

# Veikart for karbonfjerning i Norge

MAI 2024

## Erkjennelser

Dette veikartet er utarbeidet av Carbon Limits AS og Perspectives Climate Research gGmbH. Prosjektgruppen takker Carbon Gap for tilliten og deltakelsen i, og tilbakemeldingene på, veikartet for implementering av CDR i Norge. Vi ønsker å rette en spesiell takk til interessentene som ble intervjuet i forbindelse med utarbeidelsen av dette veikartet. Tilbakemeldingene og diskusjonene med interessentene og Carbon Gap bidro til å bane vei for utviklingen av dette veikartet. Prosjektgruppen vil også rette en stor takk til følgende deltakere i workshopen, for deres uvurderlige bidrag til utviklingen av veikartet:

### DELTAKERENS NAVN

**Asbjørn Torvanger**

**Bjørn Huso**

**Bjørnulf Tveit Benestad**

**Carlos Dinamarca**

**Christian Lindemann**

**Eirik Lilledahl**

**Eivind Berstad**

**Hans H. Kolshus**

**Hanne Rolén**

**Helene Mørne**

**Helene Muri**

**Ingeborg O. Nordraak**

**Jannicke Gerner Bjerkås**

**Jon Bjartnes**

**Kaja Killingland**

**Kaja Voss**

**Lars Strøm**

**Linn Viken Bøe**

**Martine Mørk**

**Rahul Anantharaman**

**Terje Kronen**

**Thomas Hartnik**

### DELTAKENDE SELSKAP

CICERO Center for International Climate Research

Norwegian Agriculture Agency

Down to Earth

SINTEF Industry

Norwegian Institute for Water Research

Carbon Removal

The Bellona Foundation

Norwegian Environment Agency

Aker Carbon Capture

Carbonor AS

Norwegian University of Science and Technology

Norwegian Forest Owners' Federation

Hafslund Oslo Celsius AS

World Wide Fund for Nature

City of Oslo

Inherit Carbon Solutions

Ocean GeoLoop AS

Skogkurs

Zero Emission Resource Organisation

SINTEF Energy Research

Norwegian Society for the Conservation of Nature

Norwegian Institute of Bioeconomy Research

Denne rapporten er utarbeidet av **Carbon Limits AS** og **Perspectives Climate Research gGmbH** for **Carbon Gap**

**Prosjektleder:** Irina Ålund (Carbon Limits)

**Kvalitetssikring:** Gaëlle Cauchois (Carbon Limits)

**Prosjektmedlemmer (Carbon Limits):** Malavika Venugopal (Task Lead), Anastasia Isaenko, Irina Semykina, Lauren Selleck, Marton Volstad, Valentin Gentile

**Prosjektmedlemmer (Perspectives Climate Research):** Malte Winkler (PM), Matthias Honegger (QC), Olivia Wallis, Matthias Poralla, Paulien Veen

# Innholdsfortegnelse

<b>Forkortelser</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>3. CDR-metoder som er relevante for Norge</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Faktorer som muliggjør og hindrer utvikling av CDR i Norge</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Nødvendige tiltak for å få fart på utrulling av CDR i Norge</b> .....	<b>13</b>

## List of Abbreviations

**Bio-CCS** Biomass carbon capture and sequestration

**CCfD** Carbon contracts for difference

**CEW** Coastal enhanced weathering

**CO<sub>2</sub>** Carbon dioxide

**CRCF** Carbon Removal Certification Framework

**DAC** Direct air capture

**DACCS** Direct air carbon capture and sequestration

**GHG** Greenhouse gases

**LULUCF** Land use, land use change, and forestry

**MRV** Monitoring, reporting, and verification

**NDC** Nationally determined contribution

**O&G** Oil and gas

**OAE** Ocean alkalinity enhancement

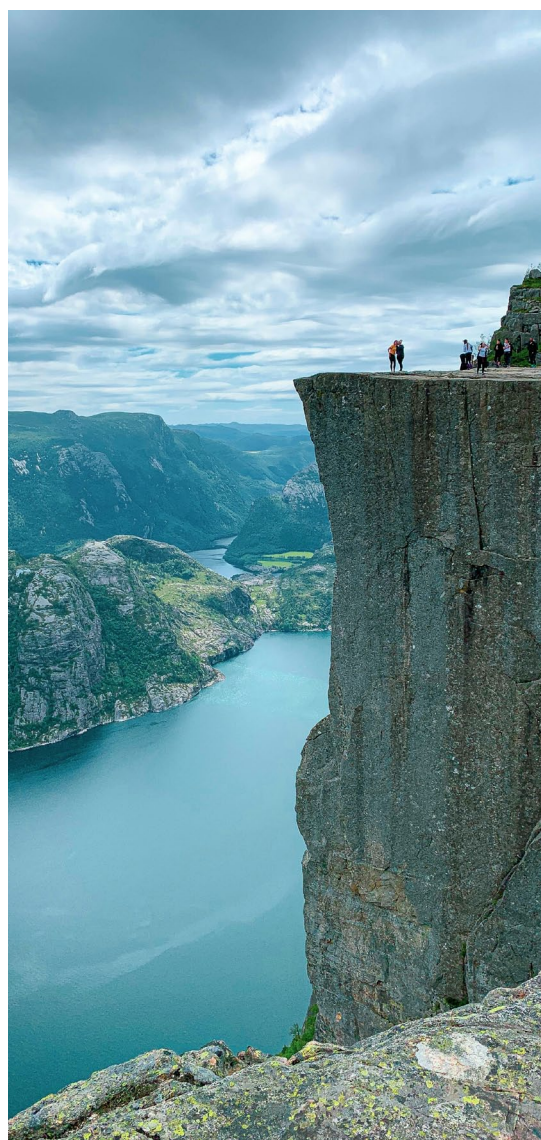
**QGIS** Quantum Geographic Information System

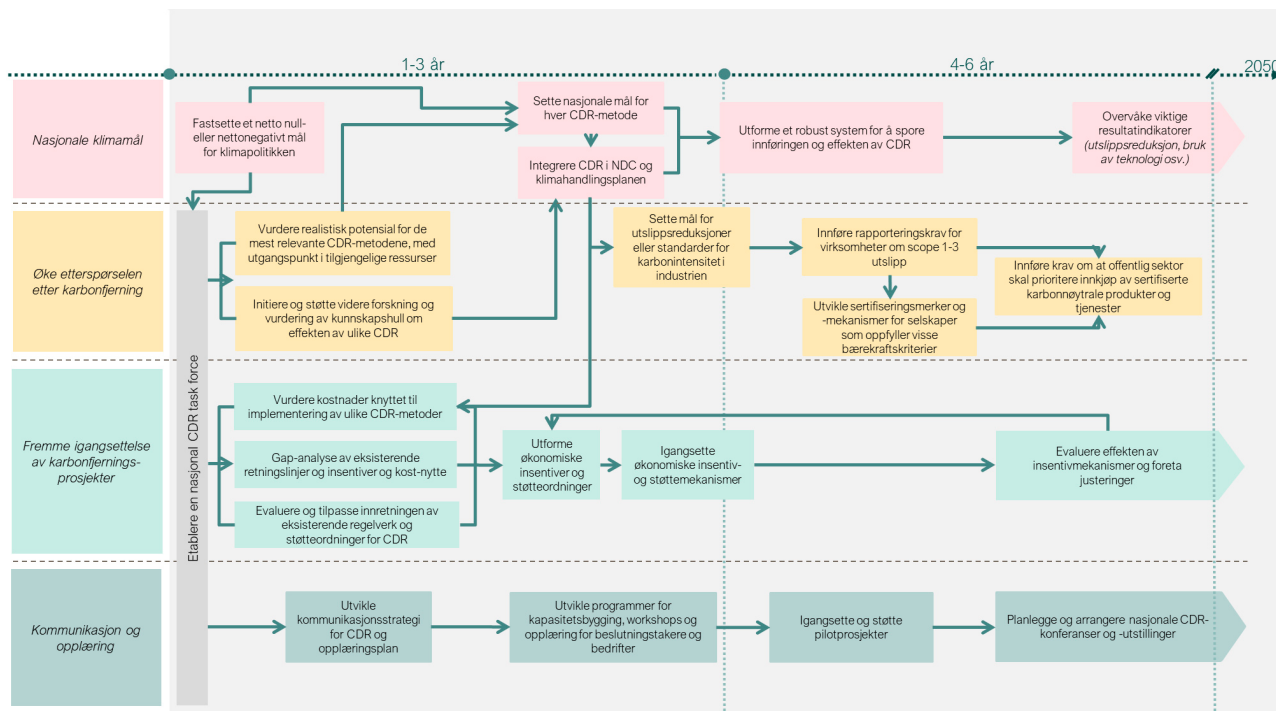
**R&D** Research and development

**TEW** Terrestrial enhanced weathering

**TRL** Technology readiness level

**WtE** Waste-to-energy





Figur 1 Veikart for implementering av CDR i Norge

## 1. Sammendrag

Dette veikartet foreslår tiltak for å akselerere implementering av karbondioksidfjerning (CDR) i Norge, og peker på barrierer og tiltak for å muliggjøre bruk av CDR, uten at det går på bekostning av samfunnets behov og interesser.

**Biomasse CCS (Bio-CCS) og direkte karbonfangst og -lagring fra omgivelsesluft (DACCS) er de mest relevante CDR-metodene** for Norge, på grunn av tekniske fremskritt, et betydelig lagringspotensial for karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og betydelig statlig støtte til CCS-initiativer. **Biokull, blått karbon (tareoppdrett) og skogplanting/påskoging anses også som relevante CDR-metoder** for Norge, men i hvilken grad de blir tatt i bruk, vil avhenge av tidligere erfaringer og tilgjengelig areal.

**Det bør være en topp-prioritet for regjeringen å sette et netto nullutslipps- eller nettonegativt mål for Norges klimapolitikk** innen 1-3 år. Tydelige reguleringer vil gjøre det mulig å investere i CDR, og ressurstilgjengeligheten vil være avgjørende for prosjektenes omfang. På bakgrunn av forskning og innspill fra interessenter om de fem prioriterte CDR-metodene bør beslutningstakerne iverksette følgende tiltak:

**Bio-CCS** – Ta tak i implementeringsutfordringene ved å forbedre prosessene for overvåking, rapportering og verifisering (MRV), stimulere til utvikling av levedyktige forretningsmodeller og håndtere miljøproblemer knyttet til anskaffelse av biomasse.

**Biokull** – Bevilge midler til å løse MRV-problemer, politisk motstand og logistiske utfordringer, samtidig som bøndene stimuleres til å ta i bruk biokull og engasjere seg i lokalsamfunnet, for å legge til rette for at biokull blir tatt i bruk i landbruket og i nye forretningsforetak.

**Blått karbon** – Utstede retningslinjer for regelverket, integrere incentiver som vilkår for dyrking av tang og tare i andre typer konsesjoner og forenkle tillatelser. Ta tak i vedvarende utfordringer, som miljørisiko, for å realisere fordelene for bevaring av biologisk mangfold og jobbskaping.

**DACCS** – Utnytte Norges potensial for fornybar energi, tilgang til CO<sub>2</sub> lagring og teknisk ekspertise. Involvere interessenter og lokalsamfunn tidlig for å håndtere samfunnsmessige bekymringer, og bruke bedriftenes etterspørsel og bransjekunnskap for å løse kostnadsutfordringer.

**Skogplanting/påskoging** – Utnytte skogbruk som en viktig CDR-metode, utnytte sektorens lønnsomhet og eksisterende offentlige støtteordninger, samtidig som vi samarbeider med Norges Skogeierforbund for å håndtere kommersiell risiko og risiko knyttet til holdbarhet.

**Etableringen av en nasjonal CDR Task Force, ledet av Klima- og miljødepartementet, er avgjørende** for å fremme implementeringen av CDR, med representanter fra flere sektorer som arbeider innenfor fire prioriterte områder:

- 1. Nasjonale klimamål:** Fastsette mål om netto null eller netto negative utslipp, integrere CDR i nasjonale klimaplaner, fastsette spesifikke mål for fjerning av CO<sub>2</sub> og implementere omfattende overvåkingssystemer for å følge med på hvordan CDR-teknologien tas i bruk og fungerer.
- 2. Etterspørselsoppbygging:** Evaluere CDR-potensialet, finansiere forskning på kunnskapshull og fastsette utslippsmål for industrien. Pålegge bedrifter å rapportere sine karbonavtrykk, innføre merking av bærekraftige produkter og prioritere karbonnøytrale leverandører til offentlige etater.
- 3. Oppskalering av tilbud:** Vurdere kostnader og behovet for incentiver, gjennomgå eksisterende støttesystemer, gjennomføre kost-nytte-analyser og håndtere regulatoriske barrierer for CDR-metoder. Utforme økonomiske incentiver, fastsette kriterier for støtteberettigelse og overvåke prosjektsuksess for finansierte initiativer.
- 4. Kapasitetsbygging:** Utvikle kommunikasjonsstrategier, utdanningsprogrammer og workshoper for beslutningstakere for å fremme CDR-metoder. Gjennomføre pilotprosjekter, tilby økonomisk støtte og arrangere konferanser for å vise frem og skalere innovative CDR-teknologier.



## 2. Innledning

Dette veikartet er sluttresultatet av et større prosjekt ledet av Carbon Gap, som har som mål å kartlegge mulighetene for å ta i bruk ulike CDR-metoder (Carbon Dioxide Removal) i tre land (Frankrike, Norge og De forente arabiske emirater). Veikartet (utviklet av prosjektteamet med innspill fra sentrale interessenter i Norge) inneholder en rekke tiltak som må iverksettes for å få fart på implementeringen av CDR i Norge.

Utviklingen av CDR-veikartet for Norge var basert på omfattende bakgrunnsundersøkelser om CDR-potensialet i Norge, som er gjengitt i bakgrunnsrapporten til dette veikartet, samt resultatene fra en rekke intervjuer og en heldags workshop med interessenter.

- **Intervjuer med interessenter i CDR-bransjen:** Semistrukturerte intervjuer med 20 interessenter utforsket muligheten for å ta i bruk CDR-teknologier i stor skala i Norge, og dekket temaer som forskningsinnsats, teknologi og ressurstilgjengelighet, identifisering av interessenter og hindringer for implementering. Målet var å forstå potensialet, utfordringene og nødvendige tiltak for å legge til rette for bruk av CDR-teknologier, inkludert evaluering av eksisterende retningslinjer og insentiver.
- **Workshop for interessenter:** Arrangementet samlet rundt 40 interessenter i Norge for å diskutere potensialet for storskala CDR-distribusjon i Norge, og la dermed grunnlaget for veikartet. Målet var å hjelpe beslutningstakere med å forstå gjennomførbarheten av ulike CDR-metoder og identifisere nødvendige skritt for å implementere dem. Diskusjonene omfattet viktige faktorer som nødvendige ressurser og infrastruktur, politiske rammeverk, insentiver og samfunnsgeografiske hensyn.

Diskusjonene i løpet av interessentdialogen tok for seg de viktigste hindringene for implementering av hver enkelt CDR-metode, samt faktorer som kan bidra til implementering og nødvendige tiltak for å overvinne eventuelle gjenværende hindringer.

Tiltakene som skisseres i veikartet, forventes å redusere barrierene og styrke de fremmede faktorene knyttet til hver enkelt CDR-metode. I samarbeid med de viktigste interessentene har vi blant annet utforsket interessekonflikter med andre samfunnsmessige krav (f.eks. sysselsetting og miljøvern), konkurranse med alternative ressursutnyttelsesmetoder (f.eks. i forhold til biomasse og energibruk), og potensielle synergier mellom ulike CDR-strategier og andre bransjer. I tillegg har vi sett på nødvendigheten av politiske tiltak, insentiver og koordinering.



### 3. CDR-metoder som er relevante for Norge<sup>1</sup>

Karbonfangst og -lagring fra biomasse (bio-CCS) og direkte karbonfangst og -lagring fra omgivelsesluft (DACCS) rangerer høyest på listen over de mest relevante CDR-metodene i Norge. Dette skyldes at de er teknologisk mer avanserte enn andre CDR-metoder i Norge, med et høyt teoretisk lagringspotensial for CO<sub>2</sub>, flere CO<sub>2</sub>-lagringssteder under utvikling og betydelig statlig støtte til CCS-initiativer. Tareoppdrett er en annen CDR-metode som er svært relevant for Norge, på grunn av landets erfaring med tareproduksjon og tilgjengeligheten av havområder for tareoppdrett. Skogplanting og gjenplanting av skog har også et godt potensial i Norge, forutsatt at skogens tilstand overvåkes godt. Denne rangeringen er i tråd med funnene fra workshopen med interessenter, der deltakerne prioriterte bio-CCS, DACCS, skogplanting, forbedret skogforvaltning (IFM), biokull og blått karbon (eller tareoppdrett) som de mest politisk relevante CDR-metodene for Norge. Interessentene tok imidlertid opp spørsmålet om varighet når det gjelder skogplanting/gjenplanting av skog og IFM, og identifiserte de viktigste områdene der det er behov for ytterligere forskning og vurdering med hensyn til potensialet til de mest relevante CDR-metodene for Norge (se Tabell 1 nedenfor).

CDR Pathway	Ytterligere vurdering
<b>Bio-CCS</b>	Vurdere om den ekstra kapasiteten kan innlemmes i eksisterende anlegg som bruker biomasse, eller om det må utvikles nye anlegg. Det er behov for en nærmere vurdering av areal- og infrastrukturbehov for BECCS.
<b>DACCS</b>	Overvåking av ny kapasitet for elektrisitet og termisk energi er viktig for å utvikle et mer realistisk potensial. Det er nødvendig med pilottesting for å vurdere egnede områder (basert på klimatiske forhold) for å finne områder for utplassering av DACCS. Ytterligere analyser av elektrokjemisk, mineralisk looping og humidity swing DACCS er nødvendig når det er utført flere tester av disse teknologiene.
<b>Biokull</b>	Etter hvert som mer informasjon om areal og andre infrastrukturkrav for biokull blir tilgjengelig, kan man vurdere hvilke områder som egner seg for etablering av pyrolyseanlegg.
<b>Skogplanting/ påskogingtt)</b>	Mellom 1,990 og 9,780 km <sup>2</sup> land kan være tilgjengelig for skogplanting eller gjenplanting av skog. Dette kan sammenlignes med arealet som mottar støtte til skogplanting for å anslå potensialet.
<b>Blått karbon (tareoppdrett)</b>	Det er behov for mer geografisk forskning for å vurdere hvilke områder som kan brukes til tareoppdrett, samt muligheten for restaurering av tareskog. Det er behov for mer forskning for å vurdere binding ved hjelp av biokull og lagring av tare på havbunnen.

Kilde: Carbon Limits

**Tabell 1 Behov for ytterligere vurdering av potensialet for de mest relevante CDR-metodene i Norge (flere detaljer er gitt i bakgrunnsrapporten)**

På grunn av de flere bio-CO<sub>2</sub> kildene som finnes i Norge, er bio-CCS en "lavthengende" mulighet for Norge. Hvis biomasseproduksjonen optimaliseres, kan bio-CCS-potensialet og produksjonen av biokull forbedres betydelig i landet. Et samarbeid om bio-CCS på nordisk nivå har også et betydelig potensial, med tanke på at Sverige og Finland begge har rikelig med kilder til bio-CO<sub>2</sub>. Lagringssteder i Norge kan brukes til å lagre bio-CO<sub>2</sub> fra Norden og nordeuropeiske land.

Implementering av DACCS har et godt potensial i Norge, forutsatt at Norges potensial for å øke landets fornybare energikapasitet blir realisert. DACCS er imidlertid en svært energikrevende teknologi, og vil bare kunne oppnå en betydelig oppskalering hvis strømprisene forblir lave og karbonprisen er høy nok til å gi insentiver til å investere i denne relativt dyre teknologien. Utviklingen av CDR-metoder er i stor grad avhengig av tempoet i utbyggingen av fornybar energikapasitet i landet. Ved å sette i gang pilotprosjekter i områder med egnede værforhold vil det bli lettere å vurdere potensialet for DACCS i landet.

<sup>1</sup> Se bakgrunnsrapporten til dette veikartet for mer informasjon

Tare dyrking er en lovende CDR-metode for Norge, med potensial for betydelig oppskalering. Nord-Norge, med sitt kjølige sjøvann og lange dagslys om sommeren, har et betydelig potensial for tareproduksjon.<sup>2</sup> Selv om landet har en betydelig havbunn som kan brukes til tare dyrking, må konkurrerende bruk av denne havbunnen og vannveien utforskes for å estimere et realistisk potensial for CO<sub>2</sub> fjerning.

Skogplanting har derimot et stort omfang, men høy usikkerhet for CO<sub>2</sub> fjerning i Norge. Den norske regjeringen er i ferd med å utarbeide en tilskuddsplan rettet mot skogplanting på gjengroende og inaktive jordbruksarealer. I tillegg er en ny støtteordning som gir tilskudd til skogplanting på nye arealer under vurdering i Norge. Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet arbeider med et forslag til en tilskuddsordning for å støtte dette tiltaket, sammen med tilhørende retningslinjer.<sup>3</sup> Det er imidlertid usikkert i hvilken grad ytterligere (i tillegg til det som allerede er under planlegging) skogplanting og skogreising vil kunne gjennomføres i Norge, hovedsakelig på grunn av potensielle målkonflikter i skjæringspunktet mellom skogbruk, landbruk og miljø.

Det er viktig å understreke at selv om dette veikartet fokuserer på de mest relevante CDR-metodene som er identifisert i denne studien, er det flere tiltak som kan iverksettes for å få mer kunnskap om og forståelse av virkningen av andre CDR-løsninger i Norge, som oppsummert i Tabell 2 nedenfor og forklart nærmere i bakgrunnsrapporten til dette veikartet.

CDR Pathway	Ytterligere vurdering
<b>Coastal Enhanced Weathering (CEW)</b>	Pilotprosjekter er nødvendige for å vurdere hvor raskt CO <sub>2</sub> kan fjernes fra CEW-prosessen og hvor godt egnet den er for norsk kystlinje.
<b>Terrestrial Enhanced Weathering (TEW)</b>	Pilotprosjekter er nødvendige for å vurdere hvor raskt CO <sub>2</sub> kan fjernes fra TEW-prosessen og hvor godt egnet den er for norske forhold.
<b>Havkalking</b>	Det er nødvendig med pilotprosjekter for å vurdere hvor raskt CO <sub>2</sub> kan fjernes fra havkalkingsprosessen.
<b>Elektrokjemisk fjerning av CO<sub>2</sub></b>	Det teoretiske potensialet er enormt, samtidig som man kun bruker elektrisitet og sjøvann som hovedressurser. Norge, med sitt store kystområde, kan vise seg å være et ideelt testområde for elektrokjemisk CO <sub>2</sub> fjerning.

Kilde: Carbon Limits

**Tabell 2 Estimert teoretisk potensial for mindre relevante CDR-metoder for Norge og behov for ytterligere vurdering (flere detaljer finnes i bakgrunnsrapporten)**

<sup>2</sup> Nofimas notatbok. (2020). Tare dyrking: en stor mulighet for Nord-Norge og verden. <http://tiny.cc/j975yz>

<sup>3</sup> Landbruksdirektoratet. (2023). Jord og jordhelse. [www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/miljo-og-klima/jord-og-jordhelse](http://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/miljo-og-klima/jord-og-jordhelse)



## 4. Faktorer som muliggjør og hindrer utvikling av CDR i Norge

Dette kapittelet gir et sammendrag av de viktigste faktorene og barrierene som fremmer og hindrer utrulling av de utvalgte CDR-metodene i Norge. Funnene i dette kapittelet er i hovedsak basert på resultatene av interessentdialogen, inkludert en rekke intervjuer og en endags workshop.

På nasjonalt nivå ble mangelen på et mål om netto nullutslipp (eller netto negativ) i Norge fremhevet som en av de viktigste barrierene for å investere i ulike CDR-løsninger, samtidig som fraværet av klare reguleringer og politiske insentiver skaper usikkerhet og nøling blant potensielle interessenter.

Generelt erkjente interessentene at ressurstilgjengelighet i form av råstoff vil være en dimensjonerende faktor for CDR i Norge. Den vil imidlertid ikke utgjøre en vesentlig barriere. Prosjekter kan fortsatt utvikles, men i en skala som er mulig på grunn av tilgangen på råstoff, energi, infrastruktur og areal. Infrastruktur og tilgang på biomasse anses ikke som det første problemet. Spørsmål knyttet til politikk, insentiver og finansiering anses som viktigere, det vil si at hvis det rette rammeverket er på plass, vil infrastrukturutviklingen mest sannsynlig komme av seg selv. Det har også blitt fremhevet at det er viktig å se på sidegevinstene ved ulike CDR-løsninger (forbedret jordkvalitet, biologisk mangfold, kystlinjevær osv.) når man skal prioritere mellom ulike CDR-metoder.

### Bio-CCS/BECCS

Det ser ut til å være en generell enighet blant de viktigste interessentene i Norge om at når det gjelder biomasse til bio-CCS, bør man prioritere å utnytte det allerede tilgjengelige bioavfallet.

Bio-CCS/BECCS har fordeler ved at det er kompatibelt med eksisterende verdikjeder for avfall og biomasse i Norge. Det ble imidlertid påpekt under workshopen at når det gjelder **betydelig oppskalering av bio-CCS** basert på biogent avfall og bioressurser, kan ressursbegrensninger være en utfordring på grunn av konkurranse med annen innenlandsk etterspørsel etter biomasse, til dels høye utvinningskostnader og økende priser på det internasjonale markedet som følge av økende etterspørsel og ressurskonkurranse. Utviklingen av politikk og regelverk på EU- og nasjonalt nivå, populariteten blant innbyggere og kommuner og den økende etterspørselen i markedet er viktige faktorer for utviklingen av bio-CCS. Kommunene er avgjørende for en vellykket implementering av bio-CCS, ettersom de kan bidra til politiske rammeverk og sørge for den nødvendige infrastrukturen for disse initiativene. For eksempel har avfallsforbrenningsanlegg i Oslo, Bergen og Trondheim kommune gjennomført studier av potensialet for å implementere bio-CCS. De tekniske mulighetene for en verdikjede for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> er under utredning, og investeringsstøtte fra myndighetene er et mulig virkemiddel som vurderes. Bioenergi- og avfallshåndteringsindustrien kan legge til rette for bio-CCS ved å tilby en bærekraftig energikilde som kan utnyttes og kobles til teknologier for karbonfangst og -lagring.

Næringslivets etterspørsel etter karbonfjerning er også en viktig faktor for bio-CCS i Norge. Bedrifter som har sluttet seg til Science-Based Targets Initiative (SBTi), forplikter seg til å redusere sine Scope 1- og Scope 2-utslipp med 90-95 % innen 2050 og fjerne restutslipp, og bio-CCS er et stadig mer populært alternativ, med flere prosjektutviklere som går inn i markedet for fjerningskreditter. Industrier med biogene CO<sub>2</sub> utslipp, og sektorer som har lov til å ha restutslipp, kan bidra til å øke etterspørselen etter bio-CCS. Miljøpåstander og merkeordninger (dvs. sertifisering av et produkt, en prosess eller et selskap oppfyller kravene til et miljømerke) kan bidra til å muliggjøre bio-CCS, med utgangspunkt i erfaringene fra nordisk miljømerking (f.eks. Svanemerket) og under hensyntagen til EUs regelverk om grønne påstander.

Bio-CCS står også overfor en rekke barrierer som hindrer en bredere implementering av denne CDR-metoden i Norge. utfordringer med overvåking, rapportering og verifisering (MRV) - særlig for små og mellomstore bedrifter (SMB-er) i verdikjedene for avfall og biomasse - skaper utfordringer når det gjelder nøyaktig måling og rapportering av klimaeffekten av denne CDR-løsningen. Mangelen på levedyktige forretningsmodeller for bio-CCS hindrer også utbredt bruk, ettersom usikkerhet rundt økonomisk bærekraft hindrer nødvendige investeringer.

På nasjonalt nivå utgjør fraværet av en sammenhengende politisk visjon eller strategi en betydelig hindring for en vellykket integrering av bio-CCS i den nasjonale klimapolitikken, noe som påvirker utviklingen og implementeringen av støttende rammeverk. Potensielle konsekvenser for natur og biologisk mangfold som følge av forsyningskjedene for biomasse, utgjør også en barriere, ettersom bekymring for de økologiske konsekvensene av å bruke biomasse til bio-CCS kan føre til motstand fra miljøforkjempere og lokalsamfunn.

## Biokull

Landbrukssektoren spiller en nøkkelrolle i å legge til rette for biokull som en CDR-metode for Norge, ved å innlemme bruk av biokull i landbrukspraksis. Det finnes allerede statlige subsidier for produksjon av biokull, noe som kan redusere risikoen for nye biokullprodusenter som ønsker å etablere anlegg i Norge. Flere interessenter uttrykte imidlertid tvil om hvorvidt denne støtten er tilstrekkelig til å dekke kostnadene ved biokullproduksjon, og påpekte at mangelen på økonomiske insentiver fortsatt er den største utfordringen for mange biokullprodusenter.

På den kommersielle siden gir biokull nye forretningsmuligheter for skogeiere og biomasseleverandører, noe som oppmuntrer til bærekraftig praksis og bidrar til den sirkulære økonomien ved å utnytte biomasseavfall.

Biokullprodusenter i Norge er vanligvis små og mellomstore bedrifter med begrenset administrativ kapasitet, mens mottakerne ofte er småbønder. Som for bio-CCS kan vanskeligheter med MRV for små aktører utgjøre en betydelig barriere for utbredt bruk av biokull som en CDR-metode. Generelt er den norske landbrukssektoren konservativ, og motstand mot endring fra bøndernes side kan utgjøre en barriere i form av motvilje mot å ta i bruk biokull i jordforvaltningspraksis.

Mangelen på eierskap i lokalsamfunnene, f.eks. til biokullproduksjonsanlegg eller private jordbruksarealer, utgjør en barriere, ettersom engasjement og støtte fra lokalsamfunnene er avgjørende for en vellykket implementering av biokullinitiativer, både når det gjelder bruk og arealbrukspraksis. Det finnes også eksempler på motstand fra lokalsamfunnene mot økt veitrafikk i forbindelse med transport av biomasse og distribusjon av biokull, noe som kan utgjøre en logistisk barriere for utbredt bruk av biokull.

## Blått karbon

Regulatorisk veiledning er en viktig faktor for blått karbon som en CDR-metode. Ved å inkludere dyrking av tang og tare som en betingelse for andre typer konsesjoner, f.eks. lakseoppdrett eller havvindanlegg, kan man skape insentiver for blått karbon og realisere potensielle synergier med andre marine næringer. På samme måte kan CDR gjennom tare dyrking oppmuntres gjennom utvikling av mer generelle retningslinjer for prosjektutforming. I tillegg må tillatelsesprosessen for nye installasjoner forenkles, og fiskerisektoren må systematisk involveres i tverrsektorielle prosesser for marin arealplanlegging fra en tidlig fase av prosjektutviklingen for å unngå potensielle interessekonflikter, f.eks. overlapping med fiske- og gyteområder.

Samtidig som marine metoder, som beskyttelse av eksisterende blåskog, restaurering av ødelagt blåskog og dyrking av tang og tare, bidrar til både å bevare og øke CO<sub>2</sub> lagring, har de også gunstige effekter på biologisk mangfold og andre økosystemtjenester, som beskyttelse av kystlinjen og tilrettelegging av leveområder for fiskeoppdrett. Positive synergier mellom dyrking av marin biomasse og biologisk mangfold er en viktig faktor for utviklingen av blått karbon som en CDR-metode i Norge, ettersom det er mindre sannsynlig at denne tilnærmingen vil møte motstand fra miljøorganisasjoner og lokalsamfunn enn landbasert dyrking av biomasse, f.eks. store, monokulturelle skoger. I tillegg har Norge en politisk interesse av å tiltrekke seg arbeidskraft til marin sektor, særlig for å opprettholde befolkningen i avsidesliggende områder, for eksempel i Nord-Norge, der fiskeri- og havbrukssektoren er underbemannet. Blått karbon-aktiviteter kan få offentlig støtte ved å bidra til sysselsetting i kystsamfunnene.

For at CO<sub>2</sub> som fanges opp gjennom dyrking av tang og tare, skal kunne lagres permanent, må biomassen graves ned eller dumpes på havbunnen slik at CO<sub>2</sub> bindes i sedimentene. Forskere har vært skeptiske til denne tilnærmingen, og har lagt vekt på miljørisikoen forbundet med å forstyrre økosystemene i dyphavet, som ennå ikke er kartlagt eller forstått. En alternativ og mindre kontroversiell tilnærming er å bruke marin biomasse til å produsere biokull, eller til BECCS. Denne tilnærmingen anses som mer sosialt akseptabel og kan gjøre det mulig å bruke blått karbon som en CDR-metode for Norge, parallelt med BECCS og biokull.

Andre barrierer for blått karbon som CDR-metode er knyttet til mangelen på klarhet i regelverket og veiledning på nasjonalt eller internasjonalt nivå, i tillegg til mangelen på et robust MRV-system, delvis på grunn av den store usikkerheten knyttet til det faktiske potensialet for CO<sub>2</sub> binding. Blått karbon blir for øyeblikket ikke tatt med i den nasjonale rapporteringen av klimagassutslipp i henhold til UNFCCC's klimagassrapportering via IPCC's Wetlands Supplement. EUs rammeverk for sertifisering av karbonfjerning skal gi retningslinjer for hvordan man beregner karbonfjerning, men inkluderer ikke eksplisitt dyrking av tang og tare som en CDR-metode.

## DACCS

Norge har flere komparative fortrinn for DACCS, særlig potensialet for å øke produksjonen av fornybar energi, samt tilgangen til CO<sub>2</sub> lagring på norsk sokkel. Norge har også relevante teknologimiljøer, ekspertise og kapital som kan brukes til å implementere teknologien. Flere prosjekter og selskaper jobber med å realisere DACCS i Norge. Næringslivets etterspørsel etter utslippsreduksjoner kan også bidra til å muliggjøre DACCS i Norge, ettersom store selskaper som kjøper karbonkreditter (f.eks. Microsoft) i økende grad etterspør utslippsreduksjon/-fjerning fra slike prosjekter for å oppfylle målene for utslippsreduksjoner.

Norges eksisterende kunnskaps- og kompetansebase er en viktig faktor for DACCS. Olje- og gasssektoren kan bidra med teknisk kompetanse når det gjelder verdikjeder, transport og lagring av CO<sub>2</sub>, for eksempel i eksisterende oljebrønner på norsk sokkel.

DACCS kan møte betydelige politiske og samfunnsmessige barrierer i Norge. Teknologien er kostbar å implementere og er avhengig av offentlige subsidier for å oppnå skala og lønnsomhet, noe som gir grunn til bekymring for den samfunnsmessige merverdien, f.eks. når det gjelder sysselsetting og eierskap. Hvis økonomiske støtteordninger for DACCS utelukker støtte til andre klimaløsninger, f.eks. subsidier til biokullprodusenter eller naturverntiltak, er det dessuten mer sannsynlig at teknologien vil møte motstand fra bønder, skogbrukssektoren og miljøorganisasjoner. DACCS er en energikrevende teknologi, og tilgang til rimelig elektrisitet er et viktig spørsmål i forbindelse med oppskalering av denne CDR-metoden. Samtidig som Norges fornybare strømnnett og produksjonskapasitet utvides, er det økende konkurranse fra andre sluttbrukere på grunn av økende elektrifisering av flere sektorer, samt økende konkurranse fra forbrukere i andre europeiske land på grunn av flere høykapasitetsforbindelser. Hvis DACCS-prosjekter sikrer tilgang til rimelig strøm (f.eks. via kraftkjøpsavtaler) på bekostning av andre industrier og forbrukere, kan disse prosjektene møte motstand. Teknologit utviklingen må balanseres med vurderinger av samfunnets beredskap og involvering av relevante interessenter (sivilsamfunn, frivillige organisasjoner og lokale sammenslutninger) for å forstå og ta hensyn til deres bekymringer. I så måte er det avgjørende at DACCS-prosjekter tar hensyn til de sosioøkonomiske konsekvensene og akseptabiliteten, skaper bevissthet i lokalsamfunnet og innhenter tilbakemeldinger allerede i en tidlig fase av prosjektutviklingen.

## Skogplanting/påskoging

Skog er en betydelig faktor i det norske klimagassregnskapet. EU-regelverk og nasjonale støtteordninger kan spille en viktig rolle i å støtte skogsektoren som en CDR-metode i Norge, ved å sørge for rammebetingelser og økonomiske insentiver for bærekraftig skogforvaltning. Selv om skogen i Norge hovedsakelig er privateid, organiserer mange grunneiere seg frivillig gjennom sterke og aktive bransjeorganisasjoner, for eksempel Norges Skogeierforbund og Norges Bondelag. Disse organisasjonene kan spille en koordinerende rolle i arbeidet med å etablere standarder og beste praksis for skog-relaterte CDR. Aktiv involvering av land- og skogeiere, via bransjeforeninger, er avgjørende for å lykkes med skogbruk som en CDR-strategi i Norge, noe som krever samarbeid og kollektiv innsats i arealforvaltningspraksis.

Med skogplanting menes planting av trær i områder som tidligere ikke hadde skogdekke, og med påskoging menes planting av trær i områder som tidligere var klassifisert som skogområder. Den største barrieren mot skogplanting og påskoging (som CDR-metoder) er at disse aktivitetene ikke er kommersielt lønnsomme for skogeierne, som mangler et klart verdiforslag. Tømmer er fortsatt den viktigste inntektskilden for skogeierne, ettersom skogbrukssektoren leverer treprodukter til ulike industrier, f.eks. trevirke i bygg og anlegg og masse- og papirproduksjon. Men hvis skogsbiomasse i økende grad brukes til langtidslagring av CO<sub>2</sub> i stedet for å høstes til andre formål, kan det føre til redusert tømmertilgang, økte priser og negative økonomiske konsekvenser for forbrukerne og skogproduktindustrien. Utviklingen av en levedyktig CDR-industri basert på skogbruk må balanseres og styres i samarbeid med andre aktører i skogbruket.

Andre viktige barrierer for skogbruk som en CDR-metode i Norge er knyttet til risikoen for ikke-permanent lagring, ettersom skogens effektivitet som metode for langsiktig lagring av CO<sub>2</sub> kan variere avhengig av lokale meteorologiske forhold, jordsmonn og forvaltningspraksis. Dette problemet er særlig fremtredende i Norge, på grunn av det høye nivået av privat skogeierskap, som potensielt kan føre til heterogen forvaltningspraksis og mangel på koordinering rundt CDR-tilnæringer. Norges nasjonale strategi for arealforvaltning er for øyeblikket begrenset utover forpliktelsene i LULUCF, med lite statistiske data om arealbruk for karbonopptak. Her er det behov for politikk på nasjonalt nivå og aktiv involvering av skog- og grunneierforeninger for å sikre at retningslinjer og beste praksis for skogbruksbasert CDR følges.

Tabell 3 oppsummerer de viktigste faktorene og barrierene for utrulling av de mest relevante CDR-metodene i Norge. I de følgende avsnittene foreslås en rekke tiltak som forventes å styrke de viktigste faktorene og redusere barrierene for CDR i Norge.

Påvirkende faktorer	Bio-CCS	DACCS	Skogplanting/ påskoging	Blått carbon	Biochar
Mangel på et netto-null / netto-negativt mål i Norge	x	x	x	x	x
Mangel på politiske tiltak og skatteinsentiver	x	x	x	x	x
Mangel på regulatorisk klarhet og veiledning	x	x	x	x	x
Mangel på robuste MRV-systemer for CDR	x	x	x	x	x
Mangel på klar politisk visjon eller strategi for CDR	x	x	x	x	x
Utvikling i bedriftens klimaforpliktelser og mål	✓	✓	✓	✓	✓
Merkeordninger / grønne sertifikater	✓	✓	✓	✓	✓
Eksisterende verdikjeder for bioavfall	✓				
Mangel på forretningsmodeller	x	x	x	x	x
Tilgang til CO <sub>2</sub> -lagring	✓	✓			
Miljøpåvirkninger (f.eks. biologisk mangfold, jordkvalitet osv.)	x			✓	✓
Transport og distribusjon	x	x			x
Konkurransen med annen bruk av biogene råvarer	x		x	x	x
Relevante teknologimiljøer, ekspertise og teknisk kompetanse (O&G)	✓	✓	✓		
Konkurransen med annen bruk av energiressurser	✓	x			
Risiko for ikke-permanent CO <sub>2</sub> -lagring			x	x	

x – indikerer barrierer  
✓ – indikerer muliggjørende faktorer

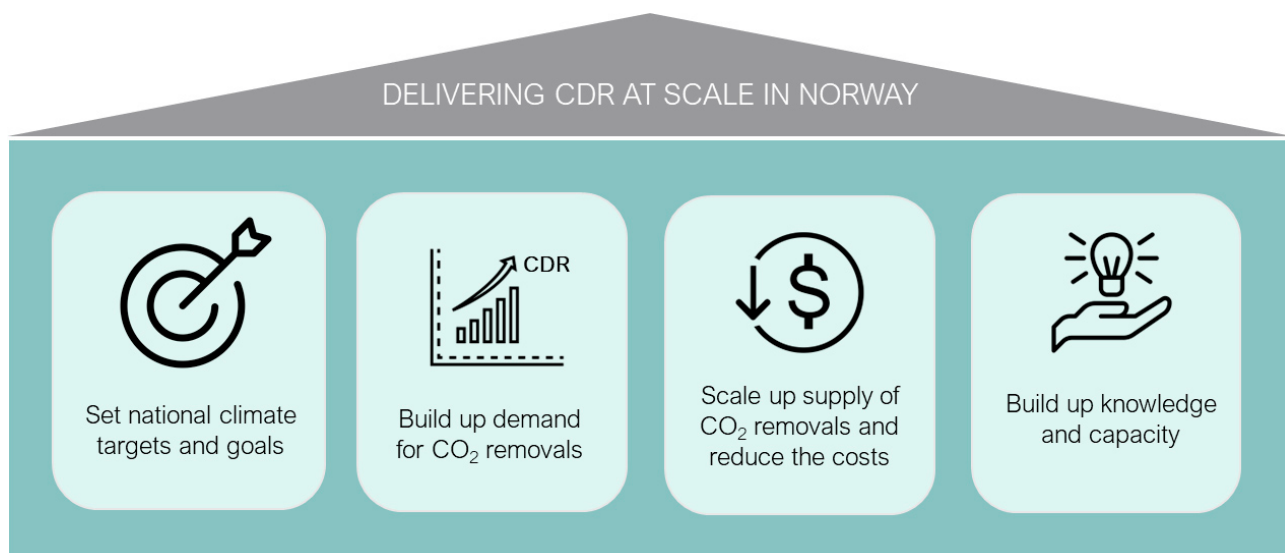
Tabell 3 Oppsummering av de viktigste faktorene og barrierene og deres relevans for de vurderte CDR-metodene

## 5. Nødvendige tiltak for å få fart på utrulling av CDR i Norge

De viktigste barrierene og faktorene for CDR-distribusjon i Norge, som ble fremhevet i forrige kapittel, vil påvirke CDR-landskapet på ulike måter. For eksempel reduserer fraværet av et netto null- eller nettonegativt utslippsmål i den norske klimapolitikken behovet for CDR-løsninger, noe som utgjør en betydelig barriere for å bygge opp etterspørselen etter CDR. Samtidig har mangelen på klare reguleringer og politiske incentiver stor innvirkning på oppskaleringen av tilbudet av CDR-løsninger. Noen av faktorene og barrierene er generiske for alle CDR-metoder, mens andre er mer spesifikke for enkelte CDR-metoder (f.eks. kan veksten i bedriftenes klimaforpliktelser og -løfter øke etterspørselen etter en hvilken som helst CDR-metode, mens begrenset tilgang til bærekraftig biomasse har stor innvirkning på tilbudet av CO<sub>2</sub>-fjerning fra bio-CCS-prosjekter eller biokull).

De foreslåtte tiltakene for å adressere noen av de viktigste barrierene og styrke viktige forutsetninger for CDR-implementering i Norge er derfor delt inn i fire strategiske områder, som vist i Figur 2:

1. Fastsettelse av nasjonale klimamål og -mål
2. Bygge opp etterspørselen etter CDR
3. Oppskalering av CDR og reduserte kostnader
4. Bygge opp kapasitet og kunnskap

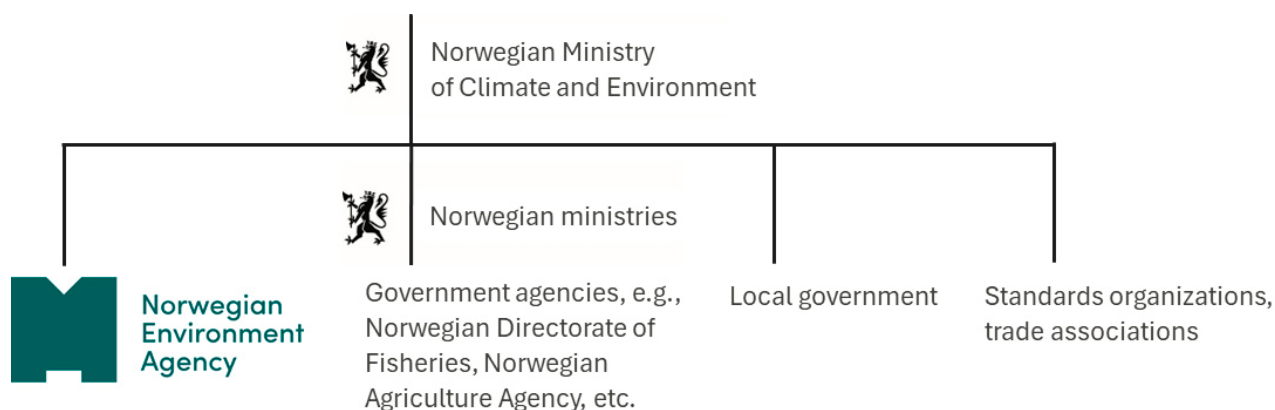


Figur 2 Fire viktige pilarer for å få fart på utrulling av CDR i Norge

Noen av tiltakene forventes dessuten å gjøre det lettere å ta i bruk alle CDR-metoder, mens andre hovedsakelig vil gjelde for en bestemt CDR-metode.

**Å sette et netto null- eller nettonegativt utslippsmål for den norske klimapolitikken er det prioriterte tiltaket som den norske regjeringen i samarbeid med de relevante departementene og etatene bør vurdere i løpet av de neste 1-3 årene.**

Ansvaret for de andre tiltakene som foreslås i dette veikartet, kan deles mellom relevante departementer og deres respektive etater, samt kommunale myndigheter og bransjeorganisasjoner. Veikartet foreslår at det opprettes en **nasjonal CDR task force som et** annet viktig skritt i oppskaleringen av CDR-implementeringen i Norge. CDR task force (CDRTF) kan ledes av Klima- og miljødepartementet og inkludere representanter fra andre relevante departementer (f.eks. Finansdepartementet, Mat- og landbruksdepartementet osv.), etater som Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet osv. samt representanter fra miljøvernorganisasjoner, bransjeorganisasjoner og forskningssentre (se Figur 3).

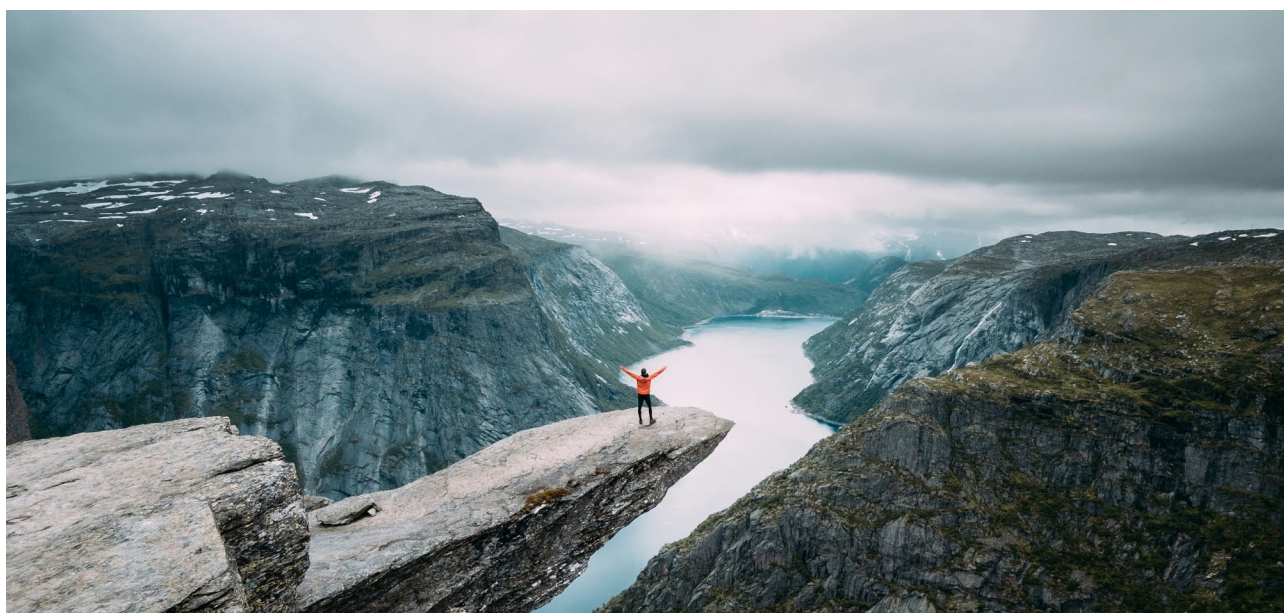


Figur 3 Nasjonal CDR task force

Tabellene nedenfor gir mer informasjon om de prioriterte tiltakene som er nødvendige for å fremskynde utrulling av de mest relevante CDR-metodene i Norge (Figur 1), der hver tabell inkluderer nødvendige tiltak innenfor hver av de viktigste pilarene (Figur 2).

### Sette nasjonale klimamål

Kategori av handlinger	Prioriterte tiltak
Sette nasjonale klimamål som legger til rette for CDR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fastsette netto null eller netto negative utslippsmål for nasjonale klimagassutslipp</li> <li><b>Etablere en nasjonal CDR task force</b></li> <li>Integrere CDR i det nasjonalt fastsatte bidraget (NDC, i henhold til Paris-avtalen, og klimahandlingsplanen)</li> <li>Fastsette nasjonale mål for CO<sub>2</sub> fjerning (ideelt sett <b>per type CDR-metode</b>)</li> </ul>
Overvåking og evaluering av CDR-opptak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utforme et robust system for å spore innføringen og effekten av CDR-teknologi, og identifisere viktige resultatindikatorer</li> <li>Overvåke viktige resultatindikatorer, som utslippsreduksjon og bruk av teknologi</li> </ul>



## Øke etterspørsel etter CO<sub>2</sub>-fjerning

Kategori av handlinger	Prioriterte tiltak
<b>Forskning og utvikling</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vurdere det realistiske potensialet for de mest relevante CDR-metodene, med tanke på tilgjengelige ressurser</li><li>• Initiere og støtte videre forskning og vurdering av kunnskapshull om virkningen av ulike CDR-metoder</li></ul>
<b>Fastsettelse av ytelsesstandarder og krav til bærekraft</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fastsette mål for utslippsreduksjoner eller karbonintensitetsstandarder for industrien for å oppmuntre til implementering av ulike CDR-løsninger</li><li>• Innføre krav om at bedrifter skal beregne, rapportere og redusere karbonfotavtrykket fra hele leverandørkjeden (dvs. inkludert scope 3-utslipp), for å oppmuntre dem til å velge leverandører med lavere utslipp eller investere i CDR-prosjekter for å kompensere for utslippene sine</li></ul>



## Øke tilgangen på CO<sub>2</sub>-fjerning og redusere kostnadene

Kategori av handlinger	Prioriterte tiltak
<b>Vurdere regelverk og økonomiske insentiver for implementering av CDR</b>	<p><b>For alle relevante CDR-metoder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vurdere kostnader forbundet med å ta i bruk ulike CDR-metoder</li> <li>• Identifisere gap mellom eksisterende insentivmekanismer og kostnader forbundet med CDR-distribusjon</li> <li>• Gjennomgå eksisterende støttemekanismer og skatteinsentiver for implementering av CDR, og analysere effekten av disse</li> <li>• Vurdere eksisterende og planlagte støtte- og insentivmekanismer i andre land og deres anvendelighet i norsk sammenheng</li> <li>• Gjennomføre kost-nytte-analyser av implementeringen av ulike støttemekanismer</li> <li>• Gjennomgå eksisterende miljø- og klimaregelverk</li> <li>• Identifisere og håndtere regulatoriske barrierer som hindrer utvikling av CDR-prosjekter</li> <li>• Vurdere endringer for å støtte CDR-initiativer (f.eks. inkludering av tang- og tangedyrking som et vilkår for andre typer tillatelser)</li> </ul>
<b>Utvikle økonomiske insentiver for implementering av CDR</b>	<p><b>For alle relevante CDR-metoder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utforme økonomiske insentivprogrammer, for eksempel tilskudd, subsidier, lavrentelån, konkurranseutsatte tilskuddsprogrammer for CDR-forskning og -utvikling, omvendte auksjoner, CCfD (carbon contract for difference)</li> <li>• Fastsette kriterier for kvalifisering og søknadsprosesser</li> <li>• Utvikle klare retningslinjer for tilgang til midler, inkludert rapporteringskrav</li> </ul> <p><b>For bio-CCS og DACCS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utforme skatteinsentiver for implementering av industriell CDR</li> <li>• Etablere støtteordninger/statlige garantier eller andre risikodelingsmekanismer for å tiltrekke privat sektor til å delta i infrastrukturutvikling</li> </ul>
<b>Evaluere effektiviteten av insentivprogrammer</b>	<p><b>For alle relevante CDR-metoder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablere et evalueringsrammeverk for å vurdere effekten av økonomiske insentiver</li> <li>• Overvåke antall CDR-prosjekter som finansieres gjennom insentivprogrammer, og hvor vellykkede de er</li> <li>• Justere insentivmekanismer basert på evalueringsresultater for å optimalisere effekten</li> </ul>





## Bygge opp kunnskap og kapasitet

Kategori av handlinger	Prioriterte tiltak
<b>Utvikle en kommunikasjonsstrategi for CDR og en plan for kapasitetsbygging</b>	<b>For alle relevante CDR-metoder:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definere hovedbudskap, målgrupper og kommunikasjonskanaler</li> <li>• Utvikle strategiens innhold, tidslinje og lanseringsplan</li> <li>• Identifisere områder som krever ressursoppbygging, og områder med eksisterende kompetanse som kan videreutvikles</li> <li>• Utvikle en plan for å bygge opp kompetansen som kreves for CDR-distribusjon, inkludert tidsplan, utrulling og ansvar for implementering</li> </ul>
<b>Kapasitetsbygging for viktige interessenter og offentligheten</b>	<b>For alle relevante CDR-metoder:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvikle utdanningsprogrammer, workshops og opplæringsøkter for beslutningstakere</li> <li>• Integre CDR-emner i læreplaner for naturfag og miljø</li> </ul> <b>For teknologibasert CDR (f.eks. bio-CCS, DACCS)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvikle workshoper som tar for seg bransjespesifikke utfordringer og muligheter, og vise frem vellykkede CDR-casestudier som er relevante for ulike sektorer</li> <li>• Utvikle retningslinjer for hvordan bedrifter kan integrere CDR-teknologier i sin virksomhet</li> </ul>
<b>Lansere CDR-pilotprosjekter i liten skala</b>	<b>For DACCS, blått karbon, ERW og biokull:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablere en konkurransebasert utvelgelsesprosess for pilotprosjekter</li> <li>• Gi økonomisk støtte og regulatorisk bistand til utvalgte prosjekter</li> <li>• Overvåke prosjektets resultater og samle inn data for fremtidig skalering</li> <li>• Utvikle økonomiske støttemekanismer for oppskalering av vellykkede pilotprosjekter</li> </ul>
<b>Organisering av nasjonale CDR-konferanser og -utstillinger</b>	<b>For teknologibasert CDR (f.eks. bio-CCS, DACCS)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planlegge og arrangere nasjonale konferanser om CDR-teknologi for å legge til rette for nettverksbygging for interessenter, bedrifter og forskere, og vise frem innovative CDR-teknologier og -prosjekter gjennom utstillinger</li> <li>• Etablere en plattform for matchmaking mellom teknologiutviklere og potensielle investorer i CDR-prosjekter</li> </ul>

Dette dokumentet er utarbeidet for å foreslå et veikart for implementering av ulike CDR-løsninger (Carbon Dioxide Removal) i Norge. Veikartet er basert på funnene og analysene som er presentert i bakgrunnsrapporten om Norges potensial for bruk av CDR-teknologier, og resultatene av interessentdialogen som ble gjennomført gjennom en rekke intervjuer og en workshop som tok for seg de viktigste driverne og barrierene for CDR-distribusjon i Norge, og nødvendige skritt mot implementering av utvalgte CDR-metoder i større skala. Dette veikartet presenterer en handlingsplan for beslutningstakere og interessenter som er involvert i CDR-utviklingen i Norge.

Carbon Limits AS og Perspectives Climate Research gGmbH påtar seg ikke noe ansvar for bruk av dette veikartet eller dets innhold, herunder eventuelle handlinger eller beslutninger tatt på grunnlag av slik bruk.

## About Us

The logo for Carbon Gap features the word "Carbon" in white on a dark grey rectangular background, followed by the word "Gap" in white on a blue rectangular background.

### Carbon Gap

Carbon Gap was created to be Europe's first philanthropically funded environmental advocacy organisation focused exclusively on Carbon Dioxide Removal (CDR). The mission is simple: do whatever it takes to ensure that Europe becomes a leader in developing and deploying CDR solutions at scale in a safe and equitable manner to preserve a stable climate. Carbon Gap coordinated the delivery of the project that produced this report.

[www.carbongap.org](http://www.carbongap.org)

## CARBON LIMITS

### Carbon Limits AS

Carbon Limits works with public authorities, private companies, finance institutions and non-governmental organizations to reduce greenhouse gas emissions from a range of sectors. Our team supports clients in the identification, development, and financing of projects that mitigate climate change and generate economic value, in addition to providing advice on the design and implementation of climate and energy policies and regulations. Carbon Limits is a consultancy based in Oslo, Norway.

[www.carbonlimits.no](http://www.carbonlimits.no)



### Perspectives Climate Research gGmbH

Perspectives Climate Research gGmbH ("Perspectives") is supporting both private sector companies and the public sector in several topics related to climate change mitigation. Perspectives is internationally recognized for its innovative, high-quality outputs in many fields of international climate policy. Resulting from more than two decades of world-wide research and consultancy experience on various topics, the company can offer deep insights and profound political and economic knowledge in a very flexible, client-oriented manner.

<https://perspectives.cc>