom virkemidler, i både forskning og politikkutforming.

Karbonprising ses på som den mest kostnadseffektive typen klimatiltak, og dette er sannsynligvis korrekt for en skrittvis utslippsreduksjon og når målet er å finne de billigste tiltakene til enhver tid. Men 1,5-gradersmålet krever netto nullutlipp og sannsynligvis også negative utlipp (se 3.2 og 3.3 tidligere i denne rapporten). Dette tilsier et behov for full av-karbonisering av økonomien heller enn skrittvis reduksjoner. Så langt er det imidlertid få eksempler på at karbonpriser har forårsaket dype utslippskutt.

Karbonskatter har gjerne ført til at utslipp har vokst mindre enn de ellers ville har gjort, men absolutte reduksjoner – som er tvingende nødvendig for å nå 1,5-gradersmålet – ser man sjelden. Vi har ikke funnet eksempler på store og absolutte reduksjoner i utslipp forårsaket av karbonskatter, selv ikke der prisene har vært høye. For eksempel har Sverige hatt noen av verdens høyeste skatter på drivstoff, men dette har ikke fått utslippene til å falle med mer enn 4% fra 1990 til 2015 (se figur 1). Vår forskning antyder derfor at de dype utslippskuttene som er nødvendig for å nå 1,5-gradersmålet krever en tilnærming der flere verktøy brukes, blant annet utfasing (f.eks. av kullkraftverk og nye fossilbiler) og støtte til infrastruktur (strømnett, ladestasjoner for kjøretøy). Mer forskning trengs på slike tiltak og hvordan de samvirker. Hegemoniet til karbonprising i verktøykassen av tiltak må opphøre og andre tiltak må evalueres på like fot heller enn som «nest best» eller «tillegg». Faren er ellers stor for at investeringer i anlegg eller utstyr med lang levetid (kraftverk, kjøretøy) låser samfunnet til utslipp i flere tiår, eller at tapene blir store når disse avvikles før levetiden er omme.



Figur 1: Utslipp fra svensk transportsektor, 1990-2015.

Basert på Tvinneim og Mehling (2018). Kilde til tallmaterialet: UNFCCC, kategori 1.A.3.b, landtransport.

Utvalgte referanser

- Mehling, M. og E. Tvinneim. 2017. "Pricing not enough for deep carbon cuts." *Nature* 552 (7684): 175. Letter to the editor, 14 December.
- Mehling, M. og E. Tvinneim. 2018. "Carbon Pricing and the 1.5°C Target: Near-Term Decarbonisation and the Importance of an Instrument Mix." *Carbon and Climate Law Review* 12 (1), 50-61.
- Tvinneim, E. og M. Mehling. 2018. "Carbon pricing and deep decarbonisation." *Energy Policy* 121, 185-189.