

2023

NMBU Sustainability Series No. 2

ISSN: 2704-0402

Tverrfaglig masterprosjekt 2023

Oslofjorden død eller levende

Populærvitenskapelige sammendrag av masteroppgaver

Ødegård, I. M (red.)



The School of Landscape Architecture is part of the Faculty of Landscape and Society, Norwegian University of Life Sciences (NMBU). The Department's activities include research, education and assignments.

The findings, interpretations and conclusions expressed in this publication are those of the authors and cannot be attributed directly to the School of Landscape Architecture nor the Norwegian University of Life Sciences.

Denne rapporten kan refereres som følgende:

Ødegård, I. M (red.) 2023. «Tverrfaglig masterprosjekt 2023, Oslofjorden død eller levende: Populærvitenskapelige sammendrag av masteroppgaver» NMBU. Sustainability series NO. 2. SITRAP. NMBU, Ås, (Norway)

©SITRAP 2023

ISSN: 2704-0402

Serienummer: 02

Adresse: Universitetstunet 3, 1433 Ås

Forsidebilde: 1: Nan Wisanmongkol on Unsplash, 2. Knut Rudi, 3., 4., 5. Ingrid Merete Ødegård, 6. Johanne Trandem Næss og Lise Rotvold

Senterleder: Elin Børrud

Redaktør: Ingrid Merete Ødegård

Kontaktinformasjon: SITRAP@nmbu.no

Grafisk: Marie Emblem Sevatdal

**NMBU Sustainability Series is published by
Norwegian University of Life Sciences (NMBU)
P.O. Box 5003
N-1432 Aas Norway
www.nmbu.no**

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Innhold

6 Intro

9 Masteroppgaver 2023

10 Johanne Trandem Næss & Lise Rotvold

Kysten som læringsarena – en mulighetsstudie på Skøyen

14 Charlotte Marie Trovaag

Bruk av Anammox for nitrogenfjerning på renseanlegg med fokus på hovedstrøm

16 Fredrick Nicolai Clausen

*Fangst per innsats og populasjonsstruktur hos atlanterhavstorsk, *Gadus morhua*, i indre Oslofjord under fangstforbudet.*

20 Helene Delphin

Kunnskap om økologi og landskap i arealplanleggingen for Oslofjorden

23 Marius Lysø

Tare dyrking i Oslofjorden

25 Julie Martin

Hvordan påvirkes Vitaminproduserende mikrober av forurensning?

31 Hanna Ness

En vurdering av effekten utvidelsen av Bekkelaget renseanlegg har på økologiske og kjemiske tilstandsparametere i Bekkelagsbassenget

Intro

SITRAP

Senter for integrert og tverrfaglig undervisning i planlegging. SITRAP fikk status som senter for fremragende utdanning høsten 2022.

TfMP

Tverrfaglig masterprosjekt.

Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU) har 7 fakulteter, med disse forkortelsene som skrives i teksten:

- Fakultet for biovitenskap – BIOVIT
- Handelshøyskolen – HH
- Fakultet for realfag og teknologi – REALTEK,
- Fakultet for landskap og samfunn – LANDSAM,
- Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning – MINA
- Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap – KBM
- Veterinærhøyskolen – VET.

BRAGE - NMBU

Digitalt fulltekstarkiv, som inneholder vitenskapelige artikler, doktoravhandlinger, masteroppgaver mm

Tverrfaglig masterprosjekt for økt innsikt i dagens bærekraftsutfordringer

Tverrfaglig masterprosjekt er et av satsingsområdene til SITRAP. Tverrfaglig masterprosjekt (TfMP) er et tilbud til studenter som ønsker å gjennomføre sin avsluttende masteroppgave i et læringsfellesskap med studenter og veiledere fra ulike studieprogram og utforske et felles aktuelt tema eller case knyttet til bærekraftig utvikling.

Mål

Målet med Tverrfaglig masterprosjekt (TfMP) er å rekruttere 10-30 studenter fra hele NMBU med veiledere som sammen med eksterne partnere, vil utarbeide et tema, problemer å undersøke, og mål for et felles masterprosjekt følgende år. Gjennom slike felles prosjekt er det mål om at masteroppgavens rolle revurderes som avsluttende undersøkelse av oppnådd kunnskap til en læringsprosess der tilegnet kompetanse brukes i et samarbeidsprosjekt.

Det er også et mål å undersøke om tilnærmingen kan forbedre studentenes tverrfaglige nysgjerrighet og hjelpe dem til å bli selvsikre i sine egne metoder og disiplinære kunnskap i samråd med andre profesjoners teoretiske og metodiske profiler. Gjennom samarbeid på tvers av fagdisipliner og med reelle samfunnsutfordringer, oppnå mer bærekraftige holdninger, kunnskap og forslag til løsninger.

SITRAP ønsker å finne ut hvordan dette fellesskapet påvirker studentens aktive læring og veilederens engasjement, og hvordan studentene presterer resultater gjennom grupper.

Deltakelse i Tverrfaglig masterprosjekt er et tilbud som alle studentene på NMBU kan søke seg inn på når de skal jobbe med sin avsluttende masteroppgave. 2023 er oppstartsår som vi vil høste erfaringer fra ved planlegging av de kommende år.

Felles workshop

Under SITRAP TfMP har vi arrangert tre felles workshops for de to tverrfaglige masterprosjektene TOWARDS-Lillestrøm og Oslofjorden som studentene har fått tilbud om å delta på: Bærekraft gjennom cChange, Overvannshåndteringsprogrammet Scalgo fra masterveileder Kim Paus (REALTEK) og «Villgjøring av urbane sjøområder» med Elin Tanding Sørensen.

Formidling av masteroppgavene

Som avslutning av masteroppgaven har alle masterstudentene skrevet en populærvitenskapelig tekst med illustrasjoner, som er samlet i denne rapporten. Alle de fullstendige masteroppgavene kan man finne under BRAGE NMBU hvis man ønsker å gå dypere inn i tematikken enn det som presenteres i denne rapporten. God lesing!

Hilsen

Ingrid Merete Ødegård,

LANDSAM, Institutt for landskapsarkitektur, ansvarlig for TfMP i SITRAP

Tema Oslofjorden - død eller levende

Oslofjordens økosystemer er under sterkt press knyttet til en rekke ulike menneskelige påvirkningsfaktorer, og i 2021 ble det vedtatt en nasjonal tiltaksplan for å bedre forholdene. I 2023 har åtte studenter ved fire forskjellige fakulteter på NMBU skrevet sine masteroppgaver om ulike sider om Oslofjorden. I denne rapporten presenterer studentene sine oppgaver på en populærvitenskapelig måte.

Ved MINA har de to masteroppgaver: Fredrick Nicolai Clausen har undersøkt om forbudet mot fising av torsk har hatt noen effekt, mens Hanna Ness har sett på miljømessige effekter av oppgradering av Bekkelaget renseanlegg. Ved KBM har Julie Martin undersøkt hvordan forurensing påvirker livet i sedimentene og mikrobiologien der. Charlotte Marie Trovaag ved REALTEK har undersøkt nye metoder for rensing av nitrogen i framtidige renseanlegg. Masterstudent i urbant landbruk Marius Lysø har skrevet sin masteroppgave ved LANDSAM og har undersøkt hvor vidt taredyrking kan være et egnet tiltak for bedre vannkvalitet og lokal matproduksjon i Oslofjorden, og hvordan offentlige myndigheter legger til rette for dette. Ved LANDSAM har vi også tre landskapsarkitektstudenter: Helene Delphin så nærmere på kunnskapsgrunnlaget knyttet til økologi og landskap i arealplanleggingen ved Oslofjorden, mens Lise Rotvold og Johanne Trandem Næss gjorde en mulighetsstudie av Bestumkilen og utforsket mulighetene for restaurering av fjæresonen, samt fjæra som mulig læringsarena for barn og unge.

Dette tverrfaglige masterprosjektet ble startet formelt med et kick-off seminar på NMBU 24. januar, hvor studentene presenterte sine foreløpige masterplaner. I tillegg var det faglige foredrag fra veiledere ved NMBU, samt et faglig innlegg om status knyttet til Nasjonal tiltaksplan for Oslofjorden ved Jon Lasse Bratli ved Miljødirektoratet. Den 7. mars ble det gjennomført et midtveis-seminar hvor studentene la fram foreløpige resultater sammen med utvalg av veilederne, og hvor studentene selv aktivt diskuterte og kommenterte hverandres presentasjoner. Studentene møttes også til felles lunsj i lokalet til Bærekraftshuben på NMBU.

Erfaringene fra årets masterprosjekt er så gode at vi ønsker å fortsette også neste år, kalt Oslofjorden 2.0. Da ønsker vi å undersøke mulighetene for enda mer tverrfaglig samarbeid i studentenes arbeid med masteroppgavene.

God lesning!

Vennlig hilsen kjernegruppa for Tverrfaglig masterprosjekt Oslofjorden ved NMBU

Knut Bjørn Stokke

*Fakultet for landskap og samfunn
Institutt for by- og regionplanlegging*

Ingrid Merete Ødegård

*Fakultet for landskap og samfunn
Institutt for landskapsarkitektur*

Thomas Haraldseid

*Fakultet for landskap og samfunn
Institutt for by- og regionplanlegging*

Knut Rudi

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Thrond Haugen

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Stian Stensland

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Nikoline Hambro

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Masteroppgaver

2023

For fullstendig masteroppgave se lenker under hvert av navnene

Johanne Trandem Næss, Lise Rotvold

<https://hdl.handle.net/11250/3079306>

Charlotte Marie Trovaag

<https://hdl.handle.net/11250/3080251>

Fredrick Nicolai Clausen

<https://hdl.handle.net/11250/3077704>

Helene Delphin

<https://hdl.handle.net/11250/3082529>

Marius Lysø

<https://hdl.handle.net/11250/3080767>

Julie Martin

<https://hdl.handle.net/11250/3096541>

Hanna Ness

<https://hdl.handle.net/11250/3081318>



Johanne Trandem Næss & Lise Rotvold

Kysten som læringsarena – en mulighetsstudie på Skøyen

Masteroppgave i landskapsarkitektur

Fakultet for landskap og samfunn.

Veileder: Ingrid Merete Ødegård
ingrid.odegard@nmbu.no

Bakgrunn

Verdens havområder er under stort press på grunn av klimaendringer, miljøforandringer og utbygging i strandsonen. Dette gjelder også for Oslofjorden. Til nå har hovedfokuset innen byutvikling og landskapsarkitektur ligget på arealene på land, og sjøområdene har i mer eller mindre grad blitt glemt. Nedbygging av strandsonen er med på at barns tilknytning til marin natur reduseres. For at barn skal få kunnskap om havet og et ønske om å ivareta det, må endringer skje.

Bestumkilen i Skøyen er i dag preget av harde flater, redusert marint liv og ensformig bruk med båtmarina som hovedfunksjon. Det er et komplekst område hvor det foreligger planer om utbygging i en større, pågående områderegulering for Skøyen. Denne masteroppgaven viser en alternativ utforming for Bestumkilen og utarbeides som en mulighetsstudie, altså en utredelse for områdets potensiale.

Problemstilling

Masteroppgaven tar for seg hvordan Bestumkilen kan transformeres til en kystpark, dette med særlig fokus på villgjøring av urban natur og tilrettelegging av læringsarenaer for barn og unge. Med urban villgjøring menes reetablering av natur i bymiljø ved å la naturen og de naturlige prosessene få plass.

I mulighetsstudiet ønsker vi å øke barns trygghet, tilhørighet og innsikt til marin natur og skape et engasjement for bevaring av denne. Bestumkilen skal fungere som en kystpark for allmenheten og knyttes bedre sammen med omliggende stinett og Oslo Havnepromenade. Gjennom villgjøring ønsker vi å øke det biologiske mangfoldet, både over og under vannoverflaten.

Metode

I utarbeidelsen av masteroppgaven har vi brukt flere ulike metoder som vi delvis har jobbet med parallelt for å få en helhetlig forståelse av oppgavens tematikk. En kunnskapsdel og en del med registreringer og analyser har vært utgangspunktet for det endelige planforslaget. Her hadde vi samtaler med flere fagfolk og gjennomførte en litteraturgjennomgang for å tilegne oss kunnskap om temaene kystøkologi, marinvennlig utforming i urbane soner og tilrettelegging for barns læring i naturen. Relevante referanseprosjekter er også gjennomgått og «Manual for villgjøring av urbane sjøområder» er aktivt brukt. Befaringer på land og under vann har blitt gjennomført ved flere anledninger. Dette har vært viktig for å kartlegge hva som finnes på området i dag, få en forståelse av stedets bruk og hvordan det oppleves å oppholde seg der. Ulike ideer til planforslag ble vurdert og løsningene ble videre utviklet ved hjelp av skissering i plan, snitt og perspektiv. For å få en bedre forståelse av landskapsrommene har vi jobbet med dette i 3D-modeller.

Resultat

De endelige planforslaget er basert på 24 prinsipper for utforming, med hensyn på økologi, barn og læring og stedet Bestumkilen. Prinsippene har vi utarbeidet fra oppgavens kunnskapsgrunnlag og resultatene fra analyser og registrering. Dette har resultert i Deltaparken, en mulighetsstudie som ikke bare gir bedre livsvilkår for mennesker og dyr, men også engasjerer fremtidige generasjoner til å ta vare på naturen.

Mulighetsstudiet har høy andel grøntarealer, men mulighet for noe bebyggelse. Store landskapsendringer er gjort på området. En god del av dagens fyllmasser er erstattet med lokale



Figur 1: Illustrasjonsplanen viser Deltaparken, vårt forslag til ny utforming av Bestumkilen.



Figur 2: Snittet viser Fjordhuset med terrasse, svevesti over tåkrørsump, fuglekikketårn og slak fjæresone. Gammelt terreng er markert med stiplede linje.



Figur 3: Perspektivet viser Bestum Sjøbad, hvor ulike aktiviteter slik som undervisning, bading og svømmeopplæring kan foregå.

masser, og terrengbearbeiding har skapt nye rom i landskapet. Elvedelta til Hoffselva har fått mere plass, tidevannssonen er gjort slakere og en terrengvoll skjermer mot trafikkstøy. Lokale naturtyper er anlagt, slik som kalkfuruskog, helofytt saltvannssump og ålegraseng. Av bebyggelse er en svømmehall planlagt nord på området og fungerer også som støyskjerm. Et Fjordhus er plassert ved utløpet av Hoffselva og integreres i terrenget. Dette skal benyttes som en base for læringsaktiviteter og romme funksjoner slik som undervisningslokaler, bibliotek, cafe og Fjordskole. Det er viktig i prosjektet at parken, byggene inkludert, er tilgjengelig for allmennheten.

Området har blitt mer tilgjengelig med flere innganger og nye bevegelseslinjer av ulik karakter. Disse er forbeholdt myke trafikanter og biltrafikk er regulert til det mest nødvendige. Langs stiene finner man ulike opplevelser, kvaliteter og funksjoner. I Deltaparken kommer man tett på naturen og aktivitetene tar utgangspunkt i variasjonene i naturens karakter og prosesser gjennom året. Dette kan være aktiviteter som svømming, natursti, livredigskurs og plukking av stillehavsøsters. Deler av området er godt tilrettelagt for bruk av mennesker og andre deler reguleres i større grad for å tilrettelegge for artene som lever der.

Refleksjon

I arbeidet med oppgaven har vi erfart at planlegging i kystområder er svært komplekst, og at mange fagområder må inkluderes allerede fra start. Det er imidlertid lite tilrettelagt for planleggere på flere områder. Det har eksempelvis vært utfordrende for oss å finne gode kartdata for sjøområder hvor det er samsvar mellom landkart og sjøkart, og vi har merket oss at det er manglende eller lite oppdaterte kartdata for marine naturtyper. Det finnes heller ingen etablert metode for landskapsarkitekter for å gjøre befaringer av underlandskap. I dag ser vi et økende fokus på å se land- og sjøområder i sammenheng, men det gjenstår fortsatt en god del utvikling på dette feltet.



Figur 4: Bilde fra undervannsbefaring.



Figur 5: Undervannsbilde av sjøbunnen mot Bygdøy. Her ser vi fyllmasser, strandsnegl og stillehavsøsters.



Figur 6: Undervannsbilde av sjøbunnen innerst i båthavnen med mudderbunn og lite synlig liv.



Charlotte Marie Trovaag

Bruk av Anammox for nitrogenfjerning på renseanlegg med fokus på hovedstrøm

Masteroppgave i Vann- og miljøteknikk

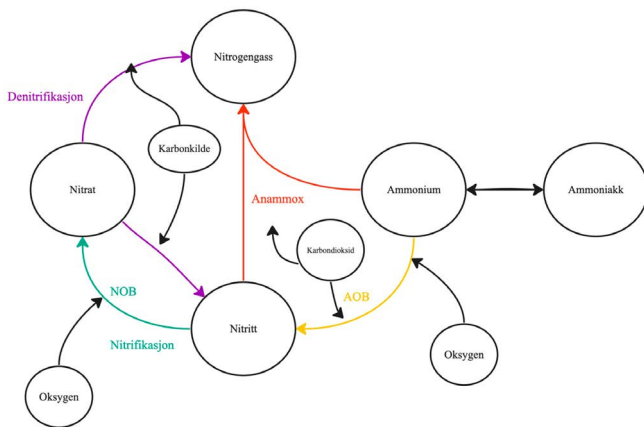
Fakultet for realfag og teknologi

Veileder: Lars Hem

lars.hem@nmbu.no

Bakgrunn

Vann- og avløpsbransjen har et viktig bidrag for å redusere utslippene av blant annet fosfor og nitrogen til Oslofjorden. Masteroppgaven har som formål å se på hvordan en løsning med nitrogenfjerningsprosessen Anaerob ammoniumoksidasjon (Anammox) kan være med på å redusere nitrogentilførselen til Oslofjorden fra renseanlegg. Den biologiske renseprosessen Anammox er en relativt ny rensemetode som det forskes mye på over hele verden.



Figur 1: Teknisk gjennomgang av nitrogenfjerning. Anammox forklart i rødt. Inspirasjon fra (WRF (The Water Research Foundation), 2019; Angeltvedt mfl., 2022)

Figur 1 viser en forenklet forklaring av nitrogenfjerningsprosesser, hvor Anammox-prosessen er illustrert i rødt. Prosessen foregår under anaerobe forhold, altså oksygenfattige forhold. Det kan være oksygen tilstede i prosessen, men ikke i direkte kontakt med Anammox-bakteriene. Anammox-bakteriene er autotrofe og benytter karbon fra karbondioksid til cellevekst. Dette reduserer behovet for å tilsette en ekstern karbonkilde, i motsetning til biologiske nitrogenfjerningsprosesser med denitrifikasjon.

I det første steget, delvis nitrifikasjon, blir ammonium omdannet til nitritt, som vist i figuren, ved bruk av ammoniumoksidende bakterier (AOB). Videre blir nitritt benyttet som elektronakseptor når Anammox-bakteriene omdanner ammonium til nitrogengass.

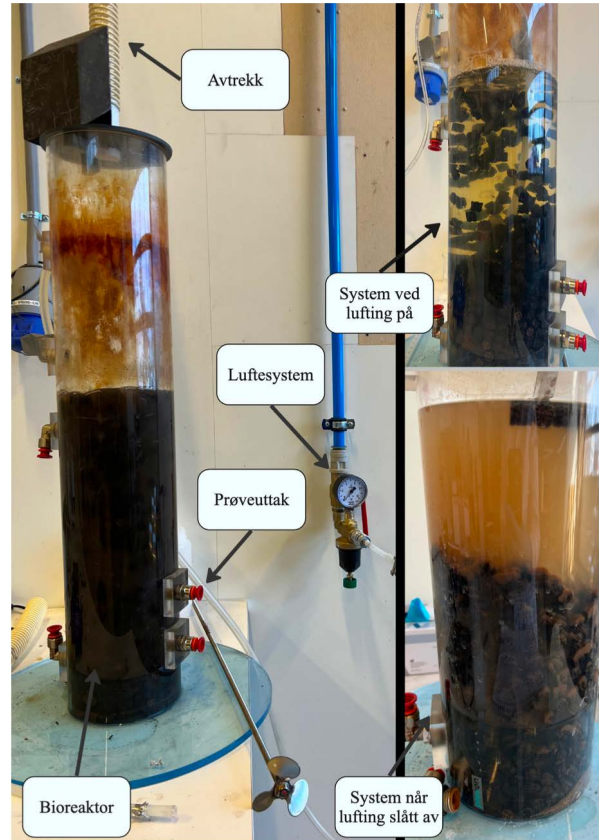
Problemstillingen i masteroppgaven er: "Kan nitrogenfjerningsprosessen Anammox være et effektivt bidrag for å redusere nitrogentilførselen til Oslofjorden?". Figur 2 viser en oppsummering av forskningsspørsmålene, metodene som ble benyttet, konklusjonene og et forslag til videre arbeid. Metodene som ble benyttet i studien var å se på fordeler og ulemper med Anammox-prosessen basert på litteratursøk, befaringer og erfaringsutvekslinger fra renseanlegg nasjonalt og internasjonalt. Et pilotforsøk ble gjennomført med bruk av Anammox-bakterier. Målet var å studere hvordan bakteriene kunne tilpasse seg et mer kaldt og fortynnet avløpsvann, som ga grunnlag for forslag til design av Anammox på hovedstrømmen på renseanlegg.

	Mål	Metode	Konklusjon	Videre arbeid
Forskningsspørsmål 1	Hvilke erfaringer ligger til grunn for implementering av Anammox-prosessen på forfytet og kaldt avløpsvann?	Litteratursøk og befaringer	Utfordringer med prosessen under 10 grader Celsius. Energifektiv prosess	Gjennomføre nytt pilotanlegg og teste ut metoder for å redusere vekst av NOB blant annet.
Forskningsspørsmål 2	Howdan kan pilotforsøk bidra til å bekrefte om Anammox-prosessen kan være en effektiv metode for fjerning av nitrogen i forfytet og kaldt avløpsvann?	Enkel pilotforsøk	Pilotforsøk kan være utfordrende å få til på laboratoriskala mtp forskningsbegrensningene.	Gjennomføre flere pilotforsøk på anlegg med eksisterende Anammox-reaktor på sidesømmen
Forskningsspørsmål 3	Hvilke forutsetningene og betingelsene er viktig for å oppnå en effektiv fjerning av nitrogen ved bruk av Anammox-prosessen?	Forslag til design av Anammox på hovedstrøm	God forbehandling God prosessstyring	Gjennomføre modellering for å få et bedre estimat for areal, utslipp og muligheter

Figur 2 viser en oppsummering av målet, metodene, konklusjonene og videre arbeid.

Studiene fra litteratursøket indikerer at Anammox-prosessen er et bærekraftig alternativ for nitrogenfjerning ved at det er forventet lavere oksygenforbruk, reduserte driftskostnader og ikke et behov for en ekstern karbonkilde. Samtidig, presiserer studiene at det kan være utfordrende å drifte Anammox under kaldt og fortynnet avløpsvann, på grunn av utkonkurrering av nitrittoksiderende bakterier (NOB).

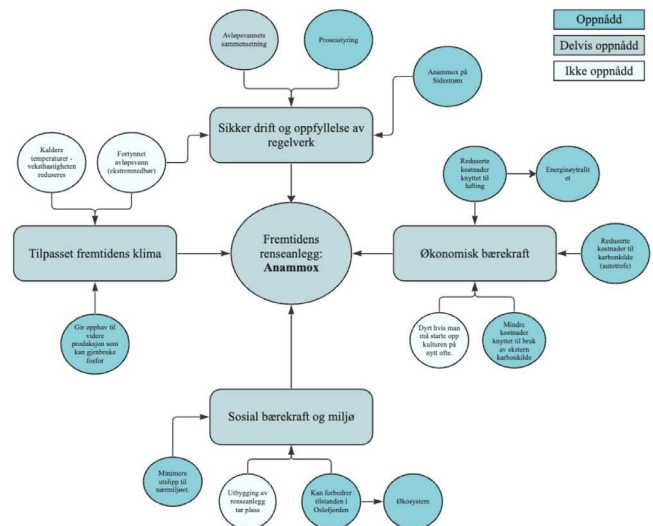
Pilotforsøket, som vist i figuren til høyre, tyder på at nitrogen har blitt fjernet i prosessen, men på grunn av begrensede faktorer i forsøksoppsettet, vil ikke resultatene gi nok grunnlag for å si om Anammox-prosessen er egnet på hovedstrømmen. Resultatene fra litteraturstudiet og befaringene tyder på at å implementere en reaktor med Anammox-bakterier på rejektivannet fra slambehandlingen kan være et positivt bidrag for den totale renseseffekten. Ved design av Anammox på hovedstrømmen, kan det være fordelaktig med tilhørende Anammox-prosess på rejektivannet eller se på et kombinasjonssystem for rejektivannet og hovedstrøm. Litteraturen, pilotforsøket og designet som er foreslått legger til grunn for at hvis det er mulig å få til, vil det være et effektivt og bærekraftig bidrag for å fjerne nitrogen fra renseanleggene til Oslofjorden.



Figur 3 viser oppsett av pilotforsøk

I videre forskning av Anammox-prosessen på hovedstrøm, anbefales det å gjennomføre beregninger og modelleringer for å underbygge problemstillingen. Det eksisterer ikke i dag en standard for hvordan man kan designe og dimensjonere Anammox på hovedstrømmen. Modelleringer kan bidra til mer kunnskap om ressursforbruk, utslipp og for eksempel hvordan fremmedvann kan påvirke prosessen gjennom simuleringer. Ved videre studier bør prosessen sammenliknes med andre nitrogenfjerningsprosesser for å evaluere klimafotavtrykket.

Årsakene til den kritiske tilstanden i Oslofjorden er sammensatt og det er nødvendig med tverrfaglig samarbeid for å løse problemstillingene. Anammox-prosessen vurderes totalt sett, i følge Figur 3 som et effektivt bidrag til fremtidens klimapositive og energieffektive renseanlegg, som samtidig kan redusere nitrogentilførselen til Oslofjorden.





Fredrick Nicolai Clausen

Fangst per innsats og populasjonsstruktur hos atlanterhavstorsk, *Gadus morhua*, i indre Oslofjord under fangstforbudet.

Originaltittel: «Catch per unit effort and population structure of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the Inner Oslofjord during a catch ban period.»

Master i naturforvaltning.

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Veiledere: Jonathan E. Colman

Thrond O. Haugen

jonathan.colman@nmbu.no

thrond.haugen@nmbu.no

Innledning

På grunn av bl.a overfiske har torsken nesten forsvunnet fra Oslofjorden og nærliggende områder langs Skagerakkysten de siste 20 årene. Mest tydelig var nok de skummelt lave tallene man fikk etter torskefangst i Oslofjorden i årene 2016-2019. Fiskeridirektoratet bestemte seg derfor å gjøre det forbudt å fiske torsk i fjorden for å gi populasjonen en sjanse til å vokse seg tilbake. I sommeren 2019 ble det altså laget en forbudssone mot fangst av torsk i hele Oslofjorden (figur 1). Med dette menes det fra Ellingsvik, like sør for Kragerø og langs grunnlinja hele veien til svenskegrensa. Tidligere studier og erfaringer fra andre land sier at slike fangstforbudsoner har potensialet til å la torsken komme seg etter overfiske, men at det ikke alltid fungerer.

Formålet med dette oppgaven er da å være en av flere studier som undersøker om fangstforbudet på torsk fungerer og om det blir mer torsk i fjorden som følge av det. Torsk fra to områder i fjorden blir undersøkt, ett område langt inne, og et område lenger ute ved Drøbaksundet. Her gjøres estimater på populasjonstetthet samt aldersstruktur og kondisjon.

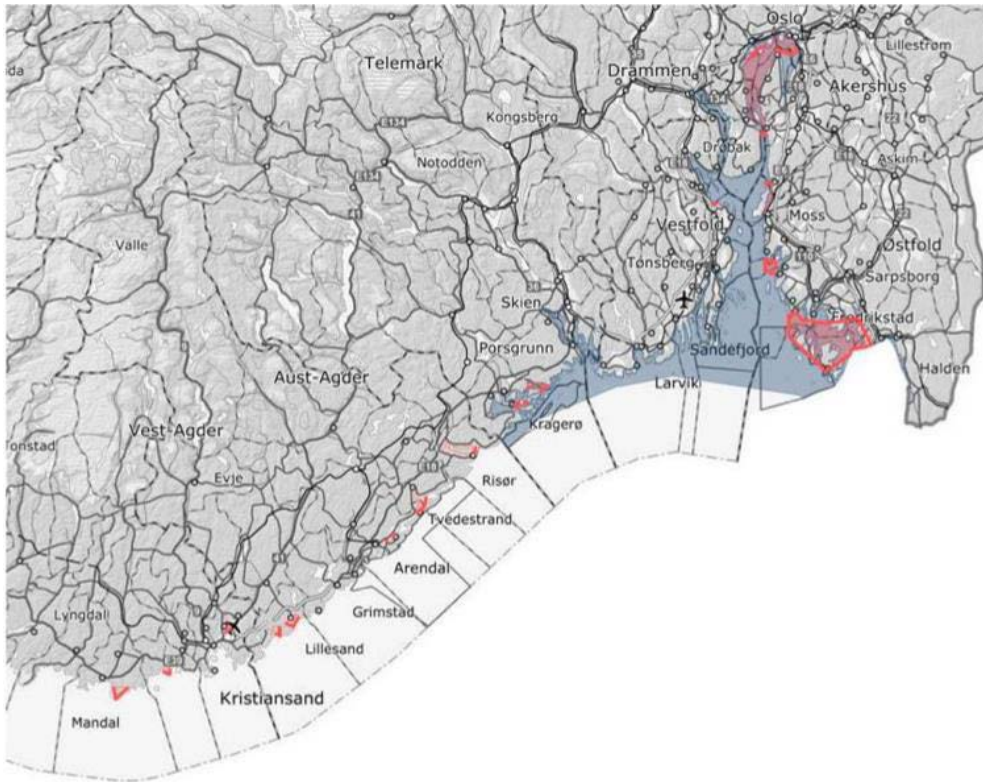
Metode

Torsk ble fisket på bestemte plasser i fem ulike soner. Tre av sonene er lokalisert lang inne i fjorden, på innsiden og utsiden av Ostøya og ved Ildjernet like sør for Nesoddtangen (figur 2). De to siste sonene er på nord og sørsiden av Håøya nord for Drøbaksundet (figur 3). Torsk ble fisket passivt ved hjelp av 20 ruser, et fiskeredskap som fungerer mye på samme måte som en hummerteine. Fisken blir ledet av et lednett inn i et kammer med en klas-siske kjeleformet fiskefelleåpning som fisken ikke klarer å svømme ut av når den først er inne i fellen. Rusene ble sjekket annenhver dag i en uke, før den

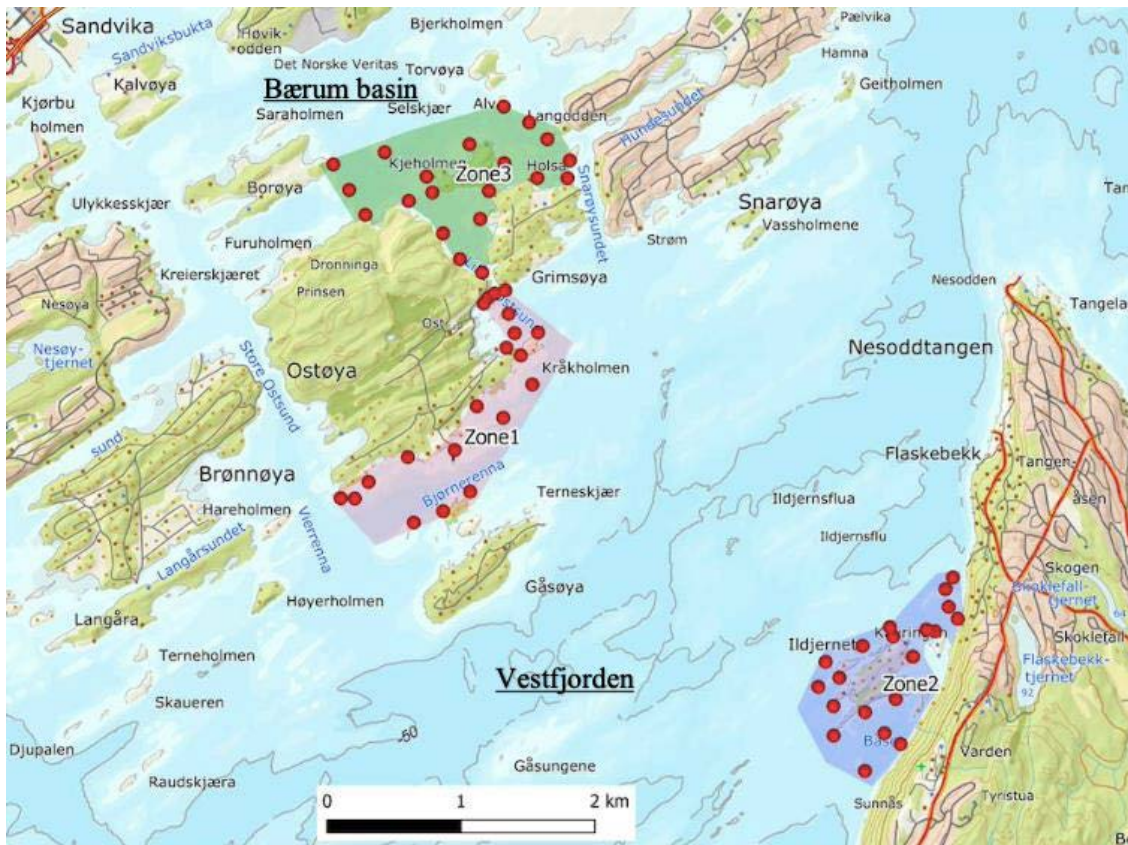
ble satt videre til neste sone. Torsk som ble fanget i rusene ble veid, målt lengden av og merket med et ID merke. I tillegg ble det tatt skjell fra fiskens side. Populasjonstetthet ble regnet ut med «fangst per innsats» modellen som gir et tall på hvor mange torsk som gjennomsnittlig blir fanget i hver ruse per døgn de står ute. Dette kan da sammenlignes med tall fra tidligere studier. Lengde og vekt ble brukt til å regne ut kondisjonsfaktor, som sier noe om hvor tykk og frisk fisken er. Til sist ble fiskeskjellene brukt til å estimere fiskens alder. Fiskeskjell vokser nemlig på en måte som ligner årringene på et tre, som man kan telle for å finne ut hvor gammel fisken er.

De viktigste resultatene

Det er lite som tilsier at det har blitt høyere tetthet av torsk (at det har blitt flere av dem) nå enn i 2019 da forbudet kom (figur 4). I 2022 var det noe bedre fangsttall, men det er fortsatt ikke nok til å tydelig si om det blir flere torsk eller ikke. Det vi derimot kan si, er at det ikke står like dårlig til i alle delene av Oslofjorden. Dataene fra feltarbeidet viser nemlig at det er høyere tetthet av torsk ved Drøbaksundet enn inne ved Bærumsbassenget og Nesodden. Ute ved Drøbak er det både mer og friskere/tykkere torsk. Kondisjonsfaktoren (et slags tall på hvor tykk fisken er) er høyere hos torsken i Drøbak området enn inne i indre fjorden. Dessverre har kondisjonen til torsken i Bærumsbassenget og ved Nesodden bare sunket siden 2019, noe som tyder på dårlig tilgang på mat (figur 5). Kondisjonsfaktoren til alle torskene vi fanget, selv de ved Drøbak, er like vel lave sammenlignet med sunn torsk fra for eksempel Lofoten. Etter å ha estimert alderen på torsken ble et par positive resultater tydeliggjort. Andelen «gamle» torsk (over 5 år) har prosentvis økt siden fiskeforbudet ble iverksatt i 2019. Dette er veldig positivt ettersom det indikerer at fiskeforbudet gjør det mulig å overleve til den blir gammel



Figur 1: Vernesonene for torsk. Blått område har fangstforbud hele året, og røde områder har fangstforbud i gyteperioden

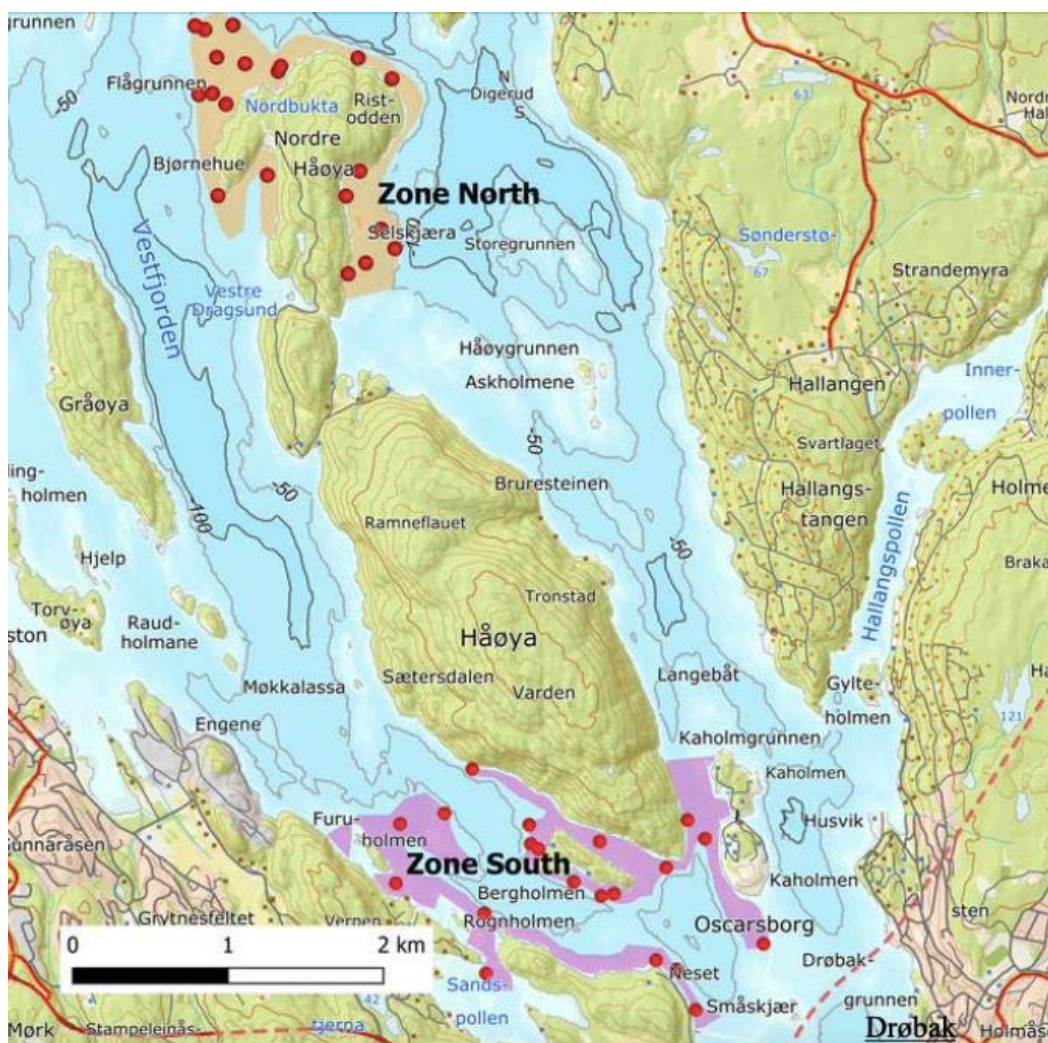


Figur 2: De tre sonene for fiske med torskeruser (røde punkter) i indre Oslofjord.

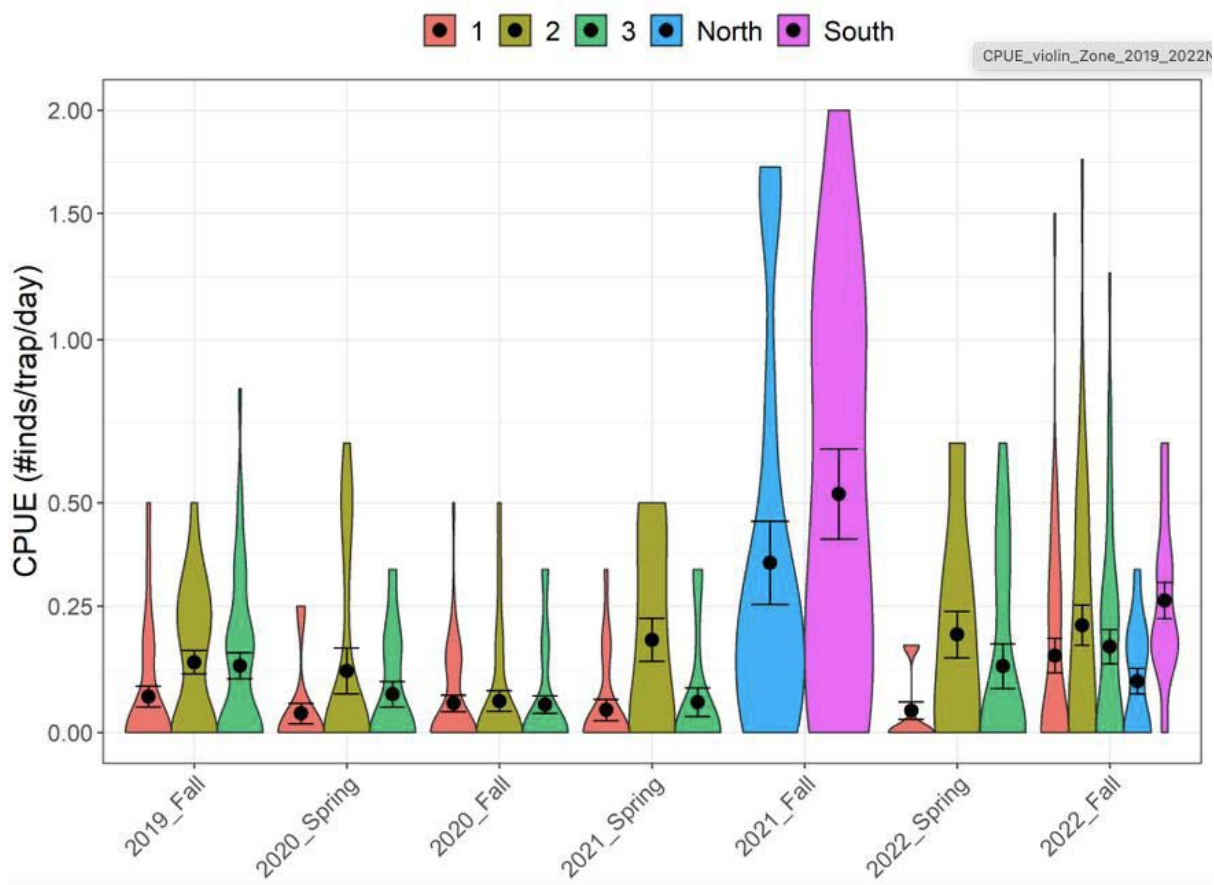
i fjorden. I tillegg ble det i 2021 og 2022, men spesielt i 2022 fanget mye mer små torsk på under 30 cm. Disse er mellom 1-3 år gamle. At det blir fanget flere små torsk er positivt siden mange små torsk kan bety mange voksne torsk om noen år, hvis de overlever. Og mange voksne torsk kan igjen bety at flere egg blir lagt i gytesesongen. Dette er hovedsakelig tilfellet i de indre sonene. I området nord for Drøbaksundet er situasjonen litt annerledes. Her var det også fanget mange små torsk, men med større variasjon. Det det derimot ikke er fanget utenfor Drøbak er torsk eldre enn 5 år. At ingen «gammel» fisk er funnet i dette området er litt skummelt, og kan tyde på at de største torskene blir fisket opp på tross av fangstforbudet.

Refleksjoner og implikasjoner

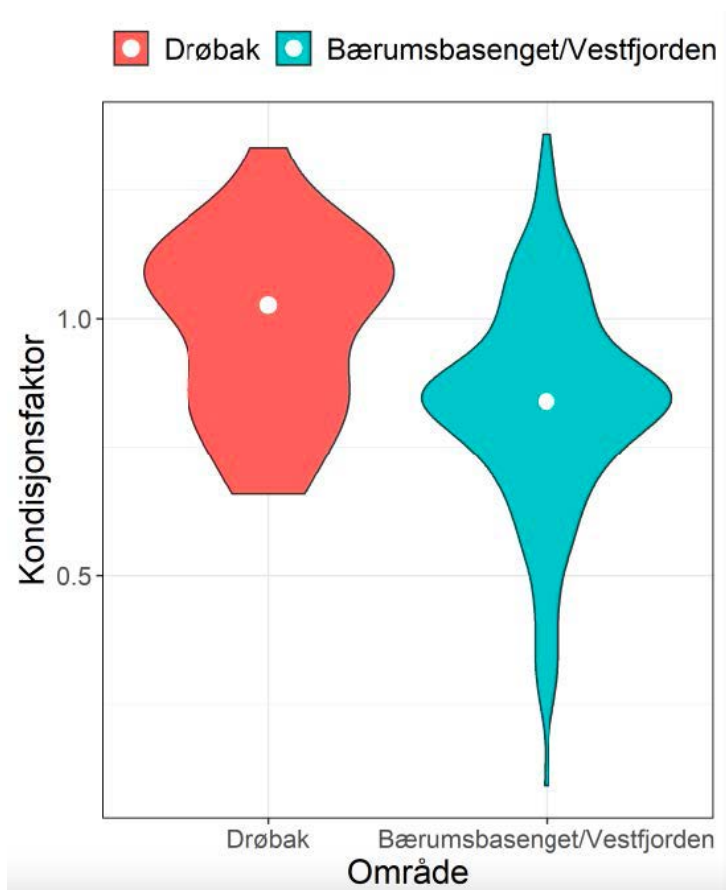
Selv om fangstforbudet for torsk i Oslofjorden er et godt tiltak, sliter torsken med å komme seg. De blir bare mer tynne og syklige med tiden, og faktorer som forurensning, dårlig vannkvalitet, annen rovfisk, og tap av oppvekstområder som tareskoger og ålegrassenger gjør at få torskeyngel overlever til voksen alder. En forbedring av fjordens vannkvalitet vil utvilsomt lette på torskens situasjon. Ellers virker det som at fangstforbudet har sine effekter, men at det tar lang tid før torskepopulasjonen kommer seg. Den vil nok heller aldri nå tilbake til historiske nivåer. I tillegg er det viktig å øke kunnskapen om hvor og hva fangstforbudet gjelder, samt å sette flere midler mot å håndheve forbudet, noe som per i dag nesten ikke gjøres.



Figur 3: De to sonene for fiske med torskeruser (røde prikker) ved Håøya nær Drøbak



Figur 4: Fiolinplott for fangst per innsatsenhet (CPUE) av torsk i torskeruser fordelt på soner og fangstperioder.



Figur 5: Fiolinplott av kondisjonsfaktor hos torsk i indre Oslofjord (turkis) og Drøbak (rød).



Helene Delphin

Kunnskap om økologi og landskap i arealplanlegging for Oslofjorden

Master i Landskapsarkitektur

Fakultet for landskap og samfunn

Veileder: Knut Bjørn Stokke

knut.bjorn.stokke@nmbu.no

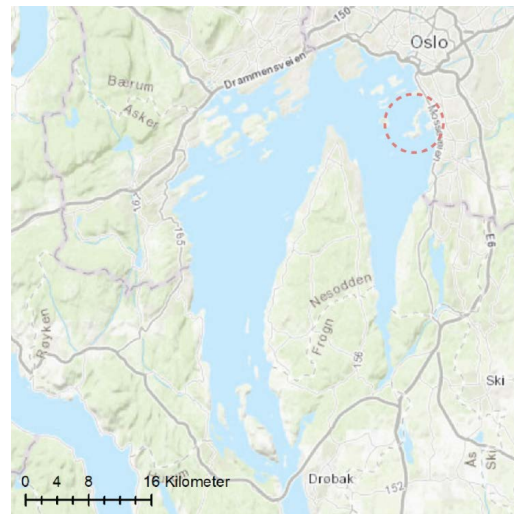
Bakgrunn og formål

Oppgaven er skrevet i lys av behovet for en bedre sammenheng mellom sjø og land i norsk planlegging, med fokus på Oslofjorden. Plan- og bygningsloven (PBL) legger opp til et helhetlig system for forvaltning av land- og sjøarealer, men til tross for dette behandles disse ofte både forskjellig og separat i planleggingen (Sørensen, 2020). Landskapsarkitekt Elin T. Sørensen skrev i sin doktorgrad om hvordan kunnskap og oppmerksomhet stopper i sjøkanten, er en av flere som nå ser behovet for å ta bedre hensyn til livet under vann i landskapsarkitektur, arealplanlegging, forvaltning og forskning.

Oslofjorden har en lang historie med forurensningsutfordringer, som i kombinasjon med nyere utfordringer som klimaendringer og befolkningsvekst gjør at det nå ser ut til at økosystemet har nådd et kritisk punkt. Avisoverskriftene skildrer en døende fjord, og det er bred politisk enighet om at det kreves umiddelbar handling for å redde den.

Formålet med oppgaven er å undersøke hvordan kunnskap om økologiske og landskapsmessige verdier kan brukes i arealplanleggingen for å bidra i redningsaksjonen for Oslofjorden. Oppgaven konsentrerer seg om arealplanleggingen av strandsonen i fjorden, og ser på en pågående detaljregulering i Oslo kommune som case. Reguleringsplanen omfatter øyene Ormøya, Malmøya, Ulvøya og Skilpadda, samt Nedre Bekkelaget nedenfor Nordstrand (se figur 1).

Oppgaven ser nærmere på mulige metoder som kan benyttes i planleggingen for å oppnå en mer økosystembasert forvaltning. En økosystembasert forvaltning er en kunnskapsbasert forvaltning der hovedmålet er å bevare økosystemenes struktur og funksjon (Syverhuset, 2020). Metodene som undersøkes er følgende:



Figur 1: Caseområdets plassering i Indre Oslofjord

1. Naturregnskap

Et naturregnskap setter økonomisk verdi på tjenester naturen forsyner oss med, som f.eks. luftrensing og friluftsliv. Hovedformålet med naturregnskapet er å synliggjøre verdien av naturens bidrag til samfunnet (NINA, 2023). Oppgaven undersøker fordeler ved å bruke FNs standard for naturregnskap i arealplanleggingen av Oslofjorden.

2. Et relasjonelt landskapsperspektiv

Et relasjonelt landskapsperspektiv vektlegger menneskers subjektive opplevelse av og relasjon til landskapet. Bruk av et relasjonelt landskapsperspektiv i planleggingen kan være et verktøy for å bevare og styrke de stedsspesifikke kvalitetene slik de oppleves av de som bor, lever og arbeidet på stedet det planlegges for (Stokke & Clemetsen, 2022). Oppgaven undersøker hvilke fordeler som finnes ved å bruke Trafikverket i Sveriges Integreerte Landskapskarakteranalyse i arealplanleggingen for Oslofjorden, som er en metode som har et relasjonelt perspektiv.

Oppgaven har to hovedproblemstillinger, utformet med utgangspunkt i informasjonen presentert over. Den første hovedproblemstillingen er følgende:

1. Hva slags kunnskap om økologi og landskap brukes og kan brukes i arealplanleggingen av strandsonen i Oslofjorden?

Problemstillingen besvares gjennom å studere oppgavens case, og følgende underproblemstillinger brukes som hjelpemiddel for å besvare den første hovedproblemstillingen:

- i. Hvilke elementer av økosystembasert forvaltning og naturregnskap brukes i reguleringsplanen for Ulvøya, Malmøya, Ormøya, Nedre Bekkelaget og Skilpadda?
- ii. Hva slags landskapsperspektiv legges til grunn i planarbeidet?

Den første hovedproblemstillingen bygger opp mot oppgavens andre hovedproblemstilling, som retter seg mot fremtidig arealplanlegging for Oslofjorden:

2. Kan naturregnskap og et relasjonelt landskapsperspektiv være nyttige verktøy i fremtidig planlegging for Oslofjorden mot en mer økosystembasert forvaltning, og hvordan kan de i så fall kombineres?

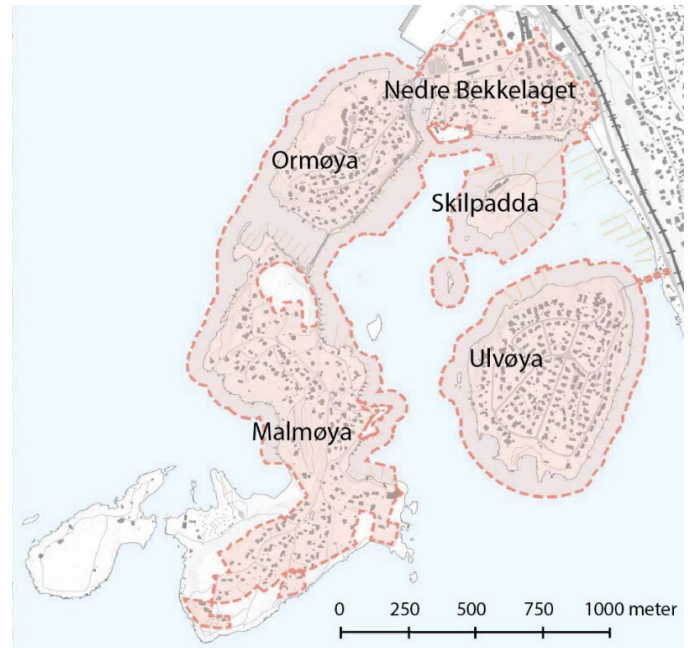
Resultater

Funnene knyttet til oppgavens første hovedproblemstilling er at det økologiske kunnskapsgrunnlaget som benyttes i arealplanleggingen er begrenset til visse naturtyper, samtidig som kunnskapsgrunnlaget for marin økologi er vesentlig svakere enn for terrestrisk økologi. Videre er kunnskapsgrunnlaget om landskap svært begrenset, og inkluderer hovedsakelig informasjon om landskapets form. Under gjengis sitater fra representanter for Oslo kommune som ble sagt under intervju.

«Vi (Oslo kommune) er veldig dårlige på å se sammenhengen mellom sjø og land»

«Kunnskapsgrunnlaget for økologiske verdier på land er større enn for økologiske verdier i sjø»

«Vi er ambisiøse i planen (reguleringsplanen), men jeg syns kanskje at sjøområdene er litt stemoderlig behandlet»



Figur 2: Detaljreguleringsens avgrensning markert i rødt

På bakgrunn av funnene knyttet til oppgavens første problemstilling defineres tre muligheter for å styrke kunnskapsgrunnlaget som benyttes i arealplanleggingen:

1. Bruke en bredere tilnærming til økosystemer i naturkartleggingen
2. Innhente og bruke mer kunnskap om marin økologi, og sørge for at marine og terrestriske naturverdier prioriteres like høyt
3. Innhente og bruke mer kunnskap om landskap som en verdi i seg selv, og inkludere kunnskap om landskapets relasjonelle aspekter (bl.a. knyttet til hva landskapet betyr for folk)

Konklusjonen tilknyttet oppgavens andre hovedproblemstilling er at både naturregnskap og bruk av et relasjonelt landskapsperspektiv kan ha potensiale for å være nyttige redskaper i en fremtidig planlegging for Oslofjorden mot en mer økosystem- og kunnskapsbasert forvaltning. Et naturregnskap kan gi en bredere kartlegging av økosystemer og deres tilstand, samt fungere som argumentasjons- og beslutningsstøtte ved å bidra til en klarere forståelse av krevende avveininger i arealplanleggingen. Bruk av et relasjonelt landskapsperspektiv kan på sin side gi et bredere kunnskapsgrunnlag for landskap, hvor inklusjon av menneskers relasjon til landskapet kan være en kilde til viktig informasjon for forvaltningen.

Implikasjoner for forvaltning og videre forskning

Kartleggingspraksis har mye å si for kunnskapsgrunnlaget som brukes i planleggingen, og arbeidet med oppgaven har avdekket en noe varierende naturkartleggingspraksis i forvaltningen. En implikasjon ved oppgaven er derfor at naturkartleggingsmetodikk i forvaltningen bør samordnes, og at det bør legges til rette for at marine naturverdier kartlegges og forvaltes på samme premisser som terrestriske. Planlegging i kystsonen skal etter PBL være integrert, og land og sjø skal ses i sammenheng. Dette bør det settes ytterligere fokus på i fremtidig planlegging av kystsonen i Oslofjorden.

Oppgaven impliserer også at kartleggingen av landskap i forvaltningen bør styrkes. Oppgaven har belyst et manglende landskapsfokus i planleggingen, hvor landskapet står uten egenverdi. Trafikverkets ILKA kan være en metode for å styrke det landskapsmessige kunnskapsgrunnlaget. Landskapet er en sentral del av naturmangfoldet, og en fremtidig økosystembasert forvaltning må forvalte både økologi og landskap – som er uløselig sammenkoplede.

Naturregnskap vurderes til å ha potensiale for å være et nyttig verktøy, og det konkluderes derfor med at det er behov for videre forskning på implementering av naturregnskap i planleggingen av Oslofjorden og i øvrig forvaltning. Videre har denne oppgaven belyst nødvendigheten av en enhetlig praksis i planleggingen, og det vil derfor også være nødvendig med mer forskning på hvordan naturregnskap kan integreres i planleggingen.



Marius Lysø

Tare dyrking i Oslofjorden

Master i Urbant landbruk,

Fakultet for landskap og samfunn

Veiledere: Knut Bjørn Stokke

knut.bjorn.stokke@nmbu.no

Synne Movik

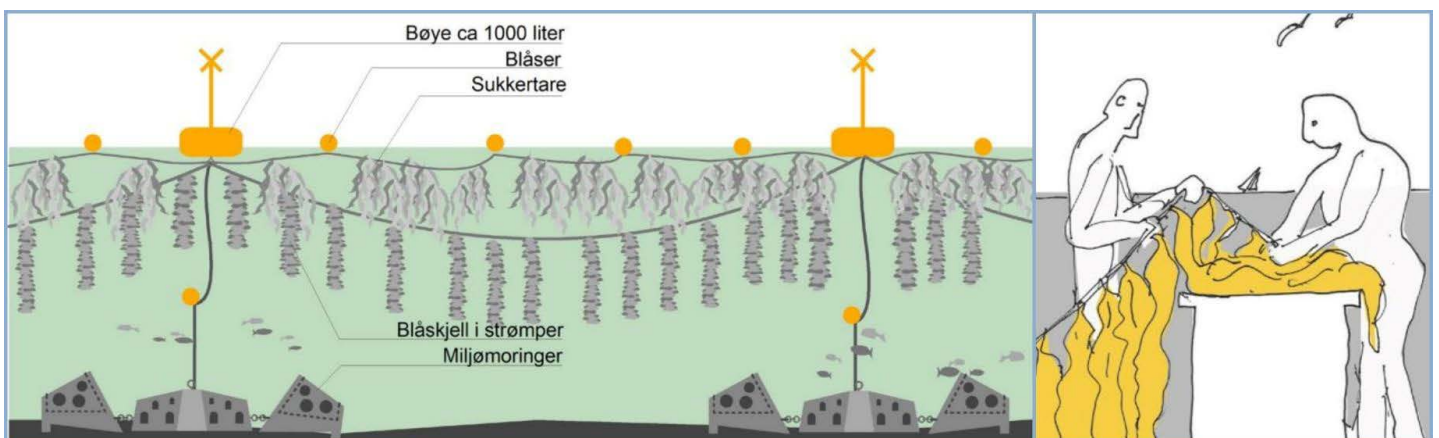
synne.movik@nmbu.no

Hvordan kan man planlegge og legge til rette for tare dyrking for å bidra til lokal matproduksjon og bedre vannkvalitet i Oslofjorden? Dette er interessant grunnet kritikkverdig miljøkvalitet i Oslofjorden, og en stadig økende etterspørsel etter lokalprodusert mat. Oppgavens teoretiske utgangspunkt er samstyring og regenerativitet. Gjennom kvalitativ analyse svares det på hvordan offentlige myndigheter kan planlegge og legge til rette for tare dyrking i Oslofjorden. Jeg har gjennomført dybdeintervjuer med 11 informanter i privat og offentlig sektor. Det har vært viktig å la alle relevante aktører komme til ordet, slik at funnene får så stor forklaringskraft som mulig. Likevel er det vanskelig å gjøre generaliseringer basert på kvalitative studier.

Dybdeintervjuer er metoden som har blitt benyttet for å svare på problemstillingene. Grunnet masteroppgavens begrensninger tilknyttet tid og ressurser, har det vært nødvendig å begrense antallet kilder. Derfor endte jeg opp med til sammen 11 informanter i offentlig og

privat sektor. I utvelgelsen av disse brukte jeg bekvemmelighetsvalg (engelsk: convenience sampling). Det vil si at alle informantene ble kontaktet over e-post, og at det var enkelt å ta kontakt med dem. Fordelen med å kontakte informantene uavhengig av hverandre er at det hindrer problemer knyttet til anonymitet.

Relevant regelverk etter akvakulturloven (akvl) og plan- og bygningsloven (pbl.) gjennomgås i masteroppgaven. I noen tilfeller vil det være aktuelt å dyrke andre arter i tillegg til tare i samme akvakulturanlegg. Da inntreffer «Forskrift om tillatelse til akvakultur av andre arter enn laks, ørret og regnbueørret». § 4. Ifølge denne bestemmelsen kan tillatelse kun gis til en bestemt art på en bestemt lokalitet. Ved utvidelse av tillatelsen må tiltakshaver søke om dette. Det vil si at aktører som ønsker å dyrke eksempelvis tare og blåskjell i samme anlegg trenger dispensasjon fra Fiskeridirektoratet. Prosessen for tillatelse til flytende akvakulturanlegg blir mer omfattende dersom tiltakshaver ønsker å dyrke flere arter i



Figur 1: Illustrasjon på hvordan et anlegg for regenerativ tare dyrking kan oppføres. Kilde: Miljøorganisasjonens ideprosjekt for Nesoddtangspissen.

anlegget. Videre er gebyrsatsen for alle søknader i henhold til akvakulturloven og forskrifter hjemlet i denne 26 400 kroner. Saksbehandlingsgebyret er det samme uansett om du er en småskala taredyrker eller en kommersiell lakseprodusent. Selv om kommunene kan bestemme at definerte sjøarealer skal benyttes til taredyrking, så er ikke systemet for tildelingstillatelse etter akvakulturloven og arealplanlegging etter pbl. designet for mindre bedrifter som ønsker å drive havbruk for å bidra til bedre vannmiljø.

Masteroppgaven diskuterer også hvilke muligheter og utfordringer iverksettelse av taredyrking i Oslofjorden bringer med seg. Når det gjelder muligheter, så kan taredyrking i fjorden være med på å øke folks bevissthet om både havet og matproduksjon. Informantene mine forteller at taredyrking er en naturbasert løsning som kan binde CO₂, nitrogen og fosfor, uten bruk av gjødsel og sprøytemidler. Taren kan altså bidra til å rense fjorden for næringsstoffer og forurensning, og kan gi et viktig habitat for sjødyr og fisk. I tillegg kan taredyrking bidra til lokal matproduksjon, enten som ingrediens i måltider, eller indirekte gjennom bruk av tare til gjødsel. Det er en økende etterspørsel etter lokalprodusert mat, og taredyrking kan bidra til å mette denne. Taredyrking i Oslofjorden har altså et potensial for å bidra til lokal matproduksjon og et bedre vannmiljø.

Illustrasjonen viser hvordan en av informantene mine ser for seg et taredyrkingsanlegg på Nesodden. Bøyene er ment å holde produksjonen på plass, og er forbundet under vann med tau. Formålet til miljømoringene er å feste fortøyningsbøyene. Tauet bærer liner som taren vokser vannrett ned fra. Informanten ser for seg å dyrke blåskjell i strømper i samme anlegg.

På den annen side kan det være vanskelig å finne egnede områder for taredyrking i Oslofjorden. Liten etterspørsel etter tare er en utfordring. Videre bør miljøeffektene ved utsetting av tare overvåkes. Tarehager kan tiltrekke seg uønskede arter som kan forstyrre økosystemet, som eksempelvis lurv. Analysen viser at interessekonflikter og miljøproblemer er de største utfordringene i forvaltningen av Oslofjorden. Manglende marin kompetanse i forvaltningen generelt, og i kystkommunene spesielt, er kritikkverdig. Normene som fremgår av lovverk, er en annen stor utfordring for taredyrkerne. Næringsaktørene fremhever bestemmelser om dispensasjon for flere arter i samme anlegg, dispensasjon for arter som ikke er nevnt i forskrifter og saksbehandlingsgebyr, som problematiske.

Det er utfordrende for taredyrkerne at systemet for tildelingstillatelse etter akvl. ikke er designet for mindre aktører som ønsker å drive havbruk for bedre miljøkvalitet i sjøen.

Studien bør forstås som et selvstendig forskningsbidrag, men også som en byggestein og inspirasjon for fremtidig forskning i skjæringspunktet til plan, miljø og næring. De raske endringene næringsaktørene jobber for, medfører endrede forutsetninger for akvakulturnæringen slik vi kjenner den. Videre ville det vært interessant å ta i bruk deltakende observasjon og spørreundersøkelser som metoder for å sikre studiens validitet. Det ville også vært interessant å gå mer i dybden på meningsdannelse og politiske prosesser knyttet til taredyrkernes rammevilkår på makro-nivå.



Julie Martin

Hvordan påvirkes Vitaminproduserende mikrober av forurensning?

Master i teknologi - kjemi og bioteknologi

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Veileder: Knut Rudi

knut.rudi@nmbu.no

Inga Leena Angell

inga.angell@nmbu.no

Bakgrunn og problemstilling

Nitrosopumiluser en liten mikroorganisme som lever i sedimenter på bunnen av hav, fjorder og sjøer (Könneke et al., 2005; Park et al., 2010). Den trives på mørke, næringsfattige dyphvor litt oksygen er tilgjengelig. Den bruker Nitrosopumilus klimagassen karbondioksid (CO₂) og den giftige nitrogenforbindelsen ammonium (NH₄⁺) til å produsere vitamin B12, som er livsviktig for alt levende (Walker et al., 2010). Mennesket og de fleste andre organismer er imidlertid ikke i stand til å produsere vitamin B12 selv, men er avhengige av å få det tilført gjennom kosten. Fiske som spiser har spist plankton med vitamin B12 som kanskje kommer fra Nitrosopumilus. Dette gjør Nitrosopumilus til en viktig bidragsyter, ikke bare til sitt nærmeste miljø, men potensielt også til mennesker og dyr på land (Doxey et al., 2015).

En fersk studie indikerer at Nitrosopumilus forsvinner fra forurensede havbunnsområder (Pettersen et al., 2022). Vi vet imidlertid lite om hvorfor dette skjer, og hvordan det potensielt kan påvirke tilgjengeligheten av vitamin B12 lokalt og globalt. Det vi vet, er at sjøer, hav og fjorder forurenses av avrenninger fra gamle avløpsrør, jordbruk, industri og avløpsanlegg (RIF, 2021; Staalstrøm et al., 2022). Renseanleggenes utslipp i form av rensed spillvann reguleres av Forurensningsforskriften og EU direktiv 91/271/EEC. Det er imidlertid lite informasjon tilgjengelig om grunnlaget for de oppgitte grenseverdiene. Jeg ønsket derfor å undersøke om et utslipp innenfor det myndighetene tillater har konsekvenser for aktiviteten og livet i bunnsedimenter, og mer spesifikt hva som skjer med Nitrosopumilus i bunn sedimenter når de utsettes for denne forurensningen.

Metode

I et økosystem, som for eksempel bunnsedimenter, er det mange faktorer som henger tett sammen og påvirker hverandre. For eksempel vil faktorer som pH, oksygenmengde og tilgjengelig næringsstoff påvirke hvilke organismer som trives og kan vokse i sedimentene. På sin side påvirker organismene hvor mye oksygen og andre næringsstoffer som forbrukes, og hvilke stoffer som produseres. Derfor vil kjemien i et økosystem også fortelle oss mye om aktiviteten som foregår der, mens mikroorganismene i økosystemet kan si oss noe om kjemien som produseres og forbrukes. På laboratoriet har jeg derfor brukt en kombinasjon av kjemiske målinger og målinger av Nitrosopumilus ved bruk av DNA til å undersøke hva som skjer i sedimentene når de tilsettes forurensning. I sedimentene som ble brukt til forsøket, var forekomsten av Nitrosopumilus allerede stadfestet ved bruk av DNA-målinger. Forurensningene som ble tilsatt sedimentene simulerte det mest tillatte utslippet fra avløpsrensingsanlegg i byområdet tilsvarende Oslo, i henhold til EU-direktiv 91/271/EEC. For å ha noe å sammenligne de forurensede sedimentene med, ble en del av sedimentene brukt som «kontrollsedimenter», og fikk ikke tilført forurensning.

Resultater

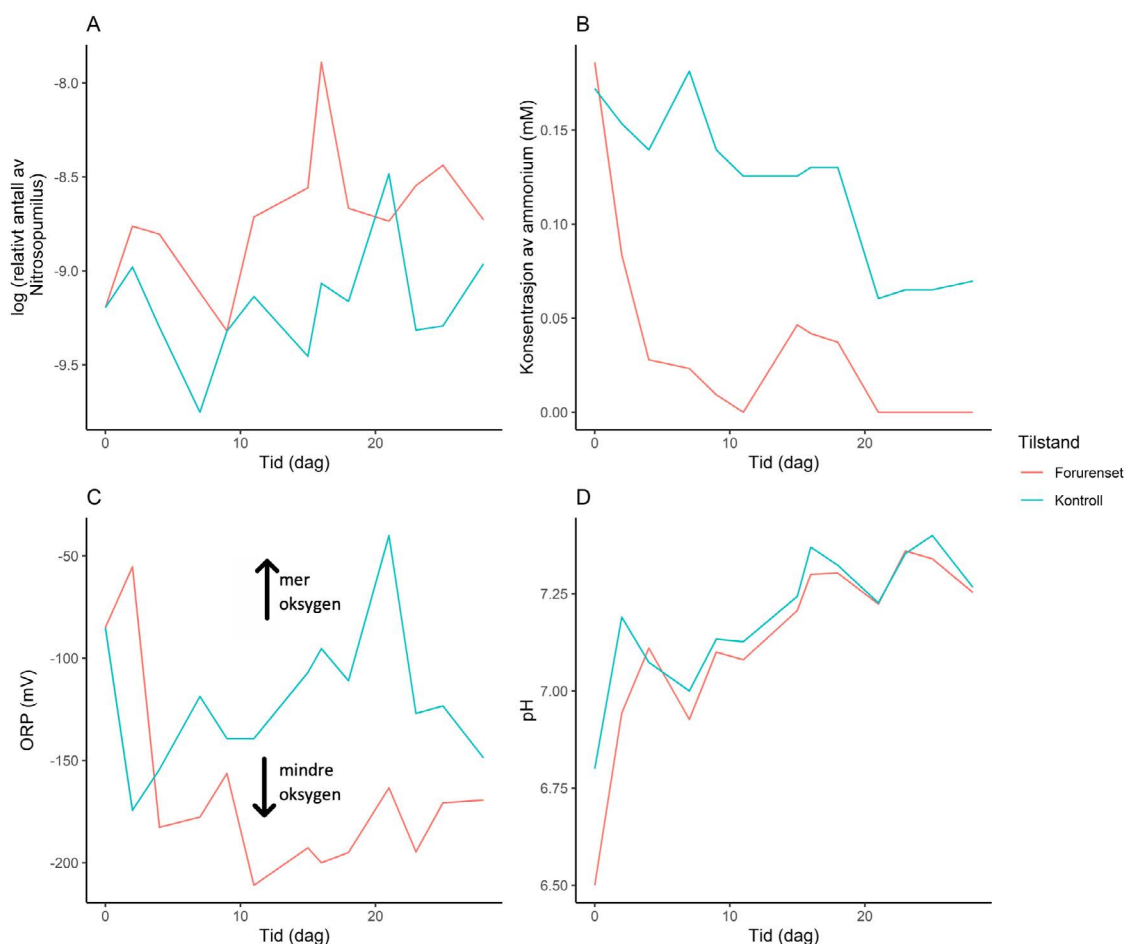
DNA-målinger kan brukes til å undersøke forekomsten av mikroorganismer i et miljø. I dette forsøket ble DNA-målingene rettet mot Nitrosopumilus for å se om den vokste eller sank i antall, i løpet av forurensningsforsøket. Det er vanskelig å si hvorvidt det var noen forskjell i antallet individer av Nitrosopumilus i kontrollsedimentene og i de forurensede sedimentene (figur 1A). Forekomsten av

Nitrosopumilus i forsøkene var svært lav, og resultatene gir ingen klar indikasjon på om forekomsten endrer seg i løpet av 28 dager (figur 1A). Observasjonene kan være et resultat av at organismen vokser veldig sakte (Könneke et al., 2005; Park et al., 2008).

Oksygenmengde er blant annet en indikator på om miljøet er tilgjengelig for mangfoldig liv eller ikke. I vann med lite eller ingen tilgjengelig oksygen, vil for eksempel fisk og andre organismer ikke kunne leve. I forsøket mitt så det ut til å være mindre tilgjengelig oksygen i de forurensede sedimentene enn i kontrollsedimentene (figur 1C). Mengden tilgjengelig oksygen i de to sedimentene nærmet seg imidlertid hverandre mot slutten av forsøket, så det er mulig at forurensningen jeg forsøkte å simulere ikke ville utgjort noen forskjell

for oksygentilgjengeligheten i sedimentene over lenger tid.

Målinger av pH og ammonium kan si oss noe om hva som forbrukes og produseres i miljøet, og vil dermed kunne indikere hvem som lever i miljøet. I forsøket mitt ble ammonium forbrukt raskere i de forurensede sedimentene enn i kontrollsedimentene (figur 1B). Den svært lave forekomsten av Nitrosopumilus (figur 1A) indikerer imidlertid at det er noen andre som står bak forbruket av ammonium. Årsaken til den raske nedgangen i ammonium kan være at andre mikroorganismer har begynt å nyttiggjøre seg av ammonium til celleoppbygging. I tråd med dette, økte pH med tiden i begge sedimentene (figur 1D), hvilket indikerer at aktiviteten til Nitrosopumilus ikke har vært dominerende i noen av sedimentene.



Figur1: Kjemiske målinger og DNA-målinger i forurenset sediment (røde kurver) og i kontrollsedimenter uten forurensning (blå kurver). // A: Figuren viser hvordan det relative antallet av Nitrosopumilus endrer seg over tid i forurenset sediment og i kontrollsediment. Målingene ble gjort med qPCR av genet amoA. // B: Figuren viser hvordan konsentrasjonen av ammonium (NH₄⁺) endrer seg over tiden i vannet over de ulike sedimentene. Målingene ble gjort spektrofotometrisk. // C: Figuren viser hvordan den relative mengden av oksygen i sedimentene endrer seg over tid. Målingene ble gjort med et ORP-meter. // D: Figuren viser hvordan pH i sedimentene endrer seg over tid. Målingene ble gjort med et pH-meter.

Refleksjon om implikasjoner for forvaltning og videre forskning

Jeg lyktes ikke med å se noen klar effekt av forurensning på forekomsten av Nitrosopumilus. En årsak til det, kan være at Nitrosopumilus vokser tregt og er vanskelig å få til å trives på et laboratorium (Könneke et al., 2005; Park et al., 2010). Det er derfor mulig at 28 dager ikke var tilstrekkelig for å observere en endring i forekomsten av Nitrosopumilus. En annen årsak kan være at den simulerte forurensningen, tilsvarende det avløpsrensaneanlegg i byområder har lov til å slippe ut, ikke har noen dramatiskeffekt på livet i sedimentene. I så fall kan det bety at føringene i EU-direktiv 91/271/EEC faktisk begrenser miljøendringer som følger av avløpsforurensning. Dette bør undersøkes i nærmere detalj, fordi min enkle simulering ikke gir grunnlag for noen konklusjon. I det virkelige liv, utenfor laboratoriet, er det imidlertid mange flere kilder til utslipp i hav og fjorder enn bare rensede avløpsvann (Staalstrøm et al., 2022). Desto viktigere er det derfor å fortsette å undersøke hvordan utslipp, både innenfor og utenfor de rammene som fastsettes gjennom EU-direktiver og andre reguleringer, påvirker miljøet – ikke bare kjemisk, men også mikrobiologisk.

Hanna Ness



En vurdering av effekten utvidelsen av Bekkelaget renseanlegg har på økologiske og kjemiske tilstandsparametere i Bekkelagsbassenget

Master i naturforvaltning

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Veileder: Thomas Rohrlack

mailto:thomas.rohrlack@nmbu.no

Den positive utviklingen for miljøtilstanden til Indre Oslofjord har stagnert, og tilstanden for livet i fjorden er vurdert til svært alvorlig. De to viktigste påvirkningsfaktorene på miljøtilstanden i fjorden er utslipp fra kommunalt avløp, og avrenning fra jord- og landbruk. Bekkelaget renseanlegg (BRA) er et av renseanleggene i Indre Oslofjord, og er det nest største i Norge. På grunn av økt befolkningsvekst har BRA blitt utvidet for å øke kapasiteten, og i 2021 begynte prøvedriften av det utvidede renseanlegget, som nå er beregnet for 540 000 personequivaler. Utvidelsen av BRA åpnet for en unik mulighet for å studere og vurdere dens effekt på vannkvaliteten til Bekkelagsbassenget (se Figur 1 for kart av Bekkelagsbassenget). Vannkvaliteten er definert ut fra veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann, hvorpå målet er god kjemisk- og økologisk tilstand. Bekkelagsbassenget har per 2023 henholdsvis «dårlig» og «moderat» kjemisk og økologisk tilstandsvurdering. For å kunne vurdere mulige endringer i vannkvaliteten ble det valgt ut følgende økologiske tilstandsparametere: total nitrogen, total fosfor, og klorofyll-a (kla). Årsaken til at disse ble valgt var at de er parametere som potensielt kan bli direkte påvirket av renseanleggets utslipp, da BRA slipper ut fosfor og nitrogen. For kjemisk tilstand ble tungmetallene arsen, kobber, bly, nikkel, krom, kadmium, sink og kvikksølv valgt av samme grunn.

Utvidelsen antas derfor å ha hatt en positiv påvirkning på utslippet av spesielt nitrogen og fosfor, da en av årsakene for utvidelsen var å oppnå de strengere rensekravene for disse stoffene. Oppgaven stilte følgende problemstillinger for å vurdere effekten utvidelsen har hatt: 1) Har utvidelsen av renseanlegget ført til nedgang av total nitrogen, total fosfor, og tungmetall utslippene? Og 2) Har utvidelsen ført til en endring i miljøtilstanden, både for kjemisk og økologisk tilstand, eller bare en av dem, ut i fra vann-nett sin vurdering av Bekkelagsbassenget.

Som følge av disse problemstillingene er hypotesen at utslippene fra renseanlegget påvirker overflatekonsentrasjonene til nitrogen, fosfor og klorofyll a, samt tungmetallkonsentrasjonene i blåskjell. Videre forventes det at en nedgang i utslippene fra renseanlegget vil gjenspeiles i vannprøvene fra overflatelaget og i blåskjellprøvene analysert

For å vurdere effekten av renseanlegget på de økologiske tilstandsparametere, ble det innhentet data fra målinger gjort i overflatelaget (0-2 meter) ved stasjon Cq1 av NIVA (grønn prikk, figur 1), samt utslippsdata fra BRA (oransje prikk, figur 1), for perioden 2019 til august 2022. Det ble også samlet inn blåskjell for å vurdere effekten av tungmetaller på biota (rød prikk, figur 1). Tidsserier ble laget for å vurdere endring i parametere over tid. Granger causality test ble gjort for utslipp av nitrogen



Figur 1: Oversikt over Bekkelagsbassenget, stasjon Cq1 (grønn), utløpet til Bekkelaget renseanlegg (oransje) og lokasjon for innhenting av blåskjell (rød). Basert på Bjerkeng & Magnussen (1999)

<i>Modell navn</i>	<i>Forårsakeren</i>	<i>P-verdi</i>
<i>P_data</i>	BEKK_P	0.0157*
<i>N_data</i>	BEKK_N	0.5982
<i>P_bekk_kla</i>	BEKK_P	0.0406*
<i>N_bekk_kla</i>	BEKK_N	0.0817
<i>Alle_P</i>	BEKK_P	0.0365*
<i>Alle_N</i>	BEKK_N	0.2520

Tabell 1: P verdien fra Granger Causality testene og de tilhørende modellene (se tabell 1 og 2 for innhold i modellene), samt hvilken tidsserie som var satt forårsakeren. Signifikant p-verdi er < 0,05 og markert med *

og fosfor opp mot overflate-konsentrasjonen av nitrogen, fosfor og klorofyll a. Testen undersøke om det var en statistisk sammenheng mellom utslipp og overflatekonsentrasjoner. Distributed lag modeller ble utarbeidet for både å kontrollere Granger causality test resultatene, samt uthente ytterligere informasjon. For tungmetallene ble det også gjort en sammenligning av konsentrasjonene fra skjellene samlet in i 2022, opp mot tidligere rapporterte tungmetall-konsentrasjoner i skjell fra samme lokasjon.

For tidsserieanalysene viste trendestimatene at utslippet fra BRA en signifikant nedgang av fosfor og nitrogen utslippet på henholdsvis 3.02 µg/L og 72.4 µg/L per år. I overflatelaget hadde fosfor en signifikant nedadgående trend på 0.091 µg/L per år, mens nitrogen ikke hadde en signifikant nedadgående trend. Granger causality testen viste et signifikant forhold mellom årlig endring i utslipp av fosfor på årlig endring i fosforkonsentrasjonen i overflaten, og på kla konsentrasjonen. Det var ikke observert en signifikant effekt ved Granger causality testen for utslipp av nitrogen på noen av de andre parameterne (se tabell 1). Distributed lag modellene viste også at årlig endring i fosfor utslipp fra BRA hadde en signifikant påvirkning på årlig endring av fosfor i overflatelaget.

Trendanalysen for utslippet av tungmetaller fra BRA viste en signifikant nedgang i arsen på 0.0115 µg/L per år, og en signifikant økning i nikkelt utslipp på 0.0272 µg/L per år. Tungmetall-konsentrasjonene i blåskjell indikerer at utslippet til BRA ikke har en signifikant påvirkning, da det ikke var en tydelig økning i nikkeltkonsentrasjonene / nedgang i arsenkonsentrasjonene hos blåskjellene fra 2022. For å vurdere forurensningsgraden ble grenseverdier, miljøkvalitetsstandarder og PROREF (Provisorisk høy referansekonsentrasjon

for miljøgifter) verdier benyttet. Kvikksølv og arsen konsentrasjonene i blåskjellene fra 2022 var høyere enn miljøkvalitetsstandardene, og kvikksølv, bly, sink og kobber var høyere enn deres respektive PROREF verdier

Utvidelsen av BRA ser ut til å ha hatt en positiv effekt på utslippet av nitrogen og fosfor, da begge har hatt en signifikant nedgang. Det samme kan ikke sies for tungmetallutslippene. Det er sannsynlig at nedgangen i total fosfor i overflatelaget skyldes til dels oppgraderingen av BRA, og at årsaken til at det samme ikke er observert for total nitrogen skyldes ulike prosesser (som denitrifikasjon, nitrogen-fiksering og dypvannsfornyelser) og ekstern tilførsel. Det er veldig usikkert i hvilken grad tungmetallutslippene påvirker biota, og dette trengs det videre overvåking for å øke vurderings-grunnlaget. Det er for tidlig å si om miljøtilstandsklassifiseringen vil endre seg som følge av utvidelsen, da det trengs flere langtidsstudier for å vurdere effekten utvidelsen vil ha på de ulike tilstandsparameterne.

