



**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

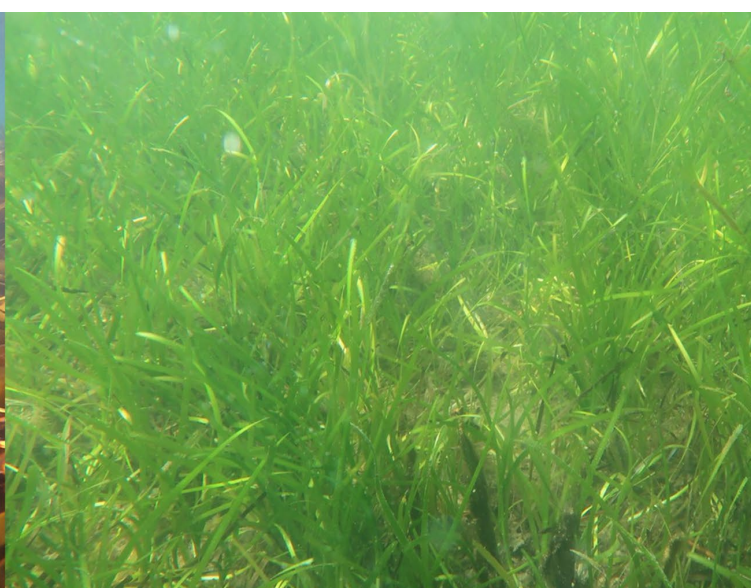


**Multiconsult**

# Havet som karbonlager:

Potensial for økt karbonlagring, aktuelle tiltak og relevante interessenter

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 55 | 2023



Katharina Hobrak<sup>1</sup>, Gunhild Borgersen<sup>2</sup>, Leif Birger Lillehammer<sup>3</sup> og Gunnhild Søggaard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisjon Skog og Utmark, NIBIO, <sup>2</sup>NIVA, og <sup>3</sup>Avd. Vassdrag, Miljø og Klima, Multiconsult

**TITTEL/TITLE**

Havet som karbonlager:  
Potensial for økt karbonlagring, aktuelle tiltak og relevante interessenter

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Katharina Hobræk, Gunhild Borgersen, Leif Birger Lillehammer og Gunnhild Sjøgaard

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
11.04.2023	9/55/2023	Åpen	52978	21/01576
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03276-2	2464-1162	22	-	

**OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:**

Klima- og miljødepartementet

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Ellen Bruzelius Backer

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Karbonlagring, blå skog, klimatiltak, havbunn, havindustri

Carbon sequestration, Blue forest, mitigation, sedimentation, marine industry

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Havforvaltning

Marine management

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Denne rapporten ble skrevet på oppdrag for Klimautvalget 2050. Rapporten er delt i 2 deler, hvor del 1 beskriver potensialet for økt karbonlagring i hav, og hvilke tiltak som kan bidra til å øke karbonopptaket. Del 2 beskriver hvilke interessenter som potensielt vil bli påvirket av tiltak for økt karbonlagring.

Tareskoger, tang, ålegrasenger og tidevannsseng og -sump er marine økosystemer som lagrer karbon. Det skilles mellom korttidslagret karbon som er karbon lagret i levende biomasse, og langtidslagret karbon som er karbon lagret i sedimenter på havbunnen.

Det mangler forskning som estimerer potensialet for karbonlagring i hav, samt hvor mye som lagres per år i de forskjellige økosystemene. På verdensbasis utgjør tang og tare de største marine økosystemene. Karbonlagring i Norge kan potensielt spille en større rolle enn andre steder i verden, da det kalde klimaet bidrar til å senke nedbrytningshastigheten.

Det er flere tiltak som kan gjøres for å redusere tap av lagret karbon og øke opptaket av karbon. Blant annet vil restaurering, redusere beitetrykk fra kråkeboller, redusere avrenning fra land, redusere marin utbygging og redusere bunntåling være tiltak som kan være positivt for karbonlagringen i havet.

Havnæringen er en viktig del av norsk næringsliv og i mange kystsamfunn utgjør havnæringen en viktig del av arbeidsplassene.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

Fiskeri og havbruk vil potensielt kunne kombinere tare dyrking med akvakultur, samtidig som nyetablerte tare skoger vil kunne gi habitat til en rekke arter som således vil være positivt for fritidsfiske. Utslipp fra akvakultur kan potensielt tilføre mye næringssalter og tiltak om å redusere utslipp av næringssalter vil således ramme havbruksnæringen. Redusert utbygging vil kunne ramme havbruksnæringen.

Naturmiljø vil stor sett være positivt påvirket av tiltak som øker karbonlagring og reduserer tap.

Skipsfart har stort sett liten interessekonflikt med tiltak.

Havvind vil potensielt påvirkes mest i utbyggingsfasen, særlig ved bunnfast havvind nær kysten.

Oljenæringen vil kunne påvirke det langtidslagret karbonet på havbunnen, når det bores etter olje.

Mineralutvinning og georessurser vil kunne påvirke marine økosystemer om mineralutvinningen skjer nærme kysten. Ved mineralutvinning lengre ut til havs kan langtidslagret karbon påvirkes og tilføres vannmassene.

Reise og friluftsliv vil kunne påvirkes positivt ved at naturopplevelser bevares, samtidig som de vil kunne rammes av reguleringer i utslipp og utbygging.

Kulturminner og kulturmiljø vil potensielt komme i konflikt med restaureringer av marine økosystemer, men ellers være positivt påvirket av redusert utbygging og redusert bunntåling.

Infrastruktur i havet, slik som undersjøiske kabler vil kunne gi en interessekonflikt spesielt under utbygging ved at det påvirker marine økosystemer og langtidslagret karbon, men vil være positivt påvirket av redusert bunntåling, da det reduserer faren for at infrastrukturen ødelegges.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Ås

GODKJENT /APPROVED

Bjørn Håvard Evjen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Katharina Hobrak

NAVN/NAME



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Klimautvalget 2050. Klimautvalget 2050 er et offentlig utvalg satt ned av Regjeringen, og består 14 eksperter. Klimautvalget 2050 skal utrede veivalg som er nødvendig for at Norge kan bli et lavutslippssamfunn innen 2050. I 2022 ble et konsortium som er bestående av Menon Economics, FNI (Fridtjof Nansens Institutt), Holth & Winge, Multiconsult, NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi), THEMA Consulting Group og Ruralis (Institutt for rural- og regionalforskning) tildelt en rammeavtale med klimautvalget. Formålet med avtalen er å bistå Klimautvalget 2050 og sekretariatet med kapasitet og kompetanse til å framskaffe faglig grunnlag for de problemstillinger som er beskrevet i utvalgets mandat.

Konsortiet har fått i oppdrag av sekretariatet å gjøre en litteraturgjennomgang som skal gi et oppdatert kunnskapsgrunnlag om den rollen havet som økosystem spiller for lagring, utslipp og opptak av klimagasser.

Oppdraget deles i 2 deler: 1. del skal utrede potensialet for økt karbonlagring, og dekkes av NIBIO, med hjelp av NIVA. 2. del skal utredet interessentene i havarealene og dekkes av Multiconsult.

Prosjektet har vært ledet av NIBIO ved Katharina Hobrak, med bistand av Gunnhild Søgaard.

Katharina Hobrak, NIBIO, har sammen med Gunhild Borgersen, NIVA, skrevet kapittel 2. Gunnhild Søgaard, NIBIO, og Kasper Hancke, NIVA, har gitt innspill til kap. 2.

Leif Birger Lillehammer, Multiconsult, har skrevet kapittel 3.

Ås, 11.04.23

Katharina Hobrak

# Innhold

1 Innledning.....	6
2 Potensialet for økt karbonlagring .....	7
2.1 Status for karbonlagring i hav.....	7
2.2 Potensial .....	8
2.3 Tiltak .....	8
3 Havareal interessenter .....	11
3.1 Generelt.....	11
3.2 Fiskeri og havbruk.....	12
3.3 Naturmiljø.....	13
3.4 Skipsfart.....	13
3.5 Havvind .....	14
3.6 Oljenæring .....	14
Mineralutvinning og georessurser.....	15
3.7	15
3.8 Reise- og friluftsliv .....	15
3.9 Kulturminner og kulturmiljø .....	16
3.10 Infrastruktureiere (traseer og undersjøiske kabler) .....	16
3.11 Andre interessenter/aktører (Kystverket, Forsvaret, CCS).....	17
Referanser .....	18

# 1 Innledning

Norge har et lovfesta mål om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050 (Klimaloven, 2017, §4). Utslippene skal reduseres med 90-95 % sammenlignet med 1990. I Parisavtalen oppfordres land til å utvikle langsiktige lavutslippsstrategier. Det er skissert 4 hovedtrekk i lavutslippsstrategien til Norge (Prop.1 S ,2019-2020):

- *Lågutslippssamfunnet er eit samfunn med låge utslepp i alle sektorar.*
- *Areal, skog og ressursar blir forvalta på ein berekraftig måte som legg til rette for høgt opptak og låge utslepp. Våre areal lagrar karbon og forsyner oss med materialar, mat og energi.*
- *Eit grønt næringsliv med låge utslepp av klimagassar.*
- *Byar og lokalsamfunn legg til rette for låge klimagassutslepp og gode levekår for innbyggjarane*

Norge har en lang kystlinje, som er estimert til å være på mellom 83 281 km og 100 915 km (CIA, 2023; Statens kartverk 2010) og er antatt til å være verdens nest lengste (CIA, 2023) etter Canada. Den norske kontinentalsokkelen utgjør et område på 2 039 951 km<sup>2</sup> (Barentswatch, 2022). Her har Norge nasjonal myndighet og en plikt til å ivareta miljøet (Utenriksdepartementet, 2020). På veien mot et lavutslippssamfunn bør derfor også havområdene vurderes.

Planter og alger vil via fotosyntese ta opp CO<sub>2</sub> og omdanne det til karbohydrater. Dette er en naturlig måte karbon kan lagres på. Det varierer hvor lenge karbonet forblir lagret. Mye av karbonet som tas opp vil forbli lagret så lenge plantene og algene lever, såkalt korttidslagring. Når organismen (eller deler av den) dør vil mye av karbonet frigjøres i form av CO<sub>2</sub> til havet og atmosfæren. Men om forholdene er riktige med lite tilgang på oksygen, som f.eks. i ei myr eller i havsedimenter vil karbonet kunne ligge lagret over lang tid, såkalt langtidslagring.

Det er flere forskjellige økosystemer i havet som har mulighet til å fungere som karbonlagre (Hancke mfl. 2022). I Norge omfatter dette tang og tareskoger, ålegressenger og tidevannseng og -sump, og slik marin vegetasjon kalles ofte for blå skog. I havet vil karbon kunne korttidslagres både i selve vegetasjonen, altså den levende biomassen, og i sedimentet på havbunnen, altså i dødt organisk materiale. I sedimentene vil det kunne lagres over lang tid, hvis sedimentet får ligget uforstyrret slik at det ikke brytes ned.

I denne rapporten er det sammenstilt eksisterende kunnskap om karbonlagring i hav innenfor den norske kontinentalsokkelen, hvilke potensialer det finnes for å øke opptaket, og hvilke tiltak som kan gjøres for å øke opptaket. Det er kun gjort en sammenstilling av eksisterende litteratur, og ikke foretatt noen analyser. Det er videre kun blitt fokusert på karbonlagring i en biologisk forstand, rapporten tar følgelig ikke for seg CO<sub>2</sub> som er løst opp i havet eller karbonfangst i gamle oljefelt.

Videre beskrives og vurderes mulige interessekonflikter i forhold til de mest aktuelle interessenter og næringer i relasjon til foreslåtte tiltak for økt karbonlagring i rapportens kapittel 3. Foreløpig vurdering vedrørende grad av innvirkning (både positiv og negativ) på disse næringene er blitt vurdert.

## 2 Potensialet for økt karbonlagring

### 2.1 Status for karbonlagring i hav

Tareskoger, tang, ålegrasenger og tidevannsseng og tidevannssump er marine økosystemer i Norge som lagrer karbon enten i den levende biomassen (korttidslagring) eller i sedimentet (langtidslagring). Det er ulik grad av kunnskap og usikkerhet rundt karbonlagringen i disse økosystemene. Det er derfor vanskelig å sammenligne dem eller si noe om det totale karbonlageret og den årlige sekvestreringen (Hancke mfl. 2023).

Tang og tare vokser på fast fjellgrunn og på stein, og det har derfor tidligere vært antatt at de ikke bidrar til langtidslagring av karbon (Nellemann mfl. 2009). En rekke nyere studier har tilbakevist dette og det er nå en vitenskapelig konsensus for at tang og tareskog kan bidra betydelig til langtidslagring av karbon i havet (bl.a. Krause-Jensen og Duarte 2016, Krause-Jensen mfl. 2018, Macreadie mfl. 2019). I Norge er dette verifisert av Frigstad mfl. (2021) og nyere studier har ved hjelp av eDNA dokumentert tilstedeværelsen av tare rester og karbon fra tare i substratet på havbunnen. Dette bekrefter at karbon fra tare bidrar til langtidslagring gjennom sedimentering på havbunnens bløtbunnsområder, både i nærheten av og langt unna der hvor tareskogen vokser (d'Auriac mfl. 2021). Tareskoger bidrar altså med mer karbonlagring enn tidligere antatt (Hancke mfl. 2023, Tænketanken Hav 2022).

Ålegras er en undervannsplante som vokser på bløtbunn i grunne områder. Ålegras vil bidra både med korttidslagring av karbon i selve vegetasjonen, og langtidslagring i sedimentene. Karbonet som er lagret i sedimentene vil stå for ca. 97% av karbonet (Hancke mfl. 2023). På verdensbasis har ålegrasene hatt en nedgang på 29 % i løpet av de siste 50 årene, men det er ikke kjent om dette er tilfelle i Norge.

Tidevannsseng og -sump (*eng.* salt marshes) befinner seg i overgangen mellom land og sjø. Denne naturtypen vil ofte ha høyere produksjon enn nedbrytning og gradvis bygge opp organisk materiale, og lagrer derfor mye karbon (Tænketanken Hav 2022). Borgersen mfl. (2020) vurderte i en rapport hvorvidt vi har tidevannsseng og -sump i Norge, og konkluderte med det er flere naturtyper som kan anses til å passe til definisjonen. Det har vært lite fokus på denne naturtypen i Norge, og dermed begrenset kunnskap om både utbredelse, skjøtsel og karbondynamikk. Selv om det er usikkert hvor mye tidevannssumper det finnes i Norge, så er det trolig lite sammenlignet med for eksempel tang og tare (Hancke mfl. 2023).

Havbunnen er endestasjonen for karbonet som blir tatt opp i marine økosystemer (inkludert planktonproduksjon i vannmassene), samt for karbon som har sitt opphav fra land. Havbunnen er det største marine lageret av organisk karbon, og det er i sedimentet karbon lagres over lengre tid.

I rapporten «Blått karbon – klimatilpasning, CO<sub>2</sub>-opptak og sekvestrering av karbon i nordisk blå skog» (Frigstad mfl. 2021) har det blitt kartlagt hvor mye karbon som tas opp og kort- og langtidslagres i den blå skogen i Norge og i Norden generelt. Det estimeres at det årlig langtidslagres 624 600 tonn karbon i Norge hvert år, dette inkluderer ikke tidevannsseng og tidevannssump. Rundt 80% av det langtidslagrede karbonet er det de store tareskogene langs kysten som står for. I tillegg er det korttidslagret omkring 5,90 mill. tonn karbon som stående biomasse i norsk blå skog. I Frigstad mfl. 2021 estimeres det at Norge har 18 155 km<sup>2</sup> med stortare (*Laminaria hyperborea*) og 44 300 km<sup>2</sup> med sukkertare (*Saccharina latissima*) dersom alt areal med minst 1 plante per m<sup>2</sup> blir tatt med. Når kun områder med høy tetthet av tareplanter ( $\geq 5$  for stortare og  $\geq 7$  for sukkertare) inkluderes, som er definisjonen for 'tareskog', er estimert areal på henholdsvis 3 810 km<sup>2</sup> og 3 607 km<sup>2</sup>. Det anslås altså at norsk tareskog til sammen dekker 7 417 km<sup>2</sup>, fordelt som en forholdsvis tynn stripe av blå skog langs det meste av kysten. Frigstad mfl. (2021) sammenligner arealtallene med et estimat fra 2011, som viste mindre sukkertare, men mer stortare, noe som kan skyldes en økt gjenvekst av stortareskog etter reduksjon i bestanden av kråkeboller, særlig fra Trøndelag og nordover. Område med tangskoger i

Norge er estimert til 3 090 km<sup>2</sup>. Det er relativt lite ålegrasenger, med et estimert areal på 90 km<sup>2</sup> (Borgersen mfl. 2018). Arealet med tidevannsenseng og -sump er dårlig kartlagt, og utbredelsesarealet er ukjent (Hancke mfl. 2023). Samlet indikerer dette et areal i størrelsesorden 65 – 70 000 km<sup>2</sup> med «blå skog» (inkludert arealer med glissen bevoksning)<sup>1</sup>.

## 2.2 Potensial

Karbonlagring i havet er ikke utforsket i like stor grad som det er på land, og foreløpig mangler det blant annet kunnskap om hvor mye det er mulig å øke karbonopptaket i marine økosystemer, samt hvor mye karbon som lagres per år i de ulike marine økosystemene (Hancke mfl. 2023, Krause-Jensen mfl. 2022). Det anslås at det globale potensialet for langtidslagring av karbon fra tang og tareskog er tilsvarende som fra skog på land, mens korttidslagringen i levende tang- og tarebiomasse vil være lavere enn i biomassen i skog (Krause-Jensen og Duarte 2016, Hurd mfl. 2022). Dynamikken i havet er mer komplisert enn den på land, samtidig som det er vanskeligere tilgang til undersøkelser og målinger. På grunn av dette er det en generelt lavere systemforståelse av de marine økosystemene sammenlignet med terrestriske. Det er derfor større usikkerhet i vurderingene av de ulike marine økosystemers evne og kapasitet for opptak og lagring av karbon (Frigstad mfl. 2021).

På verdensbasis utgjør makroalger de største marine økosystemene, og tilsvarer regnskogen i Amazonas både i årlig netto primærproduksjon (NPP) og i utbredelsesareal (Duarte mfl. 2022), men rollen den spiller i det marine karbonkretsløpet er fremdeles ikke utforsket på mange områder. Mye peker dog på at blå skog er en viktig komponent i havets karbonkretsløp og bidrar betydelig til både kort- og langtidslagring av karbon i Norge og globalt. I tillegg peker nye resultater på at marin karbonlagring kan spille en større rolle i nordlige områder, som norskekysten, sammenlignet med områder tettere på ekvator, da nedbrytningen av karbon er langsommere i kaldere områder og potensialet for langtidslagring større (Filbee-Dexter mfl. 2022).

## 2.3 Tiltak

Ved å gjøre tiltak kan det være mulig å øke opptaket av karbon i marine økosystemer, men det er per i dag ikke nok kunnskap til å gi estimer for hvordan ulike tiltak påvirker karbonlagringen i de ulike økosystemene. Det er grovt sett to typer tiltak som kan gjennomføres: tiltak som øker karbonopptaket ved å restaurere naturtypen slik at det blir mer av den (f.eks. planting av ålegras eller tare), og tiltak som sikrer bevaring eller forhindrer ytterligere tap av naturtypen (f.eks. redusere utslipp av næringsalter eller redusere bunntråling og fysiske inngrep). Restaurering vil normalt ikke være vellykket dersom de bakenforliggende årsakene til at naturtypen har blitt borte fremdeles er til stede (f.eks. utslipp av næringsalter).

Krause-Jensen mfl. (2022) anslår at å bevare marine økosystemer har et potensiale til å motvirke globale utslipp med 3 %. Det finnes ikke tilsvarende estimer for Norge, men under er det gitt noen eksempler på tiltak som kan gjøres for å bevare eller restaurere marine økosystemer.

### *Restaurering*

Restaurering i marine økosystemer har vist seg å være dyrt og vanskelig å lykkes med (Eger mfl. 2020, Tænketanken Hav 2022), men denne kostnaden kan reduseres. Blant annet vil nyere teknologi, som effektiviserer utplantning kunne redusere kostnader. Fredriksen mfl. (2020) har f.eks. testet ut en

---

<sup>1</sup> Til sammenlikning dekker skog og annet trebevokst areal 140 000 km<sup>2</sup> av Norges landareal.



metode hvor tare ble spiret på småstein, før de blir plantet ute i felt. Overlevelsesraten etter 9 måneder var høy, selv med stein som ble sluppet fra overflaten, noe som gjør at dette kan gjøres uten å måtte dykke. Regnes de positive effektene på økosystemet med, slik som reduksjon i erosjon vil dette indirekte senke kostnadene (Tænketanken Hav 2022). Positivt samspill har vist seg å være viktig i restaurering av tareskog (Eger mfl. 2020). I Norden består restaurering gjerne av enkelt prosjekter, og ikke store koordinerte prosjekter (Krause-Jensen mfl. 2022). I Danmark antas det at det ikke vil være mulig å restaurere alle steder hvor det tidligere har vært ålegress, da det noen av arealene er degradert for mye til å egne seg til ålegressenger (Tænketanken Hav 2022).

Globale studier viser at suksessraten for restaurering av ålegrasenger varierer fra 30-40% (Bayraktarov mfl. 2015, van Katwijk mfl. 2016) til 60 % (Fraschetti mfl. 2021). Sannsynligheten for vellykket restaurering er større dersom årsaken til at ålegraset forsvant i utgangspunktet er utbygging, og lavere dersom årsaken er dårlig vannkvalitet. I Norge har restaurering av ålegrasenger blitt gjennomført ved Larvik i Vestfold (Gagnon mfl. 2021) og i Oslofjorden (Kvile mfl. 2022). Ved Larvik ble ulike restaureringsteknikker testet ut, med varierende suksess på kort sikt. Restaureringen i Oslofjorden er per i dag pågående og det er derfor for tidlig å vurdere suksessraten. NIVA har utarbeidet en veileder for restaurering og re-introduksjon av ålegras (Infantes mfl. 2022).

### ***Redusere avrenning og tilførsler av næringssalter for å bevare marine økosystemer***

Tilførsler av næringssalter og avrenning fra land fører til både eutrofiering og formørking av kystvannet, og har en negativ effekt på marine økosystemer. I Norge er det kommunale avløpsanlegg, akvakultur og avrenning fra jordbruk som står for de største utslippene av næringssalter til havet (Sample 2023). Eutrofiering er en prosess der planteplanktonproduksjon øker på grunn av økt tilførsel av næringssalter, og utgjør den største trusselen for ålegrasenger globalt (Krause-Jensen m.fl. 2020), og trolig også for ålegrasenger i Norge. Eutrofiering kan føre til at ålegraset dekkes av hurtigvoksende påvekstalgler og trådalger («lurv»). Også tare påvirkes negativt av for mye næringssalter, og i Sør-Norge har mengde sukkertare blitt redusert de siste tiårene på grunn av faktorer knyttet til høye næringssaltkonsentrasjoner og økte havtemperaturer (Moy og Christie 2012). Det mangler empiriske data på omfang og effekter av eutrofi på tangbeltet, men trolig vil også denne naturtypen påvirkes negativt.

Formørkning av kystvannet er et nasjonalt fenomen (Aksnes mfl. 2009), og svekkede lysforhold i vannmassene skyldes blant annet økt avrenning fra land og tilførsel av brunere ferskvann fra elvene, samt tilførsler av næringssalter som stimulerer planktonproduksjon. Redusert lystilgang medfører at tang, tare og ålegress ikke klarer å vokse like dypt og dermed får redusert utbredelse. I Indre Oslofjord har f.eks. nedre voksedyp for ålegras blitt redusert det siste tiåret (Rinde mfl. 2021), og også ved Ytre Hvaler nasjonalpark og Færder nasjonalpark har det blitt observert at nedre voksegrense for makroalger avtar og at ålegressengene krymper (Walday mfl. 2021). Kantvegetasjon langs vassdrag bidrar til å redusere erosjon og er trolig det viktigste tiltaket for å forhindre avrenning av organisk materiale og næringssalter fra land til vassdrag.

Både jord- og skogbruk kan være kilder. På NIBIO sine nettsider er det en [Veileder for miljø og klimatiltak](#) i jordbruket, som også inkluderer vannmiljøtiltak. For skogbruket inneholder miljøsertifiseringen (PEFC, 2015) et eget kravpunkt om vannbeskyttelse, som inneholder en rekke krav og tiltak blant annet knyttet til kantsoner. I tillegg er det definert en hensynssone som utgjør deler av Rogaland, Sørlandet og Østlandet rundt Oslofjorden, hvor det er en øvre grense på areal som kan gjødsles i en 5 års periode som er satt til 25 000 daa (Landbruksdirektoratet 2023). Kaste mfl. (2021) vurderte eksisterende hensynssone og tak for nitrogengjødsling.

### ***Redusere beitetrykk fra kråkeboller og sikring av mesobeitersamfunn***

Store deler av tareskogen langs norskekysten har blitt beitet ned av kråkeboller, og kråkebollebeiting anses fremdeles som den viktigste trusselen mot tareskogen i Nord-Norge. Å redusere bestanden av kråkeboller vil derfor være positivt for reetablering av tareskog (Frigstad mfl. 2021, og referanser i

denne). Kråkeboller kan fjernes ved å høste for kommersielle formål (vanskelig å få lønnsomt så langt), ved bruk av brent kalk (mest effektivt) eller manuell avliving (må gjennomføres av dykkere og derfor kostbart). I Frigstad mfl. (2021) ble reduksjon av beitetrykk fra kråkeboller sammen med å sikre en stabil populasjon av såkalte mesobeitere (små virvelløse dyr som lever i og på tareskogene) sett på som det viktigste tiltaket for å få stabile tareskoger. Det er usikkert hvordan man best sikrer stabile mesobeitersamfunn, som blant annet bidrar til å redusere mengden trådformede alger som vokser på tarebladene. Generelt sett er tareskoger i nord presset av beiting fra kråkeboller, mens tareskogene i sør er presset fra overbegroing av trådalger som følge av eutrofiering og økt temperatur i havet.

### ***Redusert utbygging i marine økosystemer***

Infrastruktur og utbygging knyttet til samferdsel og skipsfart, bygninger, fritidsanlegg og infrastruktur både i kystsonen og til havs kan medføre tap av karbon lagret i marine økosystemer. Ved utbygging i strandsonen er særlig ålegrasenger og tidevannseng og -sump utsatt, mens grunne bløtbunnsområder er utsatt for mudring. Tang og tare er i mindre grad påvirket av fysiske inngrep, selv om fjellbunn i visse tilfeller benyttes som fundament for f.eks. bropilarer, eller sprenges vekk i forbindelse med utbygging. I slike tilfeller vil deler av vegetasjonen fjernes, men kan i større grad vokse tilbake enn tilfellet er for f.eks. ålegrasenger.

Også sedimentene lenger fra kysten lagrer store mengder karbon (Graves mfl. 2022). Til havs kan infrastruktur som havvindanlegg, offshore oppdrettsanlegg for laks eller tare og borerigger potensielt virke inn på karbonlagringen i sedimentene ved utlegging av fundamenter, rørledninger og sjøkabler. Også mineralutvinning på havbunnen vil trolig påvirke karbonlagrene i sedimentet. Karboninnholdet i havbunnen bør inngå som en del av beslutningsgrunnlaget i planlegging av ulike aktiviteter til havs og i utvelgelse av marine verneområder.

### ***Redusert (bunn)tråling***

Ved bunntåling penetrerer tråldørene ned i bløte sedimenter, noe som kan føre til store karbontap. Sedimentet blir omrørt og partikulært stoff og organisk karbon blir virvlet opp i vannmassene. Dette vil eksponere sedimentet for oksygen og øke omdannelsen av lagret karbon til CO<sub>2</sub>, som så frigjøres i vannmassene. En noe omdiskutert studie har estimert et årlig globalt CO<sub>2</sub>-utslipp på mellom 0,58 og 1,47 Pg på grunn av bunntåling (Sala mfl. 2021). Det foreligger ikke tall for karbonutslipp fra norske farvann, men det er sannsynlig at bunntåling er den faktoren som har størst betydning for karbonet som er lagret i øvre del (0-1 m) av havbunnen. Reduksjon av bunntåling eller andre tiltak for å redusere den fysiske forstyrrelse av havbunnen kan derfor bidra til å bevare karbonet i sedimentet.

### ***Deponering av tarebiomasse på havbunnen***

En foreslått metode for å lagre karbon i havet er å deponere tare (eller annet biologisk materiale) på dyphavet, slik at karbonet langtidslagres i sedimentet. Taren skal da deponeres dypere enn 1000 m, hvor det antas å være ute av karbonkretsløpet og ikke slippes ut igjen til atmosfæren. Dette er en omdiskutert metode, blant annet fordi det mangler kunnskap både om hvilke negative konsekvenser dette har for økosystemet på havbunnen og hvor effektivt det er som klimatiltak (Ricart mfl. 2022, DOSI 2021).

## 3 Havareal interessenter

### 3.1 Generelt

Havnæringene, og den langsiktige forvaltningen av naturressursene i havet, har stor betydning for verdiskapningen i Norge. Havet er en viktig næringsvei for mange kystsamfunn og er således også viktig for opprettholdelse av Norge sitt unike bosetningsmønster. Noen av landets mest innovative bedrifter, arbeidsplasser og kunnskapsmiljøer har sitt utspring i bosettingen langs kysten og deres bruk av havet (Klima- og Miljødepartementet, 2020).

Det ligger store *muligheter til grønn omstilling i havnæringene*, herunder bærekraftig forvaltning av «blå skog» for å øke opptaket av karbon i marine økosystemer (se også kapittel 2.2 og 2.3).

Videre i kapittel 3 gis overordnet vurdering av hvordan de ulike tiltakene (skissert i kapittel 2.3) kan påvirke andre interessegrupper (f.eks. fiskeri og mineralutvinning). Det er viktig å presisere at vurderingene baserer seg på en foreløpig litteraturstudie, og det vil trenge videre forskning og studier innen området. Tabellen under oppsummerer hovedresultatene i påfølgende underkapitler vedrørende tiltak opp interessenter med grad av positiv eller negativ innvirkning.

**Tabell 1 Oversikt over havinteressenter og hvilken innvirkning de har på tiltakene beskrevet i kapittel 2.**

Interessent/Tiltak	Tiltak 1 - Innvirkning	Tiltak 2 Innvirkning	Tiltak 3 - Innvirkning	Tiltak 4 – Innvirkning
Fiskeri og havbruk	Middels positiv	Liten til middels negativ	Liten til middels negativ	Stor negativ
Naturmiljø	Stor positiv	Stor positiv	Stor positiv	Stor positiv
Skipsfart	Marginalt negativ	Marginal til liten negativ	Liten til middels negativ	Ingen
Havvind	Marginal til liten negativ	Marginal til liten negativ	Marginal til liten negativ	Ingen
Oljenæring	Marginalt negativ/Ingen	Marginal til liten negativ	Marginal til liten negativ	Ingen
Mineralutvinning	Liten til middels negativ	Middels til stor negativ	Stor negativ	Ingen
Reise- og friluftsliv	Liten negativ	Liten negativ	Liten positiv	Liten til middels positiv
Kulturminner/-miljø	Middels til stor negativ	Ingen	Liten til middels positiv	Liten til middels positiv
Infrastruktureiere	Marginalt negativ	Marginalt til liten negativ	Marginalt negativ	Liten positiv

**Tiltak 1:** Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusert trykk fra kråkeboller)

**Tiltak 2:** Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer

**Tiltak 3:** Redusert utbygging i marine økosystemer

**Tiltak 4:** Redusert (bunn)tråling

Et eksempel på **grønn omstilling i havnæringen** som kan gi positive synergieffekter både for opptak av karbon og lokal verdiskapning er oppdrett av makroalger som tare. Det var per november 2017 gitt tillatelse til oppdrett av makroalger på 47 lokaliteter i Norge. Flere aktører ønsker å se denne produksjonen i sammenheng med lakseoppdrett, da for eksempel sukkertare kan nyttiggjøre seg av løste næringsstoffer fra lakseproduksjonen (Klima- og Miljøverndepartementet, 2020). Havforskningsinstituttet har gjort studier på marin karbonfangst og matproduksjon (Andersen et al., 2012), inkludert synergieffekter i forbindelse med havbruk, og det er kort sammenfattet nedenfor i kapittel 3.2 nedenfor.

## 3.2 Fiskeri og havbruk

### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Reetablering og dyrking av tareskog og sjøgress kan bidra til økt primærproduksjon og bedre forholdene for fiskeyngel, og derigjennom øke produksjonen av kommersielt interessante arter. Denne typen tiltak vil dermed også kunne gi en (middels) positiv effekt for og innvirkning på verdiskapningen i fiskerinæringen og fiske generelt. Vellykkede forsøk på reetablering av tareskog er allerede gjennomført i Porsangerfjorden i Finnmark. Tareskoger som etableres på vektstrukturer over grunne havområder kan bidra til økt primærproduksjon, og om produksjonen omsettes naturlig i økosystemet kan det gi økt produksjon av kommersielt interessante arter, som reker, krabber og fisk (Andersen mfl. 2012) – og således ha en positiv innvirkning på deler av fiskerinæringen samt fritidsfiske.

På deler av kysten er det store tareforekomster, og økt årlig uttak av de naturlige tareskogene fra 0,3 til 1 % av den stående biomassen vil gi tilgang på rundt 350 000 tonn ekstra biomasse til ulike industrielle formål. Videre, kan tare dyrking i hengende kulturer gi betydelig CO<sub>2</sub> fangst, og samtidig utnyttes industrielt, bl.a. til matproduksjon, men det vil kreve til dels store arealer (mulig på bekostning av andre interessenter) og investeringer. Tare dyrking kombinert med fiskeoppdrett, hvor tare utnytter avfall fra oppdrettsvirksomhet til primærproduksjon, har også et potensial (for økt karbonlagring kombinert med næringsvirksomhet) som kan utnyttes videre. Videre kan oppdrett av steinbit for utsetting i nyetablerte tareskoger bidra til å hindre ny nedbeiting og etter hvert bidra til økt matproduksjon, samt næringsaktivitet knyttet til fritids/turistfiske (Andersen mfl. 2012).

### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Akvakultur tilfører marine økosystemer betydelige næringsalter (sammen med kommunale avløpsanlegg og avrenning fra jordbruk står de for de største utslippene). Tiltak for å redusere tilførselen av næringsalter til marine økosystemer kan derfor potensielt ha en (liten til middels) negativ innvirkning på akvakultur og havbruk. Interessekonflikten vil være størst der det er et ønske om bevaring eller reetablering av naturlige marine økosystemer (se kapittel 2.3). Dyrking av tareskoger i kombinasjon med fiskeoppdrett, kan samtidig være et aktuelt tiltak for mer bærekraftig fremtidig havbruk (se forrige avsnitt)<sup>2</sup>.

### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Tiltak som innebærer redusert utbygging i marine økosystemer, vil kunne medføre en potensiell interessekonflikt med næringsinteresser som fiskerimottak og havbruksutbygging i kystnære områder. Interessekonflikten vil potensielt være størst i nærhet av strandsonen, for eksempel hvis en ønsker bevaring og restaurering av ålegrasenger og tidevannsender. Tiltaket vurderes derfor til å ha en liten til middels negativ innvirkning.

### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Tiltaket redusert tråling har en potensiell stor negativ innvirkning på deler av fiskerinæringen. Bunntråling skjer i hovedsak på dypere vann, og vil i hovedsak ha mindre påvirkning på lagring av CO<sub>2</sub> i tareskog og sjøgressenger i og langs kysten. Bunntråling har dog stor innvirkning på frigjøring av langtidslagret karbon fra havbunnen. Fiske med bunntrål fører til oppvirvling av sedimenter, og

---

<sup>2</sup> Integreert multitrofisk akvakultur (IMTA) (Andersen mfl., 2012). Konseptet IMTA involverer oppdrett av flere arter på ulike trofisknivå i næringsnettet, hvor avfall fra arter som føres blir utnyttet av arter på et lavere nivå.

effektene er størst på bløt mudderbunn bestående av leire og silt. Bunntråling kan videre føre til remineralisering av organisk karbon lagret i sedimenter, dvs. omdannelse til uorganisk karbon (f.eks. CO<sub>2</sub>), og frigjøring av dette til vannmassene (Løkkeborg mfl., 2023). Regulering av bunntråling kan derfor være et effektivt tiltak for å redusere frigjøring av langtidslagret karbon.

### 3.3 Naturmiljø

#### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Ved siden av potensialet for karbonlagring samt uttak til kommersiell/industriell virksomhet har tareskogene (sammen med tang og sjøgress) viktige økosystemfunksjoner og bidrar med en lang rekke økosystemtjenester det marine miljøet, bl.a. støttende (biodiversitet, primærproduksjon), regulerende (binding av CO<sub>2</sub>) og produserende økosystemtjenester (fiskeri etc.) (se Magnussen mfl., 2011), og er således en viktig faktor for det marine naturmiljøet, samt bærekraftig forvaltning av det. Det ble i 2015 gjort en konsekvensvurdering av opprettelsen av Raet Nasjonalpark lang sørlandskysten, hvor det er større forekomster av tareskoger, tang og sjøgress (ålegrasenger). Selv om ikke CO<sub>2</sub> lagring var en del av dette studiet, ville reguleringer (pga. vern) av andre næringer (bl.a. fiskeri) ha positiv innvirkning på kvaliteten av disse forekomstene (Lillehammer mfl., 2015), og dermed også mulig deres regulerende funksjon vedrørende lagring av CO<sub>2</sub>. Tiltaket har derfor potensiell stor positiv innvirkning på naturmiljø.

#### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Tiltaket vil stort sett ha potensielt stor positiv innvirkning på naturmiljø (ihht. «blå skog»), og spesielt for bevaring og reetablering av sjøgress/ålegrasenger på grunnere områder i fjordsystemene langs Norskekysten.

#### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Tilsvarende som tiltak 2.

#### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Tiltaket vil potensielt ha stor positiv innvirkning på naturmiljø. Det er godt dokumentert at bunntråling har stor påvirkning på habitater dominert av store, fastsittende, sent voksende og langtidslevende organismer som koraller, svamper og sjøfjær. Undersøkelser utført i Barentshavet har vist at tråling fanger, forflytter og skader bunnfauna i slike habitattyper. Studier i andre havområder og på andre typer bunnhabitater har vist nedgang i antall og biomasse av noen av de undersøkte artene, og at graden av påvirkning varierer mellom studiene (Løkkeborg mfl., 2023).

### 3.4 Skipsfart

#### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Det forventes en marginal interessekonflikt med, og innvirkning på, skipsfart, spesielt til havs. Lettere skipsfart i fjordområdene, kan muligens bli noe påvirket hvis man etablerer arealer for (ny)dyrking av tareskoger, men også her vurderes også muligheten til interessekonflikter som marginal til liten.

#### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Skipsfart tilfører det marine økosystemer næringsstoffer gjennom utslipp av bl.a. kloakk. Det er reguleringer på dette i Norske farvann. Reglene om utslipp av kloakk fra skip og flyttbare innretninger finnes i miljøsikkerhetsforskriften §§ 9 og 10. I sjø er det bl.a. forbud mot utslipp av kloakk innenfor en avstand av 300 meter fra land. Forbudet gjelder ikke for skip og flyttbare innretninger som bruker

kloakkrenseanlegg som oppfyller kravene i MARPOL<sup>3</sup>. Potensiell interessekonflikt vurderes derfor til marginal til liten.

#### **Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer**

Det vil være en potensiell liten til medium interessekonflikt med, og innvirkning på, spesielt havneutbygging og skipsmottak, i områder med tareskog og sjøgressenger.

#### **Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling**

Ingen interessekonflikt.

### 3.5 Havvind

#### **Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)**

Tilsvarende som for skipsfart vil interessekonflikten, og innvirkning på havvind, være marginal til liten, spesielt for flytende havvind. Bunnfast havvind i kystnære og grunnere områder kan potensielt ha areal og interessekonflikt med restaurering (reetablering) av spesielt tareskog og bør utredes der dette er aktuelt. Bunnfast havvind kan og påvirke det langtidslagrede karbonet<sup>4</sup>, fra tare rester og tarekarbon, på substratet i havbunnen (se kapittel 1, andre avsnitt). Bunnfast havvind kan føre til etablering av kunstige rev, med mulig positiv innvirkning på makroalger og marine dyr (Enhus mfl., 2013). Dyrking av tareskoger i forbindelse med dette er noe som kunne vurderes der det er aktuelt.

#### **Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer**

For dette tiltaket vil det sannsynligvis være marginal til liten interessekonflikt, bortsett fra hvis det blir satt reguleringer på utslipp av næringsstoffer fra avfall under konstruksjonsfasen. Konstruksjon av havvindparker kan også føre til sedimentspredning fra havbunnen (Enhus mfl., 2013) og dermed også frigjørelse av langtidslagret karbon til vannmassene.

#### **Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer**

Havvindparker, spesielt bunnfaste vil kunne påvirke havbunnen over større områder, og det er planer for utbygging av havvind i stor skala langs Norskekysten (NVE, 2012). Potensiell areal og interessekonflikt og innvirkning er beskrevet videre under Tiltak 1 over.

#### **Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling**

Ingen interessekonflikt.

### 3.6 Oljenæring

#### **Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)**

Det forventes marginal til ingen interessekonflikt med, og innvirkning på, oljenæringen da denne sektorens aktivitet i stor grad foregår langt til havs, men virksomheten kan dog påvirke det langtidslagrede karbonet på havbunnen i områdene med oljeleting og -produksjon.

---

<sup>3</sup> Den internasjonale konvensjonen om hindring av forurensning fra skip

<sup>4</sup> Ved at det frigjøres til vannsøylen og føres med vann-/havstrømmer.

### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Marginal til liten interessekonflikt, bortsett fra reguleringer på utslipp av næringsstoffer fra avfall under fra oljeplattformer og tilgrensende oljevirkosomhet.

### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Marginal til liten interessekonflikt hvis oljevirkosomheten skal reduseres/fases ut over tid.

### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Ingen interessekonflikt.

## **3.7 Mineralutvinning og georessurser**

### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Det kan være en potensiell (liten til middels) interessekonflikt med, og innvirkning på, mineralutvinning og uttak av georessurser i kystnære områder og, for eksempel uttak av marine sand og grusavsetninger i grunnere områder der en har forekomster av tareskoger og sjøgress (se for eksempel Lillehammer mfl., 2015). Mineralutvinning lengre til havs vil ha en marginal interessekonflikt, bortsett fra at det kan påvirke det langtidslagrede karbonet på havbunnen i områdene med utvinning.

### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Mineralutvinning kan føre til økt tilførsel av næringsstoffer til det marine miljøet og det vil således være en middels til stor interessekonflikt, og innvirkning på mineralutvinning, hvis gjennomføring av dette tiltaket også skal omfatte denne næringen.

### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Her vil det potensielt være en stor interessekonflikt, spesielt i kystnære områder som beskrevet under Tiltak 1 over.

### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Ingen interessekonflikt.

## **3.8 Reise- og friluftsliv**

### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

For reiseliv er dette tiltaket vurdert til å medføre liten interessekonflikt. Arealer avsatt for dyrking av tareskoger og sjøgressenger i fjordsystemer, kan dog potensielt ha en liten negativ innvirkning på bruk av fritidsbåt. For fritidsfiske kan restaurering imidlertid ha en positiv innvirkning på fiske og skjelldyrproduksjon.

### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Tiltak for å redusere tilførsel av næringsalter vil i liten grad medføre en negativ innvirkning på reise- og friluftsliv. Friluftsliv kan påvirkes i noen grad ved innføring av reguleringer på utslipp av kloakk fra

fritidsbåter for vern/bevaring av det marine miljøet inkludert tareskoger, tang- og sjøgresshabitater<sup>5</sup>. Generelt vurderes interessekonflikten som liten.

#### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Tiltak for å redusere utbygging av marine økosystemer vil potensielt i stor grad kunne medføre en (liten) positiv innvirkning på reise- og friluftsliv som baserer seg på opplevelse av det marine miljøet. Det kan potensielt være noe negativ innvirkning for reiselivsutbygging i og nær strandsonen/kystnære områder, hvor en har forekomster av tareskoger, tang og sjøgresshabitater.

#### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Tiltaket redusert (bunn)tråling vil i stor grad kunne medføre en (liten til middels) positiv innvirkning på reise- og friluftsliv som baserer seg på opplevelse av det marine miljøet, da dette tiltaket vil medføre en redusert negativ påvirkning på det marine økosystemet og dets arts mangfold.

### 3.9 Kulturminner og kulturmiljø

#### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Marine kulturminner og kulturmiljø kan være omfattet av kulturminneloven (automatisk freda kulturminner, vedtaksfreda kulturminner osv.). Disse finnes langs hele Norge sin kyst, fra fjord og kystområder nær land til langt ute til havs. Da forekomsten av disse er omfattende kan tiltak som reetablering av spesielt tareskog over større områder, samt områder/arealer tiltenkt/avsatt til dyrking av disse, medføre en negativ innvirkning på kulturminner og kulturmiljø, og interessekonflikten er vurdert som middels til stor.

#### ***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Ingen interessekonflikt.

#### ***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Tiltaket vil i hovedsak ha (liten til middels) positiv innvirkning på kulturminner og kulturmiljø, da marine forekomster av dette sannsynligvis vil bli mindre påvirket ved iverksetting av slike tiltak, blant annet pga. kulturminneloven.

#### ***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Tiltaket vil i hovedsak ha (liten til middels) positiv innvirkning på, kulturminner og kulturmiljø, da marine forekomster av dette vil bli mindre påvirket.

### 3.10 Infrastruktureiere (traseer og undersjøiske kabler)

#### ***Tiltak 1: Restaurering (reetablering) og dyrking av tareskog, tang og sjøgress (inkl. redusering av beitetrykk fra kråkeboller)***

Det forventes en marginal interessekonflikt, og innvirkning på infrastruktureiere, spesielt over sikt, da arealbeslaget, i potensielle områder med tare og sjøgressenger, i hovedsak vil begrense seg til

---

<sup>5</sup> <https://www.nrk.no/osloogviken/anbefaler-forbud-mot-utslipp-av-kloakk-fra-fritidsbater-i-oslofjorden-1.16281357>



konstruksjonsfasen. Traseer og undersjøiske kabler, kan dog under anleggsfasen påvirke det langtidslagrede karbonet på havbunnen lenger til havs.

***Tiltak 2: Redusert tilførsel av næringsalter for å bevare marine økosystemer***

Marginal til liten interessekonflikt, bortsett fra reguleringer på utslipp av næringsstoffer fra avfall under konstruksjonsfasen.

***Tiltak 3: Redusert utbygging i marine økosystemer***

Samme som Tiltak 1, men med ytterligere begrensninger/reguleringer kan interessekonflikten ventes å øke.

***Tiltak 4: Redusert (bunn)tråling***

Marginal interessekonflikt. Men tiltaket kan potensielt ha (liten) positiv innvirkning ved at redusert bunntåling vil redusere uhell rundt bunntåling, og dermed redusere ødeleggelse av denne type infrastruktur.

### 3.11 Andre interessenter/aktører (Kystverket, Forsvaret, CCS)

***Tiltak 1 til 4:***

Det forventes marginal interessekonflikt med, og innvirkning på, disse interessentene, bortsett fra at lagring av CO<sub>2</sub> på sokkelen (CCS) kan frigjøre langtidslagret karbon til vannmassene.

# Referanser

- Aksnes, D.L., Dupont, N., Staby, A., Fiksen, Ø., Kaartvedt, S. og Aure, J. 2009. Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Mar Ecol Prog Series* 387: 39-49. DOI: 10.3354/meps08120
- Andersen, S., Strand, Ø. og Strand, H. K. 2012. Marin karbonfangst og matproduksjon. Rapport Havforskning sinstituttet. Nr. 25-2012.
- Barentswatch. 2022. Norges maritime grenser. Barentswatch. <https://www.barentswatch.no/artikler/Norges-maritime-grenser/> hentet: 27.01.2023
- Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H. P., Mumby, P. J. og Lovelock, C. E. 2015. The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecol Appl* 26:1055–1074.
- Gundersen, H., Bekkby, T., Norderhaug, K. M., Oug, E. og Fredriksen, S. 2018. Marin undervannsenseng, Marint gruntvann. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet 03.02.2022 fra <https://artsdatabanken.no/RLN2018/18>
- Borgersen, G. Rinde, E., Moy, S. og Gundersen, H. 2020. *Har vi "saltmarshes" I Norge? En vurdering av begrepet opp mot norske naturtyper*. NIVA-rapport
- CIA. 2023. Field Listing – Coastline. The World Factbook. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/coastline/18> hentet: 27.01.2023.
- "Auriac, M. A., Hancke, K., Gundersen, H., Frigstad, H. og Borgersen, G. 2021. *Blue Carbon eDNA—A novel eDNA method to trace macroalgae carbon in marine sediments*. NIVA-rapport.
- DOSI. 2021. "Impacts of Macroalgal and Crop-Waste Deposition into Deep Water." Deep Ocean Stewardship Initiative Policy Brief.
- Duarte, C. M., Gattuso, J. P., Hancke, K., Gundersen, H., Filbee-Dexter, K., Pedersen, M.F., Middelburg, J. J., Burrows, M. T., Krumhansl, K. A., Wernberg, T., Moore, P., Pessarrodona, A., Ørberg, S. B., Pinto, I. S., Assis, J., Queirós, A. M., Smale, D. A., Bekkby, T., Serrão, E. A. og Krause-Jensen, D. 2022. Global estimates of the extent and production of macroalgal forests. *Global Ecology and Biogeography*.
- Eger, A. M., Marzinelli, E., Gribben, P., Johnson, C. R., Layton, C., Steinberg, P. D., Wood, G., Silliman, B. R. og Vergés, A. 2020. Playing to the positives: using synergies to enhance kelp forest restoration. *Frontiers in Marine Science*, 544.
- Enhus, C., Carlstrom, J., Didrikas, T., Naslund, J., Lillehammer L. og Norderhaug, KM. 2012. Strategisk konsekvensutredning av fornybar energiproduksjon i Norges havsomraden -Delutredning 3: Bottensamhallen, fisk och marina daggdjur. AquaBiota Rapport 2012:01.112 sid. ISBN 978-91-85975-17-4.
- Filbee-Dexter, K., Feehan, C. J., Smale, D. A., Krumhansl, K. A., Augustine, S., de Bettignies, F., Burrows, T. M., Byrnes, J. E. K., Campbell, J., Davoult, D., Dunton, K. H., Franco, J. N., Garrido, I., Grace, S. P., Hancke, K., Johnson, L. E., Konar B., Moore, P. J., Norderhaug, K. M., O'Dell, A., Pedersen, M. F., Salomon, A. K., Sousa-Pinto, I., Tieggs, S., Yiu, D. og Wernberg, T. 2022. Kelp carbon sink potential decreases with warming due to accelerating decomposition. *PLoS biology*, 20(8), e3001702.
- Fraschetti, S., McOwen, C., Papa, L., Papadopoulou, N., Bilan, M., Boström, C., Capdevila, P., Carreiro-Silva, M., Carugati, L., Cebrian, E., Coll, M., Dailianis, T., Danovaro, R., De Leo, F., Fiorentino, D., Gagnon, K., Gambi, C., Garrabou, J., Gerovasileiou, V., Hereu, B., Kipson, S., Kotta, J., Ledoux, J.-B., Linares, C., Martin, J., Medrano, A., Montero-Serra, I., Morato, T., Pusceddu, A., Sevastou, K., Smith, C.J., Verdura, J. og Guarnieri, G. 2021. Where Is More Important Than How in Coastal and Marine Ecosystems Restoration. *Front Mar Sci* 8:1–14.
- Fredriksen, S., Filbee-Dexter, K., Norderhaug, K. M., Steen, H., Bodvin, T., Coleman, M. A., Moy, F. og Wernberg, T. 2020. Green gravel: a novel restoration tool to combat kelp forest decline. *Scientific reports*, 10(1), 1-7.
- Frigstad, H., Gundersen, H., Andersen, G. S., Borgersen, G., Kvile, K. O., Krause-Jensen, D., Boström, C., Bekkby, T., d'Auriac, M. A., Ruus, A., Thormar, J., Asdal, K. og Hancke, K. 2020. *Blue Carbon – climate adaptation, CO<sub>2</sub> uptake and sequestration of carbon in Nordic blue forests*. Nordic Blue Carbon Project
- Gagnon, K., Christie, H., Dideren, K., Fagerli, C. W., Govers, L. L., Gräfnings, M. L. E., Heusinkveld, J. H. T., Kaljurand, K., Lengkeek, W., Martin, G., Meysick, L., Pajusalu, L., Rinde, E., van der Heide, T. og Boström, C. 2021. Incorporating facilitative interactions into small-scale eelgrass restoration—challenges and opportunities. *Restor Ecol*, 29: e13398. <https://doi.org/10.1111/rec.13398>
- Graves, C. A., Benson, L., Aldridge, J. N., Austin, W. E. N., Dal Molin, F., Fonseca, V. G., Hicks, N., Hynes, C., Kröger, S., Lamb, P. D., Mason, C., Powell, C. Smeaton, C., Wexler, S. K., Woulds, C. og Parker, E. R. 2022. Sedimentary carbon on the continental shelf: Emerging capabilities and research priorities for Blue Carbon. *Frontiers in Marine Science*, 1642.

- Hancke, K., Andersen, G. S., Gundersen, H., Kvile, K. Ø., Trannum, H. C. og Borgersen, G. 2022. Kunnskapsoppsummering om marine områder som er viktige for karbonlagring. NIVA-rapport 7788-2022
- Hurd, C. L., Law, C. S., Bach, L. T., Britton, D., Hovenden, M., Paine, E. R., Raven, J. A., Tamsitt, V. og Boyd, P. W. 2022. Forensic carbon accounting: Assessing the role of seaweeds for carbon sequestration. *Journal of Phycology*.
- Infantes, E., Rinde, E. og Kvile, K. Ø. 2022. Restaurering av ålegrasenger. En praktisk veileder utviklet for Oslo kommune. NIVA-rapport 7693-2022
- Kaste, Ø., Skarbøvik, E., Clarke, N. og de Wit, H. 2021. Gjødsling av skog - vurdering av eksisterende hensynssone og tak for nitrogengjødsling på bakgrunn av ny kunnskap. RAPPORT L.NR. 7663-2021. 56 s.
- Klimaloven. 2017. Lov om klimamål (LOV-2017-06-16-60). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>
- Klima- og Miljødepartementet. 2020. Meld. St. 20. Helhetlig forvaltningsplaner for de norske havområdene.
- Krause-Jensen, D. og Duarte, C. M. 2016. Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. *Nature Geoscience* 9(10): 737-+.
- Krause-Jensen, D., Lavery, P., Serrano, O., Marbà, N., Masque, P. og Duarte, C.M. 2018. Sequestration of macroalgal carbon: the elephant in the Blue Carbon room. *Biol. Lett.* 14: 20180236. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2018.0236>
- Krause-Jensen, D., Duarte, C. M., Sand-Jensen, K. og Carstensen, J. 2020. Century-long records reveal shifting challenges to seagrass recovery. *Glob Change Biol.* 2020:1-13.
- Krause-Jensen, D., Gundersen, H., Björk, M., Gullström, M., Dahl, M., Asplund, M. E., Boström, C., Holmer, M., Banta, G. T., Graversen, A. E. L., Pedersen, M. F., Bekkby, T., Frigstad, H., Skjellum, S. F., Thomar, J., Gyldenkerne, S., Howard, J., Pidgeon, E., Ragnarsdóttir, S. B., Mols-Mortensen, A. og Hancke, K. 2022. Nordic blue carbon ecosystems: status and outlook. *Frontiers in Marine Science*, 742.
- Kvile, K. Ø., Infantes, E., Skjellum, S. F., Platjouw, F. K. og Rinde, E. 2022. Potensial for restaurering og reintroduksjon av ålegrasenger i Oslofjorden, og mulighetene dette kan gi for klimatilpasning, karbonopptak og lagring. NIVA-rapport 7692-2022.
- Lillehammer, L., Lied, A. B., Berge, V., Halvorsen, A., Jenssen, Ø. W., Heimstad, R., Stave, J. og Østerdal, A. 2015. Konsekvensutredning Raet Nasjonalpark. Multiconsult rapport for Fylkesmannen i Aust Agder.
- Løkkeborg, S., Bakkeplass, K., Diesing, M., Gjøsæter, H., Gonzalez-Mirelis, G., Hvingel, C., Jørgensen L. L., Moland, E., Norderhaug, K. M. og Rastrick, S. 2023. Effekter av Bunntråling. Sammenstilling av kunnskap om bunnpåvirkning fra trål og snurrevad relevant for norske farvann. Rapport fra Havforskningen. Rapport Nr. 2023-01.
- Macreadie, P. I., Anton, A., Raven, J. A., Beaumont, N., Connolly, R. M., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., Kuwae, T., Lavery, P. S., Lovelock, C. E., Smale, D. A., Apostolaki, E. T., Atwood, T. B., Baldock, J., Bianchi, T. S., Chmura, G. L., Eyre, B. D., Fourqurean, J. W., Hall-Spencer, J. M., Huxham, M., Hendriks, I. E., Krause-Jensen, D., Laffoley, D., Luisetti, T., Marbà, N., Masque, P., McGlathery, K. J., Megonigal, J. P., Murdiyasar, D., Russel, B. D., Santos, R., Serrano, O., Silliman, B. R., Watanabe, K. og Duarte, C. M. 2019. The future of Blue Carbon science. *Nature Communications*, 10(1), 3998. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11693-w>
- Magnussen, K., Lillehammer, L., Helland, L. K. og Gausen, O. M. 2011. Marine økosystemtjenester i Barentshavet – Lofoten: Beskrivelse, vurdering og verdsetting. *Vann*. 01.2011. Pp 45-57.
- Moy, F.E., og Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway, *Marine Biology Research*, 8:4, 309-321, DOI: 10.1080/17451000.2011.637561
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L. og Grimsditch, G. (Red.). 2009. Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, [www.grida.no](http://www.grida.no) ISBN: 978-82-7701-060-1
- NVE. 2012. Havvind. Strategisk Konsekvensutredning.
- PEFC. 2015. Norsk PEFC Skogstandard. Hentet fra [pefc.no: https://cdn.pefc.org/pefc.no/media/2021-01/c713871e-587a-4bob-b367-64ea6a3ab5e0/16118998-c836-5851-aa38-eda2bed48004.pdf](https://cdn.pefc.org/pefc.no/media/2021-01/c713871e-587a-4bob-b367-64ea6a3ab5e0/16118998-c836-5851-aa38-eda2bed48004.pdf) (09.02.2023)
- Prop. 1 S. 2019-2020. FOR BUDSJETTÅRET 2020, Utgiftskapittel: 1400–1482 Inntektskapittel: 4400–4481 og 5578. Klima- og miljødepartementet.
- Ricart, A. M., Krause-Jensen, D., Hancke, K., Price, N. N., Masqué, P., Duarte, C. M. 2022. Sinking seaweed in the deep ocean for carbon neutrality is ahead of science and beyond the ethics. *Environmental Research Letters* 17

- Rinde, E., Bekkby, T., Kvile, K., Andersen, G. S., Brkljacic, M., d'Auriac, M. A., Christie, H., Fagerli, C. W., Fredriksen, S., Moy, S., Staalstrøm, A. og Tveiten, L. 2021. Kartlegging av et utvalg marine naturtyper i Oslofjorden. NIVA-rapport 7605-2021.
- Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., Cheung, W., Costello, C., Ferretti, F., Friedlander, A. M., Gaines, S. D., Garilao, C., Goodell, W., Halpern, B. S., Hinson, A., Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Leprieur, F., McGowan, J., Morgan, L. E. Mouillot, D., Palacios-Abrantes, J., Possingham, H. P., Rechberger, K. D., Worm, B. og Lubchenco, J. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592(7854), 397-402.
- Sample, J. E. 2023. Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2021 – tabeller, figurer og kart. NIVA-rapport 7808-2023
- Statens kartverk. 2018. Den norske los, Bind 1, Almennelige opplysninger, Åttende utgave, PDF-versjon 8.9. Kartverket Sjødivisjonen. ISBN 978-82-90-65326-7
- Tænketanken Hav. 2022. Blue carbon: Potentialet for CO<sub>2</sub>-fangst og lagring i marin biomasse i Danmark - En analyse fra Tænketanken Hav
- Utenriksdepartementet. 2020. Kontinentalsokkelen: Spørsmål og svar. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/tema/utenrikssaker/folkerett/kontinentalsokkelen-sporsmal-og-svar/id448309/> hentet: 27.01.2023
- van Katwijk, M. M., Thorhaug, A., Marbà, N., Orth, R. J., Duarte, C. M., Kendrick, G. A., Althuizen, I. H. J., Balestri, E., Bernard, G., Cambridge, M. L., Cunha, A., Durance, C., Giesen, W., Han, Q., Hosokawa, S., Kiswara, W., Komatsu, T., Lardicci, C., Lee, K. S., Meinesz, A., Nakaoka, M., O'Brien, K. R., Paling, E. I., Pickerell, C., Ransijn, A. M. A. og Verduin, J. J. 2016. Global analysis of seagrass restoration: The importance of large-scale planting. *J Appl Ecol* 53:567–578.
- Walday, M., Rinde, E., Andersen, G. S., Hancke, K. og Moy, S. 2021. Frisk Oslofjord. Undersøkelser på grunt vann - med utprøving av ny teknologi. NIVA-rapport 7642-2021



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.