

8189-2026

# Trofiske interaksjoner og koblingen mellom toppredatorer, mesopredatorer, evertebrater, blå skog og lurv

Faggrunnlag og forslag til følgeforskning i forbindelse med vedtatt fiskeforbud i Oslofjorden



Løpenummer: 8189-2026

ISBN 978-82-577-7927-6  
NIVA-rapport  
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er  
kvalitetssikret iht. NIVAs  
kvalitetssystem og  
godkjent av:

Trine Bekkby  
Prosjektleder

Paul Berg  
Forskningsleder

© Norsk institutt for  
vannforskning STI og  
Miljødirektoratet.  
Publikasjonen kan siteres  
fritt med kildeangivelse.

Forsidebilde:  
Janne K. Gitmark

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

# Rapport

## Norsk institutt for vannforskning STI

| Tittel                                                                                                                                                                                                  | Sider                                                           | Dato         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| Trofiske interaksjoner og koblingen mellom toppredatorer, mesopredatorer, evertebrater, blå skog og lurv. Faggrunnlag og forslag til følgeforskning i forbindelse med vedtatt fiskeforbud i Oslofjorden | 47 + vedlegg                                                    | 26.03.2026   |
| Forfatter(e)                                                                                                                                                                                            | Fagområde                                                       | Distribusjon |
| Trine Bekkby, Eli Rinde, Hartvig Christie, André Staalstrøm, Marijana Brkljacic, Bjørnar Beylich, Dag Hjermann, Wenche Eikrem, Anette Engesmo og Helene Frigstad                                        | Marinbiologi                                                    | Åpen         |
| Oppdragsgiver(e)                                                                                                                                                                                        | Kontaktpersoner hos oppdragsgiver                               |              |
| Miljødirektoratet                                                                                                                                                                                       | Astrid Winneberg Skoge, Sunniva Eide Sunde og Henriette Givskud |              |
| Utgitt av NIVA                                                                                                                                                                                          | Oppdragsgivers utgivelse:                                       |              |
| Prosjektnummer 250206                                                                                                                                                                                   | M-3144 2026                                                     |              |

### Sammendrag

Med virkning fra 1. januar 2026 ble det innført tre nullfiskeområder i Oslofjorden, i indre Oslofjord, Færder og Hvaler. I 2024 ba Stortinget regjeringen sørge for at tiltakene som gjøres for å ta vare på Oslofjorden følges av forskning som bidrar til et best mulig kunnskapsgrunnlag for å sikre en vellykket oppbygging av økosystemene. Denne rapporten sammenstiller kunnskapsgrunnlaget knyttet til hvordan oppblomstring av lurv (fintrådige alger) kan knyttes til dynamikken mellom arter via kaskade-effekter i økosystemet, og foreslår en plan for følgeforskning med hovedfokus på rollen til lurv i økosystem Oslofjorden. Det overordnede forskningsspørsmålet som stilles i dette arbeidet er om økosystemet får gjeninnført en viktig reguleringsmekanisme gjennom trofiske interaksjoner dersom vedtatt fiskeristopp resulterer i en reintroduksjon av toppredatorer (torsk eller andre arter) til fjorden. Videre lurer vi på om dette vil resultere i at økosystemet igjen kommer i balanse, med arter som kan kontrollere mengden lurv. Rapporten presenterer et forslag til 1) følgeforskning i felt, inkludert forslag til fokusområder (med kart) for undersøkelsene, metoder og frekvens; 2) eksperimenter for detaljert forståelse av sammenhenger; og 3) utvikling av modeller for Oslofjordens tilstand med hovedfokus på å fange opp utviklingen og effekter av lurv.

**Emneord:** Følgeforskning, Trofiske interaksjoner, Økosystem, Lurv

**Keywords:** Follow-up research, Trophic interactions, Ecosystem, Turf

# Innholdsfortegnelse

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Forord                                                                          | 4  |
| Sammendrag                                                                      | 5  |
| Summary                                                                         | 5  |
| 1. Forskningsspørsmål og hypoteser                                              | 6  |
| 2. Bakgrunn                                                                     | 7  |
| 3. Sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget                                        | 8  |
| 3.1 Blå skog                                                                    | 8  |
| 3.2 Hva er lurv                                                                 | 10 |
| 3.3 Om trofisk ubalanse og lurv                                                 | 12 |
| 3.4 Om blåskjell og rollen til bløtbunnsarter                                   | 14 |
| 3.5 Forhold i vannmassene                                                       | 15 |
| 4. Forslag til plan                                                             | 16 |
| 4.1 Data til utvelgelse av fokusområder                                         | 17 |
| 4.2 Følgeforskning i felt                                                       | 20 |
| 4.2.1. Forslag til fokusområder                                                 | 20 |
| 4.2.2. Foreslåtte metoder                                                       | 24 |
| 4.2.2.1. Generelt                                                               | 24 |
| 4.2.2.2. Lurvens utbredelse, tetthet og biomasse                                | 25 |
| 4.2.2.3. Utbredelse, tilstand og lokalitetskvalitet for blå skog                | 26 |
| 4.2.2.4. Artsdiversitet og funksjonell diversitet i blå skog og lurv            | 26 |
| 4.2.2.5. Predatordynamikk knyttet til marine naturtyper                         | 27 |
| 4.2.2.6. Utbredelse, lokalitetskvalitet og størrelsesfordeling på blåskjellbunn | 28 |
| 4.2.2.7. Fauna og bunnforhold på grunn bløtbunn                                 | 29 |
| 4.2.2.8. Analyser av fysisk-kjemiske forhold og planteplankton                  | 30 |
| 4.2.3. Frekvens for undersøkelsene                                              | 31 |
| 4.2.4. Prioritering av arbeidet                                                 | 32 |
| 4.2.5. Presentasjon av de enkelte fokusområdene                                 | 34 |
| 4.3 Eksperimenter for detaljert forståelse                                      | 42 |
| 4.4 Modellering av Oslofjorden                                                  | 42 |
| 4.5 Folkeforskning                                                              | 43 |
| 5. Referanser                                                                   | 44 |
| 6. Vedlegg                                                                      | 48 |
| 6.1 Relevant eksisterende overvåking                                            | 48 |
| 6.2 Tabell over relevante geofysisk-kjemiske data                               | 49 |
| 6.3 Kart over utvalgte relevante miljøforhold                                   | 50 |
| 6.4 Kart og data over endring i lysforhold i Oslofjorden                        | 57 |

# Forord

Det er anerkjent at presset i Oslofjorden er høyt, med effekter av overfiske, høy tilførsel av nitrogen fra avløp og jordbruk, og nedbygging og utfylling av strandsone og strandnære oppvekstområder for bl.a. fiskeyngel. Bakgrunnen for denne rapporten er Stortingets flertallsvedtak fra 2024 om å be regjeringen sørge for at tiltakene som gjøres for å ta vare på Oslofjorden følges av forskning som bidrar til et best mulig kunnskapsgrunnlag for å sikre en vellykket oppbygging av økosystemene. På bakgrunn av dette skrev Klima- og miljødepartementet, i sitt tildelingsbrev, at Miljødirektoratet for 2025 skal «vurdere behovet for styrket følgeforskning for å sikre best mulig kunnskapsgrunnlag om tiltak for Oslofjorden og anbefale mulig innretning på denne, jf. anmodningsvedtak 793 (2023-2024)».

I Miljødirektoratets notat til Klima- og miljødepartementet 15.10.2025 («Rammer/skisse for følgeforskning for Oslofjorden») understrekes behovet for følgeforskning på indirekte effekter av nullfisket. Høsten 2025 ga derfor Miljødirektoratet NIVA oppdraget med å foreslå et [overvåkningsprogram for effekten av nullfiskeområder på lurv i Oslofjorden](#). Denne rapporten svarer på dette oppdraget ved å 1) [sammenstille kunnskapsgrunnlaget](#) om hvordan oppblomstring av lurv kan knyttes til dynamikken mellom arter via kaskade-effekter i økosystemet, 2) basert på kunnskapsgrunnlaget og en vurdering av egnede data, foreslå en [plan for følgeforskning](#) for å forstå effekter av nullfisketiltaket på trofiske interaksjoner og mulig reduksjon i mengden lurv, og 3) [identifisere aktuelle områder](#) for følgeforskning på tiltakets effekt på lurv, inkludert en beskrivelse av hvilke data, kartlag og modeller som finnes av relevans for ulike miljøforhold, variabler og sammenhenger.

[Kunnskapsgrunnlaget er sammenstilt ved å](#) beskrive det overordnede forskningsspørsmålet og tilhørende hypoteser ([Kap. 1](#)), den faglige bakgrunnen for forslagene som fremmes ([Kap. 2](#)) samt kunnskapsgrunnlaget for de ulike parameterne som foreslås inkludert i en plan for følgeforskning ([Kap. 3](#)). Forslag til plan og aktuelle områder for følgeforskning er beskrevet i [Kap. 4](#). [Kap. 5](#) gir oversikt over referansene til kunnskapsgrunnlaget og [Kap. 6](#) (vedlegg) gir oversikt over relevant eksisterende overvåking, tabell over geofysisk-kjemiske data av relevans for utvelgelse av stasjoner, kart over relevante miljøforhold, inkludert hvordan lysforhold i Oslofjorden har endret seg fram til i dag.

Denne rapporten kan inneholde noe gjenbruk av tekst brukt i henhold til NIVAs retningslinjer, fra NIVAs ØKOKYST-rapporter og nettsider for ulike overvåkningsprogrammer. Alt innholdet i rapporten er produsert av forfatterne. Kunstig intelligens (Copilot) er benyttet til språklige forbedringer til deler av teksten.

Oslo, 25.03.2026

Trine Bekkby  
Prosjektleder

# Sammendrag

Med virkning fra 1. januar 2026 ble det innført tre nullfiskeområder i Oslofjorden: i indre Oslofjord, Færder og Hvaler. I 2024 ba Stortinget regjeringen sørge for at tiltakene som gjøres for å ta vare på Oslofjorden følges av forskning som bidrar til et best mulig kunnskapsgrunnlag for å sikre en vellykket oppbygging av økosystemene.

Denne rapporten sammenstiller kunnskapsgrunnlaget om hvordan oppblomstring av lurv (fintrådige alger) kan knyttes til dynamikken mellom arter via kaskade-effekter i økosystemet, og foreslår en plan for følgeforskning med hovedfokus på rollen til lurv i økosystemet Oslofjorden. Det overordnede forskningsspørsmålet er om økosystemet får gjeninnført en viktig reguleringsmekanisme gjennom trofiske interaksjoner dersom vedtatt fiskeristopp resulterer i en reintroduksjon av toppredatorer (torsk eller andre arter) til fjorden. Videre lurte vi på om dette vil resultere i at økosystemet igjen kommer i balanse, med arter som kan kontrollere mengden lurv.

Rapporten presenterer et forslag til 1) følgeforskning i felt, inkludert forslag til fokusområder (med kart) for undersøkelsene, metoder og frekvens; 2) eksperimenter for detaljert forståelse av sammenhenger; og 3) utvikling av modeller for Oslofjordens tilstand med hovedfokus på å fange opp utviklingen og effekter av lurv.

## Summary

Effective from 1 January 2026, three no-fishing zones were established in the Oslofjord: in the inner Oslofjord, Færder, and Hvaler. In 2024, the Norwegian Parliament requested that the government ensures that the actions taken to protect the Oslofjord are accompanied by research that provides the best possible knowledge base for securing a successful restoration of the ecosystems.

This report compiles the existing knowledge related to how turf blooms (filamentous algae) may be linked to species dynamics through cascade effects in the ecosystem. It also proposes a plan for follow-up research with a main focus on the role of turf in the Oslofjord ecosystem. Our overarching research question is whether the ecosystem can regain an important regulatory mechanism through trophic interactions if the adopted fishing ban results in the reintroduction of top predators (cod or other species) into the fjord. Further, we ask whether this, in turn, will restore ecological balance, with species capable of controlling the amount of turf?

The report presents a proposal for 1) follow-up research in the field, including suggested focus areas (with maps) for the investigations, as well as methods and sampling frequency; 2) experiments to achieve detailed understanding of the relationships involved; and 3) the development of models for the condition of the Oslofjord, with main focus on the development and ecological effects of turf.

# 1. Forskningsspørsmål og hypoteser

Det overordnede **forskningsspørsmålet** som stilles i dette arbeidet er om økosystemet får gjeninnført en viktig reguleringsmekanisme gjennom trofiske interaksjoner dersom vedtatt fiskeristopp resulterer i en reintroduksjon av toppredatorer (torsk eller andre arter) til fjorden. Videre lurer vi på om dette vil resultere i at økosystemet igjen kommer i balanse, med arter som kan kontrollere mengden lurv.

**Hypotesene** som skal testes for å svare på det overordnede forskningsspørsmålet er om:

1. Fiskeristopp vil påvirke artssammensetningen og størrelsen av **fisk** tilknyttet **blå skog**, fra dominans av mellomstore arter (mesopredatorer) til dominans av toppredatorarter.
2. Dette vil igjen påvirke artsmangfold og funksjonelt mangfold<sup>1</sup> av **evertebrater**.
3. En endring i fiskebestandene vil påvirke mengden **lurv** gjennom reetablering av grupper av evertebrater som kontrollerer mengden lurv.

I hvilke grad mesopredatorer spiser evertebrater som beiter på lurv, som snegl, kan påvirkes av tilgangen på blåskjell, som også er egnet mat for mesopredatorer. I testingen av hypotesene må man derfor ta høyde for (og dermed undersøke) at fiskeristopp vil kunne påvirke mengde og størrelsesfordeling på **blåskjell**. Fiskeristopp vil også kunne endre beitetrykket på arter tilknyttet bløtbunn, og dermed påvirke artsdynamikken også i denne naturtypen. Undersøkelser av **bløtbunnsfauna i grunne områder** er derfor også inkludert i dette forslaget.

Det er viktig å ta høyde for at Oslofjorden trues av **høy samlet** belastning, jfr. Helhetlig tiltaksplan for Oslofjorden (Miljødirektoratet 2023) og Tilstandsrapport for Oslofjorden (Frigstad mfl. 2024). Det er derfor forventet at det i tillegg til restriksjoner i fiskeri blir innført ytterligere tiltak for å forbedre tilstanden som for eksempel å redusere avrenning av næringsstoffer og partikler fra jordbruket, rensing av avløpsvann, fysisk fjerning av lurvematter, lokal forbedring av oksygenforhold på bunnen og restaurering av naturtyper. Det er vanskelig å vite hvor stor betydning disse tiltakene har sammenlignet med effekten av innføringen av nullfiske. Det er derfor viktig at en plan for følgeforskning tar høyde for endringer i miljøforholdene i vid forstand, selv om hovedfokuset i dette arbeidet er knyttet til effekten av nullfisketiltaket. Overvåking av fysisk-kjemiske forhold og planteplankton bør derfor ha en betydelig plass. Det er viktig at pågående overvåking i fjorden fortsetter. I tillegg bør **fysisk-kjemiske forhold og planteplankton** overvåkes som **støtteparametere** på de stasjonene der følgeforskning knyttet til lurv, blå skog, blåskjellbunn og bløtbunn (sedimentbunn) foreslås, for å kunne få god kunnskap om dose-respons. Dermed kan man skille effekter av potensielle endringer i næringssalter og andre forhold, fra effekten av nullfisketiltaket og påfølgende potensielle endringer i trofiske interaksjoner og predatorndynamikk. Dette støttes også av Queirós m.fl. (2016), som i tillegg til tare, sjøgress

<sup>1</sup> Funksjonelt mangfold = mangfold i måten arter oppfører seg på, hvordan de spiser eller bruker naturressursene i et økosystem. Høyt funksjonelt mangfold bufrer for negative effekter av påvirkninger.

og makrofauna, lister planteplankton som en potensiell indikator i tilstandsvurderinger av marine økosystemer. Vi foreslår videre at [modeller for Oslofjorden](#) videreutvikles til å kunne fange opp de sammenhengene som omtales her, med fokus på endringer i biomassen av lurv.

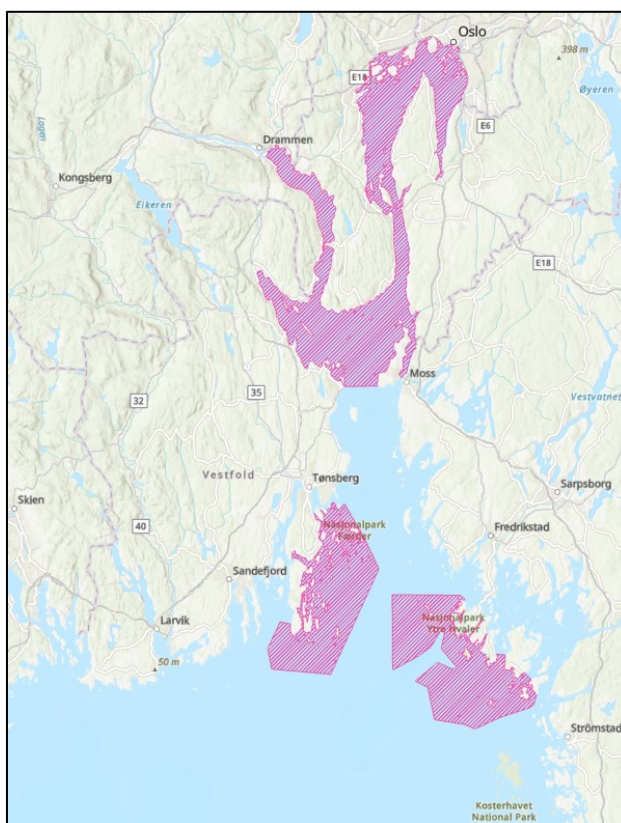
Som en del av dette arbeidet har data, kartlag og modeller av relevans for forskningsspørsmålet og hypotesene blitt gjennomgått. Disse er presentert i rapporten og har blitt integrert i GIS. Dette er også et arbeid som pågår som en del av det samlede initiativet i kjølvannet av seminar og workshop om følgeforskning som ble avholdt hos Miljødirektoratet 4-6. februar 2026. Dialog og diskusjoner pågår på hvordan data skal integreres, deles og vises.

## 2. Bakgrunn

Som en del av innsatsen for å forbedre forholdene i Oslofjorden har det blitt innført tre nullfiskeområder med virkning fra 1. januar 2026 (**Figur 1**). Bakgrunnen for dette tiltaket er utfordringene i Oslofjorden og ønsket om å gi økosystemet best mulig sjanse for å hente seg inn. Reguleringene er ment å gjelde for 10 år.

I 2024 fikk Miljødirektoratet utarbeidet en rapport som gir oversikt over tilstand og utvikling for økosystemet i Oslofjorden (Frigstad m.fl. 2024). Denne bygger delvis på et tidligere arbeid (SALT 2019) og anbefaler tilstandsrapportering hvert femte år for å vise effekt av tiltakene under Oslofjordplanen. Samlet viser rapporten en alvorlig situasjon for Oslofjorden, og at det er behov for samtidige tiltak på tvers av sektorer for å forbedre miljøtilstanden. For naturtyper som tareskog og ålegressenger ble tilstanden vurdert til å være moderat eller dårlig, med en negativ utvikling over tid. Basert på mengde lurv ble tilstanden vurdert til moderat for indre og ytre fjord, med en negativ utvikling over tid. Rapporten identifiserer videre forskningsbehov for Oslofjorden, hvor det fremheves at det er behov for mer kunnskap om utbredelse og tilstand til viktige naturtyper i Oslofjorden, slik som tareskog og ålegress.

Det er anerkjent at presset i Oslofjorden, spesielt i Indre Oslofjord, er høyt. I rapporten *Gjennomføring av helhetlig tiltaksplan for Oslofjorden* (Miljødirektoratet 2023) står det, på s.



**Figur 1.** De vedtatte nullfiskeområdene (rosa): indre Oslofjord, Færder (vest) og Hvaler (øst).

5: «Dagens situasjon i Oslofjorden viser et økosystem med store utfordringer. Dette inkluderer overfiske, høy tilførsel av nitrogen fra avløp og jordbruk, og nedbygging og utfylling av strandsone og strandnære oppvekstområder for bl.a. fiskeyngel. Den samlede belastningen på fjorden har blitt for stor, og fjorden har blitt et økosystem i ubalanse». Det står også at for å reversere dagens ubalanse i fjorden, er det viktig å gjennomføre samtidige og effektive tiltak, som å «unngå ytterligere nedbygging, (mudring/dumping/utfylling) av både strandsone og gruntvannsområder. Dette er beite- og oppvekstområder for fiskeyngel og annet liv, her finner de både mat og skjul i en sårbar rekrutteringsfase».

I en vurdering av samlet påvirkning i Oslofjorden (ytre del, Aarflot et. al. 2024) ble det gjort en gjennomgang av menneskelig aktivitet (f.eks. fiskeri, turisme, avløp) som kan legge press på ulike deler av det marine økosystemet, og som kan reguleres med dagens forvaltning. I dette arbeidet kom høsting etterfulgt av miljøgifter, mikroplast, fysisk påvirkning og næringssalter ut som de fem påvirkningene som gir størst bidrag til risiko fra samlet påvirkning. I sum ble disse beregnet til å bidra til over 70 % av den totale risikoscoren for området. Det må presisere at dette arbeidet ble utført midtfjords for ytre del av Oslofjorden, altså ikke de mer kystnære områdene inne i skjærgård, fjorder og sund.

## 3. Sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget

### 3.1 Blå skog

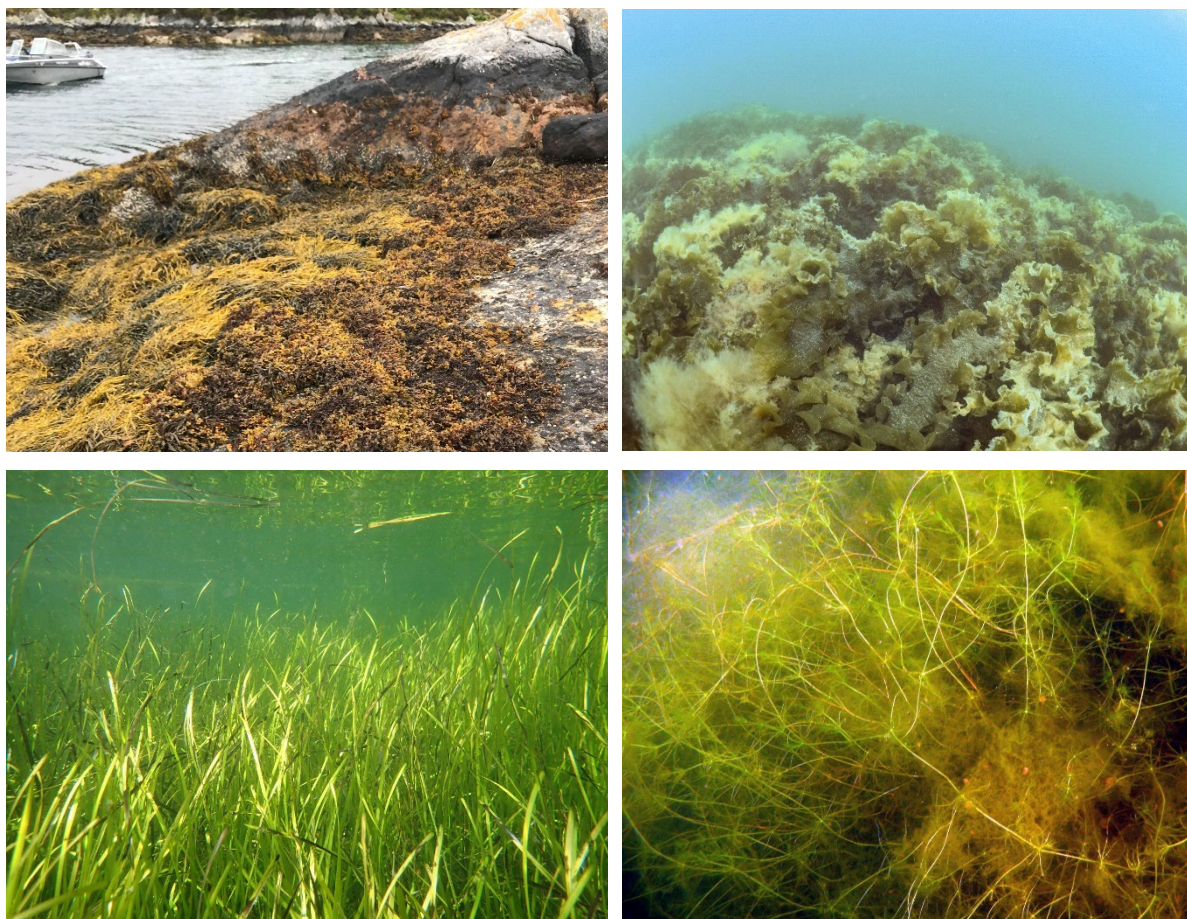
De blå skogene (som tangsamfunn, ålegressenger og tareskoger) er blant de mest produktive og økologisk viktige habitatene i kystsonen (se Norwegian Blue Forest [policy brief 2021](#), med kilder). De danner varige og helårige habitater for et rikt liv av naturlig tilhørende arter, fra små krepser til fisk, og fungerer som oppvekst- og beiteområder for nøkkelarter som torsk. Ålegress stabiliserer også sedimentet og reduserer resuspensjon, noe som gir klarere vann og bedre lysforhold. Blå skog binder karbon og næringsstoffer og reduserer tilgjengeligheten for opportunistiske arter som lurv.

I Oslofjorden har utbredelsen av tareskog og ålegressenger (**Figur 2**) gått kraftig tilbake de siste tiårene. Nedre voksegrense for sukkertare i Skagerrak (Arendal/Grimstad-området) har blitt 1-4 m grunnere de siste 30 årene (Frigstad m.fl. 2023) og sukkertareskogen i Skagerrak er kategorisert som sterkt truet i Rødliste for naturtyper (2025). Økende intensitet og frekvens av marine hetebølger har, sammen med utslipp av næringssalter, ført til reduksjon i utbredelsen av sukkertare og oppblomstring av lurv (Filbee-Dexter og Wernberg 2017; Filbee-Dexter m.fl. 2020). Undervannseng (sjøgresseng) i ekstrembrakt vann (dvs. med salinitet på 0,5-5) er kategorisert som sårbar i Skagerrak. Dette er områder som i særlig grad har vært påvirket av utbygging, regulering av vassdrag og partikkelavrenning som følge av økt erosjon. Også vanlig ålegress er under press i Oslofjorden. Så mye som 61 % av ålegressengene er påvirket av bryggeanlegg og 41 % av båtplasser, inkludert anker, bøyer og moringer (s. 23 i Asplan-viak 2024). I tillegg har Oslofjordområdet (indre og ytre fjord) over lang tid vist nedgang i mengden ålegress (kilde: Havforskningsinstituttets data, se beskrivelse av Saltvanns-undervannseng i Oslofjorden i Rødliste for naturtyper). Det er også vist at engene har blitt mindre (se s. 32 i Frigstad m.fl. 2024), nedre voksegrense hadde krøpet

oppover for 67 % av engene og 7 små engar hadde helt forsvunnet. Årsakene til dette er sammensatt: overgjødning, økt turbiditet, dårligere lysforhold, fysisk nedslamming og trofisk ubalanse. Tapet av blå skog svekker økosystemets motstandskraft og gjør fjorden mer sårbar for oppblomstring av lurv (fintrådige alger).

I 1974 startet NIVA årlige registreringer av de vanligste tangartene (**Figur 2**) på 123 stasjoner i indre Oslofjord (Bokn m.fl. 1978). Det har vært store forbedringer i overvåkingsperioden, men siden år 2000 har det vært en negativ utvikling i sørlige deler av Vestfjorden og i Drøbak-området (SALT 2019). Sett over lenger tid har forurensingssensitive arter i Oslofjorden forsvunnet (f.eks. så har grisetang forsvunnet helt fra indre fjord).

Artsmangfoldet i tangsamfunn har økt, noe som er knyttet til økning i antall arter av dyr som filtrerer sjøvann, som muslinger og sekkedyr. Årsaken til dette er ikke nærmere undersøkt, og kan skyldes både endringer i tangsamfunnenes struktur eller i tilgangen på næring (Staalstrøm m.fl. 2023). Ytre Oslofjord har ikke tilsvarende lange tidsserier fra strandsonen og undersøkelsene som er gjort (i perioden 2007-2019, Walday m.fl. 2023) viser en noe uklar trend.



**Figur 2.** Tangsamfunn (øverst til venstre, foto: Trine Bekkby, NIVA), sukkertaeskok (øverst til høyre, foto: Janne K. Gitmark, NIVA), Ålegresseng (nederst til venstre, foto: Lise Tveiten, NIVA) og kransalgebunn i brakkvann (nederst til høyre, foto: Janne K. Gitmark, NIVA). Bildene illustrere intakte og sunne samfunn av blå skog, i motsetning til naturtyper neddyngnet av lurv, som illustrert i **Figur 3**.

## 3.2 Hva er lurv

Lurv (**Figur 3**) er definert som «en uformelig masse av sammenvevde fintrådige alger, der enkeltindividerne er vanskelige å skille fra hverandre» (Rinde m.fl. 2024). Lurven er altså dannet av fintrådige, opportunistiske alger, inkludert rørformede grenete og ugrenete arter, og kan forekomme både fastsittende og løstliggende. Lurven kan også bestå av bentiske kiselalger og blågrønnbakterier (encellede organismer). Lurv er en av de mest synlige indikatorene på eutrofiering i kystøkosystemer Disse algene vokser på sjøbunn, vegetasjon og kunstige strukturer når næringssaltbelastningen er høy. Lurv kan forekomme over store områder og skygge for makroalger og ålegress, som er viktige habitater for mange arter, og kan også dekke til andre naturtyper, slik som blåskjellbunn og bløtbunn.

Om vinteren skjer det store omrøringer av vannmassene langs kysten, og det bringer næringssalter (nitrogen og fosfor) opp til overflaten og den eufotiske sonen der algeveksten foregår. Dette gir våroppblomstring av planteplankton. Primærproduksjonen til både planteplankton, tang, tare, ålegress og lurv tar seg opp når lysforholdene bedres utover våren. Når temperaturen i overflaten stiger utover vår/sommer-sesongen blir vannmassene mer stabile og næringssaltene i det øverste vannlaget blir brukt opp og i større grad resirkulert enn om vinteren. De fastsittende algene har gjennom århundrer tilpasset sin vekst til slike forhold, de kan ta opp næringssalter når det er rikelig av disse tidlig på året, og lagrer disse i vevet for seinere bruk utover i vekstsesongen fram mot sommeren (Abdullah og Fredriksen 2014). Når det nå blir tilført store mengder næringssalter fra jordbruk og kloakk til Oslofjorden (Sample 2025) også i sommersesongen, vil de opportunistiske algene (som lurv) i større grad enn tang og tare, kunne utnytte næringssaltene til en kraftig vekst. Lurven kan sammen med andre påvekstorganismer (f.eks. mosdyr) dekke til og stjele lyset fra den flerårige blå skogen. Klimaendringene fører også til økt avrenning og mørkere vann, noe som ytterligere svekker lyset for taren som lever på dypere vann (Frigstad m.fl. 2023). I Oslofjorden har forekomsten av lurv økt betydelig de siste tiårene.

Utfordringene knyttet til lurv og tap av naturtyper er i stor grad knyttet til de blå skogene. Når tang, tare og ålegress forsvinner, mister torsk og andre arter viktige habitater, og rekrutteringen kan svekkes. Mens de blå skogene danner varige og helårige habitater for et rikt liv, kommer lurven og andre opportunistiske alger inn om våren, vokser utover sommeren og dør og råtner på bunnen utover høsten. Lurve-aggregeringer er en fattigere type natur som bare er tilstede i sommersesongen. Christie m.fl. (2009) har analysert dyreliv i en rekke arter makrofytter, og viser at tare og ålegress har et langt rikere assosiert dyreliv (flere arter og individer) enn lurv. Undersøkelser utført av NIVA (upubliserte data) viser at matter av lurv «fanger» hete og dermed kan forverre effektene av hetebølger. Hvordan dette påvirker oksygenbruk og forholdene på bløtbunn er ukjent. Det som imidlertid er kjent, er at temperatur spiller en viktig rolle mht. oksygenopptak: Jo høyere temperatur, desto høyere er artenes oksygenforbruk.



**Figur 3.** Lurv som dekker ålegress på bunnen ved Drøbak i Oslofjorden (øverst, foto: Trygve Heide (NIVA)) og liggende som matter i vannoverflaten (nederst, foto: Trine Bekkby, NIVA).

Fra rundt år 2000 ble det observert store økosystemendringer i Skagerrak, der flerårige og store makrofytter, som tang, tare og ålegress, ble erstattet av kortlevde opportunistiske trådalger (Weijerman m.fl. 2005; Moy og Christie 2012; Östman m.fl. 2016), også betegnet som «lurv» (Rinde m.fl. 2024). Endringene omfatter både varige regimeskifter (Sheffer m.fl. 2001) og mer kortvarige skifter mellom flerårige og kortlevde arter (Christie m.fl. 2019). Moy og Christie (2012) beskrev hvordan særlig sukkertareskogene i middels bølgebeskyttede områder forsvant og ble erstattet av lurv. Dette er en situasjon man også har sett i Nordsjøen

og på den svenske vestkysten (Eriksson m.fl. 2009; Baden m.fl. 2012; Moksnes m.fl. 2008). Der har store områder med tare og ålegress gått tapt. Ålegressenger på en rekke lokaliteter i Oslofjord-/Skagerrak-området er sterkt preget av lurv (Baden m.fl. 2012; Christie og Rinde 2020). Oslofjorden har nå store områder med masseforekomster av lurv, som tidvis flyter til overflaten enkelte steder. Lurv finnes nå også helt opp til Lofoten og i Finnmark (Rinde og Christie 2022).

Oppblomstring av lurv har vært beskrevet som en indikator på eutrofi/overgjødning på grunn av for høye tilførsler av næringssalter fra f.eks. landbruk og kloakk (Worm and Lotze 2006). Problemet blir forsterket av økte sjøtemperaturer, som gir lurv bedre vekstforhold og mulighet til å danne store oppblomstringer. Oppblomstring av lurv benyttes som indikator for dårlig tilstand til kystøkosystemer, ikke som en egen indeks under vannforskriften, men inkludert i beregningen av økologisk tilstand for angiospermer (ålegress), jfr. Klassifiseringsveilederens del om Biologisk kvalitetselementer i kystvann. Lurv er også inkludert som variabel for tilstand i beregningen av økologisk kvalitet for naturtyper, inkludert tangsamfunn, tareskoger, marine undervannsenger (f.eks. ålegressenger) og blåskjellbunner (Bekkby m.fl. 2025). I indre Oslofjord stammer de største næringssalttilførselene fra avløp, i ytre Oslofjord kommer de fra jordbruk (se figur 5 i Frigstad m.fl. 2024).

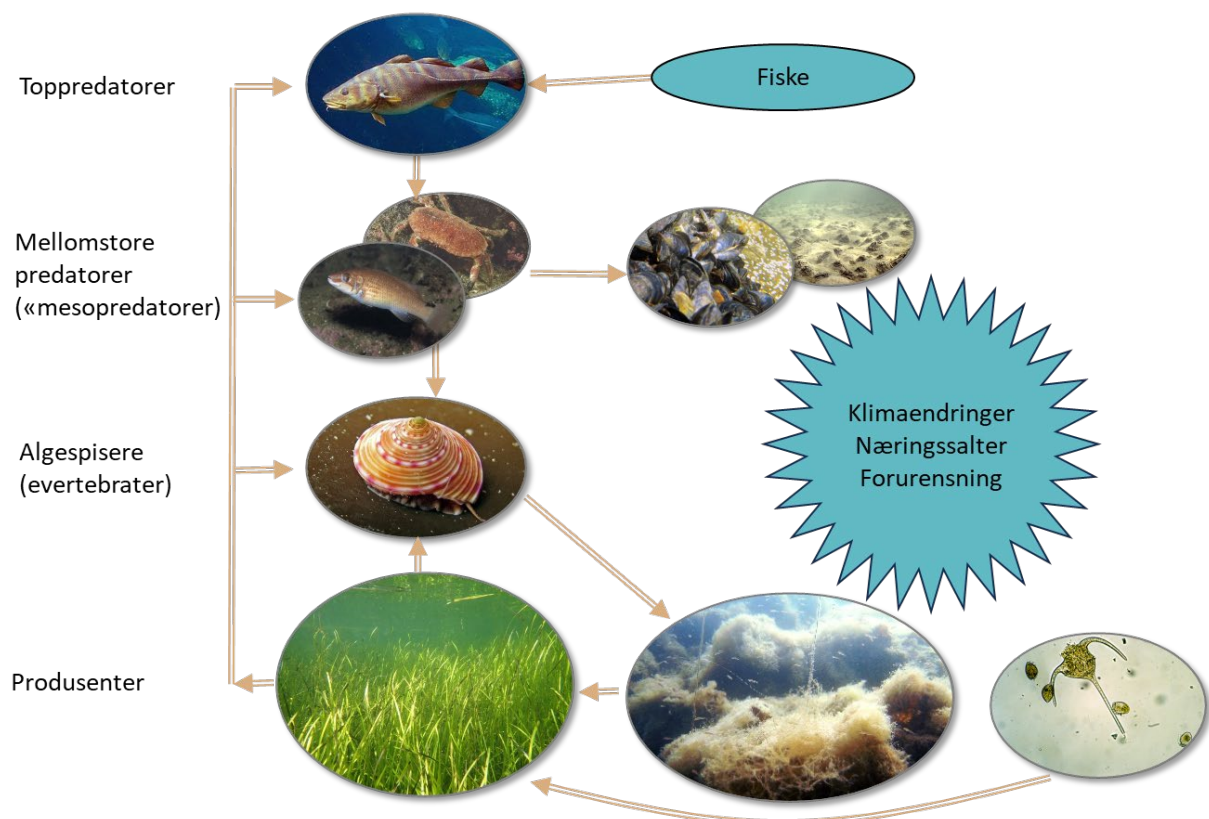
Oppblomstring av lurv generer store mengder biomasse som må brytes ned når lurven dør. Dette fører til betydelig organisk belastning. Dersom den organiske belastningen blir så høy at det utvikles oksygensvinn vil forholdene ligge til rette for vekst av svovelbakterier som *Beggiatoa*, som bruker hydrogensulfid for å vokse og kan under oksygenfattige forhold danne store hvite matter. Store mengder *Beggiatoa* betraktes i kystnære områder derfor som en indikator på økologisk forringelse. Fenomenet er også kjent fra andre steder, bl.a. Limfjorden i Danmark (Fenchel og Bernard 1995). Det ble observert store mengder av slike belegg i bl.a. Hvervenbukta indre Oslofjord i februar 2026 (NIVA, upublisert).

### 3.3 Om trofisk ubalanse og lurv

Selv om overgjødning, spesielt fra avrenning fra jordbruk og utslipp av urensset avløpsvann, er ansett som en av de viktigste årsakene til den store mengden lurv i Oslofjorden, så finnes det studier som viser at endringer i mengden næringssalter ikke alltid fører til raske endringer i sammensetningen av alger (Andersson 1996; Frigstad m.fl. 2013). I tillegg er andre faktorer med å påvirke, og gi redusert motstandskraft, hos de flerårige artene som bygger opp økosystemene (Araujo m.fl. 2016; Rothäusler and Jormalainen 2016; Kraufvelin m.fl. 2018; Bergström m.fl. 2019). Det observerte regimeskiftet fra blå skog til lurv kan forsterkes, og vedlikeholdes, av andre faktorer, som dynamikken mellom arter (f.eks. Britten m.fl. 2014). Et eksempel på dette er ubalanse i næringsnettet på grunn av tap av beitere på lurv (som snegl) forårsaket av tap av toppredatorer.

Forholdet mellom toppredatorer, som torsk, og mesopredatorer, som leppefisk og krabber, påvirker mengden lurv gjennom samspill av arter på tvers av trofiske nivåer i næringsnettet. Se oversikt over dette samspillet i illustrasjonen i **Figur 4**. I Oslofjorden har vi hatt en kraftig reduksjon i forekomsten av toppredatorer som kysttorsk, bl.a. som respons på intensivt fiske (Moland m.fl. 2021). Som et resultat av dette har flere mesopredatorer, det vil si

mindre arter, økt betydelig i antall. Dette fenomenet er kjent som mesopredator-frigjøring («mesopredator release» Prugh m.fl. 2009; Eriksson m.fl. 2011; Eriksson m.fl. 2024), og kan utløse en kaskade av effekter som gir redusert biologisk kontroll av arter lenger ned i næringskjeden. Typiske eksempler på arter som har blitt mer vanlige er leppefisk, kutlinger (Gjøseter og Paulsen 2004; Bergström m.fl. 2016) og strandkrabbe (Eriksson m.fl. 2011; Infantes m.fl. 2016). Dette medfører økt predasjon på beitere, som snegl, og reduserer den funksjonen disse har hatt med å holde marin vegetasjon ren for lurv. Denne effekten kan forsterkes av mangel på blåskjell, som de mellomstore predatorene kan spise dersom de er tilgjengelig. Slike sammenhenger er undersøkt i Oslofjorden (Christie m.fl. 2020a; Christie 2023), og resultatene har vist at høye tettheter av leppefisk og krabber kan bidra til reduksjon av smådyr, og dermed til å fremme oppblomstring av lurv. Effekten av å re-etablere toppredatorer er regnet som spesielt viktig i et system der reduksjon i næringssalter er vanskelig/kostbart (Garnier m.fl. 2026).



**Figur 4.** Klimaendringer (dvs. varmere, mørkere og surere vann) og økte mengder næringssalter gir oppblomstring av lurv (fintrådige alger), som dynger ned blåskjellbunner, sedimentbunner, blå skog (som tang, tare og ålegress) og annen type natur. Også mengden planteplankton responderer på næringssalter og påvirker lysforholdene. I tillegg kan nedgang i toppredatorer (som torsk), f.eks. som følge av overfiske, føre til en økning av mindre predatorer (mesopredatorer), som krabber og småfisk, noe som igjen fører til høyere predasjonstrykk på arter av evertebrater, som snegl, som normalt vil holde lurven i sjakk i intakte økosystemer. Dette kan forsterkes av mangel på evertebrater i sedimentene eller blåskjell, som de mellomstore predatorene kan spise dersom de er tilgjengelig. Intakte blå skoger vil ivareta det biologiske mangfoldet og bufre for trofisk ubalanse. Arter påvirkes også av forurensning. Ulike arter påvirkes i ulik grad av forurensning, noe som påvirker dynamikken og trofiske interaksjoner.

Tilgjengeligheten av næringssalter og veksten til blå skog og lurv, påvirkes også av mengden planteplankton, som igjen påvirker lysforholdene på sjøbunnen. Lysforholdene vil også påvirkes av mengden partikler/organisk materiale og humus/gulstoff (løste farget organisk

materiale cDOM) (Deininger og Frigstad 2019). Disse sammenhengene er illustrert i **Figur 4**. NIVA har observert at lurven i større grad etablerer seg i «nakne» områder, der tangen har forsvunnet (se notat, Bekkby og Synnes 2025), enn inne i eksisterende vegetasjon. NIVA har sett lignende observasjoner i felt ved Smøla, der det ser ut til at lurven i større grad etablerer seg i trålgatene inne i utrålt tareskog (upubliserte resultater). Dette antyder at artene i de blå skogene i større grad klarer å holde lurven i sjakk enn det som er mulig i områder der disse blå skogene er fraværende.

### 3.4 Om blåskjell og rollen til bløtbunnsarter

I løpet av de siste årene har det vært bekymring for synkende forekomster av [blåskjell](#) i kystfarvannene i Sør-Norge, noe som er rapportert både av forskere og folk som samler blåskjell til konsum (Andersen m.fl. 2016; Frigstad m.fl. 2018; Bryhn m.fl. 2020). Økt dødelighet blant *Mytilus*-arter har i andre land blitt knyttet til sykdommer, klimaendringer, habitatforstyrrelser og predasjon (f.eks. Rilov og Schiel 2006; van der Heide m.fl. 2014; Eggermont m.fl. 2017; Seuront m.fl. 2019), men så langt er årsakene til reduksjonen i Skagerrak ikke avklart. Helsetilstanden til blåskjell (og dermed skjellenes evne til å motstå press) er også kraftig redusert, uten at årsaken til dette er kjent (Staalstrøm m.fl. 2025a).

Leppefisk og strandkrabber er effektive predatorer på små blåskjell (Christie m.fl. 2020b). Bortfall av store fisk (som torsk) og økning av mesopredatorene (mindre fisk) *kan* være en årsak til at blåskjellene har blitt mindre vanlig i fjorden. Selv om det er funnet god rekruttering av blåskjell de seneste årene, synes foreløpige observasjoner at både varighet og forekomst av blåskjellbanker er i endring, der predasjon fra økende forekomst av mesopredatorer, men også ærfugl, kan spille en rolle. Observasjoner av store mengder blåskjell på tau i havner og normal rekruttering og vekst i blåskjellfarmer støtter teorien om predasjon, da tau kan fungere som tilfluktssteder fra mobile bentiske arter og fugl. Ved redusert mengde blåskjell vil mesopredatorer øke beitetrykket på snegl og andre evertebrater som har en funksjon som beitere som holder mengden lurv nede, se illustrasjonen i **Figur 4**. Det er derfor viktig å følge med på utviklingen i mengde og størrelsesfordeling av blåskjell når trofiske interaksjoner og kaskadeeffekter med fokus på blå skog skal undersøkes. Blåskjell er også en nøkkelkomponent i kystøkosystemet, og har stor betydning for både biologisk mangfold og vannkvalitet, blant annet ved å fungere som effektive filtratorer som fjerner partikler, planteplankton og organisk materiale fra vannmassene (Staalstrøm 2020, Strohmeier m.fl. 2012). Denne filtreringen bidrar til å redusere turbiditet, og bedrer dermed lysforholdene for vegetasjon på bunnen (blå skog). Blåskjellbanker skaper også komplekse habitater som gir skjul og mat for en rekke arter, inkludert småfisk, krepsdyr og andre bunndyr (Christie m.fl. 1989).

Økosystemer tilknyttet [bløtbunn](#), huser et mangfold av organismer. Bløtbunnsområder er viktige oppvekst- og beiteområder for blant annet flere fiske- og krepsdyrarter (Kraufvelin m.fl. 2018). Tapet av torsk i Oslofjorden har svekket reguleringen av mesopredatorer som krabber og leppefisk. Disse artene beiter på bunndyr, og når de øker i antall, reduseres bunnfaunaen ytterligere. Det er derfor viktig å følge med på utviklingen i mengde og artssammensetning av bløtbunnsfauna når trofiske interaksjoner og kaskadeeffekter med fokus på blå skog, skal undersøkes. Bløtbunnsartene graver og beveger seg rundt, spiser og bryter ned organisk materiale, og holder dermed sedimentene oksygenerte og friske. Artene har derfor en viktig økosystemfunksjon ved at de «lufte» (ventilerer), renser og «rydder»

sedimentene og sørger for gode miljøforhold. En intakt («sunn») bløtbunn, med god oksygentilgang og aktiv bunnfauna, kan bidra til å redusere forekomsten av lurv ved at bunnfaunaen omsetter organisk materiale og hindrer akkumulering av næringsstoffer som gi oppblomstringer av lurv. Større avsetninger av lurv på bløtbunnen, kan føre til organisk belastning og påfølgende oksygensvinn. Slike sedimenter er oftest livløse med hensyn til makrovertebrater slik som børstemark, muslinger, snegl, krepsdyr og pigghuder (Diaz og Rosenberg 1995). Uten disse dyrene, vil også andre dyr som avhenger av dem som mat forsvinne.

### 3.5 Forhold i vannmassene

Fysisk-kjemiske forhold i vannmassene antas å spille en indirekte rolle i dynamikken mellom toppredatorer, mesopredatorer og lurv. Dårlige oksygenforhold i bunnvannet reduserer overlevelse og rekruttering av torsk (Plante m.fl. 1998, Kirkerud 1998), som er avhengig av dypere områder for gyting og oppvekst. Oslofjorden har historisk hatt utfordringer med oksygensvikt i bunnvannet enkelte steder (se f.eks. figur 31 i Staalstrøm m.fl. 2025b, Ramon m.fl. 2025). Oksygensvikt kan føre til tap av bunnfauna og endringer i bentiske økosystemer. Høye næringssaltkonsentrasjoner gir økt primærproduksjon og sedimentering, som igjen forverrer problemet med oksygenmangel. Partikler og cDOM reduserer mengden og kvaliteten (dvs. spektralsammensetningen) på lyset i vannsøylen (Thorai m.fl. 2023), svekker tilstanden for ålegress og tang, og reduserer habitatkvaliteten for både torsk og smådyr.

Planteplankton utgjør grunnlaget for den marine, pelagiske næringskjeden og er en nøkkelindikator for økologisk tilstand i kystvann (Engesmo m.fl. 2025). Næringssalter (nitrat+nitritt, fosfat og silikat) er viktige for primærproduksjonen, men for høye konsentrasjoner kan føre til eutrofiering, og oppblomstring av lurv. Store oppblomstringer av planteplankton reduserer siktdyp og påvirker lysforholdene på bunnen, noe som er med på å påvirke levestandardene til blå skog (se f.eks. Broch m.fl. 2013). Høy turbiditet og cDOM reduserer lysgjennomtrengingen og påvirker lyskvaliteten, med påfølgende effekter på vekst, overlevelse og utbredelse av blå skog (Frigstad m.fl. 2023). Dette gir effekter på gyte- og oppvekstområdene og mattilgangen for flere arter, også fiskearter.

Næringssaltene kan ha en sterk negativ effekt på utbredelsen av vegetasjon, hovedsakelig på to måter. Den første er at næringssalter forårsaker en økning i planteplankton, som igjen øker lysvekkingen i vannsøylen (redusert siktdyp) og dermed indirekte har en negativ påvirkning på vegetasjon. Den andre er en negativ effekt gjennom å øke mengden lurv. Lefcheck m.fl. (2018) fant denne effekten til å være betydelig sterkere enn effekten forårsaket av planteplankton og endringer i siktdyp.

Kap. 6.4 viser kart/data over hvordan lysforholdene i fjorden har endret seg fram til i dag, fra 1973 til 2014 (Vedleggsfigur 8, kun for indre Oslofjord) og for perioden 2008 til 2024 (Vedleggsfigur 9, for både ytre og indre fjord, for enkelte stasjoner kun fra 2016). Det er viktig å få god kunnskap om dose-respons for å kunne skille effekter av potensielle endringer i næringssalter, lys, oksygenforhold, planktonsamfunn og andre forhold fra effekten av nullfisketiltaket og påfølgende endringer i trofiske interaksjoner og predator-dynamikk. Det er derfor viktig å overvåke **fysisk-kjemiske forhold og planteplankton som støtteparametere**.

Både planteplankton og lurv benytter de samme næringssaltene i vannmassene for vekst, men det er knyttet usikkerhet til hvorvidt de har samme krav til næringssalts sammensetningen (støkiometri), eller om planteplankton er fosfatbegrenset og lurv mer nitratbegrenset. En slik eventuell forskjell kan i Oslofjorden være fordelaktig for lurven, og det er mulig at oppblomstring av lurv resulterer i færre og svakere oppblomstringer av planteplankton.

## 4. Forslag til plan

Følgforskning i forbindelse med nullfisketiltaket bør følge i utgangspunktet følge BACI-prinsippene (Before-After-Control-Impact, Stewart-Oaten and Bence 2001). I flere områder, og for flere variabler vil vi ikke ha før-data, og planen vil være på ACI-formen (After-Control-Impact). Følgforskningen bør gjøres ved å supplere allerede eksisterende overvåkingsprogrammer med nye stasjoner, legge til parametere på stasjoner som allerede overvåkes eller øke frekvensen for datainnsamling. Dette kapittelet diskuterer og går gjennom, basert på hypotesen og forskningsspørsmålene (Kap. 1), bakgrunnen (Kap. 2) og kunnskapsgrunnlaget (Kap. 3), hvordan man skal bygge opp et overvåkingsprogram med tanke på å fange opp indirekte effekter av fiskeforbudet på mengden lurv i Oslofjorden, forårsaket av trofiske interaksjoner.

Så langt det har latt seg gjøre har vi valgt fokusområder slik at pågående undersøkelser inkluderes, samt at det blir synergi med pågående aktiviteter. Områdene er også valgt ut for å øke sjansen for å finne de ulike naturtypene innenfor området, ved bruk av eksisterende data og modeller på naturtypenes forekomst (eller forekomst av artene som utgjør naturtypene). Kap. 4.1 gir oversikt over relevante datakilder til bruk i utvelgelse av fokusområder. Oversikt over den mest relevante eksisterende overvåkingen, og data og modeller (med kilder) for ulike miljøforhold er beskrevet i vedleggene i Kap. 6. Kap. 4.2 viser forslag til fokusområder basert på kunnskapen som finnes, og foreslår metode og frekvens for følgforskningen i felt. **Tabell 1** oppsummerer variabler, metoder og foreslått innsamlingsfrekvenser.

For å supplere undersøkelsene i felt, foreslår vi å gjøre mesokosmos-eksperimenter under kontrollerte forhold for å få bedre forståelse av årsak og virkning (Kap. 4.3). Vi foreslår også en videreutvikling av modeller for Oslofjordens økosystem som vil bidra til å forstå de komplekse sammenhengene mellom trofiske nivåer, og hvordan disse påvirkes av klimaendringer og overgjødsling (Kap. 4.4).

Eksisterende overvåking vil bidra med data for flere viktige støtteparametere. Overvåkingsstasjonenes plassering er gjerne slik at de sier noe om forholdene på et overordnet nivå og dermed representerer forholdene på en større skala enn det vi trenger for å kunne skille mellom effektene av trofiske sammenhenger og andre forhold som næringssaltnivåer og lys, som også påvirker oppblomstring av lurv (dose-respons). Vi anbefaler derfor å samle data på sentrale hydrografiske støtteparametere på alle følgforskingsstasjoner der vi overvåker effekten av tiltaket på mengde lurv, og/eller på

samspeilet mellom arter. Vi foreslår også at det gjøres mesokosmos-undersøkelser for å forstå de trofiske interaksjonene og andre prosesser bedre enn det man klarer i felt, der man i mindre grad har kontroll på variablene.

Arbeidet bør koordineres med prosjektet NB Oslofjorden, et prosjekt som skal samle ulike aktører, inkludert folkeforskere, med mål om å teste og forbedre ulike løsninger (restaureringstiltak) rettet mot å øke biologisk mangfold i Oslofjorden. Følgeforskningen bør generelt legges opp til å involvere ulike grupper av folkeforskere til å skaffe data og kunnskap.

## 4.1 Data til utvelgelse av fokusområder

Den foreslåtte planen for følgeforskning må koordineres med pågående overvåking og andre relevante prosjekter. Det finnes mye data og mange modeller av relevans for ulike miljøforhold, variabler og sammenhenger, noe som gjør at det er mulig å bygge opp et GIS-prosjekt og integrere de aktuelle modellene, dataene og kartlagene. Vedlegg 6.1 gir oversikt over eksisterende overvåking på fysisk-kjemiske forhold, planteplankton og biologiske kvalitetselementer. Dette er stasjoner som er relevante i bruk av analyser av endringer, men som ikke nødvendigvis ligger innenfor foreslåtte fokusområder. Vedlegg 6.2 gir oversikt over geofysisk-kjemiske data som kan benyttes til å finne egnede stasjoner av relevans for valg av fokusområder og detaljert utvelgelse av stasjoner innenfor disse. Vedlegg 6.3 viser kart over modellerte relevante miljøforhold som er benyttet til å velge ut fokusområder, med mål om å finne referanseområder med så like miljøforhold som mulig, for at de skal kunne være egnede for å fange opp effekter av nullfisketiltaket og skille disse effektene fra effekter av eventuelle andre tiltak.

I forslaget har vi prioritert områder som vil gi mest mulig synergi med pågående overvåkings- og forskningsprosjekter. De viktigste hensynene til plassering er bestemt ut fra:

1. Hvilke områder HI prioriterer for sine undersøkelser som en del av følgeforskningen
2. Kunnskap om hvilke miljøforhold som er rådende i de ulike områdene (se Kap. 6)
3. Eksisterende kunnskap om hvor vi vet at det finnes ulike naturtyper
4. Oversikt over eksisterende overvåking og undersøkelser
5. NMBUs rusefangststasjoner – data på fisk fanget i strandsonenære områder
6. BRUV-stasjoner – data på bunntype og arts- og størrelsessammensetning hos fisk
7. Strandnotstasjoner – lang tidsserie som ser på rekruttering av kysttorsk og annen fisk i strandsonen, gjennom årlige høsttokt på en rekke faste stasjoner

Vi anser det som nødvendig at fokusområdene er tilknyttet de områdene som HI velger som en del av sitt forslag til [overvåking av effekter av tiltaket på fiskebestander](#). Effekter av tiltaket på blå skog, grunne bløtbunnsområder, blåskjell og lurv må undersøkes i bentiske naturtyper og på grunnere områder enn det som gjøres for å undersøke effektene på mållartene blant fiskebestander som påvirkes av tiltaket. For å kunne koble HIs observasjoner på endringer i størrelse og artssammensetning av fisk som følge av tiltaket (og dermed endringer i balansen i de trofiske nivåene), og endringene som observeres i naturtypene i fokus for denne planen, bør det være minst mulig avstand mellom våre fokusområder og HIs stasjoner.

For å kunne skille effektene av nullfisketiltaket fra andre forhold, så er det en fordel om miljøforholdene, og variasjonen i disse, er så like som mulig på stasjonene som undersøkes.

Dette innebærer at undersøkelsene innen hver naturtype og i hvert område bør utføres gjøres samme dyp, terrengforhold (som skråning), substrattyp, bølgeeksponerings- og strømforhold. Prosjektet “Modellering av Oslofjorden” (OsloMod, Wallhead m.fl. 2026), med simulerte data på næringssalter, klorofyll (Chl-A) og Secchi-dyp (Aas m.fl. 2014), er benyttet for å undersøke miljøforholdene i de ulike områdene. Disse dataene beskrives i vedleggene i Kap. 6.2 og Kap. 6.3.

Vi ønsker at fokusområdene skal dekke så mange naturtyper som mulig av de som er foreslått her. [Naturtyper](#), som stortaretareskog, ålegressenger og bløtbunnsområder i strandsonen, ble kartlagt i Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst (i hht. DNs håndbok 19). I Oslofjorden foregikk denne kartleggingen i årene 2009-2010 og forekomstene ligger i [Naturbase](#), se [nedlastingsside](#)). Data på utbredelse av naturtyper kan også finnes hos [SeaBee](#) og som en del av arbeidet med marine naturkart og marine økologiske grunnkart i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker (fra Frisk Oslofjord-prosjektet, Moy m.fl. 2024). Noen naturtyper er også modellert av Rinde m.fl. (2021).

NIVA har gjenbesøkt og re-kartlagt ca. 100 ålegressenger i indre fjord (2020) og 13 enger i ytre fjord (2022), og sett på endringer i arealutbredelse og tilstand (Rinde m.fl. 2021, 2022a). I 2021 ble sesongvariasjoner i utbredelsen til lurv undersøkt i tre enger i hvert av områdene indre, midtre og ytre fjord. Dette gjelder lokalitetene Slependsrenna, Storøykilen og Middagsbukta i indre; Sandspollen, Sætrepollen og Hallangspollen i midtre, og Varildsfjorden, Tallakshavn og Kurefjorden i ytre fjord (Rinde m.fl. 2022b). Disse lokalitetene vil egne seg for overvåking av effekter av tiltaket i tråd med BACI-prinsippet.

I 2021 ble det også supplert med kartlegging av [sukkertareskog](#), [tangsamfunn](#) i fjæresonen, og grunn [bløtbunn](#), i tillegg til ruglbunn og helofytt saltvannssump. Miljødirektoratet har utviklet en marin kartleggingsinstruks (Miljødirektoratet 2026), basert på faggrunnlaget i Bekkby m.fl. (2025). En systematisk kartlegging av naturtypene under instruksjonen har ikke kommet i gang.

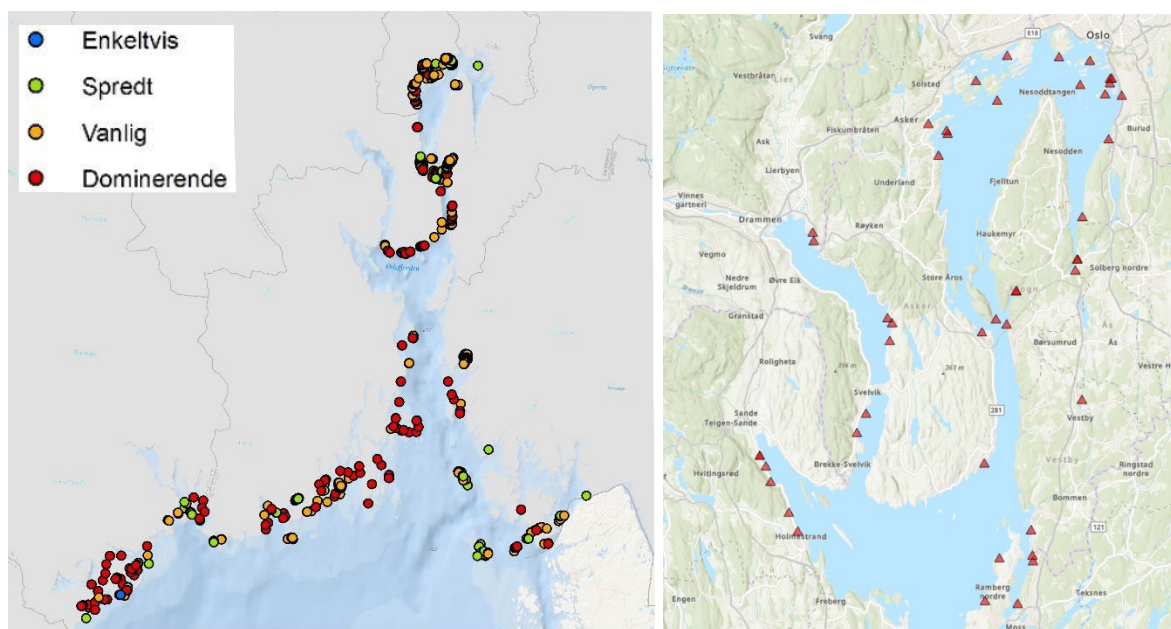
Under programmene [ØKOKYST](#) og overvåking i [indre](#) og [ytre](#) Oslofjord utføres det overvåking av hydrografi, hardbunn og [bløtbunn](#). Disse programmene inkluderer undersøkelser av tetthet og nedre voksegrense for [ålegressenger](#), og nedre voksegrense for et utvalg av [makroalger](#). Kystovervåkningsprogrammet ble startet i 1990 og inkluderte årlige undersøkelser i ytre Oslofjord, en del av disse stasjonene ble videreført i dagens ØKOKYST-program. De øvrige overvåkningsprogrammene ble startet i 1973 (indre) og 2001 (ytre) Oslofjord. Det er gjennomført årlige [hydrografiundersøkelser](#) i hele perioden. Hard- og bløtbunnsundersøkelsene er utført med noe varierende frekvens, i hovedsak årlig i ytre Oslofjord fra 1990-2025, fra 2026 er frekvensen redusert til hvert tredje år. I indre Oslofjord er det gjort hardbunnsundersøkelser med varierende frekvens siden 1981. Bløtbunn undersøkes ikke i indre Oslofjord. Ytre Oslofjord-overvåkingen undersøker ålegress hvert tredje år. I tillegg finnes det data på nedre voksegrense for tare. Sedimentprofilkamera (SPI) benyttes på flere stasjoner i fjorden for å registrere forholdene på bløtbunn. [Sukkertareskog](#) har blitt overvåket som en del av programmet for sukkertareovervåking (Gundersen m. fl. 2014).

Når det gjelder [tangsamfunn](#), så har NORCE utviklet kart over [naturtyper i tidevannssonen](#) basert på satellittdata og har klassifisert tidevannssonen inn i bløtbunn,

sandstrand/grusstrand, tang/tare, fjell, vann og land. Kartlegging basert på satellittdata identifiserer også vegetasjon i strandsonen og grunne områder (Rinde m.fl. 2021). Under ØKOKYST utføres det strandsonundersøkelse (med dekningsgrad av tangsamfunn og andre makroalger), inkludert årlige undersøkelser av 123 tangstasjoner (i indre Oslofjord-programmet).

I forbindelse med testing av Miljødirektoratets instruks for kartlegging av marine naturtyper, ble [blåskjellbunn](#) kartlagt i 2021. Det finnes også stasjoner for overvåking av blåskjell, programmet Miljøgifter i kystsonen ([MILKYS](#)) er spesielt relevant, som årlig registrerer størrelse for 50-150 blåskjell på alle stasjonene. I tillegg har HI en nasjonal overvåking av [blåskjellbestanden](#) (se også [her](#)) i fire områder i landet, én av dem er Oslofjorden. Her er det stasjoner i både indre og ytre Oslofjord, men det mangler stasjoner vest for Færder. For basisprogrammet ØKOKYST er det planer om en opsjon for å undersøke flere ålegresstasjoner og nedre voksegrense for makroalger.

I forbindelsen med re-kartlegging av ålegressenger og kartleggingen av andre naturtyper (som sukkertareskog) i 2021, ble også mengden [lurv](#) registrert (Rinde m.fl. 2021). Vi har derfor noe datagrunnlag for å kunne vurdere eventuelle endringer i utbredelse på lurv i Oslofjorden (se **Figur 5**). Oslofjordens friluftsråd kartlegger også forekomst av lurv på 50 stasjoner i samarbeid med NIVA gjennom et eget [folkeforskningsprosjekt](#) fra 2025 (**Figur 5**). I dette prosjektet overvåkes områder med lurv gjennom sesongen (minimum en gang per måned fra tidlig vår til sen høst), og flere stasjoner er allerede tildelt en «kysthjelper» og er under aktiv overvåking. Les mer om forslag til følgeforskning knyttet til dette følgeforskningsprosjektet i Kap. 4.5.



**Figur 5. Venstre:** Forekomst av lurv på sukkertare og ålegress, med tetthetsklasser fargekodet. Hentet fra Frigstad m.fl. 2024 [Tilstandsrapport for Oslofjorden](#). **Høyre:** Plasseringen av stasjoner for [folkeforskning](#) på forekomst av lurv. I dette prosjektet overvåkes områder med lurv gjennom sesongen (minimum en gang per måned fra tidlig vår til sen høst).

Mengden lurv registreres som en del av ØKOKYST og programmene for overvåking i [indre](#) og [ytre](#) Oslofjord. I forbindelse med diskusjon om planer om en opsjon for å undersøke flere ålegresstasjoner og nedre voksegrense for makroalger i ØKOKYST, vil også lurv være

inkludert. I tillegg vurderes det om det også bør gjøres flere undersøkelser av lurv, selv om lurv ikke i seg selv er en egen indeks. Det er store kunnskapsmangler om hvilke arter lurv som opptrer på ulike lokaliteter og til ulike sesonger.

NIVA har siden 2024 undersøkt [biologisk mangfold i tangsamfunn](#) og i områder der tang reetableres på 12 stasjoner ved Båttstø (i Asker i Oslofjorden) for å kunne fange opp endringer i økosystemer over sesonger og år. Alle de 12 stasjonene har temperaturloggere som registrerer klimaforhold. Ved å følge opp utviklingen av tangsamfunnene og deres tilstand på disse stasjonene, og ved å bygge opp en tilsvarende overvåking i referanseområdet, vil man kunne fange opp effekten av nullfisketiltaket på intakte tangsamfunn, og på tangsamfunn under reetablering, når klimaendringer, inkludert hetebølger, er tatt høyde for.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) driver [systematisk fangst av fisk i ruser](#) ved Håøya (Oscarsborg) og Bærumsøyene (Ostøya/Brønnøya), som er innenfor indre Oslofjord nullfiskeområde. Stasjoner er tilfeldig valgt innenfor dybdeintervallene 0-15 m og 15-30 m, på fem lokaliteter (med 20 ruser i hver) fordelt på de to områdene, som har blitt besøkt vår og høst siden 2019 (samt i 2011 og 2012). Rusene fanger torsk, leppefisk, strandkrabbe, noe paddetorsk, dvergulke og vanlig ulke. NIVA sitter på en 10 år gammel [tidsserie over fiskemager](#) fra torsk fra området nær den dypeste og midterste delen av fjorden («midtmeie»/«altdjupet», dvs. nær hovedskipsleia). Dette er en tidsserie som samles inn i MILKYS-programmet og fortsatt pågår.

Det er utført en rekke undersøkelser med agnede stereo-video-rigger (forkortet "BRUVs" – en videobasert metode som gir informasjon om bunntype og arts- og størrelsessammensetning hos fisk) på grunnere vann i Oslofjorden i forbindelse med blant annet Frisk Oslofjord, og i Hls forundersøkelser for å skaffe førdata på artssammensetningen av fiskesamfunn i kystområdene. Metoden («Baited Remote Underwater Video», beskrivelse i Espeland m.fl. 2022) er basert på at et undervannskamera lokker dyr til seg med agn for å registrere dem uten å forstyrre habitatet, noe som er en kostnadseffektiv metode for å vurdere artsmangfold og bestandsstørrelser på en ikke-destruktiv måte.

Hls [strandnotserie](#) er en årlig undersøkelse som har pågått siden 1919. Undersøkelsene dekker både indre og ytre Oslofjord på grunt vann (0-12 m). Undersøkelsene fanger opp små fisk (mesopredatorer), som leppefisk og torskeyngel, ørret, hyse, hvitting, lyr og sei. I tillegg fanger det årlige [høsttoktet](#) opp fisk på grunt vann (5-25 m) i ytre Oslofjord (Jomfruland, Hvasser og Hvaler), med en tidsserie på 40 år.

## 4.2 Følgeforskning i felt

### 4.2.1. Forslag til fokusområder

For å fange opp både romlige og tidsmessige variasjoner bør overvåkingen være systematisk og dekke både nullfiskeområdene, referanseområder utenfor og transekter som går fra inne i nullfiskeområde og ut. Vi foreslår at det prioriteres stasjoner innenfor åtte områder:

- Fire områder i nullfiskeområdene (**Figur 1**); dvs. to områder i indre Oslofjord og ett i hvert av de to andre nullfiskeområdene i ytre fjord
- Tre referanseområder, dvs. et referanseområde for hvert av de tre nullfiskeområdene
- Et fjernreferanse-område, det vil si et område som representerer et system vekk fra de store påvirkningene knyttet til Oslofjorden

I tillegg foreslår vi at det utføres undersøkelser i ulik avstand fra nullfiskeområdene og *inn i* referanseområdene for å kunne fange opp eventuelle «spillover»-effekter av tiltaket via endringer i de trofiske interaksjonene, på naturtypene og mengde lurv.

Valg av stasjoner innenfor disse områdene kan enten være (i prioritert rekkefølge)

1. Pågående overvåkingsstasjoner, som både dekker behovet for data på «før»-situasjonen og som kan foreslås inkludert og prioritert for videreføring.
2. Gamle (avsluttede) overvåkingsstasjoner. Disse kan gi oss «før»-data. Dette kan altså være avsluttet overvåking, som vi vil foreslå gjenopprettes som overvåkingsstasjon hvis vi ser behov for det.
3. Tidligere undersøkte stasjoner, helst undersøkt mer enn én gang (men ikke et absolutt krav). Disse vil ha noe informasjon om før-situasjonen.
4. Nye stasjoner, der vi ikke har data, men som vil gi nyttig kunnskap om effektene av tiltaket.

For å oppnå mest mulig synergi med pågående prosjekter, er områdene valgt ut for å ligge i nærheten av HIs foreslåtte områder for følgeforskning på fiskebestander, NMBUs rusefangststasjoner (data på fisk fanget i strandsonenære områder) og HIs BRUV-stasjoner (data på bunntype og arts- og størrelsessammensetning hos fisk). Noen av områdene ligger i nærheten av HIs strandnotstasjoner (jfr. Kap. 4.1.)

Fokusområdene er valgt ut slik at de inkluderer så mange av de relevante naturtypene som mulig (se Kap. 4.1). Vi har også lagt vekt på at de valgte referanseområdene og fjernreferanse-området har så like miljøforhold (som dyp, terreng, substrattypen, strøm-/bølgeforhold) som mulig som nullfiskeområdet de er referanse for. Dette for bedre å kunne skille eventuelle effekter av tiltaket fra de variasjonene i miljøforhold man kan finne på ulike stasjoner. Oversikt over data og miljøforholdene i er gitt i Vedlegg 6.2 og Vedlegg 6.3.

Referanseområdet for tiltaket i indre Oslofjord burde ligge i indre fjord. Men i og med at hele indre Oslofjord er et nullfiskeområde, så må referanseområdet velges i ytre fjord.

Kurefjorden er valgt som referanse for begge fokusområdene i indre Oslofjord. Selv om hovedpåvirkningen i Kurefjorden (avrenning fra jordbruket) er en annen enn i indre Oslofjord, så er det likevel mye som er likt. Bølgeeksponering og saltholdighet er relativt likt i Kurefjorden og indre Oslofjord. Dette er variabler som påvirker de biologiske samfunnene som lever der, og det er ønskelig at disse forholdene er så like som mulig. Kurefjorden er, som indre Oslofjord, noe mindre ferskvannspåvirket enn resten av Oslofjorden. Simulerte data fra OsloMod-prosjektet (Wallhead m.fl. 2026) viser at NO<sub>3</sub>-konsentrasjon er noe lavere i Kurefjorden enn for begge fokusområdene i indre fjord. Miljøforholdene er likevel så like som det er mulig å få. Vedlegget i Kap. 6.3 viser kart og modeller over miljøforholdene i

fjorden, inkludert modeller på næringssalter, klorofyll (Chl-A) og Secchi-dyp fra prosjektet "Modellering av Oslofjorden" (OsloMod, se modellene [her](#)).

**Figur 6** gir en oversikt over de åtte foreslåtte områdene,

*Indre Oslofjord*

1. Bærumsøyene (innenfor nullfiskeområdet); representerer innerste del
2. Drøbak (innenfor nullfiskeområdet); representerer ytre del
3. Kurefjord-området (Råde); foreslått referanseområde for indre Oslofjord.

*Færder*

4. Tjøme-området (innenfor nullfiskeområdet)
5. Sandefjord-området, referanseområde for Færder

*Hvaler*

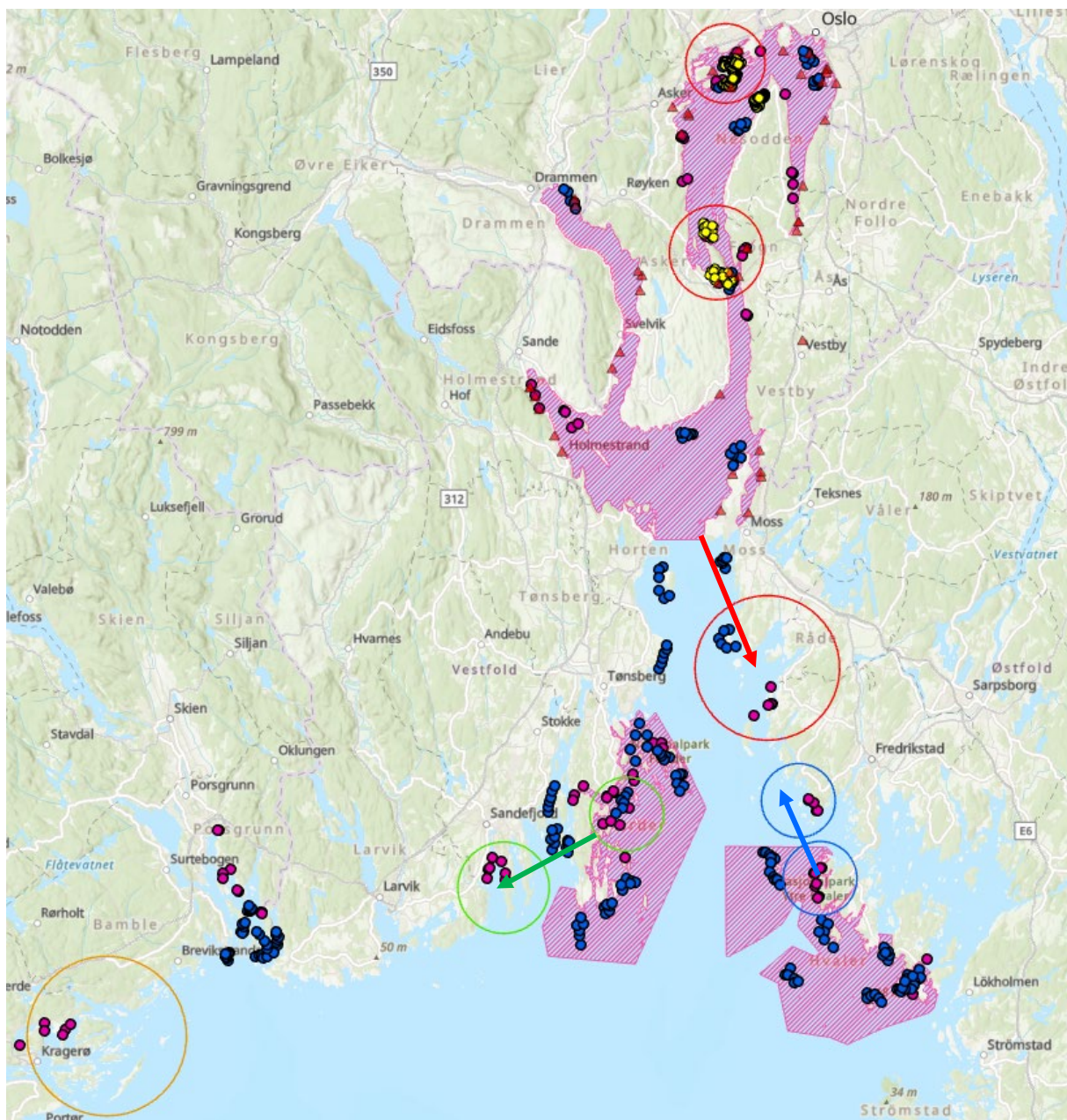
6. Vauert-området (innenfor nullfiskeområdet)
7. Lyngholmen-området, referanseområde for Hvaler

*Fjernreferanse*

8. Kragerøs skjærgård (inkludert Jomfruland nasjonalpark)

For å fange opp eventuelle «spillover»-effekter av tiltaket foreslår vi også at undersøkelser gjøres på stasjoner langs foreslåtte transekter som skissert i **Figur 6**. Det må presiseres at dette er forslag, og at endelige områder og stasjoner vil kunne endre seg etter besøk i felt og vurdering/verifisering av forholdene der, og eventuelt basert på muligheter vi ikke har oversikt over per i dag.

De ulike områdene er presentert i mer detalj (kart i **Figur 8** til **Figur 15**) i Kap. 4.2.5.



**Figur 6.** Foreslåtte fokusområder. **Skraverte områder** viser de tre nullfiskeområdene. **Rosa prikker** viser Hls strandnot-stasjoner, **gule prikker** viser NMBU rusestasjoner, **blå prikker** viser grunne BRUV-stasjoner. **Røde sirkler** viser foreslåtte fokusområder knyttet til indre Oslofjorden (to innenfor nullfiskeområdet og ett som referanse til disse), **grønne sirkler** viser tilsvarende for Færder og **blå sirkler** for Hvaler. Den **oransje** sirkelen ved Kragerø representerer fjernreferanse-området, det vil si et område som representerer et system vekk fra de store påvirkningene knyttet til Oslofjorden. Innenfor disse åtte områdene bør det velges minimum tre replikate stasjoner for de ulike naturtypene i fokus. Pilene indikerer plassering av transekter som bør undersøkes for å kunne fange opp eventuelle «spillover»-effekter av tiltaket. De ulike områdene er presentert i mer detalj i Kap. 4.2.5, inkludert oversikt over utbredelse av de ulike naturtypene, samt relevante stasjoner fra ØKOKYST, indre og Ytre Oslofjord-overvåkingen og Milkys-programmet.

## 4.2.2. Foreslåtte metoder

### 4.2.2.1. Generelt

Selv om man finner lurv også på bløtbunn, blåskjellbunn og annen type natur, så er utfordringene knyttet til skiftet fra flerårige arter som utgjør naturtyper til områder dominert av lurv i stor grad knyttet til de blå skogene. For å kunne fange opp effekter av nullfisketiltaket på trofiske interaksjoner som kan lede til mindre lurv, har vi fokus på de blå skogene (det vil si tangsamfunn, tareskoger og ålegressenger). Blåskjell spiller også en rolle i denne dynamikken, det samme gjør tilstand og artssammensetning på bløtbunn og forhold i vannmassene, inkludert fysisk-kjemiske forhold og mengde planteplankton.

For å fullt ut forstå dynamikken som regulerer mengden lurv i Oslofjorden, og hvordan denne påvirkes av nullfisketiltaket, så foreslår vi følgeforskning knyttet til følgende tema:

1. Utbredelse, tetthet og biomasse av lurv
2. Lokalitetskvalitet og/eller tilstand for blå skog
3. Artsdiversitet og funksjonell diversitet i blå skog og lurv
4. Predatordynamikk – interaksjoner mellom trofiske nivåer
5. Utbredelse, lokalitetskvalitet og størrelsesfordeling av blåskjell på blåskjellbunn
6. Artssammensetning og generelle miljøforhold på bløtbunn

Innsamling av data vil foregå på ulike måter. Dette inkluderer

#### *Feltundersøkelser*

- Snorkling, dykking eller vading.
- Bruk av droner (som er spesielt egnet for kartlegging av de grunneste naturtypene, inkludert tangsamfunn, ålegressenger og lurveansamlinger knyttet til dette).
- Bruk av undervannskamera (dropkamera), ROV (som er standard i kartlegging og overvåking av mange marine naturtyper) og, på bløtbunn, sedimentprofilkamera (SPI).

#### *Labanalyser*

- Analyser av artssammensetning ved hjelp av ruteanalyser og faunafeller, med hovedfokus på makroalger og evertebrater (inkludert fremmede arter).
- Undersøkelser av predatordynamikk gjennom ruse-/teinefangst av fisk og andre mesopredatorer.
- Bruk av grabb på bløtbunn.
- Mikroskopiering (av lurv og, ved behov, andre arter).
- Biomassemåling, N/P-analyser av lurv.

I tillegg til de mer tradisjonelle undersøkelsene og analysene, har dette prosjektet som mål å overvåke de økologiske effektene av tiltakene med bruk nye teknikker, som eDNA-analyser (miljø-DNA, metabarcoding) og analyser av stabile isotoper. eDNA-analyser vil bli benyttet både i analyser av artssammensetning i blå skog og lurv, analyser av predatordynamikk og analyser av mageprøver. Det er usikkert hvor godt denne metoden vil fange opp

stasjonsspesifikt biomangfold i blå skog, men dette bør undersøkes som en del av følgeforskningen. Analyse av stabile isotoper (særlig av nitrogen og karbon) av dyr vil benyttes til å fange opp endringer i trofiske interaksjoner over tid. De nye metodene er potensielt kostnadseffektive for å kartlegge biodiversitet, og bør utføres sammen med de mer tradisjonelle undersøkelsene, inkludert mikroskopi, for å kunne interkalibrere disse og vurdere resultatene opp mot hverandre.

På alle stasjoner bør det måles fysisk-kjemiske forhold og mengde planteplankton/mikroalger, ukentlige, månedlig eller kvartalsvis, avhengig av sesong.

Innenfor de åtte fokusområdene vist i **Figur 6** og beskrevet i mer detalj i Kap. 4.2.5 bør det velges minimum tre replikate stasjoner for de ulike naturtypene i fokus (altså bløtbunn, blåskjellbunn og de ulike typene av blå skog). Det må også lages et design for å følge opp spillover effektene av tiltaket langs de foreslåtte transektene for hvert nullfiskeområde. Foreslått frekvens for undersøkelsene er beskrevet i Kap. 4.2.3.

#### 4.2.2.2. Lurvens utbredelse, tetthet og biomasse

For alle fem naturtypene (tangsamfunn, tareskog, ålegresseng, blåskjellbunn og bløtbunn) foreslår vi at følgende egenskaper for lurv registreres:

- Tetthet (i hht vannforskriften og Miljødirektoratets instruks)
- Biomasse (vekt av innsamlet materiale fra et standardisert areal per naturtype)
- Artssammensetning av lurv, både makro- og mikro-organismer, inkl. bentiske kiselalger og blågrønnbakterier (mikroskopering og eDNA)
- N/P-innhold

Lurv bør overvåkes overordnet, men også undersøkes mer detaljert for å kunne forstå dynamikken i økosystemene som leder til oppblomstring av lurv, og til en potensiell reduksjon som respons på nullfisketiltaket og andre iverksatte tiltak. Vi foreslår

- Ukentlige undersøkelser i oppstarten av vekstsesongen for lurv (omtrent i mars) og i perioden der biomassen er på sitt høyeste (i juli/august),
- månedlig gjennom hele vekstsesongen (mars-oktober) og
- kvartalsvis (hver 3. måned) resten av året.

I tillegg bør utbredelsen av lurv og naturtypene undersøkes med drone hver 3. måned. Dette er en kostnadseffektiv metode for å undersøke eventuelle endringer i arealutbredelsen til lurv og naturtyper på grunt vann (som tang, tare og ålegress). **Figur 7** viser et eksempel på dronefoto av en holme sør for øya Skilpadda i indre Oslofjord, med tydelige forekomster av lurv.

Endringer i mengde lurv vil også bli fanget opp av folkeforsknings-aktiviteter på stasjonene (folkeforskningsprosjektet som startet 2025 (**Figur 5**), der utvalgte stasjoner overvåkes gjennom sesongen (minimum en gang per måned fra tidlig vår til sen høst). Dette prosjektet er beskrevet i mer detalj i Kap. 4.5.

Registrering av lurvens tetthet gjøres gjennom visuelle undersøkelser (ved snorkling eller bruk av undervannskamera og ROV). Prøvetaking til analyser av biomassemål, N/P-analyser og artssammensetning av lurven, vil, så langt de lar seg gjøre, utføres ved bruk av vading, snorkling eller dykking. Artssammensetningen til lurven vil bli undersøkt gjennom morfologiske undersøkelser i mikroskop og eDNA.



**Figur 7.** Til venstre vises et eksempel på en rotordrone som kan brukes til å ta bilder. Til høyre vises et eksempel på detaljgraden som er i dronebildene, hvor et skjær som ligger rett sør for den lille øya Padda (egentlig Skilpadda) er vist. Lurvemattene vises som et lysebrunt felt rundt skjæret.

#### 4.2.2.3. Utbredelse, tilstand og lokalitetskvalitet for blå skog

Indikatorer på forbedret tilstand vil kunne måles som positiv utvikling i

- utbredelse (areal) og tetthet
- nedre voksegrense for en del arter (som ålegress, sukkertare, stortare og andre makroalger), lignende det som utføres som en del av vannforskriften
- lokalitetskvalitet og/eller tilstand

Endring i lokalitetskvalitet vurderes ved bruk av variabler og metodikk beskrevet i Miljødirektoratets instruks ([Miljødirektoratet 2026](#), basert på faggrunnlaget i [Bekkby m.fl. 2025](#)). Endring i økologisk tilstand bør vurderes etter [klassifiseringsveilederen](#) i vannforskriften.

Undersøkelsene gjøres ved visuelle undersøkelser (ved snorkling eller bruk av undervannskamera), prøvetaking (av biomasse) eller, hvis mulig, droneteknologi (i de grunneste områdene).

#### 4.2.2.4. Artsdiversitet og funksjonell diversitet i blå skog og lurv

I tillegg til å undersøke utbredelse av blå skog og lurv, samt økologisk tilstand av blå skog, så foreslår vi at det planlegges følgeforskning knyttet til artsdiversitet og funksjonell diversitet i blå skog og lurv, med hovedfokus på makroalger og evertebrater (foreslåtte undersøkelser av fisk beskriver i neste del-kapittel). Analyser av artsdiversitet gir oversikt over antall arter, mens funksjonelt mangfold fanger opp måten arter oppfører seg på, hvordan de spiser eller bruker naturressursene i et økosystem. Høyt funksjonelt mangfold øker et økosystems motstandsevne, og reduserer risikoen for negative påvirkninger.

Vi foreslår at undersøkelsene gjøres ved

- analyser av den blå skogens struktur (f.eks. størrelse, morfologi, oppbygning)
- Ruteanalyser (for diversitet av fastsittende og lite mobile arter)
- Faunafeller (for diversitet av små mobile evertebrater)
- eDNA-analyser og mikroskopi (for artsanalyser, inkludert metodekalibrering for utvikling av mer kostnadseffektive metoder, se Kap. 4.2.2.1.)

Vi foreslår at dette gjøres for både naturtypene og i aggregeringer av lurv.

Ruteanalyser vil gi kunnskap om tettheten og antall av alger og dyr, inkludert makroalger, krepsdyr, snegl, bløtdyr og annet, og vil kunne svare på spørsmål knyttet til eventuelle endringer i interaksjonene mellom arter som vil kunne påvirke mengden lurv. Disse ruteanalysene bør utføres med og uten bur som ekskluderer beitere, slik at effekten av dette blir observert direkte i felt.

NIVAs 12 overvåkingsstasjoner (i Asker i Oslofjorden) av biologisk mangfold i tangsamfunn, som også dekker stasjoner der tapt tang reetableres foreslås videreført for å kunne følge opp dette «før»-datasettet og videre fange endringer i økosystemet over sesongen under nullfisketiltaket. Dette datasettet vil supplere strandsoneundersøkelsene innenfor fokusområdene ved at de også kontinuerlig overvåker klimaendringer. Vi foreslår av overvåking av disse stasjonene videreføres og at det bygges opp en tilsvarende overvåking i referanseområdet.

Indikatorer på forbedret tilstand vil kunne måles som

- positiv utvikling i struktur av blå skog (f.eks. størrelse)
- positiv utvikling i antall arter og i funksjonell diversitet
- flere beitere på lurv, både mht. antall arter og antall individer
- en observert effekt på mengden lurv av å ekskludere mesopredatorer (bur-eksperimenter) på evertebratsamfunnene
- redusert utbredelse og biomasse av lurv

Undersøkelser gjennomføres hver 3 måned, sammen med undersøkelsene av lurv (beskrevet i forrige avsnitt), for å fange opp variasjon over sesong.

#### **4.2.2.5. Predatordynamikk knyttet til marine naturtyper**

For å kunne fange opp effekter av nullfisketiltaket på trofiske interaksjoner som resulterer i redusert mengde lurv, så er det viktig å undersøke endringer i antall av både toppredatorer og mesopredatorer i systemet, som fisk og krabber. Metodene må fange opp endringer i både tetthet, størrelse, og vekt til de ulike artene. Analyser av mageinnhold for utvalgte nøkkelarter vil kunne gi nyttig informasjon om interaksjonen mellom artene på tvers av trofiske nivåer. Vi estimerer at undersøkelser hver 3. måned vil være nødvendig.

Vi foreslår rusefangst tilsvarende det som NMBU gjør i dag. Stasjonene velges innenfor dybdeintervallene 0-15 m. Rusene fanger torsk, leppefisk, strandkrabbe, noe paddetorsk, dvergulke og vanlig ulke. Rusene som benyttes av NMBU i dag er for grove for små kutling, og eksisterende metodikk må suppleres med ruser/teiner egnet for å fange flere arter, samt

at rusene/teinene også settes ut på sommeren, når lurven vokser raskt. Vi foreslår en utvidelse av områdene dekket av NMBUs rusestasjoner, slik at de dekker alle stasjoner i de foreslåtte fokusområdene, i referanseområdene og i fjernreferansen i Kragerø. Disse undersøkelsene vil svare på spørsmålet knyttet til endringer i predatorodynamikk over tid, og vil utføres nærkvantitative registreringer og innsamling av prøver for å se på variasjoner i utbredelse og tilstand (inkludert mengde lurv) til blå skog, blåskjellbunn og bløtbunn, og i artsmangfoldet knytta til disse, fanget i rusene, samt aldersfordeling på fisk (otolittanalyser). Vi foreslår også at det gjøres «bur-eksperimenter» for å ekskludere beitere fra noen av rutene.

Vi foreslår følgende metoder:

- Visuell identifikasjon av arter og størrelsesfordeling av fisk og krabber, og andre arter.
- DNA-analyser av mageinnhold («diett-DNA») for å kartlegge eventuelle endringer i predatorenes diett i og utenfor nullfiskeområdene.
- Analyse av stabile isotoper (særlig av nitrogen og karbon) av dyr fanget i ruser/teiner for å fange opp endringer i diett over tid. Fokuset vil være på fisk og krabber.

NIVA sitter på en 10 år gammel tidsserie over fiskemager fra torsk fra den dypeste og midterste delen av fjorden. Disse innsamlingene pågår, og vi foreslår at det settes av midler til å analysere mageinnhold (analyser av DNA og stabile isotoper).

I tillegg til ruse-/teinefangst og analyser av allerede eksisterende mageprøver, foreslår vi innsamling av data ved bruk av agnede stereo-video-rigger ("BRUVs") tilsvarende det HI gjør i dag, på flere lokaliteter på grunt vann. Dette vil gi informasjon om endringer i arts- og størrelsessammensetning blant fisk på ulike naturtyper på grunt vann. Dette vil være et godt supplement til dataene vi kan få basert på rusefangst, og vi foreslår dette på alle stasjoner innen fokusområdene, både inne i nullfiskeområdene, i referanseområdene og i fjernreferansen.

Indikatorer på forbedret tilstand vil være:

- endringer i sammensetningen av arter og tetthet/biomassefordeling mot en dominans av toppredatorer og færre mesopredatorer
- flere større og eldre toppredatorer og økt rekruttering av toppredatorer
- flere beitere på lurv blant evertebratene, og dermed sterkere «top-down» kontroll av lurven
- redusert utbredelse og biomasse av lurv

Undersøkelsene foreslås utført hver 3. måned, sammen med registreringer av lurv og ruteanalysene (beskrevet i forrige avsnitt).

#### **4.2.2.6. Utbredelse, lokalitetskvalitet og størrelsesfordeling på blåskjellbunn**

For å kunne fange opp tilgjengeligheten av blåskjell som mat for fisk er det nødvendig å se på både utbredelse og størrelsesfordeling. I henhold til kriteriene for tilstand etter Miljødirektoratet instruks (Miljødirektoratet 2026, basert på faggrunnlagte i Bekkby m.fl. 2025) skal størrelsessammensetningen vurderes i tre ruter fordelt over lokaliteten. For blåskjellbunn vil en intakt blåskjellbunn bestå av små rekrutter (<3 cm), mellomstore (3-5

cm) og store (>5 cm) individer (noe som samsvarer med trinninndelingen i Programmet for overvåking av miljøgifter i kystområdene, MILKYS). Tilstanden vurderes basert på hvor mange av størrelsesklassene som er tilstede.

Stasjonene for undersøkelse av blåskjellbunn velges fra eksisterende stasjoner i programmet Miljøgifter i kystsonen (MILKYS) og blant HIs stasjoner for nasjonal overvåking av blåskjellbestander (se også her). Variabler som skal registreres er:

- utbredelse av blåskjellbunn (areal) og tetthet av blåskjell
- størrelsesfordeling i utvalgte ruter
- mengden (andel) døde skjell
- lokalitetskvalitet etter Miljødirektoratets instruks

Indikatorer på forbedret tilstand vil kunne måles som

- økt areal eller tetthet
- utvikling i retning av flere størrelsesklasser av blåskjell
- reduksjon i andelen døde skjell
- forbedret lokalitetskvalitet etter Miljødirektoratets instruks

#### **4.2.2.7. Fauna og bunnforhold på grunn bløtbunn**

Undersøkelser av bløtbunn i grunne områder bør inkludere både fysisk-kjemiske analyser og biologiske undersøkelser.

Prøvetaking bør finne sted årlig for å kunne få et godt bilde av potensielle endringer.

Undersøkelsene bør omfatte:

- Bunnfauna: Artsbestemmelse og tilstandsklassifisering fra grabbprøver (f.eks. 0,1 m<sup>2</sup> van Veen-grabb). Fokus på artsmangfold, mangfold av funksjonelle grupper (makroorganismer) og biomassemåling av nøkkelarter-/indikatorer.
- DNA-metabarcoding for å fange opp små arter og mikrofauna.
- Sedimentkjemi: Analyse av totalt organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) (TOC/TN-forholdet kan indikere opphavet til det organiske materialet, dvs. marint vs. terrestrisk)
- Bioturbasjon og oksygenforhold, f.eks. ved bruk av sedimentprofilkamera (SPI), som er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av tilstand.

For prøvetaking av evertebratene i sedimentene er det ingen føringer i veilederen for når på året prøvene tas, så vi kan ta prøver når det passer best med andre parametere som skal måles.

Forbedring i tilstand kan måles som:

- Økning i antall arter (første indikator på forbedring) og funksjonell diversitet
- Flere av de større gravende artene, typisk slangestjerner og sjømus og krepsdyr (trollhummer)
- Forbedring av typiske tegn på anoksiske forhold (enkle feltobservasjoner av farge/lukt)

#### 4.2.2.8. Analyser av fysisk-kjemiske forhold og planteplankton

Det er viktig å få god kunnskap om dose-respons for å kunne skille effekter av potensielle endringer i næringssalter, lys, klimaendringer (inkludert hetebølger) og andre forhold fra effekten av nullfisketiltaket og påfølgende potensielle endringer i trofiske interaksjoner og predatordynamikk. Det er derfor viktig å overvåke fysisk-kjemiske forhold og planteplankton som *støtteparametere* på de stasjonene der følgeforskning knyttet til lurv, blå skog, blåskjellbunn og bløtbunn foreslås. I etterkant av OsloMod-prosjektet ble det også anbefalt å overvåke fysisk-kjemiske forhold (bl.a. næringssalter, lysforhold og temperatur) på alle lokalitetene/stasjonen der man undersøker marine naturtyper, samt der man gjør undersøkelser av lurv, for å øke kunnskapen om dose-respons-forhold. Dette er tatt hensyn til i anbefalingene i denne rapporten.

Eksisterende overvåking (som ØKOKYST, indre/ytre Oslofjordovervåkingen etc.) og andre aktiviteter (se Kap. 4.1) vil bidra med støtteparametere som vil belyse forholdene i fjorden på et overordnet nivå. Vi anbefaler i tillegg at innsamling av data med FerryBox-systemet videreføres, slik at verdifulle miljøovervåkingsdata samles inn med høy frekvens. De to skipene med Ferrybox-systemet i Oslofjorden utstyres i løpet av 2026 med næringssaltanalysatorer som vil gi sanntidsdata om løste næringssalter (nitrat, nitritt, silikat og fosfat). Ved å undersøke næringssalter og sesongutvikling i lurv og planteplankton, både når lurven dukker opp og når den forsvinner, vil vi kunne styrke kunnskapsgrunnlaget som trengs for å vurdere hvilke næringssalter som stimulerer til oppblomstring av lurv, og om dette eventuelt varierer mellom ulike arter, og hvilke næringssalter som stimulerer til oppblomstring av planteplankton. Se mer om Ferrybox-systemet i 6.1.

Undersøkelser av fysisk-kjemiske forhold og planteplankton inkluderer:

- sensormålinger av temperatur, saltholdighet, oksygenkonsentrasjon og klorofyll-a fluorescens
- vannprøver for analyser av løste næringssalter (nitrat+nitritt, ammonium, fosfat og silikat), totalt nitrogen, totalt fosfor løst organisk karbon (DOC), farget løst organisk stoff (cDOM) og partikler i vannet (turbiditet)
- vannprøver for analyser av planteplanktonets artssammensetning og biomasse (klorofyll-a og biologiske analyser)

I tillegg kan det gjøres måling av siktdyp (Secchi-skive) hvis dybden på stasjonen tillater det.

Det anbefales:

- ukentlige målinger i oppstarten av vekstsesongen for lurv (omtrent i mars) og når biomassen er på sitt høyeste (i juli/august)
- månedlige målinger gjennom hele vekstsesongen til lurv (mars-oktober)
- kvartalsvis resten av året

### 4.2.3. Frekvens for undersøkelsene

**Tabell 1** oppsummerer forslaget til variabler, metoder og frekvens for undersøkelsene. Frekvensen vil måtte diskuteres ut fra midler tilgjengelig (se Kap. 4.2.4). Variabler, metoder og frekvens vil også kunne endre seg underveis etter hvert som man ser resultater av undersøkelsene. Det kan komme opp behov for mer detaljerte undersøkelser av enkelte variabler og forhold, mens det kan hende andre undersøkelser kan gjøres sjeldnere, mer overordnet eller med andre metoder enn det som er foreslått her.

**Tabell 1.** Forslag til variabler, metoder og frekvens for undersøkelsene.

| Variabelgruppe                                                                                                                                                                               | Variabel | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Frekvens                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Lurv (trådalger)                                                                                                                                                                             |          | Tetthet, biomasse, arter av lurv, N/P-innhold måles i blå skog, på blåskjellbunn og på bløtbunn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hver uke, hver måned eller hver 3 mnd., avhengig av sesong |
| Blå skog:<br>Tangsamfunn, tareskog, ålegressenger                                                                                                                                            |          | Utbredelse, tetthet lokalitetskvalitet/tilstand, inkludert tetthet og nedre voksegrense. Ruteanalyser med hovedfokus på makroalger og evertebrater. Detaljanalyser (ruteanalyser, eDNA og bur-eksperimenter) for å teste mulige endringer i artsdiversitet og funksjonell diversitet.                                                                                                                          | Detaljanalyser hver 3. mnd., resten årlig                  |
| Predatordynamikk                                                                                                                                                                             |          | Kvantifisering av toppredatorer (som torsk) og mesopredatorer (som leppefisk og krabber) som lever tilknyttet de fokuserte naturtyper for å teste effekten av endringer i trofisk balanse i faunasamfunn og mengde lurv. Ruse-/teinefangst med undersøkelser av tetthet, størrelse, og vekt av fisk, og fødevalg gjennom analyser av mageinnhold av utvalgte arter; analyse av eDNA og stabile isotoper; BRUV. | Hver 3. mnd.                                               |
| Blåskjellbunn                                                                                                                                                                                |          | Utbredelse, tetthet, størrelsesfordeling, mengde døde skjell, lokalitetskvalitet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Årlig                                                      |
| Bløtbunn                                                                                                                                                                                     |          | Analyse av bunnfauna (grabb og DNA-metabarcoding) og bunnforhold, inkludert sedimentkjemi, analyse av bioturbasjon og oksygenforhold.                                                                                                                                                                                                                                                                          | Årlig                                                      |
| Fysisk-kjemiske forhold og planteplankton i vannmassene:<br>Temperatur, saltholdighet, oksygen, klorofyll-a fluorescens, plankton-analyser, turbiditet, næringssalter, DOC, Lysforhold/ cDOM |          | Standard metode brukt i overvåkingsprogrammer (sensormålinger + vannprøver). Måling av siktdyp (Secchi-skive) hvis dybden på stasjonen tillater det.                                                                                                                                                                                                                                                           | Hver uke, hver måned eller hver 3 mnd., avhengig av sesong |

Miljødirektoratet ønsker å utvikle et overvåknings- og metodeutviklingsprogram for å se på utbredelse og dekningsgrad av lurv som følge av at det nå innføres tre avgrensede områder med nullfiske i Oslofjorden. Nullfisketiltaket har en planlagt varighet på 10 år, så det er naturlig at et følgeforskningsprogram har samme varighet. Det er viktig at undersøkelsene starter så fort som mulig for å kunne få registrert «før»-tilstanden.

I Miljødirektoratets notat til Klima- og miljødepartementet 15.10.2025 («Rammer/skisse for følgeforskning for Oslofjorden») presiseres det at data fra prosjekter i 2024-2025 kan defineres som «før»-data, selv om dataene ikke er samlet inn med mål om å finne effekter av nullfisketiltaket. Vi mener at undersøkelser som blir gjennomført i første halvdel av 2026 også vil kunne regnes som «før»-undersøkelser, siden vi antar at tiltakene trenger lenger tid før de har effekt. Dette støttes også av Miljødirektoratet i deres skriv. For noen av parameterne vil det være best å gjøre undersøkelser på sommer eller tidlig høst. Dette vil f.eks. gjelde undersøkelser av lurv i perioden da biomassen er på sitt høyeste.

#### **4.2.4. Prioritering av arbeidet**

Finansieringen knyttet til følgeforskningen i forbindelse med nullfisketiltaket er ikke helt avklart. Det er derfor nyttig å prioritere arbeidet som skal utføres. Da det er viktig å få gode før-data bør det prioriteres undersøkelser i alle tre nullfiskeområder, samt i referanseområder tilknyttet disse.

Vi har foreslått et fjernreferanseområdet i tillegg til referanseområdene tilknyttet nullfiskeområdene. Dette er for å ha med et område som er mindre påvirket enn Oslofjorden. Ved behov foreslår vi at undersøkelser i fjernreferanseområdet prioriteres *lavorer* enn undersøkelser i nullfiskeområdene og de tilhørende referanseområdene.

Ved ytterligere behov for prioritering foreslår vi at de to fokusområdene i indre Oslofjord prioriteres over områdene i ytre fjord. De to fokusområdene representerer en gradient fra indre til ytre del av indre Oslofjord.

I dette forslaget har vi inkludert både tangsamfunn, tareskoger og ålegressenger (blå skog), da dette er naturtyper der problemet med lurv er spesielt relevant. Vi foreslår i tillegg undersøkelser på blåskjellbunner og bløtbunner, da disse områdene har viktig funksjon som beiteområder for fisk, og er en del av dynamikken som vi trenger å forstå for å kunne se effekten av nullfisketiltaket. Ved behov for prioritering foreslår vi å fokusere på ålegressenger og tangsamfunn, og hente informasjon om eventuelle endringer knyttet til tareskog, blåskjell og bløtbunnsfauna fra pågående overvåking, selv om denne overvåkingen ikke nødvendigvis foreligger innenfor fokusområdene.

For de strandsone-stasjonene som besøkes hvert år som en del av eksisterende overvåking, foreslår vi at det gjøres mer detaljerte undersøkelser for de stasjonene som ligger innenfor fokusområde, jfr. metodebeskrivelsen tidligere i dokumentet. Der det foreligger mange stasjoner innenfor fokusområdet, vil vi velge ut tre av disse for mer detaljerte undersøkelser. Der det ikke finnes strandsone-stasjoner, foreslår vi at dette opprettes. Vi foreslår å

prioriterer undersøkelser av de ålegressengene og tarestasjonene som har blitt besøkt flere ganger tidligere. Der det ikke finnes slike stasjoner innenfor fokusområdene, foreslår vi at ålegressenger prioriteres for videre undersøkelser.

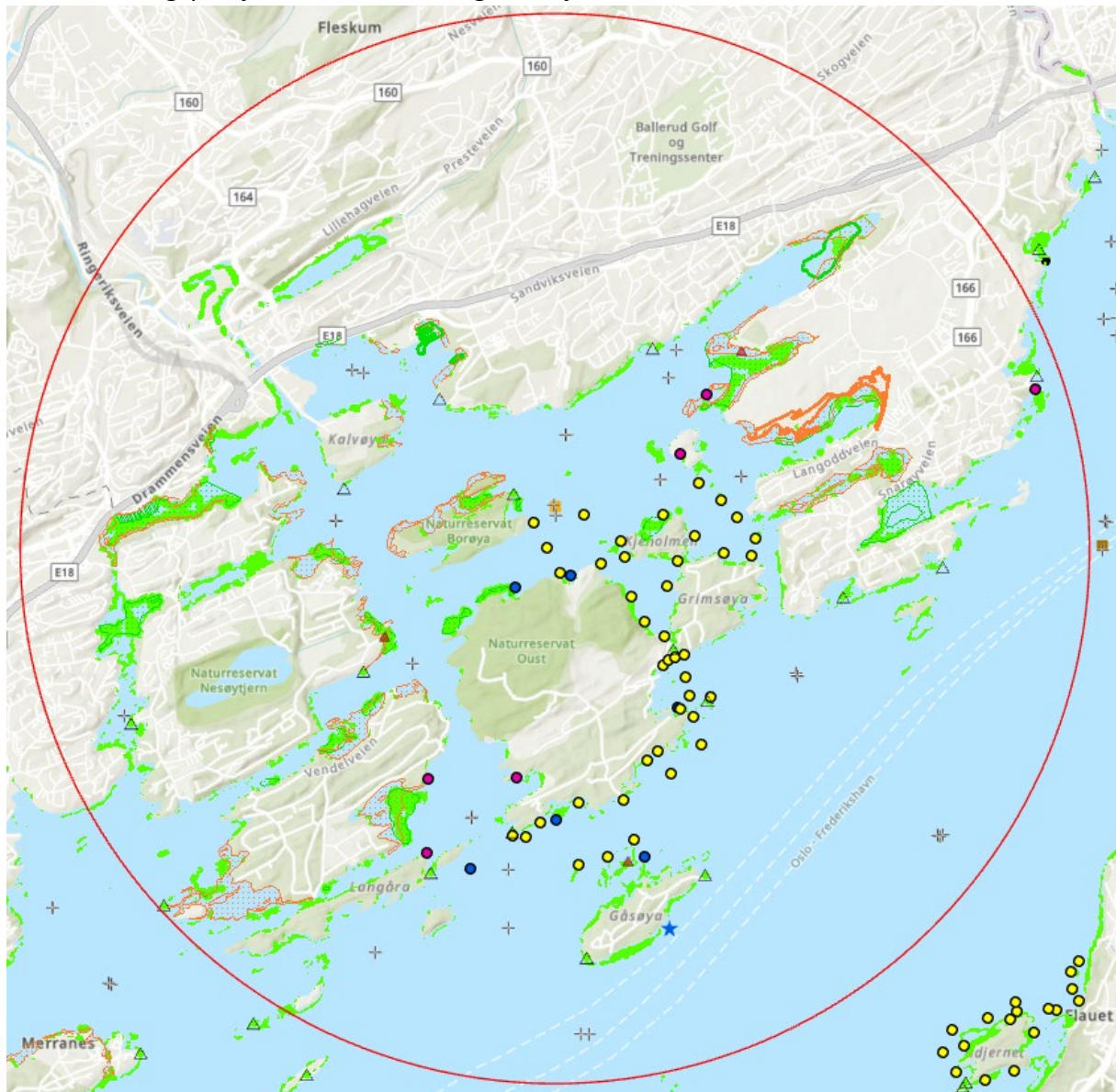
Vi foreslår at det opprettes stasjoner for ruse-/teine-undersøkelser (i samarbeid med NMBU) og BRUV-stasjoner (i samarbeid med HI) for alle utvalgte stasjoner der det ikke allerede finnes innenfor fokusområdet (se kartene i Kap. 4.2.1).

Det er viktig at det gjøres undersøkelser av fysisk-kjemiske forhold og planteplankton på alle stasjoner, selv om det foreligger overvåkingsstasjoner i området, da stasjoner som ligger helt i nærheten av naturtypen vil kunne gi oss god kunnskap om dose-respons. Dette er foreslått å gjøres samtidig som undersøkelsene av lurv, ukentlig i oppstart av lurvens vekstsesong og ved biomassetopp, månedlig gjennom hele vekstsesongen og kvartalsvis resten av året. Hvis man er nødt til å prioritere innsatsen, så kan frekvensen for målinger reduseres til kvartalsvis gjennom hele året, altså fire gange i året. I dette tilfellet bør man passe på at undersøkelsene treffer oppstarten av vekstsesongen for lurv (omtrent i mars) og i perioden der biomassen er på sitt høyeste (i juli/august).

#### 4.2.5. Presentasjon av de enkelte fokusområdene

##### Bærumsøyene (innenfor nullfiskeområdet), indre Oslofjord

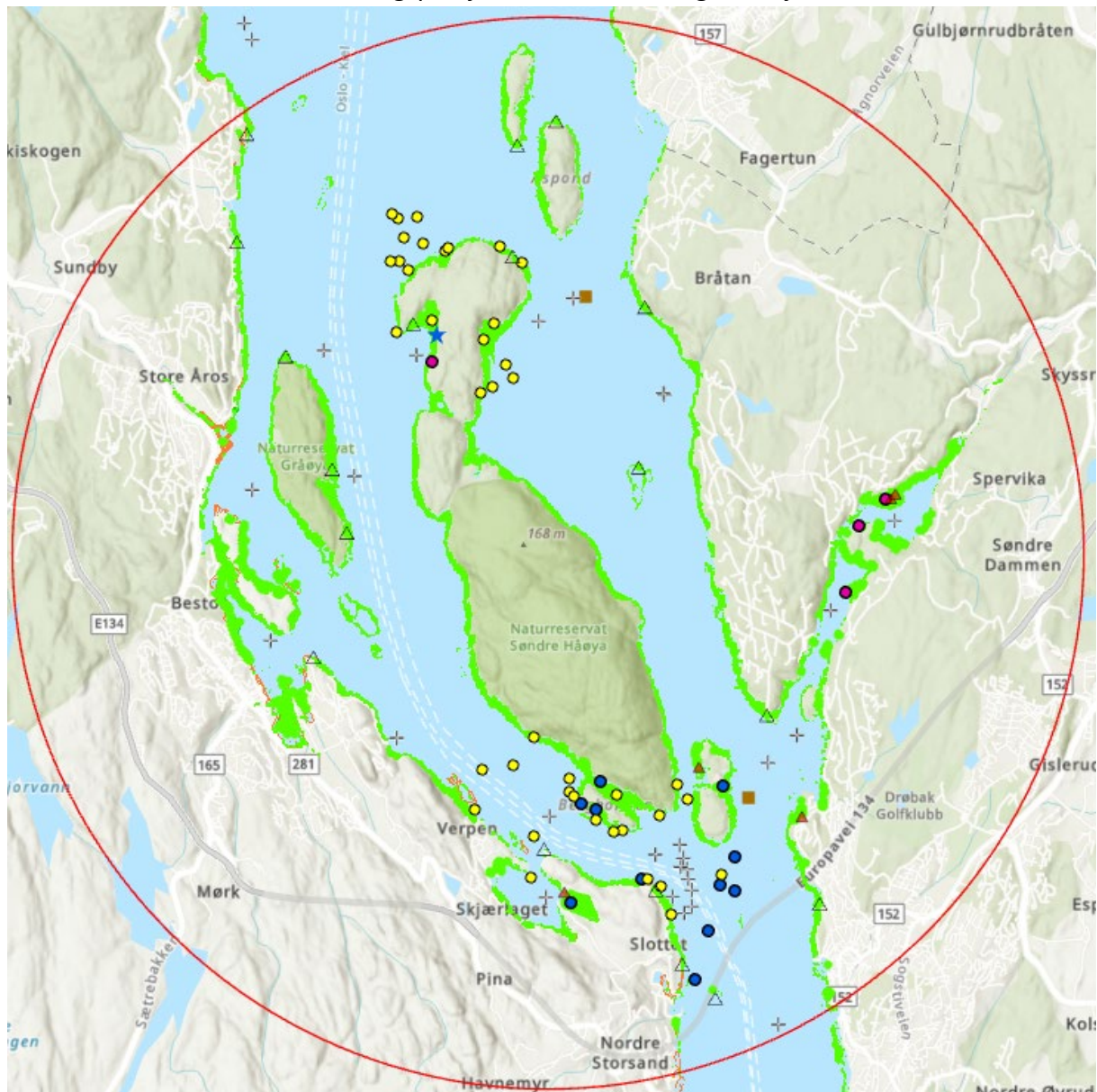
Dette området er valgt for å representere indre forhold i nullfiskeområde i indre Oslofjord. I dette området har HI strandnot- og BRUV-stasjoner og NMBU flere ruse-stasjoner. Det er også flere strandsone-/tangstasjoner her, og MILKYS undersøker blåskjell i området. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025). Midt i området ligger det en hydrografi-stasjon og det gjøres SPI undersøkelser flere steder. Området har mange ålegressenger og store områder med grunne bløtbunnsområder. Folkeforskningsprosjektet for lurv har også stasjoner her.



**Figur 8.** Kart over foreslått fokusområde ved Bærumsøyene. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner, gule prikker = NMBU rusestasjoner, blå prikker viser grunne BRUV-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen. Området har ikke registrert tareskog. Åpne trekanter = strandsone-/tangundersøkelser; firkanter = ØKOKYST-undersøkelser av hydrografi (oransje, brun = historiske stasjoner), blå stjerne = blåskjellstasjoner (MILKYS); kryss = sedimentprofil (SPI)-undersøkelser. Oransje trekanter = stasjoner for folkeforskning på lurv.

### Drøbak (innenfor nullfiskeområdet), indre Oslofjord

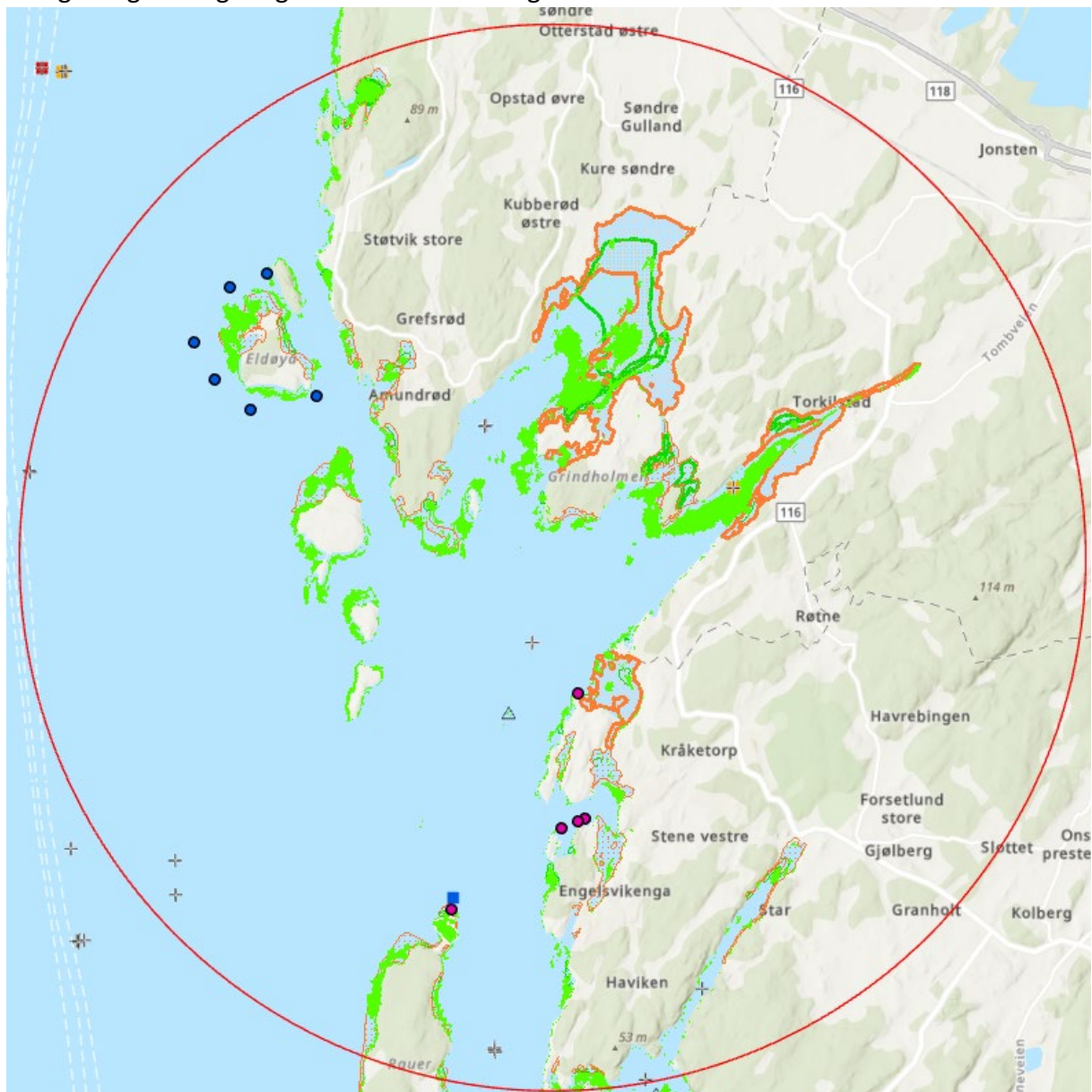
Dette området er valgt for å representere ytre forhold i nullfiskeområde i indre Oslofjord. I dette området har HI strandnot- og BRUV-stasjoner og NMBU har flere ruse-stasjoner. Det er også flere strandsone-/tangstasjoner i området, og MILKYS undersøker blåskjell i området. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025). I området ligger det noen historiske hydrografi-stasjoner og det gjøres SPI undersøkelser flere steder. Området har mange ålegressenger og noen områder med grunne bløtbunnsområder. Folkeforskningsprosjektet for lurv har også stasjoner her.



**Figur 9.** Kart over foreslått fokusområde ved Drøbak; representerer de ytre delene av indre Oslofjord. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner, gule prikker = NMBU rusestasjoner, blå prikker = grunne BRUV-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen. Området har ikke registrert tareskog. Åpne trekkanter = strandsone-/tangundersøkelser; firkanter = ØKOKYST-undersøkelser av hydrografi (brun = historiske stasjoner), blå stjerne = blåskjellstasjoner (MILKYS); kryss = sedimentprofil (SPI)-undersøkelser. Oransje trekkanter = stasjoner for folkeforskning på lurv.

### Kurefjord-området (Råde), referanseområde for indre Oslofjord

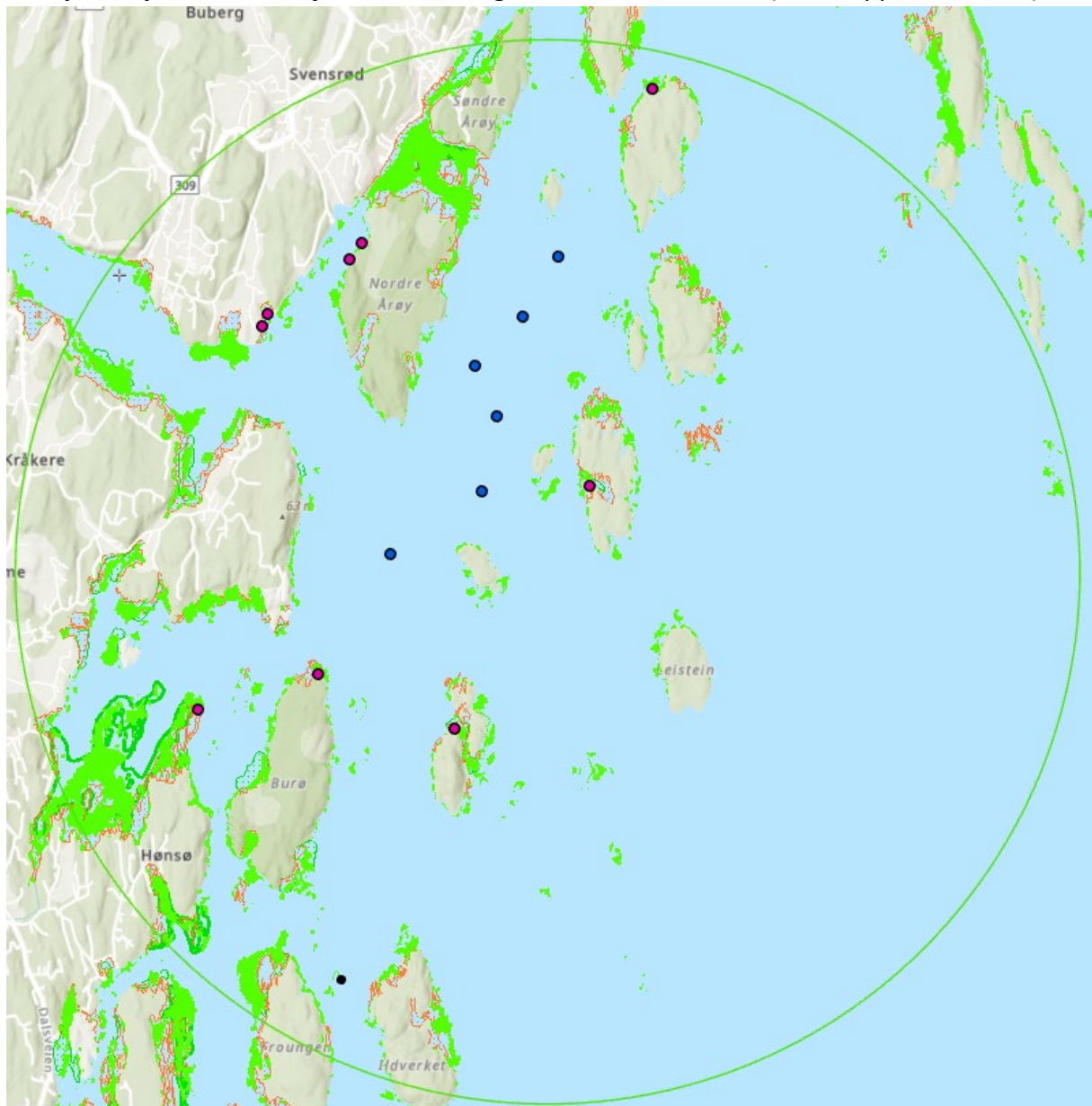
Dette området er valgt som et referanseområde for både indre og ytre forhold i nullfiskeområde i indre Oslofjord. I dette området har HI strandnot- og BRUV-stasjoner. NMBU har ingen ruse-stasjoner her. Det er også noen få strandsone-/tangstasjoner her. MILKYS undersøker ikke blåskjell i området. HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025). Området har en hydrografi-stasjon og det gjøres SPI undersøkelser flere steder. ØKOKYST har også en hardbunnsstasjon her. Området har mange ålegressenger og noen områder med grunne bløtbunnsområder.



**Figur 10.** Kart over foreslått fokusområde i Kurefjord-området (Råde), referanseområde for indre Oslofjord. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner, blå prikker = grunne BRUV-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen. Området har ikke registrert tareskog. Åpne trekanten = strandsone-/tangundersøkelser; firkanten = ØKOKYST-undersøkelser av hydrografi (oransje), hardbunn (blå); kryss = sedimentprofil (SPI)-undersøkelser.

### Tjøme-området (innenfor nullfiskeområdet i Færder)

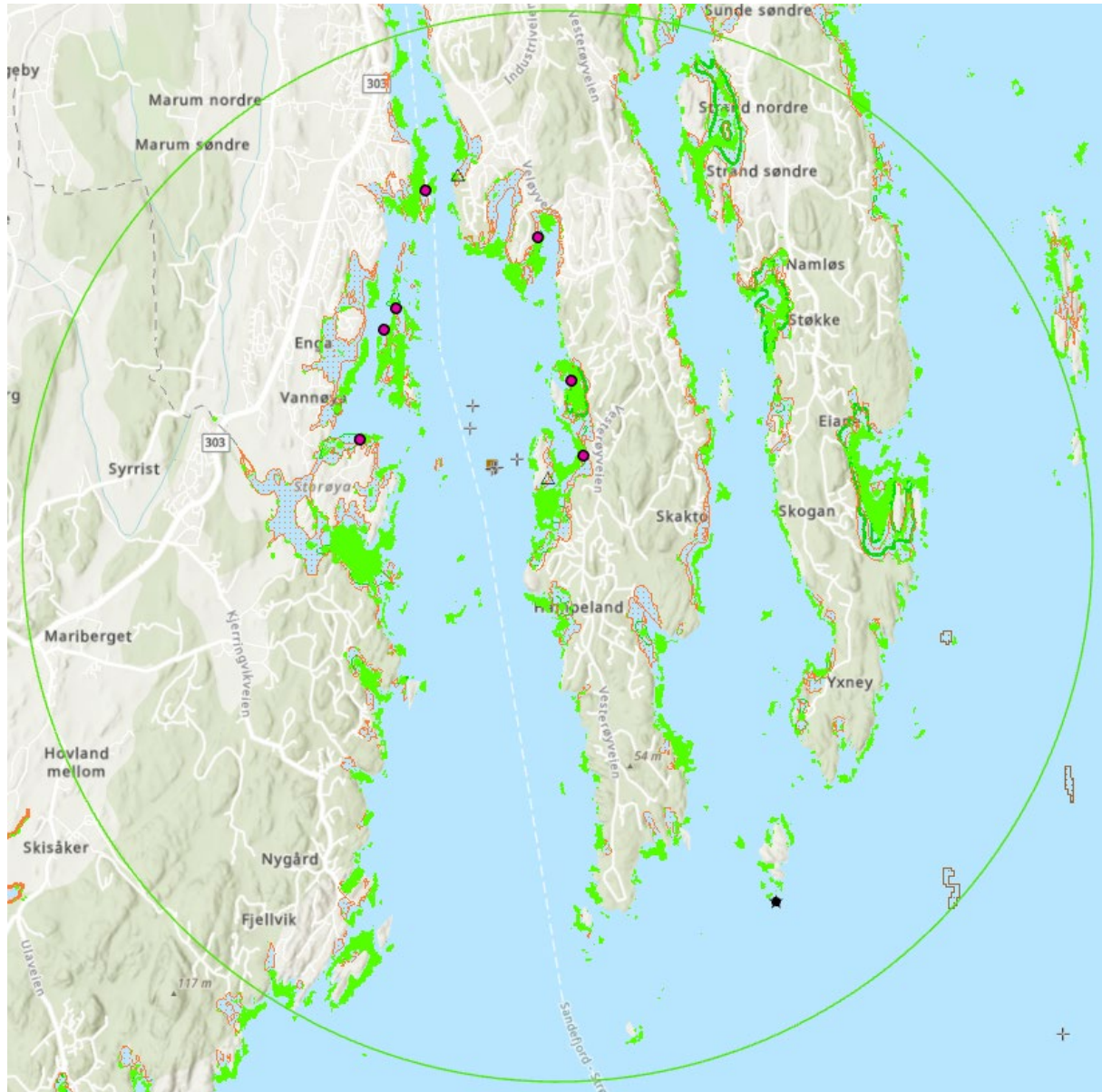
Dette området er valgt for å representere nullfiskeområdet i Færder. I dette området har HI strandnot- og BRUV-stasjoner. NMBU har ikke ruse-stasjoner her. Området har i liten grad overvåking, verken hydrografi-stasjoner, stasjoner for SPI-undersøkelser, overvåking av tangsamfunn i strandsonen eller annen overvåking. Området har mange ålegressenger og noen områder med grunne bløtbunnsområder. Området har observert sukkertare, men det er usikkert på om forekomsten er tett nok til at det defineres som skog. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025).



**Figur 11.** Kart over foreslått fokusområde i Tjøme-området. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner, blå prikker = grunne BRUV-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen. Området har ikke registrert tareskog. Den sorte prikken sørvest i området er en sukkertarestasjon, men det er usikkert på om forekomsten er tett nok til at det defineres som skog.

### Sandefjord-området, referanseområde for Færder

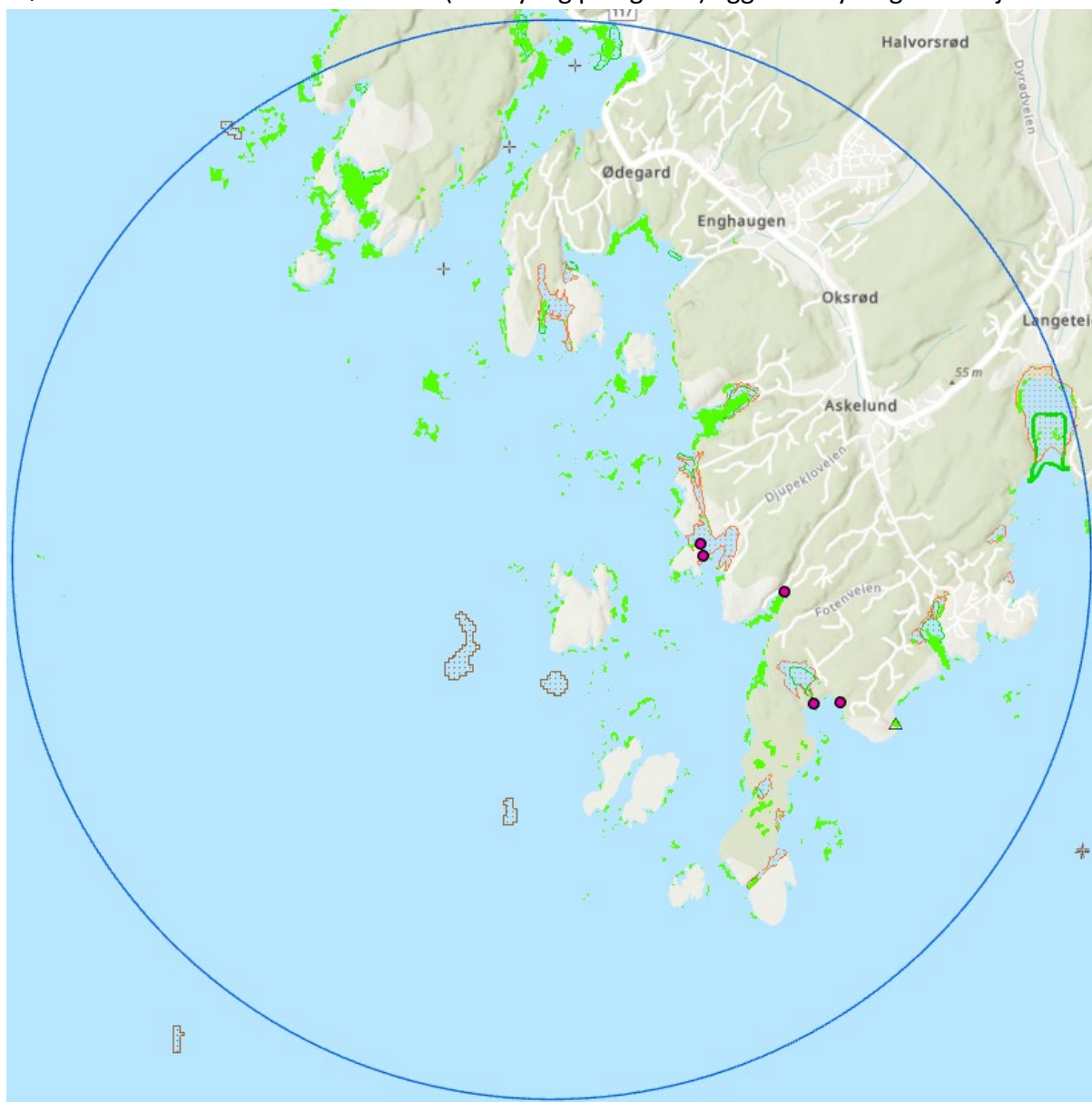
Dette området er valgt som referanseområde for nullfiskeområde i Færder. I dette området har HI strandnot-stasjoner, men ikke BRUV-stasjoner. NMBU har ikke ruse-stasjoner her. Området har en historisk hydrografi-stasjon og har flere SPI-stasjoner. Det ligger en aktiv hydrografi-stasjon rett nord for området. Området har noen stasjoner for overvåking av strandsonen/tangsamfunn. Området har mange ålegressenger og områder med grunne bløtbunnsområder. Området har observert sukkertare, men det er usikkert på om forekomsten er tett nok til at det defineres som skog. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025).



**Figur 12.** Kart over foreslått fokusområde i Sandefjord-området, referanseområde for Færder. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen, brune arealer = tareskog. En sort prikk over stjerne er en sukkertarestasjon, men det er usikkert på om forekomsten er tett nok til at det defineres som skog. Åpne trekanter = strandsoner-/tangundersøkelser; firkanter = ØKOKYST-undersøkelser av hydrografi (oransje, brun = historiske stasjoner); kryss = sedimentprofil (SPI)-undersøkelser.

### Vauer-området (innenfor nullfiskeområdet på Hvaler)

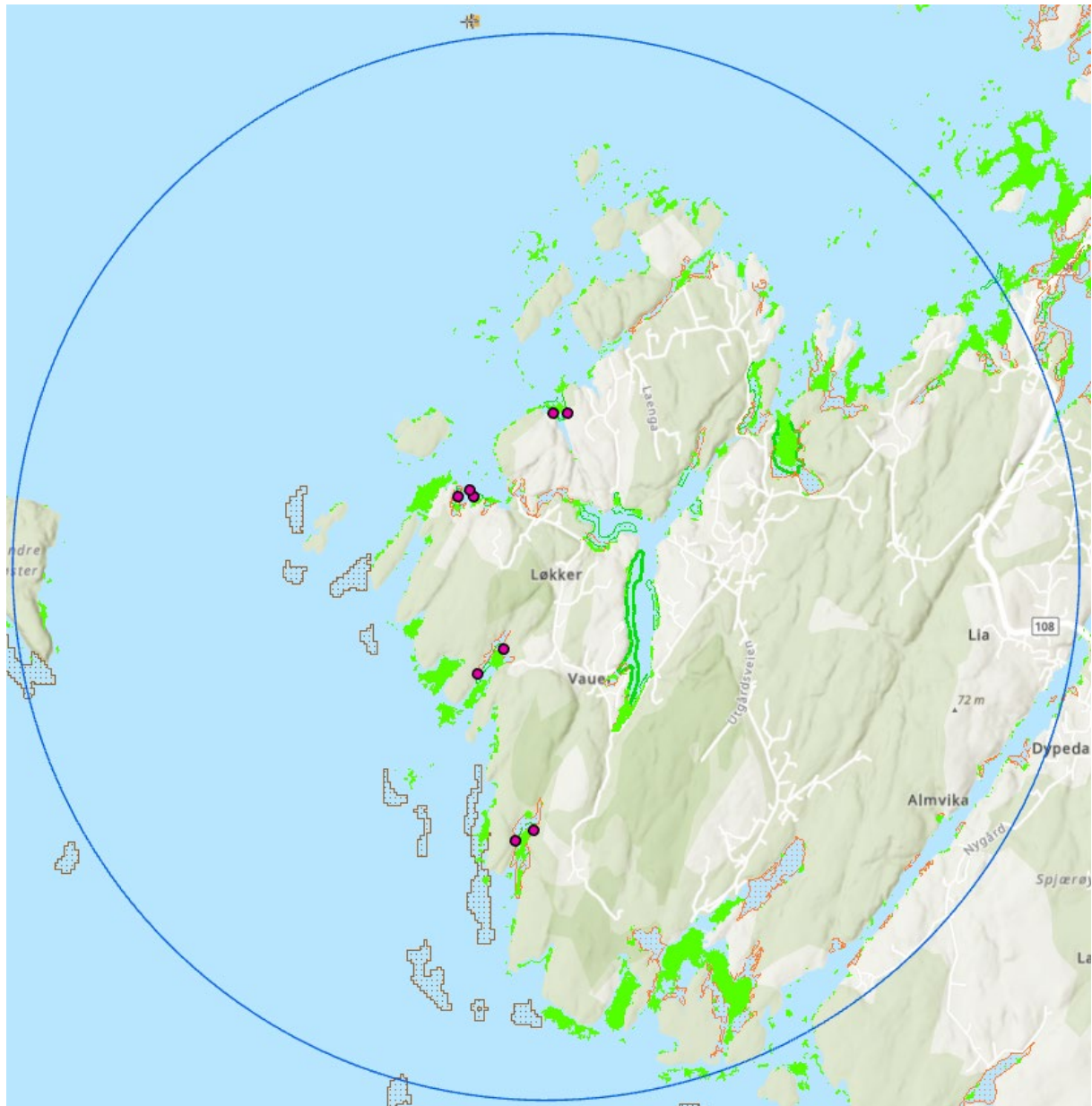
Dette området er valgt for å representere nullfiskeområde på Hvaler. I dette området har HI strandnot-stasjoner, men ingen BRUV-stasjoner. NMBU har ingen ruse-stasjoner her. Det er en strandsone-/tangstasjoner her, men MILKYS undersøker ikke blåskjell i området. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025). Området har ingen hydrografi-stasjoner, men det gjøres SPI-undersøkelser flere steder. Området har mange ålegressenger og noen områder med tareskog og grunne bløtbunnsområder. Vest for området (ikke synlig på figuren) ligger en hydrografi-stasjon.



**Figur 13.** Kart over foreslått fokusområde i Vauer-området. **Rosa prikker** = HIs strandnot-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen, brune arealer = tareskog. Dette området har ingen stasjoner under programmene ØKOKYST, indre og ytre Oslofjord-overvåking og MILKYS. Åpne trekanter = strandsone-/tangundersøkelser.

### Lyngholmen-området, referanse for Hvaler

Dette området er valgt som et referanseområde for nullfiskeområde på Hvaler. I dette området har HI strandnot-stasjoner. HI har BRUV-stasjoner vest for området, men ikke innenfor. NMBU har ingen ruse-stasjoner her. Dette området har ingen stasjoner under programmene ØKOKYST, indre og ytre Oslofjord-overvåking og MILKYS. Rett nord for området ligger en hydrografi-stasjon. Området har mange ålegressenger og noen områder med tareskog og grunne bløtbunnsområder. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025).



**Figur 14.** Kart over foreslått fokusområde i Lyngholmen-området, referanseområde for nullfiskeområdet på Hvaler. Rosa prikker viser HIs strandnot-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen, brune arealer = tareskog. Dette området har ingen stasjoner under programmene ØKOKYST, indre og ytre Oslofjord-overvåking og MILKYS.

### Kragerøs skjærgård, som et fjernreferanseområde

Fjernreferanseområde i Kragerøs skjærgård (inkludert Jomfruland nasjonalpark) er valgt fordi det ligger langt fra de store påvirkningene knyttet til Oslofjorden. I dette området har HI strandnot-stasjoner, men ikke BRUV-stasjoner. NMBU har ikke ruse-stasjoner her. Det er en strandsone-/tangstasjon her. I området ligger det en hydrografi-stasjon og flere stasjoner for SPI-undersøkelser. Området har mange ålegressenger og noen områder med grunne bløtbunnsområder. Området har også sukkertare. Oversikt over HIs blåskjellstasjoner for Oslofjorden vises i Figur 2 i Strohmeier m.fl. (2022, oppdatert 2025).



**Figur 15.** Kart over foreslått fjernreferanseområde ved Kragerø. Rosa prikker = HIs strandnot-stasjoner. Grønne arealer = ålegressenger, oransje arealer = bløtbunnsområder i strandsonen, brune arealer = tareskog. Åpne trekkanter = strandsone-/tangundersøkelser; firkanter = ØKOKYST-undersøkelser av hydrografi (oransje); sorte prikker = tarestasjoner; kryss = sedimentprofil (SPI)-undersøkelser.

## 4.3 Eksperimenter for detaljert forståelse

Selv om tiltakene som nå settes i gang i Oslofjorden kan ses på som et gigantisk laboratorieforsøk, så vil det være veldig vanskelig å ha kontroll på alle de ulike variablene, og hvilke effekter som observeres på arter og naturtyper (og lurv) som skyldes de ulike miljøforholdene og/eller tiltakene. Vi anbefaler derfor å gjøre mesokosmos-eksperimenter under kontrollerte forhold for å få bedre forståelse av årsak og virkning. Kontrollerte mesokosmos-eksperimenter vil gi supplerende kunnskap til om sammenhengene som undersøkes i felt.

Mesokosmos-undersøkelser vil kunne skaffe kunnskap om:

- sammenhengen mellom vekst hos ulike arter (f.eks. makroalger eller ålegress) som benyttes i overvåkingsindekser (f.eks. som en del av ØKOKYST) og næringssalter, under ulike lysforhold – dette vil kunne gi svar på hvordan en reduksjon av næringssalter vil virke på artene under ulike nivåer av havformørking
- effekten av skiftet fra et mesopredator-dominert økosystem til en re-introduksjon av toppredatorer på samfunnene av evertebrater
- hvordan en endring i samfunnene av evertebrater (som snegl) påvirker biomassen av lurv og vekst/tilstand hos blå skog
- hvordan lurv brytes ned under ulike miljøforhold, inkludert hvordan oksygentilgangen (målt som redox-potensialet) knyttet til denne nedbrytingen varierer under ulike miljøforhold

## 4.4 Modellering av Oslofjorden

Gjennom prosjektet “Modellering av Oslofjorden” (OsloMod) har NIVA, på oppdrag for Miljødirektoratet (Wallhead m.fl. 2021, 2026), utviklet en koplet fysisk-biogeokjemisk modell for treårsperioden 2017-2019 for Oslofjorden med 800 m oppløsning (OF800), både under dagens tilstand («baseline») og for scenarier med reduserte tilførsler av næringssalter, organisk materiale, og partikler fra land (TEOTIL). To ulike scenarier ble undersøkt, et med middels ambisjonsnivå (scenario A) og et med høyt ambisjonsnivå for utslippsreduksjoner (scenario B). Disse scenariene ble brukt til å kvantifisere hvor store reduksjoner i tilførsler som må til for å oppnå god økologisk tilstand. Modellresultatene klassifiseres i henhold til vannforskriften for å gi økologisk tilstand for næringssalter, oksygen og klorofyll-a (planteplankton). I tillegg er det gjort statistisk modellering av nedre voksegrense for makroalger (MSMDI), men denne har høyere usikkerhet enn den biogeokjemiske modellen. Det var ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å modellere lurv for Oslofjorden i denne modellen. Ved å gjøre undersøkelser av fysisk-kjemiske forhold (bl.a. næringssalter, lysforhold og temperatur) på de samme stasjonen som man undersøker marine naturtyper og lurv (se beskrivelse i Kap. 4.2.2) vil man kunne få bedre data på dose-respons-forhold som kan brukes i videreutviklingen av modeller for både makroalger og lurv for våre kystområder.

## 4.5 Folkeforskning

For å kunne følge utviklingen i Oslofjorden er det til stor nytte å benytte seg av folkeforskning. Vi foreslår derfor at det jobbes aktivt med å engasjere folk i folkeforskningsprosjekter, både gjennom skoler og andre utdannelsesinstitusjoner, lokale båtforeninger og kystlag, natur- og miljøorganisasjoner, fridykkings- og dykkerklubber og annet. Det finnes flere slike aktiviteter allerede, som vi foreslår videreføres og som settes i system som en del av dette prosjektet.

Prosjektet [NB Oslofjorden](#) har som mål å samle ulike aktører med mål om å teste og forbedre ulike løsninger (restaureringstiltak) rettet mot å øke biologisk mangfold i Oslofjorden. Dette prosjektet inkluderer folkeforskning.

Oslofjordens friluftsråd kartlegger forekomst av lurv på 50 stasjoner i samarbeid med NIVA gjennom et eget [folkeforskningsprosjekt](#) fra 2025 (støttet av Asker kommune, Oslo kommune, Akershus fylkeskommune og Sparebankstiftelsen). I dette prosjektet overvåkes områder med lurv gjennom sesongen (minimum en gang per måned fra tidlig vår til sen høst), og flere stasjoner er allerede tildelt en «kysthjelper» og er under aktiv overvåking. Prosjektet har fram til nå kun omfattet stasjoner i indre Oslofjord, men vil i 2026 også utvides til Vestfold, og etter hvert muligens også Østfold.

[Dugnad for havet](#) er et initiativ fra Havforskningsinstituttet som gir folk en mulighet til å bidra til å registrere sine observasjoner. Funnene registreres på telefonen og går inn i en databaseløsning. Det er planer om at data skal kunne overføres som artsobservasjoner til Artsdatabanken.

[Frisk Oslofjord](#)/Oslofjord besøkssenter (finansiert av Sparebankstiftelsen) er et prosjekt der mange ulike aktører samarbeider om å bidra til en friskere fjord, og for engasjement knyttet til fjorden. *Frisk Oslofjord* er ikke et rent folkeforskningsprosjekt, men har et undervisnings- og engasjement-program som involverer skoler og frivillige i datainnsamling og formidling.

Forslag til folkeforskningsaktiviteter av relevant for det overordnede forskningsspørsmålet og hypotesene i denne rapporten kan være:

- registrere nye arter (inkludert fremmede arter)
- fotografere faste ruter på stranden
- måle vannkvalitet
- rapportere algeoppblomstringer
- melde fra om døde fisk eller andre bunndyr
- notere endringer i utbredelse og tetthet a f.eks. tareskog, ålegress, tangsamfunn, lurv – fra dykkere og andre
- notere endringer i utbredelse og størrelsessammensetning av blåskjell

## 5. Referanser

- Aarflot JM, Naustvoll L-J, Moy F, Norderhaug KM, Berg F, Kvamme C, Søvik G, m.fl. 2024. Pilotprosjekt for vurdering av samlet påvirkning i Oslofjorden Ytre del. Rapport fra Havforskningen nr. 2024-15.
- Aarup T. 2002. Secchi disk data collection for the North Sea and Baltic Sea - ships [dataset]. PANGAEA, In supplement to: Aarup, T (2002): Transparency of the North Sea and Baltic Sea - a Secchi Depth data mining study. *Oceanologia*, 44(3), 323-337.
- Aas E, Høkedal J, Sørensen K. 2014. Secchi depth in the Oslofjord-Skagerrak area: theory, experiments and relationships to other quantities. *Ocean Science*, 10(2), 177-199.
- Abdullah MI, Fredriksen S. 2014. The exudation of nitrate by the kelp *Laminaria hyperborea*, an observation during in situ incubation experiments. *Marine Biology Research* 10.
- Andersen GS, Christie H, Moy FE. 2019. In a squeeze: Epibiosis may affect the distribution of kelp forests. *Ecology og Evolution*, doi:10.1002/ece3.4967.
- Andersson L. 1996. Trends in nutrients and oxygen concentrations in the Skagerrak-Kattegat. *J Sea Res* 35:63-71.
- Asplan-viak. 2024. Kartlegging av fysiske inngrep i gruntvannsområder i Oslofjorden, Rapport M-2893.
- Baden S, Emanuelsson A, Pihl L, Svensson CJ, Åberg P. 2012. Shift in seagrass food web structure over decades is linked to overfishing. *Mar Ecol Prog Ser* 451:61-73.
- Bekkby T, Rinde E (red.), Borgersen G, Brkljacic MS, Christie H, Fagerli CW, Gitmark JK, m.fl. 2025. Naturtyper etter Miljødirektoratets instruks: Kartlegging av et utvalg av forvaltningsrelevante marine naturtyper, med variabler og metodikk. NIVA-rapport 8155-2025, Miljødirektoratet rapport M-3103|2025.
- Bekkby T, Synnes A-E. 2025. NIVA-notat -Sammenheng mellom klima, interaksjoner mellom arter og oppblomstring av fintrådige alger («lurv»). Notat oversendt Miljødirektoratet J.nr. 0063/25.
- Berge JA, Amundsen R, Gitmark J, Gundersen H m.fl. 2015. Overvåking av Indre Oslofjord i 2014 – Vedleggsrapport. NIVA-rapport 6831-2015. [Digital kopi](#).
- Bergström L, Karlsson M, Bergström U, Pihl L, Kraufvelin P. 2016. Distribution of mesopredatory fish determined by habitat variables in a predator-depleted coastal system. *Mar Biol* 163:201.
- Bergström L, Karlsson M, Bergström U, Pihl L, Kraufvelin P. 2019. Relative impacts of fishing and eutrophication on coastal fish assessed by comparing a no-take area with an environmental gradient. *Ambio* 48:565-579.
- Bokn T, Lein TE. 1978. Long-term changes in furoid associations of inner Oslofjord, Norway. *Norw J Bot* 25:9-14
- Broch O.J, Ellingsen IH, Forbord S, Wang X, Volent Z, Alver MO, Skjermo J. 2013. Modelling the cultivation and bioremediation potential of the kelp *Saccharina latissima* in close proximity to an exposed salmon farm in Norway. *Aquaculture Environment Interactions*, 4, 187-206.
- Britten GL, Dowd M, Minto C, Ferretti F, Boero F, Lotze HK. 2014. Predator decline leads to decreased stability in a coastal fish community. *Ecol Lett* 17:1518-1525.
- Christie H, Norderhaug KM, Fredriksen S. 2009. Macrophytes as habitat for fauna. *Mar Ecol Prog Ser* 396: 221-233.
- Christie H, Leinaas HP, Reppe B. 1989. Effekter av Chrysochromulina-oppblomstringen på bunndyr, med spesiell referanse til potensielle næringsorganismer for ærfugl. DN Rapport 12-1989: 50-53.
- Christie H, Andersen GS, Bekkby T, Fagerli CW, Gitmark JK, Gundersen H, Rinde E. 2019. Shifts between sugar kelp and turf algae in Norway: regime shifts or flips between different opportunistic seaweed species? *Front. Mar. Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00072>.
- Christie H, Rinde E. 2020a. Tre ålegressenger på Skagerrakkysten: Forvarsel om en naturtype i forfall? NIVA-notat. 10s.
- Christie H, Kraufvelin P, Kraufvelin L, Niemi N and Rinde E. 2020b. Disappearing Blue Mussels - Can Mesopredators Be Blamed? *Front. Mar. Sci.* 7:550. doi: 10.3389/fmars.2020.00550.

- Christie H. 2023. Leppefisk, roller de kan spille i økosystemet. Biolog nr 3, s 8-11.
- Deininger A, Frigstad, H. 2019. Reevaluating the Role of Organic Matter Sources for Coastal Eutrophication, Oligotrophication, and Ecosystem Health. Front Mar Sci, 6, Article 210.
- Diaz RJ, Rosenberg R. 1995. Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 33:245-303.
- Eggermont, M., Bossier, P., Pande, G. S. J., Delahaut, V., Rayhan, A. M., Gupta, N., m.fl. 2017. Isolation of Vibrionaceae from wild blue mussel (*Mytilus edulis*) adults and their impact on blue mussel larviculture. FEMS Microbiol. Ecol. 93: fix039. doi: 10.1093/femsec/fix039
- Engesmo A, Egge ED, Norli M, Borgersen G, Beylich B, Gitmark JK, Kaste Ø, Sekkenes MS, Walday MG. 2025. Eutrofiøverbvåkning i Ytre Oslofjord. Samlerapport 2019-2024. NIVA-rapport 8113-2025. [Digital kopi](#).
- Eriksson BK, Bergström U, Govers LL, Eklöf JS. 2024. Trophic cascades in coastal Ecosystems. Treatise on Est Coast Sci (2<sup>nd</sup> edn) 4: 5-49, doi: 10.1016/B978-0-323-90798-9.00006-8
- Eriksson BK, Ljunggren L, Sandström A, Johansson G, Mattila J, Rubach A, Råberg S, Snickars M. 2009. Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. Ecol Appl 19:1975-1988.
- Eriksson BK, van Sluis C, Sieben K, Kautsky L, Råberg S. 2011. Omnivory and grazer functional composition moderate cascading trophic effects in experimental *Fucus vesiculosus* habitats. Mar Biol 158:747-756.
- Espeland SH, Norderhaug KM, Thormar J, Leivein PJ, Aanonsen IAN, Saltskår J, Christensen L, m.fl. 2022. Metoder for kartlegging av oppvekstområder for kystnære bestander av fisk. HI-rapport 2022-43, ISSN: 1893-4536.
- EUSeaMap Technical Appendix No. 1 Light data and thresholds, Digital kopi
- Fenchel T og Bernard C. 1995. Mats of colorless bacteria I. Major microbial processes. Mar Ecol Prog Ser Vol. 128: 161-170.
- Filbee-Dexter K, Wernberg T. 2017. Rise of turf: the new battle front of globally declining kelp forests. Bioscience 68: 64-76.
- Filbee-Dexter, K., Wernberg, T., Grace, S.P. J. Thormar, S. Fredriksen, C. N. Narvaez, C. J. Feehan, Norderhaug KM. 2020. Marine heatwaves and the collapse of marginal North Atlantic kelp forests. Sci Rep 10:13388
- Frigstad H, Ramon P, Borgersen G, Engesmo A, Staalstrøm A, Naustvoll LJ, Lerch SJ. 2024. Tilstandsrapport for Oslofjorden. NIVA-rapport 8036-2024.
- Frigstad H, Andersen T, Hessen DO, Jeansson E, Skogen M, Naustvoll L-J, Miles, MW, Johannessen T, Bellerby RG. 2013. Long-term trends in carbon, nutrients and stoichiometry in Norwegian coastal waters: evidence of a regime shift. Prog Oceanogr 111:113-124.
- Frigstad H, Andersen GS, Trannum HC, Naustvoll L-J, Kaste Ø, Hjermann DØ. 2018. Synthesis of Climate Relevant Results From Selected Monitoring Programs in the Coastal Zone. Part 2: Quantitative analyses. Norwegian: Norwegian Environment Agency.
- Frigstad H, Andersen GS, Trannum HC, McGovern M, Naustvoll L-J, Kaste Ø, Deininger A, Hjermann DØ. 2023. Three decades of change in the Skagerrak coastal ecosystem, shaped by eutrophication and coastal darkening Est Coast Shelf Sci 283: 108193.
- Garnier A, Östman Ö, Ask J, Niu J, Roth J, Huss M. 2026. Water darkening modulates the efficiency of coastal eutrophication mitigation in a mesocosm experiment. Can J Fish Aquat Sci 83: 1-12.
- Gjøseter J, Paulsen Ø. 2004. Strandnotundersøkelser på Skagerrakkysten 2003. HI-rapport.
- Gundersen, H, Norderhaug KM, Christie H, Moy FE, Hjermann DØ, Vedal J, Ledang AB, Gitmark JK, Walday MG. 2014. Tallknusing av sukkertaredata. NIVA-rapport 6739, M-283|2014.
- Infantes E, Crouzy C, Moksnes P-O. 2016. Seed predation by the shore crab *Carcinus maenas*: a positive feedback preventing eelgrass recovery? PLoS One 11:e0168128.

- Kiirikki M, Haapamäki J, Koponen J, Ruuskanen A, Sarkkula J. 1998. Linking the growth of filamentous algae to the 3D-ecohydrodynamic model of the Gulf of Finland. *Env Modell Softw* 13, 503-509.
- Kirkerud LA. 1998. Critical oxygen levels for demersal fishes and invertebrates. NIVA-rapport 3917-1998.
- Kraufvelin P, Pekcan-Hekim Z, Bergström U, Florin A-B, Lehtikainen A, Mattila J, Arula T, m.fl. 2018. Essential coastal habitats for fish in the Baltic Sea. *Estuar Coastal Shelf Sci* 204:14-30.
- Lefcheck JS, Orth RJ, Dennison WC, Wilcox DJ, Murphy RR, Keisman J, Gurbisz C, m.fl. 2018. Long-term nutrient reductions lead to the unprecedented recovery of a temperate coastal region. *PNAS* 115: 3658- 3662.
- Miljødirektoratet. 2023. Gjennomføring av helhetlig tiltaksplan for Oslofjorden. Rapport for året 2022-2023. Miljødirektoratet rapport M-2591.
- Miljødirektoratet 2026. Marine naturtyper Instruks for kartlegging og kvalitetsvurdering basert på Natur i Norge versjon 3. Rapport M-3130. [Digital kopi](#).
- Moksnes, P. O., Gullström, M., Tryman, K., and Baden, S. 2008. Trophic cascades in a temperate seagrass community. *Oikos* 117, 763-777. doi: 10.1111/j.0030- 1299.2008.16521.x
- Moland E, Synnes A-E, Naustvoll L-J, Brandt CF, Norderhaug KM, Thormar J, Biuw M m.fl. 2021. Krafttak for kysttorsken. Rapport fra Havforskningen 2021-2.
- Moy FE, 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: 309-321.
- Moy F, Kroglund T, Hestenes A, Endregard G, Akerø E, Christensen S. 2024. Sluttrapport for Frisk Oslofjord 2018 - 2024. Rapport fra Havforskningen NR. 2024-21.
- Nordli M, Harvey ET, Saesin P, Kistenich S, Valestrand L, Lakubov S, Tobiesen AED, Eikrem W. 2025. Årsovervåking med FerryBox og satellittdata i Indre Oslofjord - Datarapport 2024. NIVA-rapport 8127.
- Östman Ö, Eklöf J, Eriksson BK, Olsson J, Moksnes P-O, Bergström U. 2016. Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in North Atlantic coastal ecosystems. *J Appl Ecol* 53:1138-1147.
- Plante S, Chabot D, Dutil J-D. 1998. Hypoxia tolerance in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Fish Biology*. 53. 1342-1356.
- Prugh, L. R., Stoner, C. J., Epps, C. W., Bean, W. T., Ripple, W. J., Laliberte, A. S., m.fl. 2009. The rise of the mesopredator. *BioScience* 59, 779-791.
- Queirós AM, Strong JA, Mazik K, Carstensen J, Bruun J, Somerfield PJ, Bruhn A m.fl. 2016. An Objective Framework to Test the Quality of Candidate Indicators of Good Environmental Status. *Front Mar Sci* 3.
- Ramon P, Andersen JH, Murray CJ, Frigstad H. 2025. Temporal and spatial trends in eutrophication status in the Oslofjord, Norway. *Science of the Total Environment*, 978.
- Rilov G, Schiel DR. 2006. Trophic linkages across seascapes: subtidal predators limit effective mussel recruitment in rocky intertidal communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 327, 83-93.
- Rinde E, Bekkby T, Kvile K, Andersen GS, Brkljacic M, d'Auriac MA, Christie H, m.fl. 2021. Kartlegging av utvalgte marine naturtyper i Oslofjorden. NIVA-rapport 7605.
- Rinde E, Christie H. 2022. Forskernes varsku: Advarer mot «Oslofjord-tilstander» langs norskekysten. [Kronikk](#) på forskersonen.no, 28.05.2022.
- Rinde R, Gitmark JK, Kile MR, Moy S, Fagerli CW, Bekkby T. 2024. Hva er lurv? Er all lurv indikator for dårlig økologisk tilstand? ISBN 978-82-577-7705-0, NIVA-rapport, ISSN 1894-7948
- Rinde E, Moy SR, Borgersen G, Brkljacic MS, Fagerli CW, Gitmark JK, Mjelde M, Bekkby T, Bjorbækmo MFM, Christie H, Kile MR, Kvile KØ, Næss R, Oug E, Tveiten L, Walday M. 2022a. Utvikling av kartleggingsmetodikk og kriterier for lokalitetskvalitet for marine naturtyper. NIVA-rapport 7805-2022 (M-2426|2022).

- Rinde E, Moy SR, Tveiten LA, Kvile KØ, Walday MG, Christie H, Brkljacic MS, Kile MR, Bekkby T, m.fl. 2022b. Feltbasert kunnskap, metodikk og kriterier for økologisk kvalitet til et utvalg av marine naturtyper. NIVA-rapport 7691 (M-2200|2022).
- Rothäusler E, Jormalainen V. 2016. Eutrophication and the challenge of changing biotic interactions. In: Ólafsson E (ed) Marine macrophytes as foundation species. CRC Press, Boca Raton 179-200.
- SALT 2019. Kunnskapsstatus Oslofjorden. SALT-rapport 1036. [Digital kopi](#).
- Sample JE. 2025. Kildefordelte tilførsler til norske kystområder i 2023 - tabeller, figurer og kart (TEOTIL rapporten). NIVA-rapport 8108-2025.
- Seuront L, Nicastro KR, Zardi GI, Goberville E. 2019. Decreased thermal tolerance under recurrent heat stress conditions explains summer mass mortality of the blue mussel *Mytilus edulis*. Sci Rep 9: 17498.
- Staalstrøm A. 2020. Modellering av miljøtilstanden i indre Oslofjord sett i lys av utslippstillatelser og befolkningsutvikling. NIVA-rapport 7493-2020. Staalstrøm A, Yakushev E, Berezina A. 2024. Vurdering av utslippspunktene til Veas. NIVA-rapport 8016.
- Staalstrøm A, Gomes TC, Gitmark J, Engesmo A, Borgersen G, Andersen GS. 2023. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord Årsrapport 2022. NIVA-rapport 7883.
- Staalstrøm A, Saesin P, Jørgensen S, Sperre KH, Engesmo A, Harvey T, Kistenich S, m.fl. 2025a. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord, Årsrapport 2024. NIVA-rapport 8123-2025.
- Staalstrøm A, Yakushev E, Berezina A, Lakubov S, Golmen L. G. 2025b. Vurdering av oksygentrender i norske farvann. NIVA rapport 8040-2025.
- Stewart-Oaten A, Bence JR. 2001. Temporal and spatial variation in environmental impact assessment. Ecol. Monogr. 71, 305–339. doi: 10.1890/0012-9615(2001)0710305:TASVIE2.0.CO
- Strohmeier T, Strand Ø, Alunno-Bruscia M, Duinker A, Cranford PJ. 2012. Variability in particle retention efficiency by the mussel *Mytilus edulis*. J Exp Mar Biol Ecol 412: 96-102.
- Strohmeier T, Strand Ø, Gatti P, Garcia AA. 2022. Overvåking av blåskjellbestanden – grunnundersøkelse 2021 og 2022. Rapport fra havforskningen 2022-38 ISSN 1893-4536. [Digital kopi](#).
- Thorai, F., Pinkerton, M. H., Tait, L. W., & Schiel, D. R. 2023. Spectral light quality on the seabed matters for macroalgal community composition at the extremities of light limitation. *Limnology and Oceanography*, 68(4), 902-916.
- van der Heide T, Tielens E, van der Zee EM, Weerman EJ, Holthuisen S, Eriksson BK, m.fl. 2014. Predation and habitat modification synergistically interact to control bivalve recruitment on intertidal mudflats. Biol. Conserv. 172, 163-169. doi: 10.1016/j.biocon.2014.02.036.
- Walday M, Engesmo A, Fagerli CW, Gitmark JK, Gran S, Kaste Ø, Kile MR, m.fl. 2023. Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023. Årsrapport 2021. NIVA-rapport 7820-2023.
- Wallhead P, Kristiansen T, Frigstad H, Sørensen K, Marty S. 2021. Potential effects of reduced riverine inorganic particle loading on water quality in the Oslofjord region. NIVA-rapport 7311.
- Wallhead P, Staalstrøm A, Jackson-Blake L, Kvile KØ, Frigstad H, Norling M, Rinde E, Murray C, Sample J, Yakushev E, Christensen KH, Kristensen NM, Simonsen M, Kværnø SH, Fischer F, Bechmann M. 2026. Modellering av Oslofjorden: scenarier med redusert menneskelig belastning for å oppnå god økologisk tilstand. NIVA-rapport 8186-2026.
- Weijerman M, Lindeboom H, Zuur A. 2005. Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 298, 21-39.
- Worm B, Lotze HK. 2006. Effects of eutrophication, grazing, and algal blooms on rocky shores. Limnol Oceanogr 51:569-579.

## 6. Vedlegg

### 6.1 Relevant eksisterende overvåking

Dette vedlegget presenterer relevant eksisterende overvåking på fysisk-kjemiske forhold, planteplankton og biologiske kvalitetselementer.

Miljødirektoratets overvåking som er relevant for Oslofjorden er fordelt på ulike programmer (se [her](#)) som dekker ulike relevante kvalitetselementer og støtteparametere for å fastsette dagens tilstand og tidstrender. De programmene som er regnet som mest relevante er beskrevet under. I tillegg til disse har vi programmet Miljøgifter i kystområdene ([MILKYS](#)) som overvåker størrelsesfordeling av blåskjell og lengde, alder, vekt, levervekt og gonadevekt hos torsk. [Andre kilder](#) til data er secchi-dyp data over tid (Aarup 2002), MARSS sensor-datasett over temperatur, salinitet, oksygenforhold, klorofyll-a konsentrasjon, turbiditet, pH, nitrat-, fosfat og ammonium-nivåer, for perioden 2019 til 2025, Se [MARSS-2025 Marine IoT Sensor, Dataset](#), og [ICES planktondata](#), både historiske og nye.

Programmet for [overvåking i indre Oslofjord](#) har undersøkt marinbiologiske (inkludert planteplankton, tangarter og lurv, forekomst av reker og fisk og helsetilstanden for blåskjell) og hydrografi og hydrokjemiske forhold (som næringssalter, salinitet, temperatur, siktedyp, oksygenforhold) hvert år siden 1970-tallet. Oppdragsgiver er Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord. [Overvåking i ytre Oslofjord](#) har pågått siden 2001 og overvåker miljøtilstanden for å skaffe kunnskap om fjordens tilstand og tilførslene fra landområdene og elvene rundt. Antall stasjoner og lokalitet har variert gjennom årene. Undersøkelsene inkluderer fysiske forhold (som temperatur, salinitet, lysforhold, siktedyp, oksygenkonsentrasjon), næringssaltkonsentrasjon (nitrat+nitritt, ammonium, fosfat og silikat og den totale mengden nitrogen og fosfor), mengden partikler (turbiditet) og gulstoff (cDOM) og organisk karbon (DOC) i vannet (som anses som en såkalt klimaparameter). Også biologiske forhold undersøkes, inkludert planteplanktonmengde, mengde ålegress, sammensetningen av makroalger og lurv (inkludert nedre voksegrense), artssammensetning av bløtbunnsarter (og klassifisering av tilstand ved bruk av biologiske og kjemiske parametere, ved hjelp av sedimentprofilkamera, SPI).

Programmet Økosystemovervåking for kystvann ([ØKOKYST](#)) overvåker økosystemene i Skagerrak, inkludert Oslofjorden (med flere stasjoner midtfjords, primært i ytre fjord). Målet er å fange opp uønskede påvirkninger av tilførsler av næringssalter, organisk materiale, og langsiktige klimaendringer. I dette programmet overvåkes biologiske kvalitetselementer, som makroalger (inkludert sukkertare og tangsamfunn i strandsoneundersøkelser), ålegress, lurv, bløtbunnsfauna og planteplankton, støtteparametere, inkludert hydrografi, næringssalter, siktedyp, oksygen, klimaparametere (som total suspendert materiale og løst organisk materiale), dyreplankton og fremmede arter.

[Elveovervåkingsprogrammet](#) (tidligere Elvetilførselsprogrammet, RID – «Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters») har som mål å beregne tilførsler av næringsstoffer og miljøgifter til norske havområder gjennom overvåking av elver og modellering av tilførsler fra områder uten overvåking (TEOTIL-modellen beregner tilførsler). Programmet har gått siden 1990 (med unntak av perioden 1999-2003).

To fergeruter i Oslofjorden (MS Color Fantasy: Oslo-Kiel og MS Color Hybrid: Sandefjord-Strømstad) er utstyrt med [FerryBox-systemer](#). Dette er sensorpakker og prøvetakere som bidrar med verdifulle miljøovervåkningsdata, som temperatur, saltinnhold, oksygenkonsentrasjon, turbiditet, klorofyll-a - og cDOM fluorescens. Målingene gjøres kontinuerlig på 4-7 m dyp. I 2026 utstyres begge skipene med næringssaltanalysatorer som vil gi sanntidsdata om løste næringssalter (nitrat, nitritt, silikat og fosfat). Sammen med hydrografi-stasjonene og satellittdata overvåker dette systemet lysforholdene og kan gi svar på hvordan dette har endret seg på ulike steder i Oslofjorden fram til i dag (se Nordli m.fl. 2025 for i indre Oslofjord og Engesmo m.fl. 2025 for ytre Oslofjord).

[Universitet i Oslo](#) (UiO) har database over egne planteplankton-undersøkelser (kontaktperson: Prof. Bente Edvardsen), samt noen stasjoner for eDNA-analyser for planteplankton.

Prosjektet [Frisk Oslofjord](#) har fem områder de besøker årlig (kontaktperson: Edith Akerø, [Inspiria](#)). De samler vann- og planktonprøver, bestemmer arter fra bunntål og gjør linje- og ruteanalyser på strand som en del av deres feltkurs for skoler.

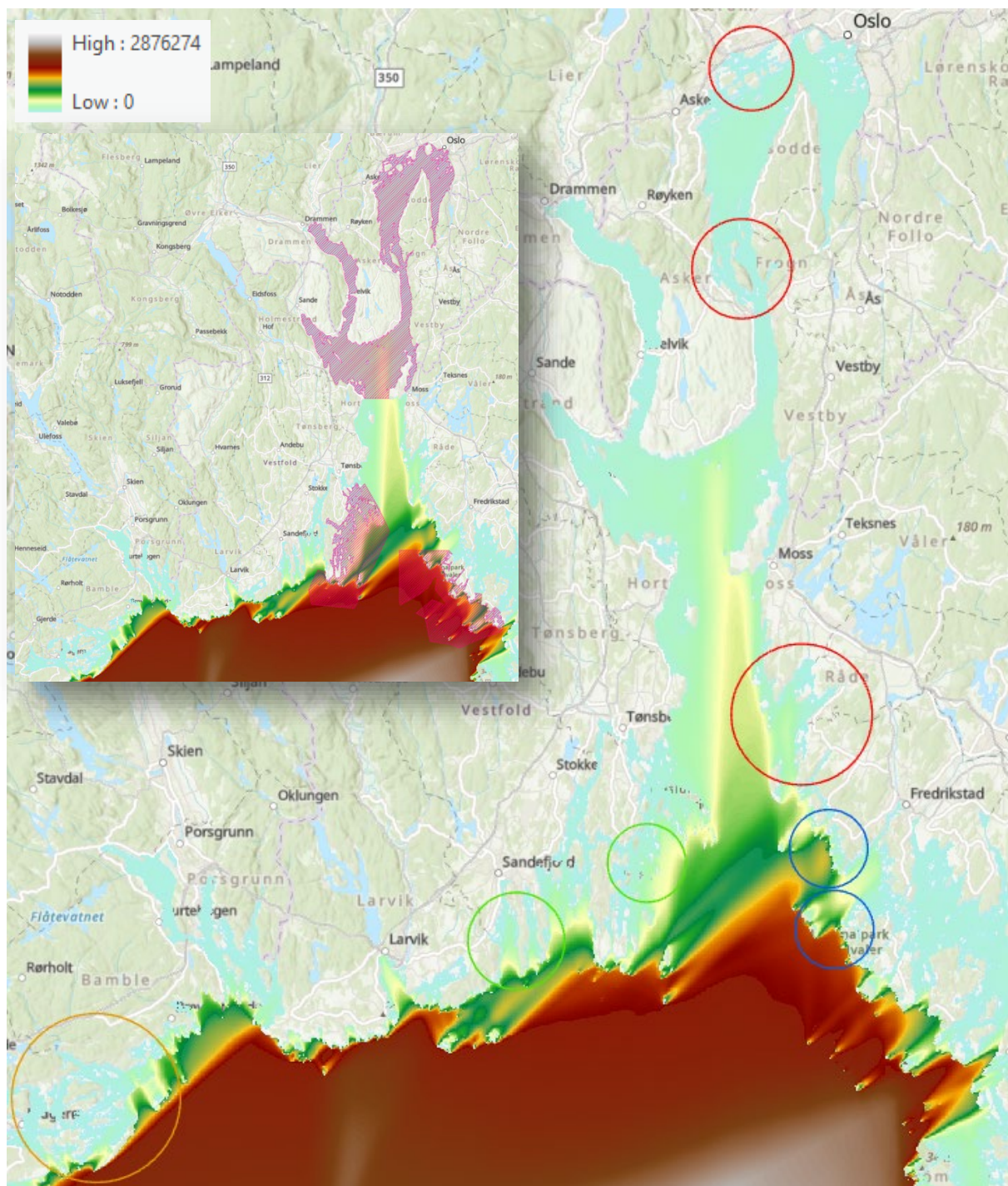
Data på kjerneområde, utbredelse og arealbruk hos fugl (som overvåkes av NINA) og sel (som overvåkes av HI) er relevant, da disse beiter på fisk. Ved eventuelle effekter av nullfisketiltaket er det mulig at disse artene vil tilbringe mer tid innenfor nullfriskeområdet, og dermed spise mer av fisken der. Resultater fra følgeforskning må diskuteres i lys av dette.

## 6.2 Tabell over relevante geofysisk-kjemiske data

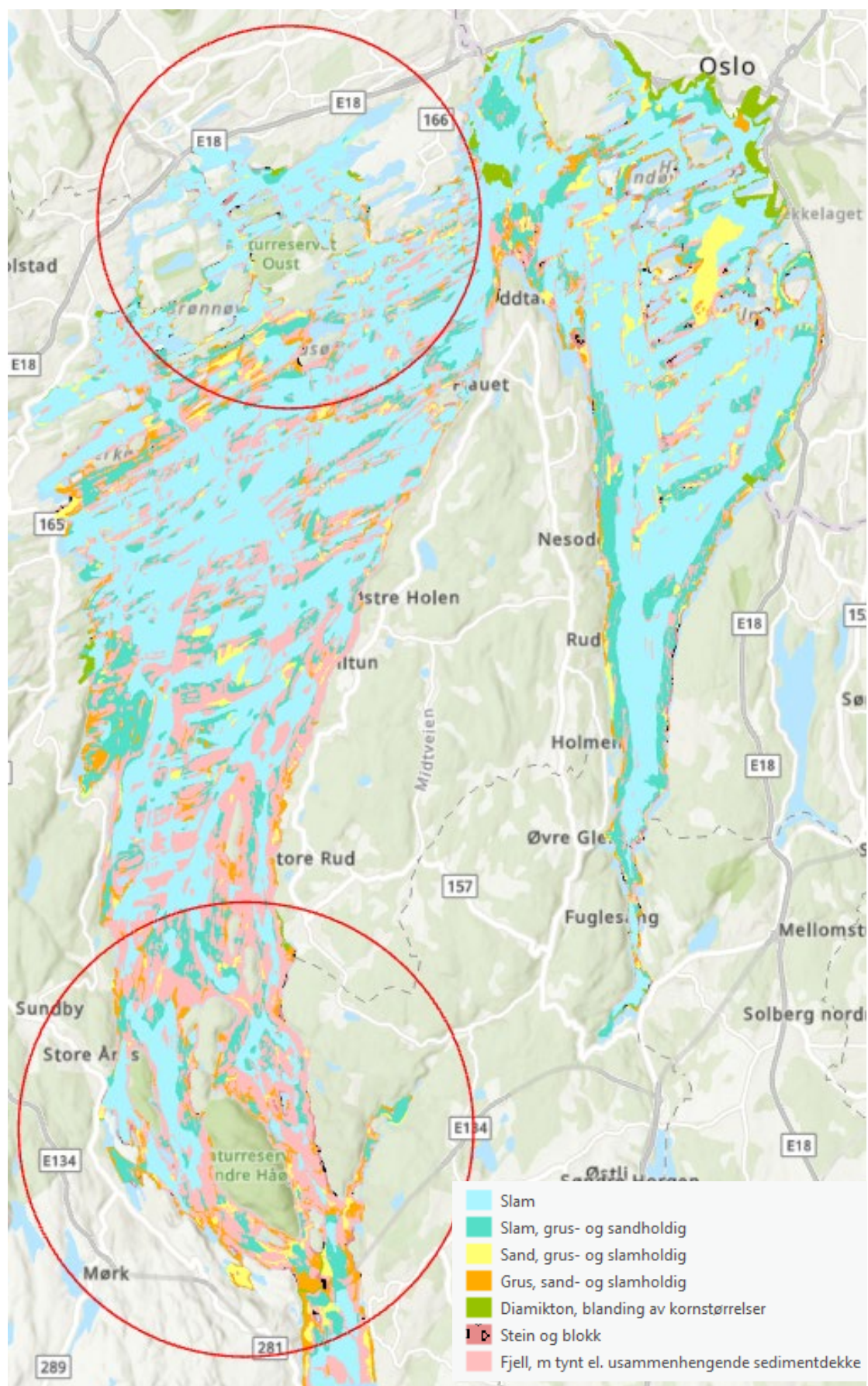
Oversikt over relevante [geofysisk-kjemiske data](#), med kilder, av relevans for å finne egnede stasjoner innenfor de foreslått områdene (Kap. 4).

| Variabel-gruppe          | Type data, med lenke til kilde (understreket)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dybde-/terreng-modeller  | <a href="#">Dybdedata</a> og kart over terrengegenskaper, som <a href="#">kystlinje</a> , <a href="#">koter</a> og punkter, <a href="#">tørrfall</a> , <a href="#">skråning</a> (inkl. modell over <a href="#">særdeles bratte</a> områder, kart over <a href="#">tidevannssonen</a> , fra satellittdata. Detaljerte dybdedata <a href="#">kan bestilles</a> (se Kartverkets <a href="#">søknadstjeneste</a> ). GeoNorges kart over <a href="#">dybdedata-dekning</a> gir oversikt over dybdekartlagte/sjømålte områder. Dybdemodell for indre Oslofjorden med 1 m oppløsning finnes <a href="#">her</a> . Som en del av <a href="#">Frisk Oslofjord-prosjektet</a> finnes det dybdemodeller for deler av Færder og Ytre Hvaler nasjonalpark.                                                                                                                                                                                                      |
| Sediment-kart            | <a href="#">Sedimentkart</a> , kart over <a href="#">berggrunn</a> eller <a href="#">løsmasser</a> , bunnsedimentkartet detaljert (dvs. kystnær områder), se eksempel på <a href="#">kartutsnitt</a> , Kartverkets datapunkter fra norske fjorder og kystnære områder indikerer <a href="#">bunntype</a> , grovere europeisk sedimentmodell er tilgjengelig via <a href="#">EMODnet</a> . De største forekomstene av bløtbunnsområder i strandsonen kartlagt i perioden 2007-2019 ligger som polygoner i Miljødirektoratets <a href="#">Naturbase</a> (se <a href="#">nedlastingsside</a> ). Se <a href="#">oversettelse</a> fra NGUs kartlagte bunnsedimenter (kornstørrelse) til trinn tilpasset NiN-systemet (v.3.0). Data kan sees <a href="#">her</a> og lastes ned fra NGUs <a href="#">kartkatalog</a> . Som en del av <a href="#">Frisk Oslofjord-prosjektet</a> finnes det substratkart over deler av Færder og Ytre Hvaler nasjonalpark. |
| Fysiske/kjemiske forhold | Hls modeller for <a href="#">strøm</a> , <a href="#">salinitet</a> og <a href="#">temperatur</a> (for områdene ikke dekket av modeller kan NVEs kart over ferskvannstilførsler ( <a href="#">Elvis hovedelv</a> og <a href="#">Elvis elvenett</a> ) være til hjelp for å identifisere brakkevannsområder), bølgeeksponeringsmodell (kontaktpersoner: T. Bekkby og E. Rinde), grov europeiske modeller, f.eks. <a href="#">EMODnets</a> modell på lyssvekking (som indikator på vannkvalitet) på europeisk nivå, grove globale modeller, f.eks. <a href="#">Bio-ORACLE</a> (nitrat, klorofyll og annet). Fysisk-biogeokjemisk modell (OsloMod, OF800), inkludert næringssalter, oksygen og planteplankton (klorofyll a).                                                                                                                                                                                                                            |

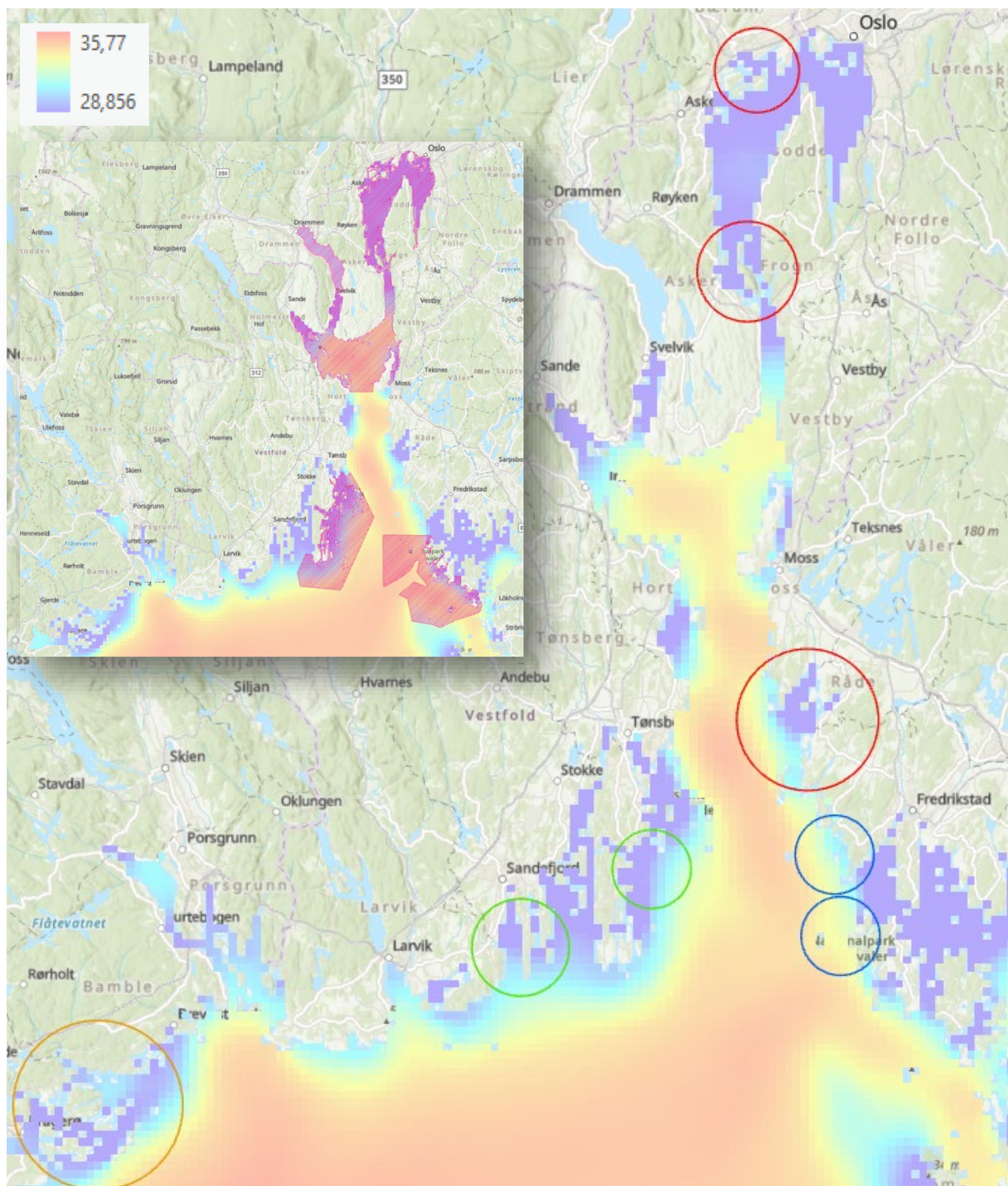
## 6.3 Kart over utvalgte relevante miljøforhold



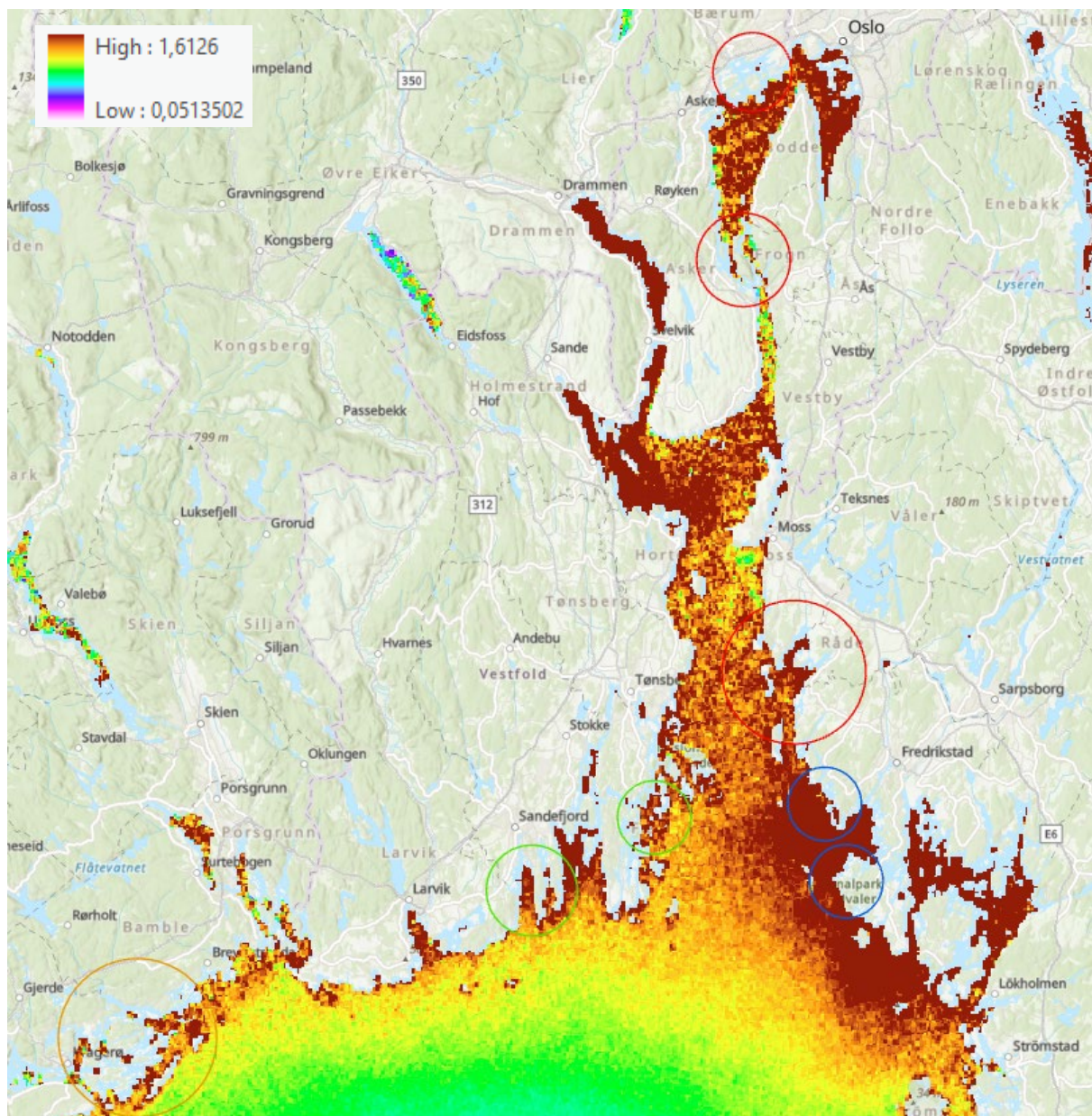
**Vedleggsfigur 1.** Kart over NIVAs bølgeeksponeringsmodell for Oslofjorden. Innrammet området viser bølgeeksponeringen med de tre nullfiskeområdene over. Her viser de **røde sirkler** foreslåtte fokusområder knyttet til indre Oslofjorden (to innenfor nullfiskeområdet og ett som referanse til disse), **grønne sirkler** viser tilsvarende for Færder og **blå sirkler** for Hvaler. Den **oransje** sirkelen ved Kragerø representerer fjernreferanse-området, det vil si området som representerer et system vekk fra de store påvirkningene knytte til Oslofjorden.



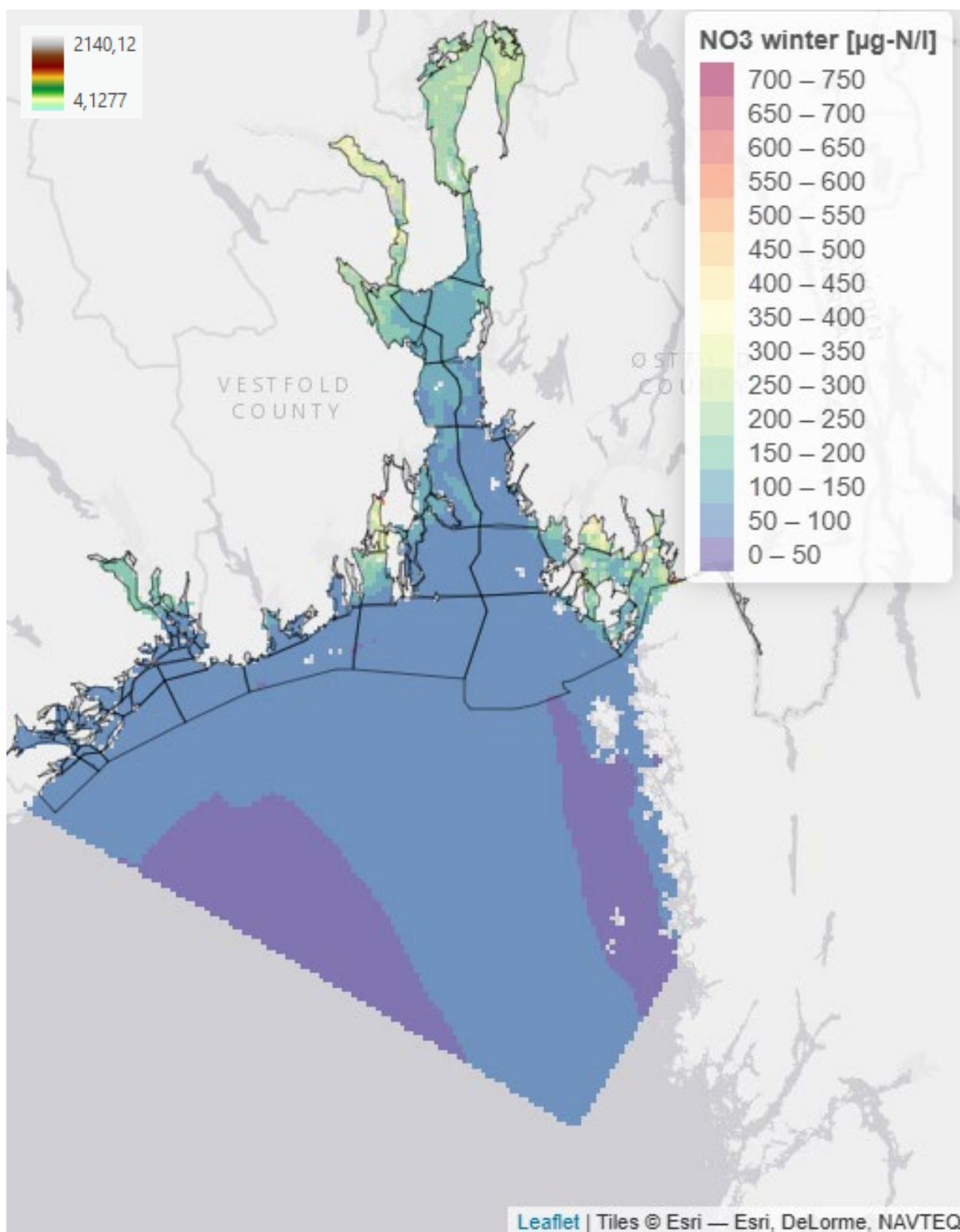
**Vedleggsfigur 2.** Kart over substrattyper i indre Oslofjord, kartlagt av NGU. Den **røde sirkelen** viser de to foreslåtte fokusområder knyttet til indre Oslofjorden (innenfor nullfiskeområdet).



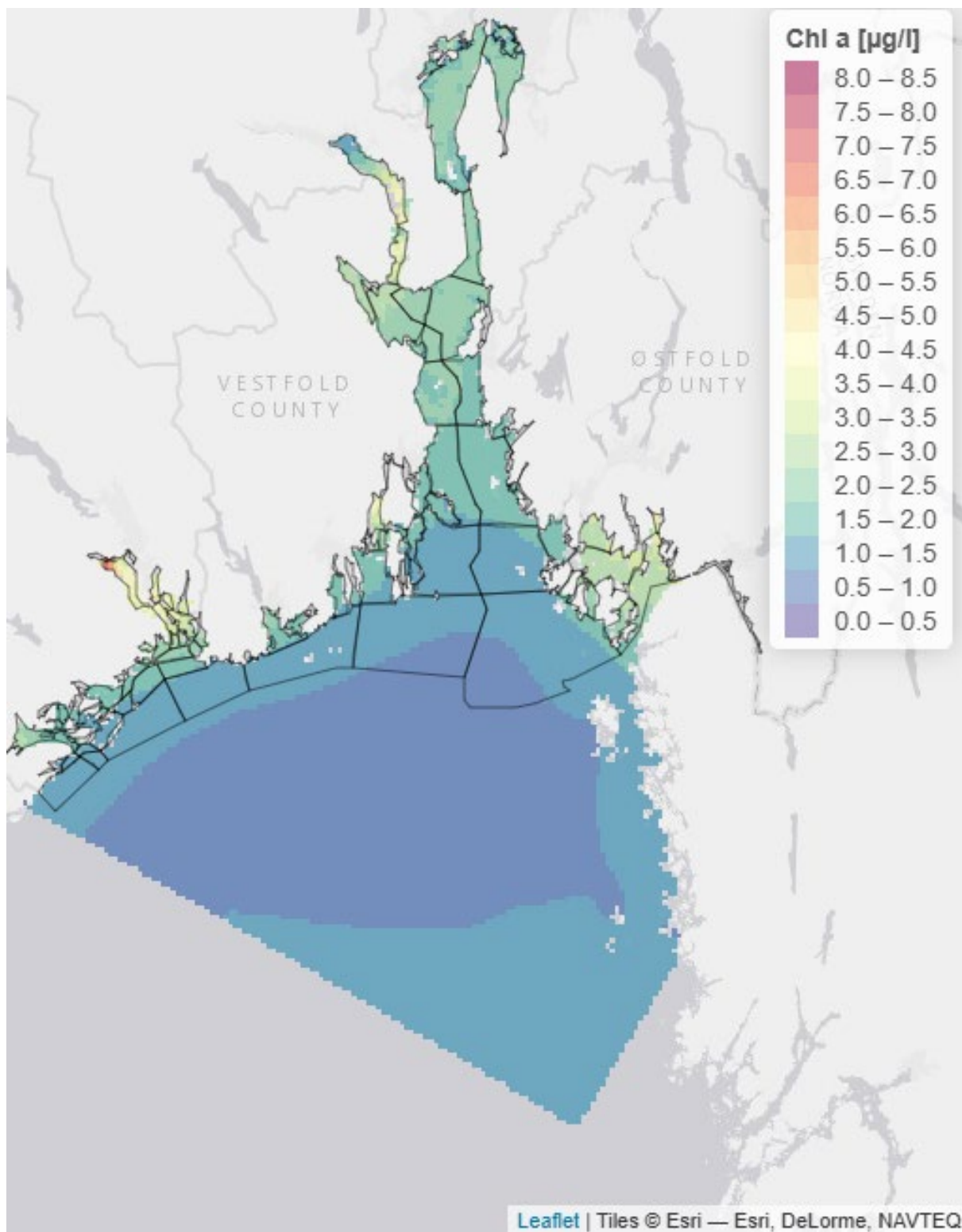
**Vedleggsfigur 3.** Kart over gjennomsnittlig salinitet i Oslofjorden (fra HIs NORKYST800-modell). Innrammet området viser saliniteten med de tre nullfiskeområdene over. Her vise de **røde sirklene** foreslåtte fokusområder knyttet til indre Oslofjorden (to innenfor nullfiskeområdet og ett som referanse til disse), **grønne sirklene** viser tilsvarende for Færder og **blå sirklene** for Hvaler. Den **oransje** sirkelen ved Kragerø representerer fjernreferanse-området, det vil si området som representerer et system vekk fra de store påvirkningene knyttet til Oslofjorden.



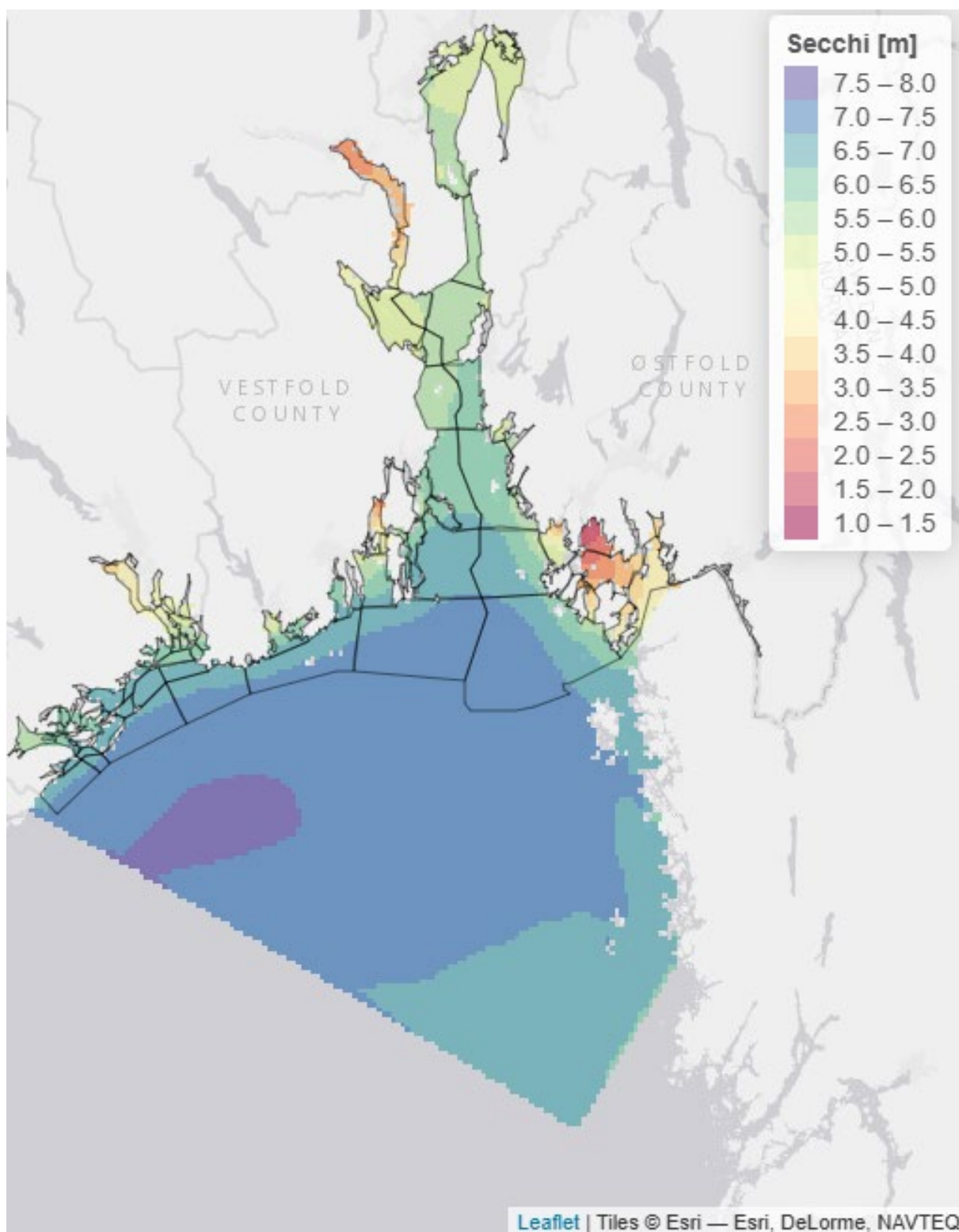
**Vedleggsfigur 4.** Modellert svekningskoeffisient (KdPAR) i Oslofjorden. Svekningskoeffisienten viser hvor mye lys som tapes med dyp. Her er dette beregnet fra satellittdata, med en romlig oppløsning på 250 m og basert på data fra perioden 2009-2013. Modelleringen er gjort i EU-prosjektet EMODnet Seabed habitats ([www.emodnet.eu](http://www.emodnet.eu), EUSeaMap Technical Appendix No. 1). Her vise de **røde sirklene** foreslåtte fokusområder knyttet til indre Oslofjorden (to innenfor nullfiskeområdet og ett som referanse til disse), **grønne sirklene** viser tilsvarende for Færder og **blå sirklene** for Hvaler. Den **oransje** sirkelen ved Kragerø representerer fjernreferanse-området, det vil si området som representerer et system vekk fra de store påvirkningene knytte til Oslofjorden.



**Vedleggsfigur 5.** Kart over næringssalter i Oslofjorden, modellert med OF800 (OsloMod-prosjektet, Wallhead m.fl. 2026) som gjennomsnittlig  $\text{NO}_3$ -konsentrasjon (vintermålinger 2017-2019) i Oslofjorden.

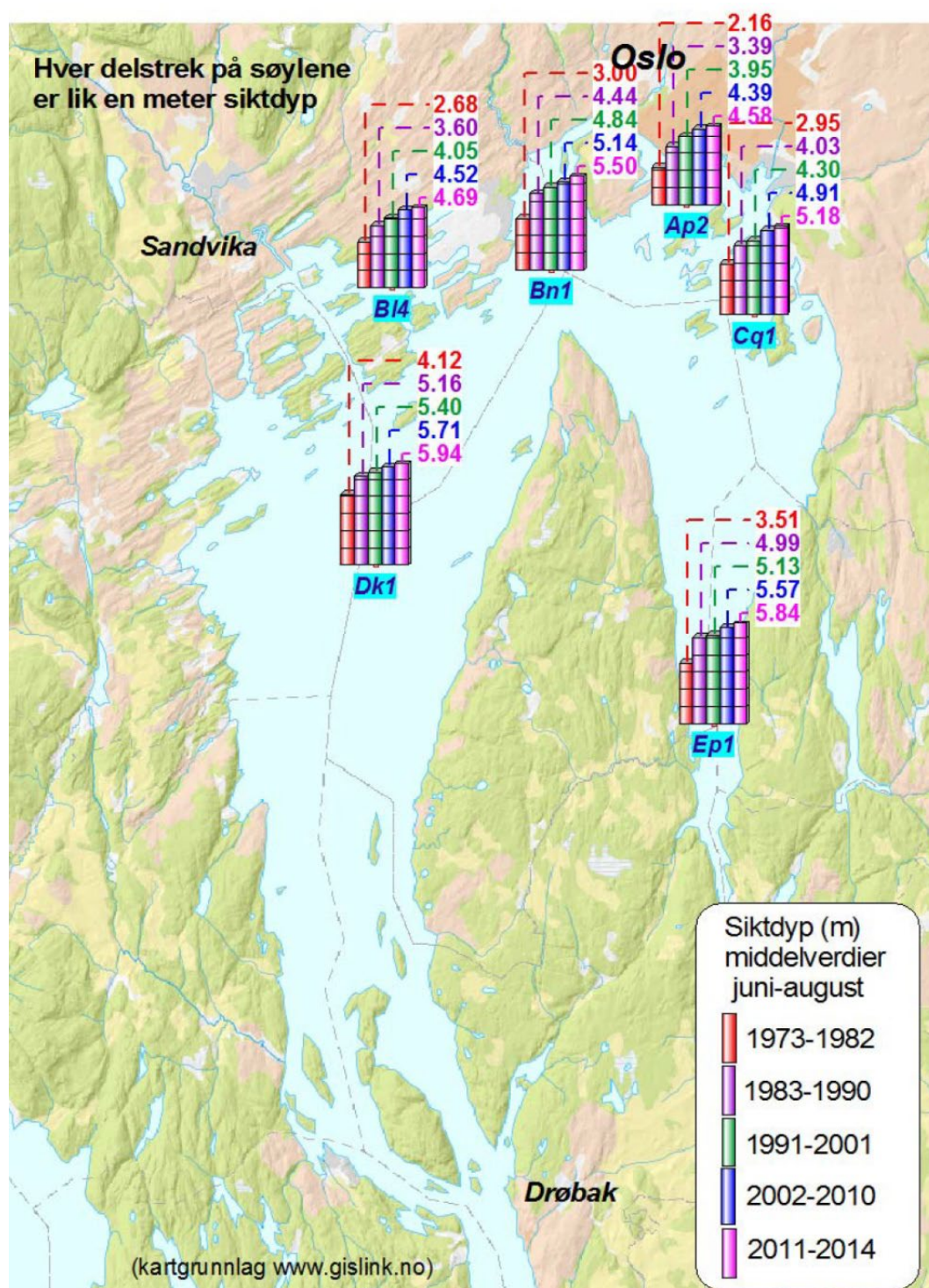


**Vedleggsfigur 6.** Kart over Klorofyll (Chl-a) i Oslofjorden, modellert med OF800 (OsloMod-prosjektet, Wallhead m.fl. 2026).

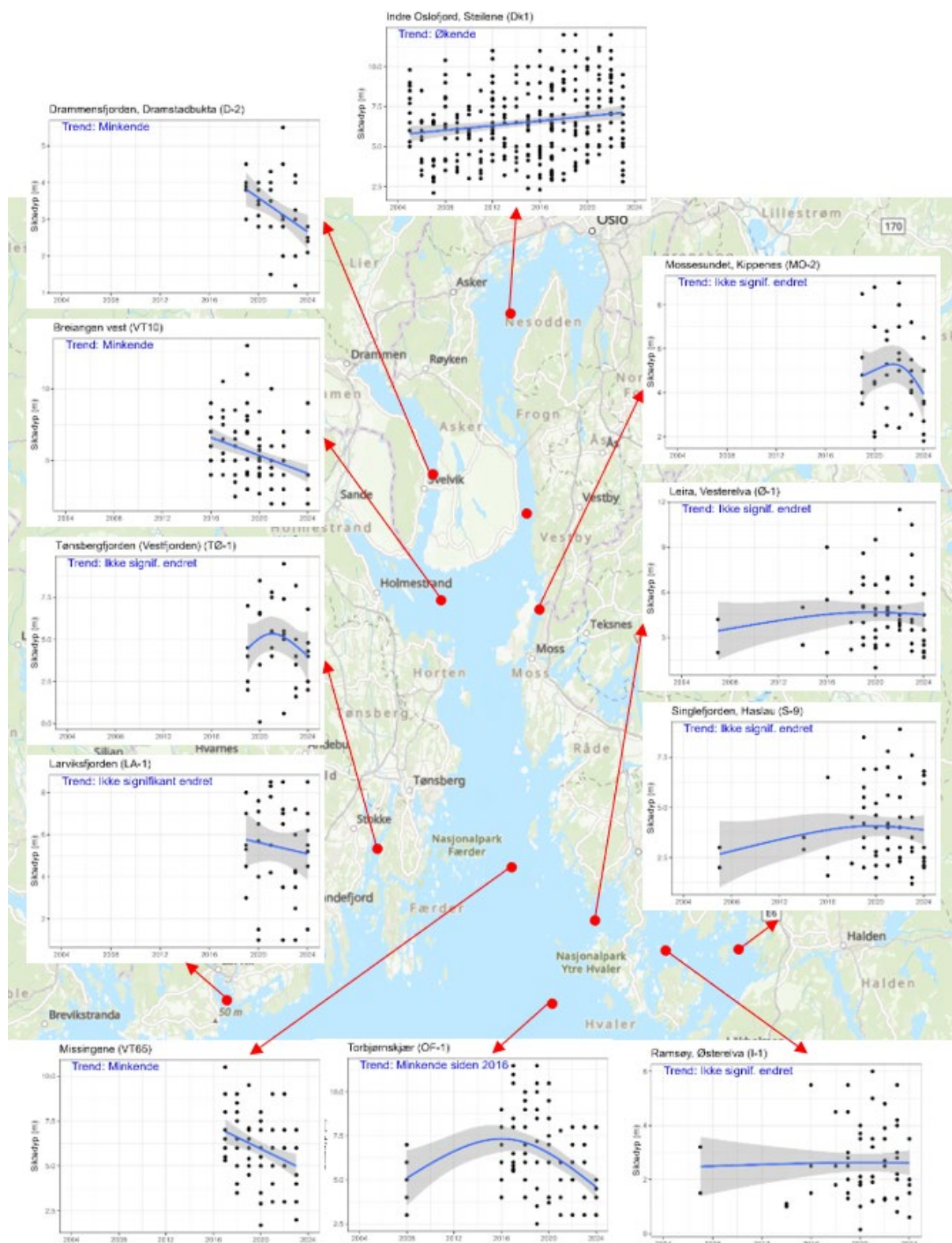


**Vedleggsfigur 7.** Kart over Secchi-dyp (m) i Oslofjorden, modellert med OF800 (OsloMod-prosjektet, Wallhead m.fl. 2026).

## 6.4 Kart og data over endring i lysforhold i Oslofjorden



**Vedleggsfigur 8.** Kart over sentrale stasjoner og data på hvordan lysforholdene i Oslofjorden har endret seg fram til i dag. Kartet viser middels siktdyp i indre Oslofjord for juni-august, fra periodene 1973-1982, 1983-1990, 1991-2001, 2002-2010 og 2011-2014 (fra Berge m.fl. 2015).



**Vedleggsfigur 9.** Analyser av endringer i siktedyp på ulike stasjoner i Oslofjorden for perioden 2004-2024. Stasjonene på vestsiden av fjorden, ved Missingene (midtfjords) og ved Torbjørnshjør (ytre Hvaler) viser en signifikant reduksjon i siktedyp etter 2016. Det var ingen signifikant endring i siktedyp på østsiden av fjorden. Merk at y-aksen varierer for de ulike områdene. Analysene er gjort for denne rapporten.



### **Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø**

Norsk institutt for vannforskning STI (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåking, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.