

Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder	Løpenummer 7426-2019	Dato 05.11.2019
Forfatter(e) Eli Rinde, Elin Tanding Sørensen, Mats Gunnar Walday, Camilla With Fagerli, Hartvig C Christie, André Staalstrøm, Line Johanne Barkved, Henry Simmons, Harald Bonaventura Borchgrevink.	Fagområde Marin biologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslofjorden	Sider 68 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Oslo kommune, Bymiljøetaten.	Oppdragsreferanse Harald Magnus Kvitte
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190205

<p>Sammendrag</p> <p>Bymiljøetaten i Oslo kommune ønsket en idéfaseutredning av aktuelle områder, mulige tiltak, og mulige konsekvenser av reetablering og tiltak for å øke marinbiologisk mangfold i byens urbane kystområder fra Frognerkilen til Grønli.</p> <p>Hovedformålet til prosjektet har derfor vært å undersøke om det finnes områder langs fjæresona i dette området som er egnet for ny-etablering og restaurering av marine habitater. Basert på en feltbefaring og tidligere undersøkelser, har NIVA og NMBU, vurdert begrensede faktorer for marint liv og hvilke tiltak som kan gjøres for å øke det marinbiologiske mangfoldet i disse områdene. Det er også gjort en enkel vurdering av hvilke effekter de ulike tiltakene kan ha for de marine organismene.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Restaurering 2. Reetablering 3. Urban 4. Biologisk mangfold 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Restoration 2. Reestablishment 3. Urban 4. Biological diversity
---	--

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

Eli Rinde
Prosjektleder

Marianne Olsen
Kvalitetssikrer

Mats Walday
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7161-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Reetablering av biologisk mangfold
i Oslos urbane sjøområder**

Forord

Bymiljøetaten i Oslo kommune inviterte 23. august 2019 til en konkurranse om utredning av aktuelle områder og tiltak for re- og nyetablering av biologisk mangfold i Fjordbyen og Oslos indre havn. NIVAs tilbud sammen med Urban Living Laboratory vant denne konkurransen.

Kontaktperson hos Bymiljøetaten har vært Harald Magnus Kvifte.

Kvifte, Liv Marit Dønnem Søyseth (Plan- og bygningsetaten) og Jan Olav Nybo (Bymiljøetaten) takkes for deltagelse og nyttige innspill på idémyldrings-workshopen som ble holdt på CIENS 14. oktober 2019.

Oslo, 5. november 2019

Eli Rinde
Seniorforsker ved NIVA

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	9
2	Metode	10
3	Resultater og diskusjon	11
3.1	Status basert på befaringen og tidligere undersøkelser	12
3.1.1	Økologisk tilstand	15
3.2	Begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i utredningsområdet	19
3.3	Mulige løsninger på de begrensende faktorene.....	21
3.3.1	Utførte endringer i fjæresona og eksempler på naturbaserte løsninger	21
3.3.2	Reparasjon og nydanning av undervannslandskap og vekstflater i den urbane fjæra.....	33
3.3.3	Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø – erfaringer fra området	35
3.3.4	Etablering av habitatdannende arter – muligheter og erfaringer	39
3.3.5	Tiltak som fremmer lys og oksygenrike forhold.....	40
3.3.6	Mulige overordna tiltak.....	41
3.4	Begrensende faktorer for gjennomføring av tiltak	42
3.5	Mulighetene for hvert enkelt av AKVAs områder.....	43
3.5.1	Frognerkilen	44
3.5.2	Filipstad/Tjuvholmen.....	46
3.5.3	Pipervika	48
3.5.4	Akershuskaiene/ Vippetangen	49
3.5.5	Bjørvika/Bispevika	51
3.5.6	Lohavn/Grønlia	55
3.6	Muligheter i et helhetlig og langsiktig tidsperspektiv	59
3.6.1	Kartlegging og overvåking for å dekke kunnskapshull med hensyn til biologi og miljøforholdene.....	60
3.6.2	Tiltak på et større landskapsnivå	60
3.6.3	Utprøving og testing av småskalatiltak som tilrettelegger for større landskapsmessige endringer	63
3.6.4	Hvordan få til helhetlig planlegging?.....	63
3.6.5	Formidlingstiltak for å fremme en storstilt reetablering av marint mangfold i Oslos urbane sjøområder	64
5	Konklusjon	66
6	Referanser.....	67

Sammendrag

På vegne av Bymiljøetaten Oslo kommune har NIVA og Urban Living Lab vurdert mulige tiltak for å ta vare på og øke det biologiske mangfoldet i Oslos urbane sjøområder, fra Frognerstranda til Grønli. En feltbefaring av 21 lokaliteter ga oversikt over dagens tilstand, og dannet sammen med tidligere undersøkelser og diversitetsfremmende tiltak, et godt grunnlag for en tverrfaglig idémyldringsworkshop om mulige løsninger. I rapporten vurderer vi hvilke begrensninger områdene har for biologisk mangfold, og hvilke tiltak som vil kunne avbøte og forbedre forholdene. De viktigste begrensende faktorene er knyttet til terreng- og vekstflate-egenskaper, lystilgang ned i vannmassene, næringsalter, oksygen, miljøgifter, og andre forstyrrelser som menneskelig påvirkning.

I restaureringsøyemed har vi hatt hovedfokus på direkte diversitetsfremmende tiltak som reparasjon av fjæresona og utsetting av diversitetsfremmende habitater. I tillegg foreslås tiltak for å hindre og redusere forstyrrelser knyttet til overgjødning, miljøgifter, vannsirkulasjon, og dårlige lysforhold. I forslagene vektlegges opprettelse av gode marine nabolag gjennom etablering av arter som spiller på lag. Dette kan gjøres ved å restaurere eksisterende samfunn eller plante ut strukturerende arter. Det kan vekke en «*tilretteleggingskaskade*», som innebærer at marine planter og dyr som i seg danner habitater også fremmer en annen habitatdannende art. I sum gir denne type samspill positive ringvirkninger på lokalt biologisk mangfold. Dette tilsvarer landskapsøkologiske tiltak på land, som etablering av pollinatorpassasjen.

Dagens fjære i utredningsområdet kan kategoriseres som enten *monoton utforming av utfyllinger i fjæresona*, eller *monoton utforming i utbygd fjæresona*. For å skille mellom ulike restaureringsmetoder og konkretisere typer løsninger har vi laget kategorier for tiltak som kan re- og nyetablere marinbiologisk mangfold i Fjordbyen. Disse samles under «*diversitetsfremmende reparasjon av utbygd fjæresone*». For storskala restaurering kaller vi tilrettelegging for marint liv gjennom integrering av marinvennlig materiale, strukturer og teksturer på nye bygg i fjæresona og grunn sjøsoner for en «*diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*». I norsk sammenheng er dette en ny og innovativ tilnærming. En «*naturlignende strandformasjon*» handler om å etterligne den naturlige fjæras variasjon i horisontal og vertikal utforming, samt dens geologiske diversitet. Aktuelle småskala løsninger samles under betegnelsen «*tilbud av diversitetsfremmende og tre-dimensjonale habitater i sjø*». Her er det mange muligheter som etablering av *hengende marine hager*, *blå skog* og *filtrerende dyr* som blåskjell og flatøsters. Slike tiltak faller inn under *naturbaserte løsninger* der økologiske funksjoner bidrar til å stabilisere, rense og berike omgivelsene. Ett eksempel på dette er *naturlige erosjonssikringstiltak* der planterøtter hjelper med å holde på plass sedimenter og gi oksygen til jord, vann og luft. Sistnevnte er en sentral løsning for *urban vannhåndtering*, sammen med grønne vegger og tak, vegetasjonsbufferzoner ved vann, regnbed, permeable dekker, sandfang med mer.

Basert på befaringen og idémyldringsworkshopen, har vi for hvert av prosjektet «Aktiv vannflate» sine seks områder: Frognerkilen, Filipstad/Tjuvholmen, Pipervika, Akershuskaiene/Vippetangen, Bjørvika/Bispevika og Lohavn/Grønli; beskrevet dagens utforming og status med hensyn til begrensninger for biologisk mangfold. Der det har vært relevant har vi kommet med forslag til småskala, middels store, og storskala tiltak.

Til slutt gir vi innspill til hva som kreves for å utvikle en helhetlig og langsiktig strategi for å ta vare på og øke det biologiske mangfoldet i Oslos urbane sjøområder, inkludert mulige formidlingstiltak som kan fremme forståelsen av viktigheten av å ha en levende fjord. Det kreves et reelt tverrfaglig

samarbeid, testing av diversitetsfremmende metoder, og kartlegging og overvåking av både biologi, lys, oksygenforhold etc. for å skaffe nødvendig kunnskap om stedegne arter og de lokale miljøforholdene. Det ligger godt til rette for å koble datainnsamling fra ulike målesensorer til eksisterende miljøovervåkingsprogram for Indre Oslofjord. Det gis også noen forslag til aktuelle mulighetsstudier som kan bidra til å bedre forholdene for de marine organismene. Vi anbefaler samarbeid på tvers av kommunegrensene for reparasjoner av den urbane strandfronten ved bruk av lokale sprengsteinsmasser fra store infrastrukturprosjekter.

Summary

Title: Restoration of biological diversity of Oslo's urban sea areas

Year: 2019

Author(s): Eli Rinde, Elin Tanding Sørensen, Mats Gunnar Walday, Camilla With Fagerli, Hartvig C Christie, André Staalstrøm, Line Johanne Barkved, Henry Simmons, and Harald Bonaventura Borchgrevink.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7161-4

On behalf of Bymiljøetaten, Oslo municipality, NIVA and Urban Living Lab have considered possible measures to maintain and increase the biodiversity of Oslo's urban sea areas, from Frognerstranda to Grønliia. A field survey of 21 sites gave an overview of the current state, and together with previous surveys and diversity-promoting measures, it formed a good basis for an interdisciplinary idea-workshop on possible solutions. Here, we evaluate the limitations of the areas with respect to biodiversity, and measures that could mitigate and improve the conditions. The most important limiting factors are related to terrain and growth surface characteristics, light access, nutrients, oxygen, environmental toxins, and other disturbances related to human impact.

For restoration purposes, we have focused mainly on direct diversity-promoting measures such as repairing the shoreline and deployment of diversity-promoting habitats. Additionally, measures are proposed to prevent and reduce disturbances related to eutrophication, environmental toxins, water circulation, and poor lighting conditions. The recommendations emphasize creation of good marine neighborhoods through establishment of species that promote each other's presence. This can be done by restoring existing communities or planting habitat forming species. This may create what is called a "facilitation cascade", which means that marine plants and animals that form habitats themselves also promote another habitat-forming species. In sum, this type of interactions has positive effects on local biodiversity. We compare this with landscape ecological measures on land, such as the establishment of the pollinator passage.

Today's shoreline in the study area is categorized as either "*monotonous design of fillings in the shoreline*", or "*monotonous design of developed shoreline*". To distinguish between different restoration methods and to specify types of solutions, we have created categories for measures that can re- or new-establish marine biological diversity in the Fjord City. These are collected under "*diversity-enhancing reparation of developed shoreline*". For large-scale restoration, we call marine life facilitation through integration of marine-friendly material, structures and textures on new buildings in the shoreline and in the shallow sea zone "*diversity-enhancing marine landscape architecture*". In the Norwegian context, this is a new and innovative approach. A "*nature-like shoreline formation*" is about imitating the natural shoreline's variation in horizontal and vertical design, as well as its geological diversity. Relevant small-scale solutions are grouped within the term "*offering diversity-promoting and three-dimensional marine habitats*". Here there are many opportunities such as establishing *hanging marine gardens*, *blue forests* and *filtering animals* such as mussels and flat oysters. Such measures fall within *nature-based solutions* where ecological functions help to stabilize, purify and enrich the environment. One example of this is *natural erosion protection measures* where plant roots help to keep sediments in place and provide oxygen to soil, water and air. The latter is a central solution for *urban water management*, along with green walls and ceilings, vegetation buffer zones by water, rain beds, permeable covers, sand catches and more.

Based on the survey and the workshop, for each of the six areas: Frognerkilen, Filipstad / Tjuvholmen, Pipervika, Akershuskaiene / Vippetangen, Bjørvika / Bispevika and Lohavn / Grønliia; we

have described the current design and status for factors limiting marine biodiversity. Where relevant, we have suggested small-scale, medium-sized and large-scale measures.

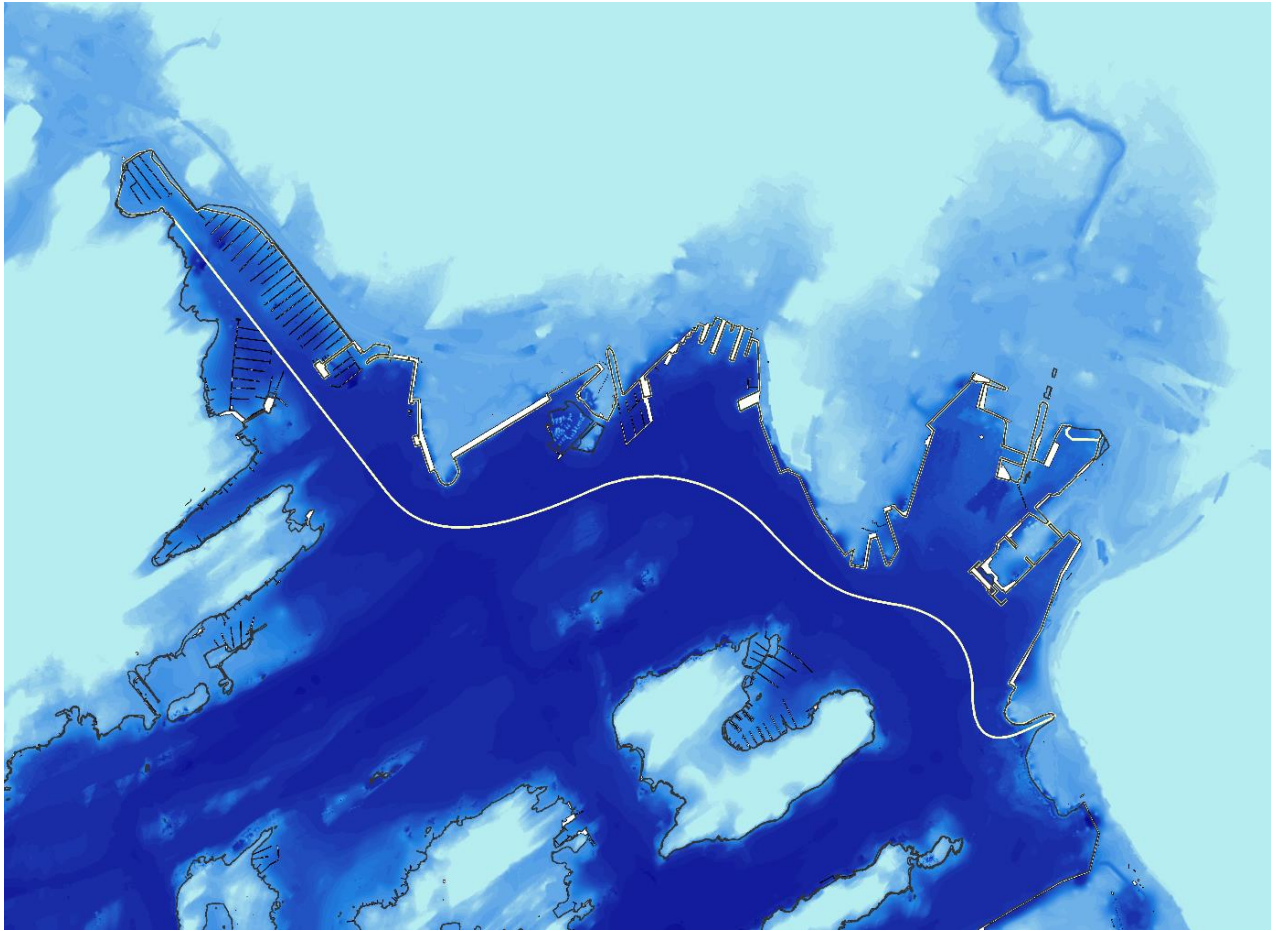
Finally, we provide input on what is required to develop a comprehensive and long-term strategy to conserve and increase the biodiversity of Oslo's urban sea areas, including possible dissemination measures that can further the understanding of the importance of having a living fjord. Real interdisciplinary collaboration, testing of diversity-promoting methods, and mapping and monitoring of both biology, light, oxygen conditions, etc. are required to obtain the necessary knowledge of native species and local environmental conditions. The area is well-suited for connecting data collection from various measurement sensors to existing environmental monitoring programs for Indre Oslofjord. We suggest some "feasibility studies" that can contribute to better conditions for marine organisms and recommend collaboration across municipal boundaries with respect to reparation of the urban shoreline using local rock masses from large infrastructure projects.

1 Introduksjon

Bymiljøetaten i Oslo deltar i prosjektet «Aktiv vannflate» (forkortet til AKVA) i samarbeid med Plan- og bygningsetaten og Oslo Havn KF. AKVA skal blant annet bidra til å legge til rette for å ivareta og øke det biologiske mangfoldet langs Havnepromenaden, i fjæra og sjøen innenfor det området utredningen dekker. I den forbindelse ble det invitert til deltagelse i en konkurranse om en utredning av aktuelle områder og tiltak for re- og nyetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder. NIVAs tilbud sammen med Urban Living Laboratory vant denne konkurransen.

Bymiljøetaten ønsket en idéfaseutredning av mulighetene for å tilbakeføre tidligere eksisterende biologisk mangfold i Oslos indre urbane sjøområder, såkalt «rewilding» av Fjordbyen. Indre Oslofjords fjærelandskap er blitt fundamentalt endret siden begynnelsen av 1900-tallet. Sjøfronten er blitt omformet, utfylt og forurenset fra aktiviteter langt tilbake i tid. Deler av den urbaniserte kysten kan anses som en tapt natur, både estetisk og funksjonelt, og det vil ikke være mulig å føre naturen tilbake til en tilstand uten menneskelige spor. Men gjennom aktive tiltak, som reparasjon og restaurering, vil det være mulig å legge forholdene til rette for å sikre og fremme det eksisterende biologiske mangfoldet. Byrådsplattformen for 2019-2023, utgjør en viktig rammebetingelse for slike tiltak. Plattformen fremmer en rekke mål for Fjordbyen; som å ta vare på og styrke naturmangfoldet i fjorden og på øyene; etablere flere badeplasser og fjordbad langs havnepromenaden; nedskalere cruisetrafikk ved Søndre Akershuskai og Vipppetangen til fordel for byliv og rekreasjon; arbeide for hele Sukkerbiten som friområde; og å tilby en havnepromenade ut mot fjorden for Grønliområdet.

Hovedformålet til prosjektet har vært å undersøke om det finnes områder langs fjæresona, fra Frognerkilen til og med Grønli (**Figur 1**), som er egnet for restaurering og nyetablering av biologisk mangfold. Det gis vurderinger om hva slags tiltak som kan gjøres for å fremme det marinbiologiske mangfoldet i disse områdene, og en enkel vurdering av hvilke effekter de ulike tiltakene kan ha. Utredningsområdet er det samme som for Oslo kommunes AKVA-prosjekt.



Figur 1. Kart over utredningsområdet med dybde-høyde data som bakgrunn (1x1 m terrengmodell). Sjøarealet som inngår i prosjektet «Aktiv vannflate», og som også er i fokus i vurderingen av muligheter for re- og nyetablering av marinbiologisk mangfold er innrammet med hvit ramme. Figur: Eli Rinde/NIVA 2019.

2 Metode

Arbeidet har vært utført gjennom to hovedaktiviteter; en befaring for å få oversikt over dagens status, og en tverrfaglig workshop med idémyldring over hvilke begrensninger og muligheter utredningsområdet har med tanke på re- og nyetablering av marinbiologisk mangfold i en urban sammenheng.

Valget av lokaliteter for befaringen var basert på kunnskap om hvor det er aktuelt med tiltak i utredningsområdet. Målet var å få gjennomført befaring på 20-30 lokaliteter i løpet av en dags feltaktivitet. Befaringen skulle gi grunnlag for å beskrive dagens situasjon, og å få en best mulig oversikt over begrensningene og mulighetene i de ulike områdene. Som tverrfaglig team har vi ønsket å identifisere, registrere og dokumentere ulike egenskaper og kvaliteter i utvalgte områder langs den urbane sjøfronten. Vi har sett på vekstflater, struktur og tekstur, materialer, samt vertikal utbredelse og mangfold av marint liv i området sine forskjellige deler. Befaringen ble utført 4. oktober av NIVA (Mats Walday, Harald Bonaventura Borchgrevink, Henry Simmons) i samarbeid med Elin T. Sørensen og Bymiljøetaten ved Thomas André Ruud. Registreringene ble utført ved bruk av en

undervannsdronne (Blueye Pioneer). Observasjonene ble registrert i felt ved direkte observasjoner samt ved å se på skjermbildene fra Blueye. I ettertid er hvert videoopptak fra de undersøkte lokalitetene nøye gjennomgått, og registreringsskjemaet er supplert med funn av arter som ble oversett i felt.

Vurdering av den økologiske tilstanden i utredningsområdet er gjort ved å analysere observasjoner fra målestasjon Ap2 ved Kavringen (N 59,90153° E 10,71347°) opp mot veilederen for vannrammedirektivet (Veileder 02:2018).

Workshopen ble organisert av NIVA, og gjennomført 14. oktober i CIENS lokaler i Forskningsparken. Et utkast til denne rapporten med oversikt over de ulike elementene som det var nødvendig å diskutere, samt en oversikt over kjente begrensninger og muligheter ble sendt til alle deltagerne før møtet. Disposisjonen ble brukt som et rammeverktøy for å strukturere diskusjonene og inndelingen i gruppearbeid. Lokalitetene vi basert på befaringen mente var mest aktuelle for tiltak, ble fordelt på to grupper som diskuterte mulighetsrommet for hver enkelt lokalitet. Oversikt over deltagerne på workshopen, samt agenda er gitt i **Vedlegg A**.

Bymiljøetaten ønsker robuste løsninger, det vil si løsninger som i liten grad krever oppfølging og skjøtsel. Med denne rapporten ønsker vi å få fram hvilke muligheter og begrensninger dette gir, samt hvilke tiltak som kan være mulige i et større og mer helhetlig perspektiv forutsatt at det settes av tilstrekkelig med ressurser til etablering, skjøtsel og overvåking.

3 Resultater og diskusjon

I AKVA-prosjektet er Fjordbyen inndelt i seks delområder. Enkelte av områdene er framtidige transformasjonsområder mens andre er ferdig utviklet. Ut fra befaringen og vår forkunnskap om Fjordbyen har vi vurdert aktuelle restaureringslokaliteter fra Frognerkilen i vest til Grønli og Alnas utløp i øst. I tillegg omtales Bestumkilen siden den står relasjon til Frognerkilen som risikoområde med forventet havnivåstigning (<https://www.kartverket.no/sehavniva/se-havniva-i-kart/>). I sammenstillingen av mulige tiltak for de ulike områdene (**kapittel 3.5**) har vi benyttet områdeinndelingen som brukes i AKVA: Frognerkilen, Filipstad/Tjuvholmen, Pipervika, Akershuskaiene/Vippetangen, Bjørvika/Bispevika, Lohavn/Grønli inkludert Alnas utløp.

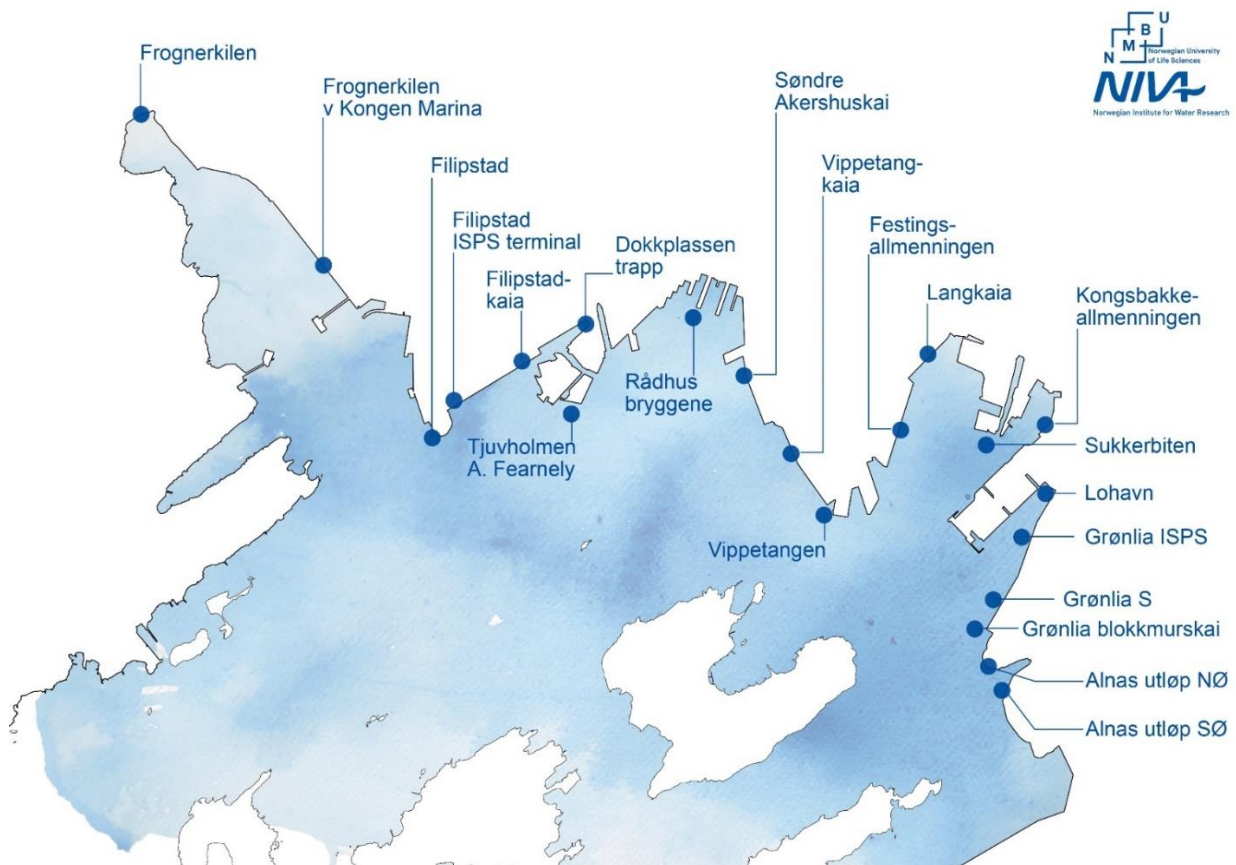
Workshopen startet med NIVAs oversikt over de ulike områdene og status med hensyn til biologisk mangfold basert på befaringen og tidligere undersøkelser, som grunnlag for de etterfølgende diskusjonene. Det ble gitt en oversikt over de fysiske og kjemiske miljøforholdene i området, samt en oversikt og oppsummering av erfaringer fra tidligere miljøforbedrende tiltak i Oslos indre havnebasseng, som NIVA har vært involvert i. Denne oversikten er gjengitt mer utfyllende i **kapittel 3.1**. Det ble først diskutert hva som ser ut til å være de viktigste begrensningene for marinbiologisk mangfold, før vi diskuterte hvilke tiltak som kan gjøres for å forbedre disse forholdene i den urbane fjæra og i sjø. Konklusjonene fra gjennomgangen oppsummeres i **kapittel 3.2** og **3.3**. Forhold som begrenser mulighetene for igangsetting av tiltak beskrives i **kapittel 3.4**. Forslag for hver enkelt lokalitet til tiltak på ulike skalnivå, er sammenstilt i **kapittel 3.5**. I etterkant av workshopen er det gjort en tverrfaglig gjennomgang og sammenstilling av forslagene ut fra hva som er aktuelt å gjennomføre for alle vurderte lokaliteter. Vi presenterer i tillegg muligheter for mer storskala reetablering, i et langsiktig tidsperspektiv. Her gis det innspill til forbedringer av fysiske miljøforhold

inkludert avrenning fra land, forbedring av vannsirkulasjon og lysforhold som er sentrale faktorer ved restaurering av biologisk mangfold i sjø. Innspillene som er diskutert oppsummeres i **kapittel 3.6**.

Generell informasjon om utredningsområdet fysiske forhold som terrengets skråning og grad av bølgepåvirkning er gitt i **Vedlegg B**.

3.1 Status basert på befaringen og tidligere undersøkelser

Det ble gjennomført feltregistreringer på 21 lokaliteter i løpet av befaringen den 4. oktober 2019 (**Figur 2**). En sammenstilling av feltobservasjonene er gitt i **Tabell 1**, sammen med en vurdering av lokalitetenes egnethet for tiltak. Oversikt over funn av alger og dyr på de besøkte lokalitetene er vist i **Figur 3**. På alle lokalitetene var det en overvekt av dyr, men enkelte lokaliteter med grunn, skrånende bunn hadde et relativt stort innslag av alger. Et utvalg fra undervannsoptakene fra de undersøkte lokalitetene ble vist på workshopen. Vi fant den fremmede arten stillehavsøsters på 50 prosent av de undersøkte lokalitetene. Oversikt over hvilke typer modifisert urban fjæresone som er undersøkt på de ulike lokalitetene er vist i **Tabell 2** og i **Figur 4**.



Figur 2. Oversikt over de 21 lokalitetene som ble undersøkt ved bruk av mini-ROV på feltbefaringen, 4. oktober 2019. Figur: Elin T. Sørensen/NMBU © BONO 2019.

Tabell 1. Oversikt over undersøkte lokaliteter med antall observerte alge- og dyregrupper, samt totalt antall grupper av arter, med eksisterende kantutforming og egnethet for reetablering.

Lokalitet	Område	Kantutforming	Alger	Dyr	Totalt	Egnet
Alnas utløp nordøst	Lohavn/Grønli	utfylling, «byfyll»	2	5	7	Egnet
Alnas utløp sørøst	Lohavn/Grønli	utfylling/steinsatt rett kant	4	3	7	Egnet
Grønli, start blokkmurskai	Lohavn/Grønli	granitt-blokkmurskai	4	10	14	Egnet
Grønli, sør	Lohavn/Grønli	granittblokkmurs- og pelekai i betong	3	4	7	Egnet
ISPS-terminal	Lohavn/Grønli	blokkmurs- og pelekai i betong	1	11	12	Egnet
Lohavn	Lohavn/Grønli	blokkmurskai og pelekai	1	12	13	Egnet
Bispevika/Kongsbakkeallmenningen	Bjørvika/Bispevika	utfylling/steinsatt rett kant	0	8	8	Egnet
Sukkerbiten, sørøst	Bjørvika/Bispevika	utfylling, byfyll	5	4	9	Egnet
Langkaia	Bjørvika/Bispevika	granittblokkmurskai	1	8	9	Egnet
Festningsallmenningen	Bjørvika/Bispevika	pelekai i betong	0	8	8	Egnet
Utstikker III ved Vippha	Akershuskaiene/Vippetangen	pelekai i betong	1	9	9	Egnet
Vippetangkaia	Akershuskaiene/Vippetangen	granittblokkmurskai	4	11	15	Lite egnet
Søndre Akershuskai	Akershuskaiene/Vippetangen	pelekai i betong	2	11	13	Lite egnet
Rådhusbryggene	Pipervika	granittblokkmurskai	2	9	11	Lite egnet
Astrup Fearnley	Filipstad/Tjuvholmen	granittblokkmurskai	6	12	18	Egnet
Trapp ut i sjø ved Dokkplassen	Filipstad/Tjuvholmen	betongtrapp	3	7	10	Lite egnet
Verft rett før pelebrygge	Filipstad/Tjuvholmen	granittblokkmurskai	4	9	13	Lite egnet
ISPS-terminal på Filipstadkaia	Filipstad/Tjuvholmen	utfylling, byfyll	3	5	8	Egnet
Utfylling "Vorta"	Filipstad/Tjuvholmen	utfylling, byfyll	7	9	16	Egnet
Flytebrygger før Kongen Marina	Frognerkilen	pukk-utfylling, rettkant	3	4	7	Egnet
Frognerstranda/Frognerelvas utløp	Frognerkilen	utfylling, byfyll	3	4	7	Egnet

Tabell 2. Oversikt over type modifisert urban fjæresone («byfyll», blokkmur, pilar- og pelekai, betongtrapp) på de undersøkte lokalitetene innen hvert av AKVAs områder. «Byfyll» brukes av Oslo havn i beskrivelse av fyllmasser i sjø. Tilsvarende er det vanlig å bruke ordet "byjord" på land.

Lokalitet	Type modifisert strand					Totalt
	«byfyll»	blokkmur	blokkmur / pelekai	pelekai	betongtrapp	
Frognerkilen	2					2
Filipstad/Tjuvholmen	2	2			1	5
Pipervika		1				1
Akershuskaiene/Vippetangen		1		2		3
Bjørvika/Bispevika	2	1		1		4
Lohavn/Grønli	3		3			6
Sum	9	5	3	3	1	21



Figur 3. Oversikt over antall og fordeling av observerte alge- og dyregrupper på de ulike lokalitetene basert på befaringen 4. oktober 2019. Størrelsen på kakediagrammene reflekterer totalt antall registrerte grupper, der de største kakene representerer funn av totalt 18 grupper, og de minste 7 grupper. Bakgrunn; Norge i bilder 2019. Figur: Eli Rinde/NIVA 2019.

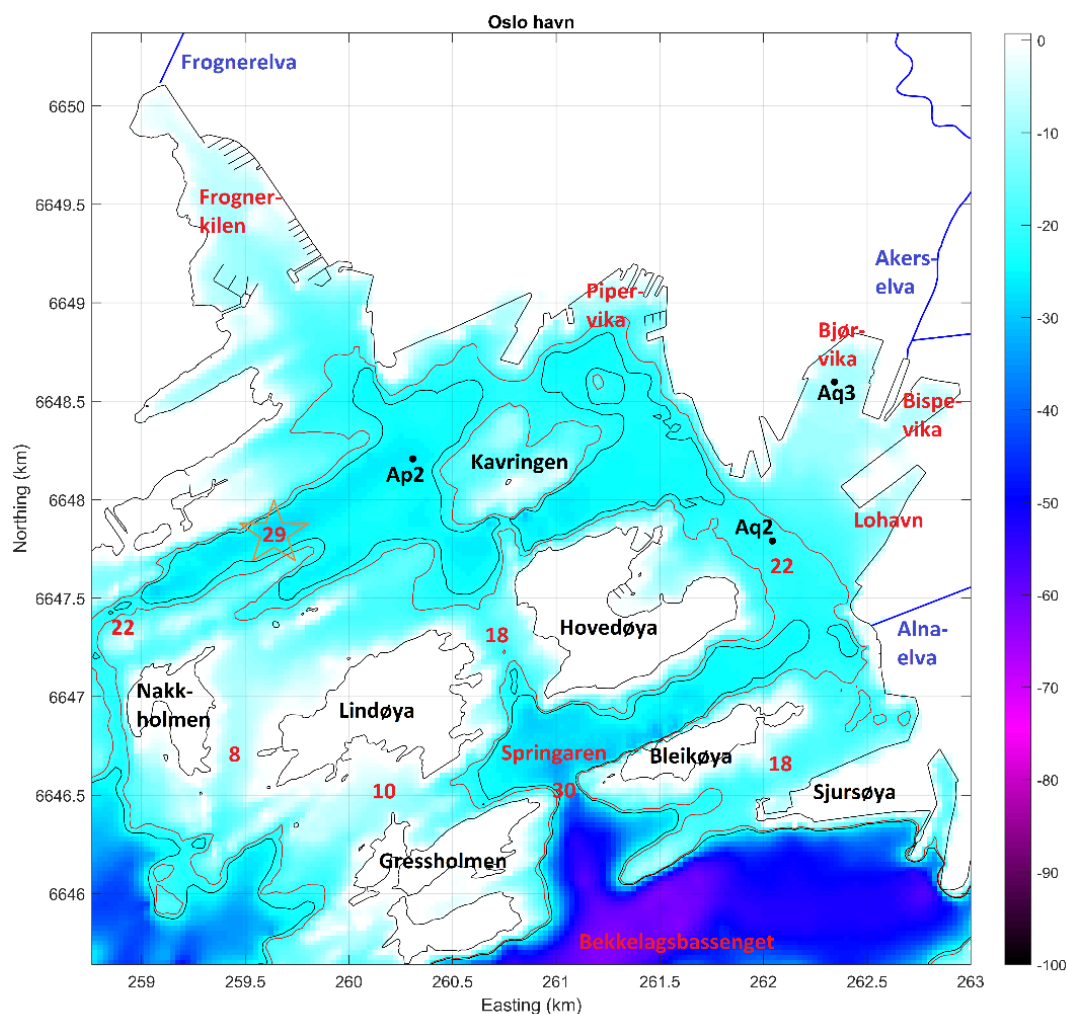


Figur 4. Eksisterende utforming av Fjordbyens fjæresone, inkludert naturlig strandformasjon på Bygdøysiden av Bestum- og Frognerkilen. Figur: Elin T. Sørensen © BONO 2019. Foto: Harald B. Borchgrevink, Elin T. Sørensen, Runa Tunheim.

3.1.1 Økologisk tilstand

Dybdeedata som er brukt i beregningene av økologisk tilstand for Oslos urbane sjøområder er vist i **Figur 5**. Datasettet har en horisontal oppløsning på 25 m. Det tas forbehold om at det kan være feil i datasettet.

Den delen av fjorden som ligger innenfor øyene Nakkholmen, Lindøya og Hovedøya utgjør et eget basseng som er adskilt fra resten av fjorden av et terskeldyp på 22 m og hvor det på det dypeste er nesten 29 m. I denne sammenhengen defineres dette som Oslos havnebasseng, selv om det avviker fra de administrative grensene. De dypeste områdene strekker seg fra rett nord for Nakkholmen og til Kavringen. Det er også noen dype punkter med dyp opp mot 29 m rett sør for Kavringen. Det er like dype områder i Springereren, men der er det fri forbindelse til Bekkelagsbassenget mellom øyene Gressholmen og Bleikøya.



Figur 5. Kart over Oslos havnebasseng. Fargeskalaen angir bunndybden i meter. Dybdekonturer for 20 og 23 m er tegnet inn med hhv. rød og svart linje. Stasjoner for overvåknings-programmet for Indre Oslofjord er tegnet inn med svarte punkter. Det dypeste punktet i havnebassenget er på ca. 29 m og er markert med en oransje stjerne. Figur: André Staalstrøm/NIVA 2019.

Det har blitt målt klorofyll a og næringsalter på stasjon Ap2 helt siden 90-tallet. Ut ifra disse målingene kan den økologiske tilstanden bedømmes fra kriteriene spesifisert i Veileder 02:2018 (se **Tabell 3**). Basert på mengden alger målt som klorofyll a i overflatevannet, er vannkvaliteten moderat, og den er i tillegg nær ved å havne i klassen «dårlig». Ved å sammenligne med målinger fra 90-tallet, er det tydelig at det har vært en forverring. Basert på data fra perioden 1994-1999, var tilstanden nesten i klassen «god». Denne forverringen har skjedd til tross for at det kommunale avløpsvannet i dag har større rensegrad når det gjelder nitrogen, og det er gjort omfattende tiltak for å minske mengden vann som går i overløp. Årsaken til at det har blitt mer planktonalger i overflatevannet, er mest sannsynlig at det er betraktelig mer fosfor i vannmassen. Rensegraden for fosfor har vært høy i hele perioden, men befolkningen har økt fra ca. 480 000 i 1995 til ca. 680 000 i 2018. Dermed har tilførselen av fosfor økt betydelig i perioden.

I perioden 2015-2018 var oksygenforholdene på bunnen i Oslo havn svært dårlig. Dette skyldes en kombinasjon av nedbrytning av organisk stoff som for en stor del stammer fra alger, og at bunnvannet har lang oppholdstid i Oslos havnebasseng. Vannmassen under ca. 22-23 m har ikke fri

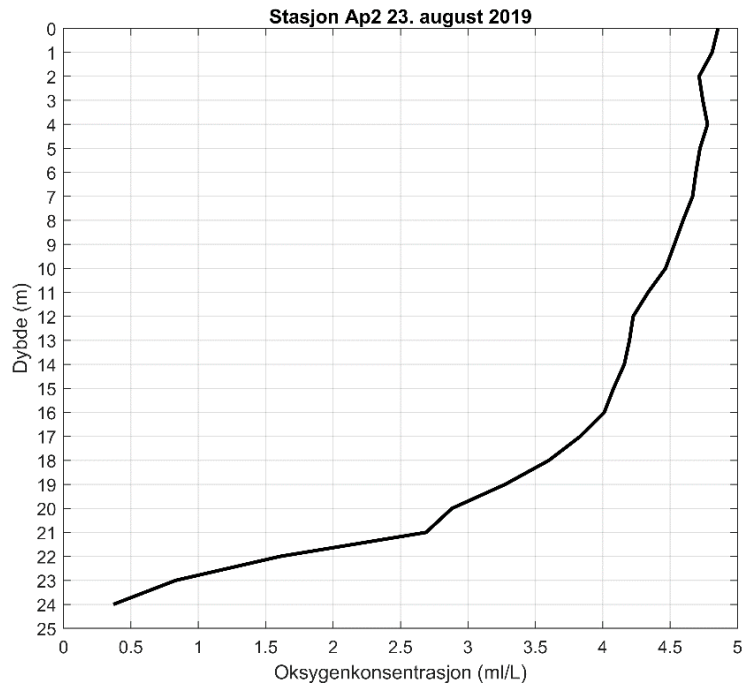
tilgang til vannet ute i resten av fjorden pga. terskelen. **Figur 6** viser oksygenkonsentrasjonen i Oslo havn på slutten av sommeren i år. Oksygenkonsentrasjonen var under 1 ml/L under 23 m dyp. I Oslos havnebasseng utgjør dette et bunnareal på over 1100 dekar (1,1 millioner m²), som tilsvarer omtrent en femtedel av bunnarealet innenfor øyene Nakkholmen, Lindøya og Hovedøya. Oksygennivået er her så lavt at dette området ikke egner seg som leveområde for fisk eller reker. Siden det er lite biologisk liv i denne vannmassen, så vil det hope seg opp med næringsalter. Volumet av vannmassen under 23 m i Oslos havnebasseng utgjør omtrent 1,7 millioner m³. Høye verdier av næringsalter i denne vannmassen kan føre til ugunstig algevekst, når denne vannmassen blandes med overflatelaget, selv om dette vanligvis skjer om vinteren.

Tabell 3. Økologisk tilstand i Oslo havn basert på Veileder 02:2018. Dagens tilstand er sammenlignet med tilstanden for 20 år siden. nEQR står for normalisert «Ecological quality ratio», og er indeksverdien som brukes til å vurdere tilstandsklassen til en vannforekomst. Dersom en vannforekomst får en normalisert EQR-verdi fra 0 til 0,6 er tiltak nødvendig. Fra 0,6 til 1 er miljømålet tilfredsstillt, og tiltak er ikke nødvendig.

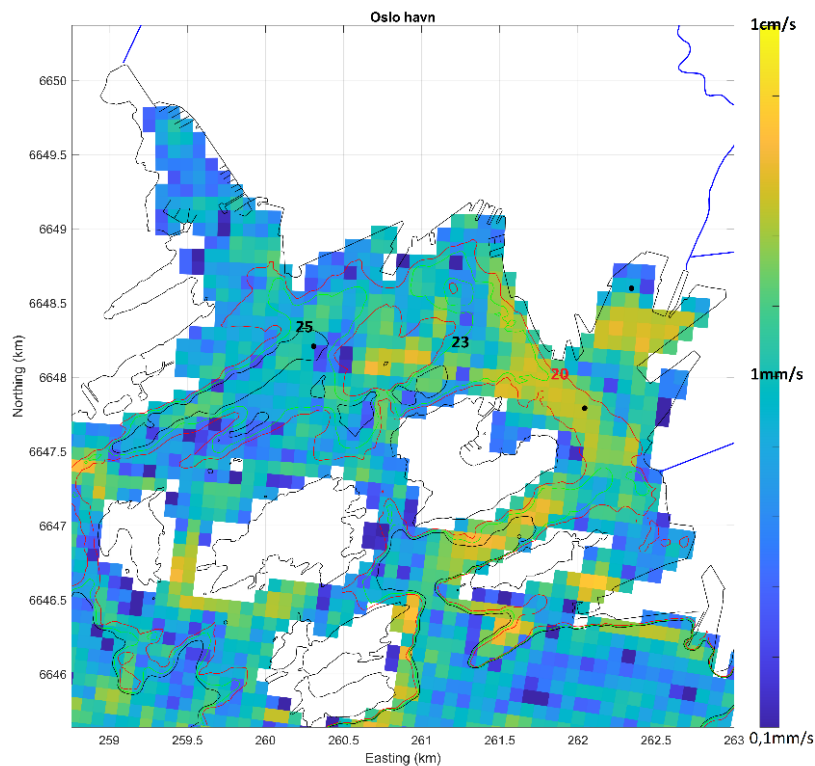
Datagrunnlag	Ap2: 1994-1999		Ap2: 2015-2018	
	Verdi	nEQR	Verdi	nEQR
Klorofyll a (µg/L)	6,9	0,60	8,6	0,44
Tot-N sommer (µg/L)	257	0,78	189	0,85
Tot-N vinter (µg/L)	552	0,41	342	0,69
NO3 sommer (µg/L)	8,9	0,85	7,7	0,87
NO3 vinter (µg/L)	270	0,33	222	0,41
NH4 sommer (µg/L)	11,5	0,88	16,3	0,83
NH4 vinter (µg/L)	126	0,47	8,2	0,95
Tot-P sommer (µg/L)	11,5	0,80	17,9	0,57
Tot-P vinter (µg/L)	24	0,64	35,0	0,48
PO4 sommer (µg/L)	1,4	0,92	2,0	0,89
PO4 vinter (µg/L)	17,7	0,70	19	0,67
Siktdyp (m)			4,2	0,37
Oksygen minimum (ml/L)			0,6	0,08



Årsaken til at bunnvannet i Oslo havn har lang oppholdstid er at vannet ligger nede i en grop. Modellering av strømstyrken med havmodellen FjordOs (www.fjordos.no) viser at det er svært liten bevegelse i vannmassen her (se **Figur 7**). I det dypeste området mellom Nakkholmen, Lindøya og Frognerkilen er strømstyrken mindre enn 1 mm/s. I de grunnere områdene rundt Kavringen er strømstyrken opp mot 1 cm/s. Det er også sterkere strøm helt ned på 20 m dyp i kanalen mellom Hovedøya og Akershuskaiene.



Figur 6. Oksygenkonsentrasjonen på stasjon Ap2 målt 23. august 2019. Konsentrasjonen var da under 1 ml/L under 23 m dyp. Figur: André Staalstrøm/NIVA 2019.



Figur 7. Modellert strømstyrke langs bunnen, basert på beregninger fra havmodellen FjordOs (www.fjordos.no). Strømstyrken er vist på en logaritmisk skala som fremhever de svake strømstyrkene. Dybdekonturlinjer for 20, 23 og 25 m er tegnet inn med hhv. rød, grønn og svart linje. Figur André Staalstrøm/NIVA 2019.

3.2 Begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i utredningsområdet

I urbane sjø-, og brakkvannsområder der elvene har sitt utløp, er det generelt sett stor kunnskapsmangel om hvilke arter som finnes, artenes biologi og samspill. Både brakkvanns- og urbane sjøområder har vært neglisjerte områder for biologer. Brakkvann har falt mellom to hovedgrener innen biologien, henholdsvis marin- og ferskvannøkologi, og har i liten grad blitt studert. Det er derimot kjent at brakkvann har mindre biologisk mangfold enn sjøvann og ferskvann. Indre fjordområder har dessuten generelt lavere mangfold enn ytre områder på grunn av mindre påvirkninger av bølger. Blant biologer har de urbane sjøområdene blitt betraktet som «ørkenområder» med lite potensiale for liv. Med unntak av konsekvensutredninger (KU) i forbindelse med store utbyggingsprosjekter, har de urbane sjøområdene i liten grad blitt undersøkt med tanke på biologisk mangfold. Det samme gjelder innen byutvikling, der utbyggere, byplanleggere og landskapsarkitekter har hatt lite fokus på effekten av utbygging i sjø, marine landskap og livet i og under vannet som en likestilt del av byens blågrønne miljø og infrastruktur.

Basert på tidligere undersøkelser og dagens status er de viktigste begrensende faktorene for marinbiologisk mangfold knyttet til terreng- og vekstflate-egenskaper, lystilgang ned i vannmassene, næringsalter, oksygen, miljøgifter, og andre forstyrrelser som menneskelig påvirkning. Disse begrensningene er summert opp i **Tabell 4**.

Tabell 4. Oversikt over viktige begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i utredningsområdet og hvorfor faktorene er begrensende.

Faktor	Hvorfor?
TERRENG	
Dybde	Havneutvikling omdanner naturlige fjell- og bløtbunnsfjærer til bratte harde kanter, med dyptliggende, bløte sjøområder. Når terrenget gjøres dypere, blir lysforholdene på sjøbunnen redusert. Økt dyp gir dermed dårligere vekstforhold for alger som trenger lys for å drive fotosyntese. Alger lager produktive og artsrike skoger/enger tilsvarende planter på land. Store dyp har lite lys og dårlige vekstforhold for alger. Dette gir fravær av blå skoger og enger. Dette fraværet skaper ringvirkninger for dyr både gjennom mangel på skjulesteder og mat.
Skråning/overheng	Bratte flater skaper generelt dårligere betingelser for planter enn mer skrånende flater. Bratte flater og undersiden av overheng blir i liten grad begrodd av alger, de blir i mindre grad sedimentert, og har ofte svært høy dekningsgrad av filtrerende dyr.
Kantutforming	Glatte strukturer gir lite variasjon i leveområder og skaper dermed grunnlag for et lite/sparsomt biologisk mangfold. Store, tunge steinblokker bygget opp til en solid mur/kaikant, gir begrensninger for restaureringstiltak ved å være omfattende (kostnadsdrivende) å omgjøre til et mer naturlig habitat.
Landskapsdiversitet	Kanter mot sjø som er rettet ut og forenklet med utbygging der kantene er vertikale og rette, tilbyr ikke samme landskapsvariasjon som den naturlige strandlinjen, både horisontalt og vertikalt.
Fragmentering	Endring og ødeleggelse av naturlige habitater som følge av utbygging fører til fragmentering og mangel på nødvendige koblinger mellom viktige deler i kystøkosystemet. Eksempelvis er grunne områder i sjø svært produktive, og viktige oppvekststeder for fisk. Nedbygging av gruntvannsområder reduserer derfor fiskens oppvekstområder i nærheten av gyteområder i sjø og i elver.

Faktor	Hvorfor?
VEKSTFLATER	
Tilgang	Mangel på vekstflate, enten harde overflater eller bløtbunn på ulike dyp.
Type	Ulike typer vekstflater fremmer ulike organismer og ulike nivåer av diversitet. Eksempelvis gir naturstein med uregelmessig overflate og hulrom mellom steinene, bedre livsvilkår enn glatte, rette stålpilarer.
Kornstørrelse	Kunstige strender i byen har som regel kun en eller få kornstørrelser, og fremmer dermed et redusert mangfold sammenlignet med en naturlig strand med stor variasjon i steinstørrelser, fra kampesteiner til fin sand, og et mangfold av skjell.
Kompleksitet	Monotone overflater og strukturer (glatt/rett) hemmer biologisk mangfold. Motsatt bidrar varierte overflater og strukturer, som rugler, sprekker og hulrom av ulike størrelser, til et økt og mer variert tilbud av leveområder.
FORSTYRRELSER	
Båttrafikk	Fysisk løsrivelse av organismer på grunn av bølgeslag fra store båter. Båttrafikk medfører oppvirvling av sediment og spredning av miljøgifter, samt skaper støy over og under vann.
Fremmede arter	Kunstige, menneskeskapt strukturer som settes ut i sjø fremmer forekomst av fremmede marine arter, som gjerne er generalister og mindre kresne på bosted. Det samme gjør havnevirksomhet gjennom spredning av fremmede arter på skipsskrog og via ballastvann (jf Rinde m. fl. 2017).
Fiske	Fiske fra kaiene er en viktig del av rekreasjonstilbudet i Oslo. Samtidig representerer hummerfiske en trussel for biologisk mangfold i byens urbane sjøområder. Eksempelvis førte hummerfiske ved Tjuvholmen til at hummerbestanden som ble fremmet av utsetting av blåskjelltau og kunstige rev ble kraftig redusert. Dette er uheldig fordi hummer bidrar med å rense bunnen for blåskjell og andre organismer som faller til bunnen når de dør. For å tilrettelegge for balanse i denne type restaureringstiltak er hummerfredningssoner en god løsning.
Forsøpling	Sjøområdene er utsatt for forsøpling, eksempelvis gjennom lekkasjer/svinn av råstoffet til industriell plastproduksjon, dvs. små plastkuler, også kalt "havfruetårer». Disse finnes i store mengder på strendene i Oslofjorden, sammen med fiskesnører, Q-tips, poser, drikkeflasker bokser, sykler, dekk etc.
Erosjon	Ved store nedbørshendelser fraktes eroderte landmasser fra land ut i sjøen, både fra elver og fra kystområder.
Sedimentering	Det er omfattende sedimentering av partikler i Indre Oslofjord, som slammer ned både fjell, steiner og organismer. Man kan si at sedimenteringen i mange tilfeller "kveler" muligheten for at planter og dyr får feste, lys og oksygen.
Byggevirksomhet	Byggevirksomhet skaper støy, og tilførsler av søppel og sedimenter.
Nærings saltbelastning	Tilførselen av nitrogen fra befolkningen til Indre Oslofjord øker. Selv om avløpsvann går til renseanlegg, kommer dette ut i sjø ved styrtregn og overløp. For mye nærings salt fører til oppblomstring av planteplankton, dårlige lysforhold og oksygensvikt når algene brytes ned på sjøbunnen.
Miljøgifter	Tilførsel av nye miljøgifter gjennom avrenning fra overvann på land via elvene til sjø. Tilstedeværelse og lekkasje av miljøgifter fra gamle fyllinger, spredt avløp, vegtrafikk og gammel industri. Miljøgifter i vann er mest kritisk for vannlevende dyr. Tilførsler av bunnstoff fra båthavn, båtbruk, båttrafikk

Faktor	Hvorfor?
BEGRENSENDE MILJØPARAMETERE	
Lystilgang	Brunt og grumsete vann bidrar til dårlige lysforhold som hemmer vekst av alger og ålegras, som er avhengig av fotosyntese.
Partikler	Partikler som følge av avrenning fra land bidrar til grumsete vann og redusert siktedyp
Oppvirvling	Oppvirvling av sedimenter på grunn av båttrafikk reduserer siktedypet i tillegg til å skape dårlige levevilkår for planter og dyr i sjø.
Konstruksjoner i sjø	Brygger og flytende konstruksjoner i sjø skygger og bidrar til reduserte lysforhold for livet i vann.
Oksygenmangel	
Liten grad av vannutskifting	På grunn av liten grad av utskifting av bunnvannet, kombinert med høye næringssaltnivåer, er det periodevis problemer med lavt oksygenivå på sjøbunnen flere steder innerst i Oslofjorden (kapittel 3.1.1).
Tilførsler av næringssalter	Tilførsler av næringssalter stimulerer framvekst av planktonalger og trådalger, som krever oksygen for å brytes ned.
Global oppvarming	Varmere vann på grunn av global oppvarming øker stoffskiftet og oksygenbehovet til planter og dyr slik at oksygen i vannet "brukes opp". Dette kan bidra til å forsterke problemet med dårlige oksygenforhold framover, i sammenheng med forventet endret klima.
Redusert vannutskifting	Utbygging av bygg og brygger kan redusere vannsirkulasjonen og gi dårligere oksygenforhold ved å stenge av for sirkulasjonen og ved å redusere vannstrømhastigheten. Under slike forhold vil det oksygenfattige vannet i liten grad ha mulighet til å bli byttet ut med oksygenrikt vann.

3.3 Mulige løsninger på de begrensende faktorene

Oversikt over mulige tiltak som vil bidra til å forebygge og/eller motvirke de påpekte begrensende forholdene knyttet til terreng, vekstflater, forstyrrelser som båttrafikk og forurensing, lys og oksygenforhold, er oppsummert i **Tabell 5**.

Enkelte av de foreslåtte løsningene vil kunne avhjelpe mange problemer, mens andre løsninger er mer spesifikke for et problem. For å framstille dette på en best mulig måte har vi sammenstilt sentrale løsninger som har flere funksjoner. Dette er typisk naturbaserte løsninger som etterligner naturens mangfoldige funksjoner, og som knytter alger, dyr og miljøparametere sammen. Vi har brukt de samme hovedkategoriene av utfordringer som over; det vil si terreng/vekstflater, forstyrrelser, og begrensende miljøparametere.

3.3.1 Utførte endringer i fjæresona og eksempler på naturbaserte løsninger

TERRENG/VEKSTFLATER

Hvordan terreng og vekstflater i den naturlige fjæresona er endret gjennom utbygging påvirker hvilke løsninger og forbedringer som er aktuelle. Vi skiller her mellom to hovedtyper av endringer av fjæra; *Monoton utforming av utfyllinger i fjæresona* og *Monoton utforming i utbygd fjæresone*.

Mulige løsninger gitt «Monoton utforming av utfyllinger i fjæresona».

Slike områder kan repareres på ulike nivåer gjennom storskala landskapsrestaurering eller ved mindre landskapsmessig tilrettelegging, eksempelvis, ved å sette ut kunstige strukturer som tilbyr varierte husrom. Kunstige strender i byen har som regel kun en eller få kornstørrelser, og fremmer dermed et redusert mangfold. Motsatt har en naturlig strand stor variasjon i forekomst av sand, døde skjell og ulike steinstørrelser, fra fin sand til kampesteiner. Når en bygger nye eller reparerer konstruerte marine landskap bør en ta utgangspunkt i den lokale naturlige strandlinjas mangfold av strukturer og vekstflater. Dette gjelder både i fjæresona og på dypere sjøbunn. Det kan tilrettelegges med harde overflater og kulper med både hard og bløt bunn som gir et bredt spekter av livsrom og vekstflater. En gylden mulighet er å anvende *naturbaserte løsninger* for å få tilbake eller nyskape økologiske funksjoner. Det pågår og planlegges store infrastrukturprosjekt de kommende årene i Oslo og omegn. En god del av sprengsteinsmassene herfra er av samme opphav som øyene i Oslofjorden, dvs. kambrosilurbergarter. Dette er kalk og leirholdig stein som gir velegnede vekstflater for stedegne marine planter og dyr. Nydannelse av fjære- og undervannslandskap kan også bygges etter modell av utformingen til viktige marine naturtyper, dvs. ved å la naturen fungere som inspirasjon. «Monotonien» av utfyllinger i den urbane fjæresona løses dermed hovedsakelig ved å etterligne den naturlige fjæra. Vi kaller heretter denne typen løsning «*naturlignende strandformasjon*».

Mulige løsninger gitt «Monoton utforming i den utbygde fjæresona».

Monoton utforming i den utbygde fjæresona omfatter både strukturer, vekstflater og materialvalg. (Eksempler på monotone utformingene er vist i **Figur 8**.) Her er det mulig å reparere de etablerte kantene slik at de fremmer biologisk mangfold. Mulige tiltak er ettermontering av vekstflater som paneler og små hyller eller utspring. Det kan drilles hull i ulike størrelser og vinkler, lages sprekker og hulrom gjennom for eksempel å fjerne mørtel (så fremt det ikke skader konstruksjonens bæreevne). Potensiell merverdi i form av estetikk og kunstnerisk utforming av disse tiltakene, som øker opplevelseskvaliteten for folk langs Havnepromenaden, er stor. Denne type tiltak kaller vi «*diversitetsfremmende reparasjon av utbygd fjæresone*».

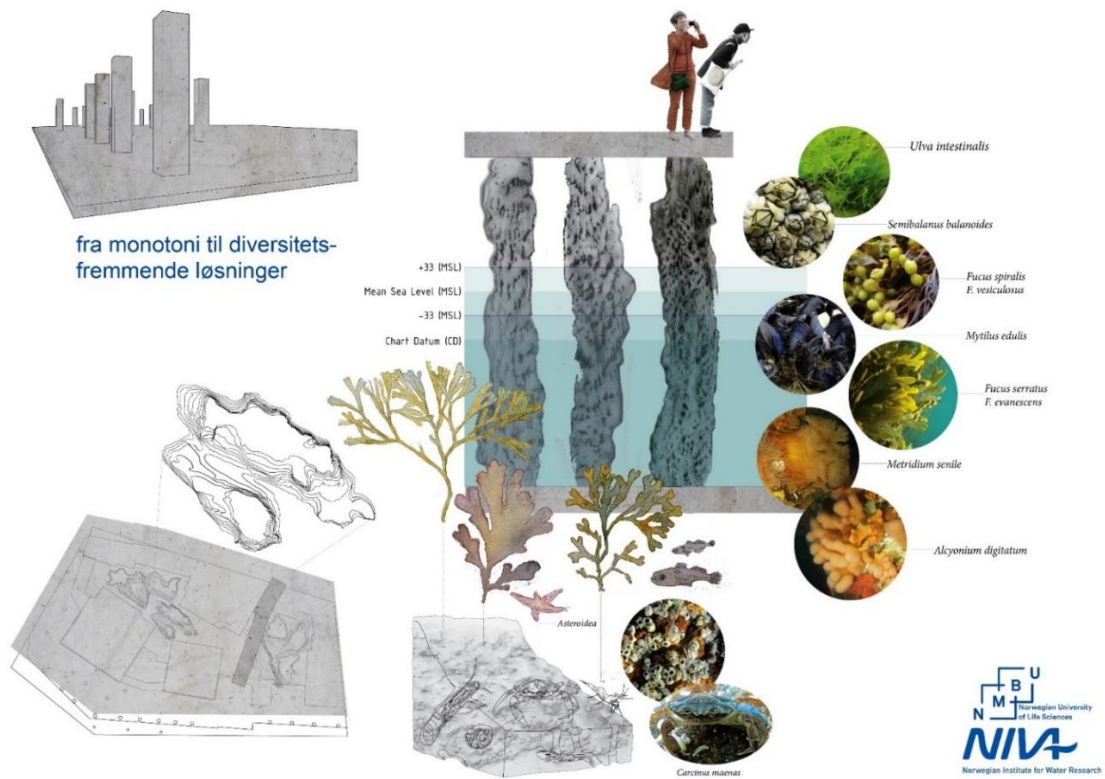


Figur 8. Granittmur ved Frognerstranda, oktober 2017 (øverst, høyre). Steinsatt rett kant ved Ormsund, oktober 2018 (øverst, venstre). Rett pukk-fylling langs Frognerkilen, november 2017 (nederst, høyre) og utfylling med «byfyll» ved Filipstad/Vorta, oktober 2018 (nederst, venstre). Foto: Eli Rinde/NIVA; Elin T. Sørensen/NMBU.

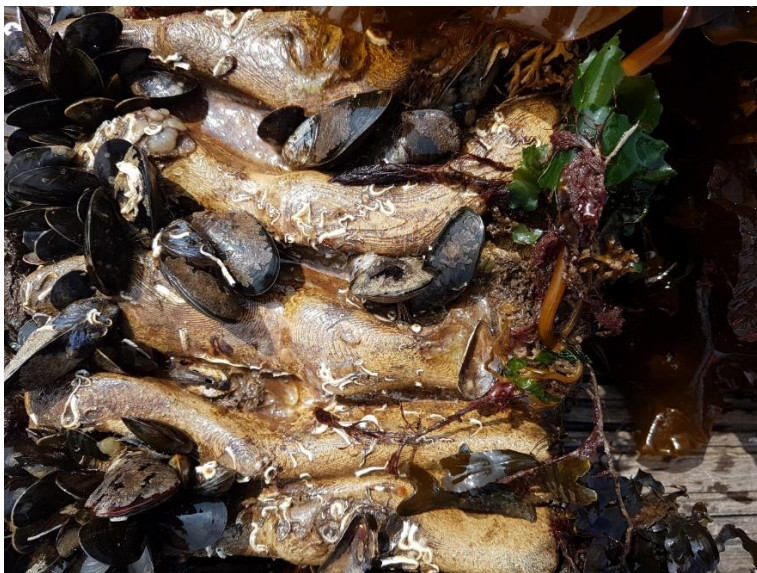
Det vi kaller en «*diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*» innebærer å tilrettelegge for marint liv ved å integrere marinvennlig materiale, strukturer og teksturer i bygningsflater med bygging av nye landskap i fjæresona og grunn sjøsoner (**Figur 9**). Denne metoden er lite utprøvd i norsk sammenheng, men har stort potensial. En innovativ løsning her er digital fabrikasjon; det vil si 3D-utforming og printing av strukturer og vekstflater (**Figur 10**). Videre kan *diversitetsfremmende habitat*, som tilbyr et mangfold av leverom og vekstflater i sin utforming, integreres på brygge/flytebryggekanter og på undersiden av flytende installasjoner i sjø. Andre småskala løsninger kan være utsetting av kunstige og naturlige strukturer som gir *tilbud om tredimensjonale habitat*. Her kan vi nevne kunstig rev, krabbe- og hummerhus, blåskjelltau og lignende (**Figur 11**). Slike enkle småskala-løsninger kaller vi heretter «*tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*».

Når det gjelder egnede materialer i sjø er det stort behov for kunnskapsutvikling. NIBIO er i ferd med å utvikle et tre-basert komposittmateriale, uten giftig impregnering, som egner seg i sjø. Ved SINTEF Community forskes det på en leirbasert betong som kan gi en mer klimavennlig produksjon¹.

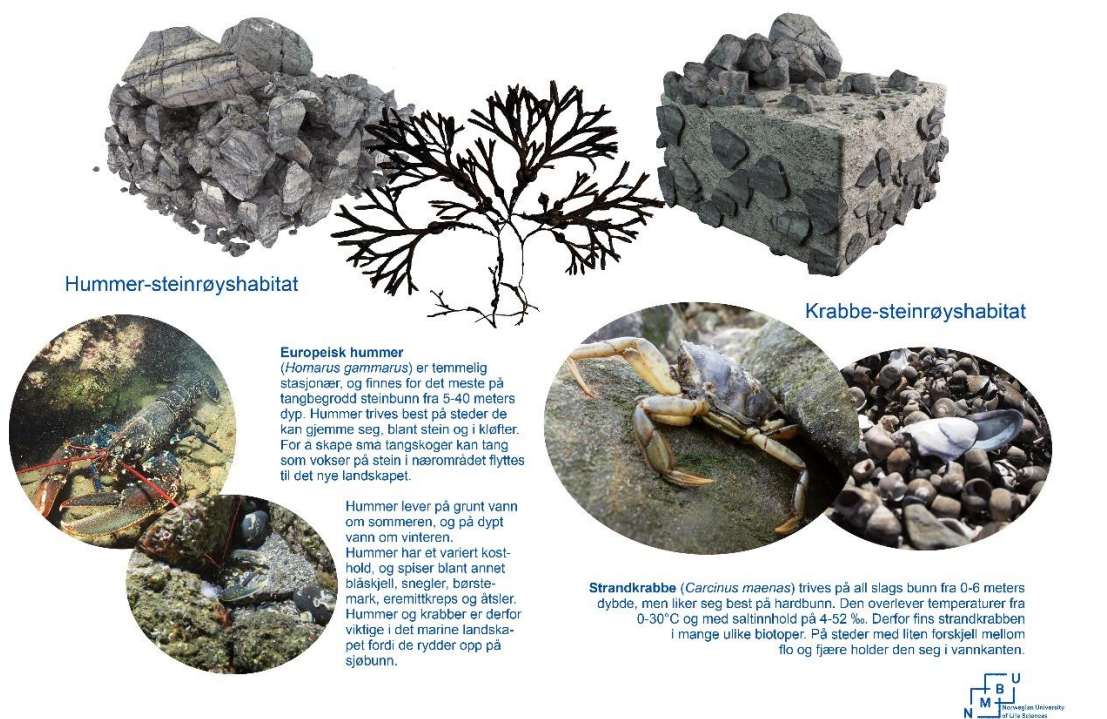
¹ <https://www.sintef.no/siste-nytt/lager-miljoennlig-sement-av-norsk-leire/>



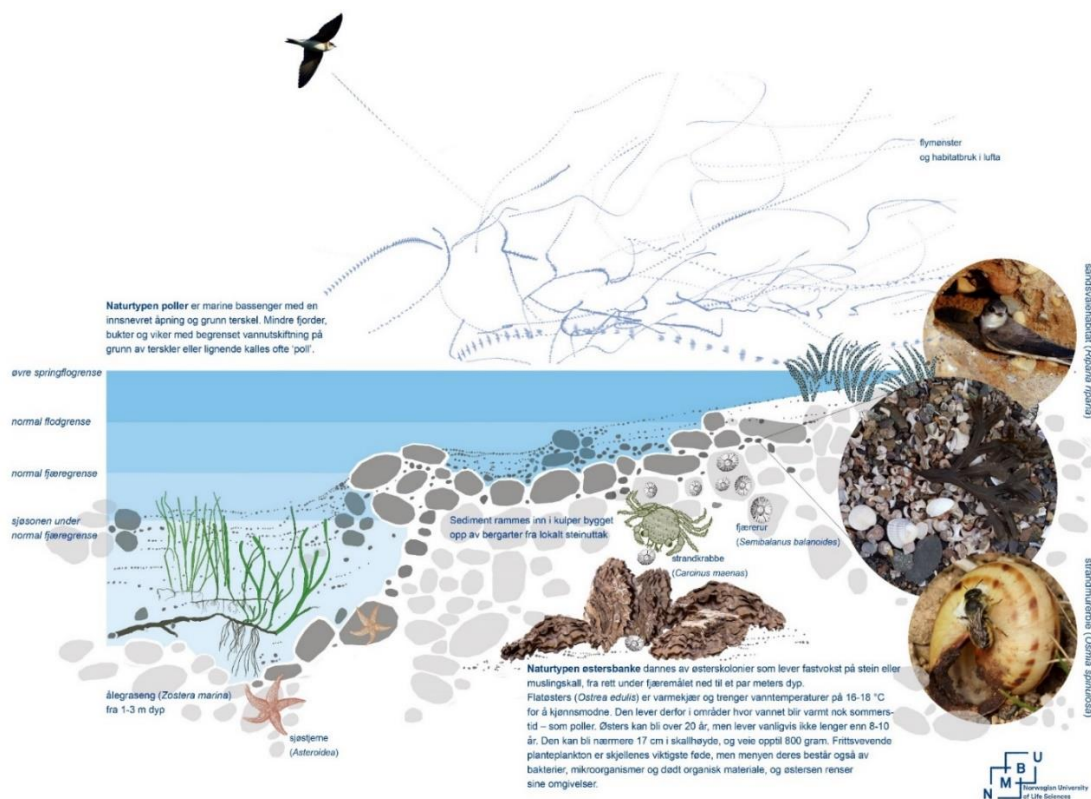
Figur 9. Eksempel på diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur. Skisseforslag til utforming under sjø for Bispevika B6a. Konsept: Eli Rinde/NIVA & Elin T. Sørensen/NMBU. Skisser: Elin T. Sørensen © BONO 2018.



Figur 10. 3D-printet habitat design ved Reef Design Lab/the World Harbour Project. Det marinbiologiske forsøket er gjennomført i Plymouth som del av Kathryn O'Shaughnessys PhD prosjekt *Green engineering of coastal infrastructure: a design for life*. Foto: Elin T. Sørensen © BONO 2018.



Figur 11. Hummer- og strandkrabbe-steinrøyshabitat. Konsept: Elin T. Sørensen/NMBU. Skisser: Elin T. Sørensen/3D-visualisering Ivar Kjellmo © BONO 2019.



Figur 12. Prinsipsnitt for naturlignende strandformasjon med slake grunner av sand- og mudderhabitat for bløtbunnsamfunn. Figur. Elin T. Sørensen/NMBU © BONO 2019.

Det er også potensiale i å utnytte problemavfall som pakkes inn i en betongform. NIVA har undersøkt lekkasjer fra forurensete sedimenter som de lager betong til brygger av (Schaanning m. fl. 2010), samt miljøeffekter av innstøpt problemavfall som ilmenitt-holdig borekaks fra off-shore i betong (Schaanning og Øxnevad 2007). Digital fabrikasjon muliggjør planlegging og utforming av komplekse strukturer ved 3D-modellering som kan printes i marinvennlige materialer som sandstein, leire og betong. I utenlandske prosjekter som omhandler *diversitetsfremmende reparasjon av utbygd fjæresone* går tiltakene hånd i hånd med patentering av såkalt marinvennlig betong.

Manglende vekstflater i den urbane fjæra vil kunne løses ved å sette ut harde strukturer på bløtbunn og bløte strukturer på hardbunn. Det kan også etableres *hengende marine hager* i vannmassene å la tare dyrkingsanlegg, eller restaurere, nyetablere «*blå skoger*». Blå skoger er et samlebegrep for tangskog, tareskog og ålegrasenger. Tilsvarende som vegetasjon på land bidrar de blå skogene med et mangfold av funksjoner til fordel for mennesker. Slike funksjoner kalles økosystemtjenester og omfatter deres rolle som habitat, skjulested, oppvekstområder, og matfat for et stort mangfold av både alger og dyr, samt deres betydning for rekreasjon og fiske. Frisk vegetasjon med et rikt dyreliv har stor betydning for folks opplevelse av naturen og fjordens betydning for friluftsliv og helse (Wenting m. fl. 2019).

Blå skog-dannende arter (eksempler vist i **Figur 13**) bidrar til å motvirke negative effekter av klimaendringer som global oppvarming ved å ha en skyggende og dermed kjølede effekt i heteperioder. Den *blå skogen* bufrer for forsurening ved å produsere oksygen, og de bidrar positivt på global skala som et klimaregulerende tiltak ved å binde og lagre karbon. Ålegras som vokser på bløtbunn binder sedimentene og reduserer dermed erosjon, og fører oksygen ned i sedimentene. Både tang og ålegras bruker næringssalter for å vokse, og kan dermed utnyttes som *naturbaserte løsninger* for å rense vann for næringssalter. Tilsvarende kan utsetting og tilrettelegging av **filtrerende dyr** som blåskjell, østers og sekkdyr fungere som *naturbaserte løsninger* for rensing av vann (flere detaljer er gitt i **kapittel 3.3.3** og beskrivelsen av utførte diversitetsfremmende tiltak i Oslos urbane sjøområder).

Blåskjell og sekkdyr kan bli høstet og utnyttet til dyrefôr og jordforbedringsmiddel. Sekkdyr er det eneste dyret som produserer cellulose, og har også et uutnyttet potensial til å brukes i tekstilproduksjon. Erfaringer med dyrking og høsting av sekkdyr for dyrefôr og biogassformål er gjort i Sverige, jf. <http://www.marinbiogas.se/en>.



Figur 13. Eksempler på blåskog-dannende arter i Oslofjorden. Øvre panel; venstre: sagtang, høyre: ålegraseng. Nedre panel; venstre: blæretangskog, høyre: gjelvtang. Foto: Eli Rinde/NIVA & Janne K. Gitmark/NIVA.

FORSTYRRELSER

Mye sedimentering, erosjon, og store tilførsler av næringsalter er viktige forstyrrelser i utredningsområdet som reduserer det biologiske mangfoldet. Mulige løsninger som vil forbedre og fremme det biologiske mangfoldet faller inn under «*urban vannhåndtering*» og «*naturlige erosjonssikringstiltak*».

Det er sentralt å sette i verk tiltak som reduserer avrenning fra land knyttet til urban overvannshåndtering som permeable flater, regnbed, sandkummer og kantvegetasjon. Kantvegetasjon spiller en viktig rolle og bør re-etableres langs vann- og elvekanter der det er mulig i den urbane fjæresona. Som ålegras i sjøsonen, binder trær og vegetasjon sedimenter langs vann og elvekanter, og fungerer som en naturlig erosjonssikring. Etablering eller restaurering av ålegrasenger i sjø, samt brakkvannsvegetasjon i tilknytning til byelvene vil dermed bidra som «*naturlige erosjonssikringstiltak*» i brakt og salt vann. Andre viktige positive tilleggseffekter av å fremme vegetasjon i sjø som *blå skog*, er beskrevet over.

Reparasjon av elvekanter og andre tilpasninger på land i overgangen til sjø, som re-etablering av naturlig våtmark, er svært relevant for flere av de gjenværende transformasjonsområdene. En oversikt over Fjordbyens urbane elvemunninger, og mulighetene til forbedringer og reparasjoner langs disse er gitt i **Vedlegg C**.

Tilrettelegging for filtrerende dyr, eksempelvis ved etablering av «blåskjell-sekkdyr-gardiner» som kan filtrere eller fange opp partikler, samt etablering av *marine hengende hager* som forbruker næringsalter er andre mulige tiltak for å bøte på økte tilførsler av næringsalter.

Bølgeslag fra båttrafikk kan gi både positive og negative virkninger på planter og dyr. Moderate vannbevegelser kan fremme veksten til både alger og dyr, mens for sterke bevegelser kan føre til at planter og dyr løsner fra substratet. I tillegg kan det lede til oppvirvling av sedimenter og spredning av miljøgifter. Mulige tiltak for å begrense de negative effektene er fartsbegrensninger eller båttrafikktiltak som å redusere størrelsen og antall båter i båthavnene. El-båter er på vei inn i markedet som en løsning. Det anbefales også å se på muligheter for båtdelingsordninger som i dag er godt etablert for personbiler. Tildekking av forurensa sedimenter er et velkjent tiltak for å dempe spredning av miljøgifter. I tillegg er bruk av siltgardiner viktige når det gjøres tiltak som mudring eller utbygginger og utfyllinger i sjø.

BEGRENSENDE MILJØPARAMETRE

De viktigste begrensende miljøparametrene som demper eller hemmer det biologiske mangfoldet i Oslos urbane sjøområder er knyttet til lys- og oksygenmangel, som igjen er påvirket av forstyrrelsene nevnt over (sedimentering, erosjon, for høye næringssaltnivåer, beskrevet i **Tabell 4**). Havnebasseng og fortettede havneområder har gjerne liten vannsirkulasjon. Dette resulterer i stillestående vann og liten vannutskifting som igjen kan forårsake lavt oksygennivå eller manglende oksygen i bunnvannet.

Manglende lystilgang kan avbøtes ved å utvikle løsninger som gir tilstrekkelig lys til at planter kan utføre fotosyntese. Dette kan gjøres ved å planlegge eller ettermontere «lys-luker» i kaidekker, brygger og flytende konstruksjoner. Utfyllinger som bidrar til å «*løfte sjøbunnen opp i lyset*», samt etablering av *hengende marine hager* er andre mulige «*lystiltak*» som forbedrer lystilgangen for marine arter i de urbane sjøområdene.

Brygge/flytebryggekanter og andre konstruksjoner som skygger for liv under vann kan modifiseres ved å inkludere *diversitetsfremmende habitat* på og på undersiden av flytende elementer. Det kan legges inn krav om at flytende strukturer som flytende øyer, bruer for fotgjengere, båtbygg osv. skal utformes med tanke på deres rolle som habitat.

Sedimentering og erosjon, som nevnt under avsnittet *Forstyrrelser*, gir mørkt og grumsete vann og dårlige lysforhold. Dårlige lysforhold som skyldes disse faktorene løses dermed gjennom de samme tiltakene som reduserer sedimentering og erosjon (dvs. *urban vannhåndtering og naturlige erosjonssikringstiltak*).

Lave oksygennivåer og dårlig vannkvalitet kan bedres gjennom tiltak som bidrar til vertikal blanding av vannmassene.

En enkel måte å bedre vannsirkulasjonen og dermed oksygenforholdene på, og som har virkning på en stor romlig skala, er å pumpe ferskvann ned på bunnen i dyprenna ved Killingen. Her ligger også en av Indre Oslofjords overvåkingstasjoner (Ap2, **Figur 5**). Vannledningen kan legges på bunnen og vil ikke være i veien for båttrafikk. I forbindelse med utredning om flytting av Nordre Follo Renseanlegg

vrderes tilsvarende tiltak for Bunnefjorden. En ny ledning foreslås ført ut på 140 m dyp. I Bispevika kunne en lignende løsning for utføring av kjølevann blitt anvendt. Plassering av ledninger som tilfører vann eller luft til vannmassene vil kunne ha stor innvirkning på vannsirkulasjonen. Det vil være kostnadseffektivt å løse et problem som liten vannsirkulasjon og dårlige oksygenforhold, samtidig som en fører ut kjølevann eller avløpsvann. Handikapbassenget på Sørenga, er et eksempel der tilrettelegging for vannsirkulasjon i anlegget ville ha bidratt til redusert begroing. I planleggingen av slike tiltak må en ta hensyn til at bedre oksygenforhold kan påvirke omsetningen av miljøgifter fra forurenset sjøbunn, både fordi større bunnarealer gjøres tilgjengelig for organismer og fordi oksygenet kan påvirke de biogeokjemiske forholdene.

Ved Sandon havneområde i Liverpool er det installert en kunstig luftblander for å øke vertikal blanding i vannsøylen. Erfaringer herfra er at vannkvaliteten ble drastisk forbedret, som igjen ga positive ringvirkninger for etablering av et mangfoldig marint artssamfunn (Bohn m. fl. 2013, s. 4).

Disse tiltakene kaller vi heretter «*lufting for å øke vannsirkulasjonen*».

Siden planter gjennom fotosyntesen produserer oksygen, vil innføring av *naturbaserte løsninger* som etablering og restaurering av *blå skog* også bidra til å bedre oksygenforholdene i urbane sjøområder.

Kombinasjonen av flere stressfaktorer som nærings saltbelastning (nevnt under avsnittet *Forstyrrelser*), liten vannutskifting og lave oksygennivåer gir seg utslag i framvekst av trådalger og bakterie-belegg (Beggiatoa) i utredningsområdet.

Naturbaserte løsninger for å unngå framvekst av trådalger og bakteriebelegg omfatter derfor overnevnte tiltak for å redusere tilførselen av nærings salter og tiltak for å øke vannsirkulasjonen, samt etablering/restaurering av *blå skog*, *filtrerende arter*, og «gode nabolag». Det er vist at «naboer» som ålegras, blåskjell og østers påvirker hverandre positivt, og at tilrettelegging for en av naboene dermed vil være gunstig for den andre naboen gjennom såkalte *tilretteleggingskaskader* (Gribben m. fl. 2019). En ny studie i EU-prosjektet MERCES, som fokuserer på restaurering av marine naturtyper, viser at 55 prosent av undersøkte nabolag av ålegras og muslinger i sjøsonen, påvirker hverandre positivt (Gagnon m. fl. akseptert). Plantene fremmer muslingenes overlevelse og mengde ved å gi vekstflater og skjulesteder, mens muslingene fremmer plantenes vekst og overlevelse ved å stabilisere og anrike sedimentet med nærings salter, samt å rense vannet for partikler.

Tabell 5. Oversikt over mulige tiltak for å løse problemene som er knyttet til begrensede faktorer for marinbiologisk mangfold.

Faktor	Problem	Mulige tiltak
TERRENG	For dypt	Bygge opp og "løfte sjøbunnen opp i lyset" der dette er mulig. Dette vil skape leverom for planter som trenger lys, og som skaper sine egne økosystemer med rikt biologisk mangfold. Etablering av hengende marine hager vil ha tilsvarende effekt som det å løfte sjøbunnen til grunnere områder med gode lysforhold for vekst.
	For bratt	Bygge variert terreng som ligner den naturlige strandsonen, med både bratt, skrånende og flatt terreng.
	Kantutforming	Å reparere etablerte kanter slik at de fremmer biologisk mangfold gjennom <i>tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø, og naturbaserte løsninger</i> .
	Landskapsdiversitet	Bygge opp nye marine landskap som etterligner den naturlige strandlinjas mangfold av strukturer og vekstflater, i både fjæresonen og på dypere sjøbunn. Anvende naturbaserte løsninger for etablering av <i>naturlignende strandformasjoner</i> .
	Fragmentering	Tiltak for å skape økologiske og landskapsmessige sammenhenger i Oslos urbane sjøområder kan utnytte erfaringene med hvordan det i dag jobbes med en pollinatorpassasje og pollinatorstrategi på land.
VEKSTFLATER	Mangel på vekstflater	Plassere ut ulike typer vekstflater på flere dyp. Eksempelvis kan steiner med eller uten tang flyttes fra nærliggende miljø til restaureringsområdet. Tilsvarende er det mulig å etablere ålegrasenger ved å flytte ålegrasplanter, inkludert sedimentene rundt røttene og dyrene som lever i ålegrassamfunnet, for å etablere undervannshager. <i>Tilby tre-dimensjonale habitater i sjø, og naturbaserte løsninger</i> .
	Mangel på riktig type vekstflate	Velge typer av vekstflater som fremmer marinbiologisk mangfold; eksempelvis er stål mindre egnet enn lokal naturstein og/eller marinvennlig betong.
	Lavt mangfold i steinstørrelser	Ensformig kornstørrelse gir lav diversitet. For å fremme biomangfoldet vil en større variasjon av steinstørrelser fra store blokker til fin sand og silt, bidra positivt. Ved etablering av nye marine landskap bør finere sand og sedimenter demmes opp av større steiner for å forebygge sedimentflukt og erosjon.
	Monotone overflater	Reparere etablerte monotone strukturer og overflater som pilarer, kaikanter etc. gjennom <i>tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø og naturbaserte løsninger</i> .
FORSTYRRELSER	Bølgeslag fra båttrafikk	Bølgeslag fra båttrafikk kan bidra positivt for planter og dyr i fjæresonen ved å skape vannbevegelser som øker næringstilførselen til alger og matpartikler til filtrerende dyr. For mye bølgeslag (som tsunamieffekten fra store båter) kan medføre løsrivelse av arter og oppvirvling av sedimenter (se nedenfor).
	Støy på og i sjø	Støy under vann er et problem som vies større oppmerksomhet i senere år, og som anses som mest problematisk for sjøpattedyr og fisk. Støy som når land er sjenerende for folk. Elektrifisering av motorbåter og seilbåter uten motor er noen støyreduserende muligheter. Det samme er å redusere/begrense tid for aggregatbruk til båter som ligger til kai.

Faktor	Problem	Mulige tiltak
	Oppvirvling av sediment og spredning av miljøgifter pga. båttrafikk	Færre og mindre båter i småbåthavner vil avhjelpe oppvirvling av sedimenter med miljøgifter i båthavnene. Ved utbygging i sjø er tildekking av sedimenter med ren sand, og bruk av siltgardiner etablerte metoder. Bruk av <i>naturbaserte løsninger</i> som etablering av ålegrasenger/kantvegetasjon som binder sedimenter vil motvirke oppvirvling av sedimenter. <i>Blåskjell/sekkdyr-gardiner</i> kan filtrere og fange opp partikler. Båtdelingsordninger vil kunne redusere antall båter og dermed oppvirvling av sedimenter i småbåthavner. E-båter vil forebygge mengden utslipp av bensin/olje fra småbåter. Egne tiltak i båthavner for å ta hånd om forurensning fra båt puss er sentrale (Rinde m. fl. 2011a, b).
	Fremmede arter	Tilsvarende som på land må det i sjø gjennomføres tiltak for å unngå spredning av fremmede arter på bekostning av stede egne arter.
	Fiske	Det bør opprettes hummerfredningssoner og begrensinger på fangst av nøkkelarter som har viktige funksjoner i de konstruerte og reetablerte økosystemene. Krabber og hummer har en viktig rolle med å rense bunnen for døde blåskjell og andre organismer.
	Forsøpling	Det er nødvendig med formidling, opprydningsaksjoner, og skjøtsel for å løse ulike avfallsproblemer. En mulighet er å utdanne undervannsgartnere med hovedansvar for opprydding og skjøtsel (Hovind & Sørensen, 2019). Det kan utvikles hente- og panteordninger for søppel. Etablere tilsvarende løsninger som «Sluket» (PortBin) ved Sørenga på flere lokaliteter. «Sluket» er et aggregat-drevet tiltak som skaper et sug og en strøm som drar til seg avfall.
	Erosjon	Sikre sand/grusfyllinger på land nær sjøen. Plante kantvegetasjon på land og i sjø. Stabilisere fyllinger ved å anvende <i>naturlig erosjonssikring</i> , som en <i>naturbasert løsning</i> .
	Sedimentering	Tiltak som mudring bør skje på en skånsom måte som reduseres spredning av sedimenter. En effektiv urban vannhåndtering vil redusere problemer med sedimentering. Oversikt over overvannsløp er nødvendig. <i>Naturlige erosjonssikringstiltak</i> vil bidra til at færre partikler når sjøen.
	Byggevirksomhet	Avbøtende tiltak for å unngå og redusere støy, og tilførsler av avfall og sedimenter fra byggevirksomheten må planlegges. Reduksjon/unngå plast bør skje på produksjonsnivå. Utplassering av siltskjørt etc. er viktig. Kritiske faser i byggeprosessen som medfører belastning på naturverdiene bør overvåkes visuelt og ved bruk av f. eks. turbiditetsmålere (NGI 2008), og kritiske faser for dyr (som gytetid for torsk og fuglers hekkeperioder) bør unngås.
	Næringssaltbelastning	Det er behov for å oppgradere og øke kapasiteten til renseanleggene i takt med befolkningsveksten. <i>Urban vannhåndtering</i> på land er nødvendig. Det er laget flere strategier og veiledere for dette, inkludert etablering av <i>naturlige erosjonssikringstiltak</i> . Nedre del av Akerselva er laget uten kantvegetasjon til tross for at det er god plass til slike løsninger.
	Miljøgifter i avrenning fra land	Tiltak som reduserer avrenning fra harde flater på land; inkluderer <i>urban vannhåndtering</i> og <i>naturbaserte løsninger</i> , som regnbed, sandkummer, naturlig erosjons sikring
	Miljøgifter fra «gamle synder»	Opprydding av avfall og ulovlige utfyllinger. Tildekking av forurensa sedimenter er en etablert metode for å unngå spredning av miljøgifter fra gamle utslipp på bunnen.

Faktor BEGRENSENDE MILJØPARAMETRE	Problem	Mulige tiltak
Lystilgang	Brunt vann/mye partikler	Redusere tilførsler av humus og partikler i avrenning fra land gjennom urban vannhåndtering og naturbaserte løsninger. Redusere tilførsler av næringsalter som stimulerer oppblomstringer av planktonalger. Dette innebærer oppgradering av kloakkrør/reanseanlegg. Naturbaserte løsninger som regnbed, fangdammer, sandfang.
	Skyggende konstruksjoner	Sørge for lystiltak i konstruksjoner. Det kan settes krav til minimum lys for brygger og flytende konstruksjoner i sjø. Skygge fra høyhus bør vurderes i hver utbygging. Diversitetsfremmende habitat knyttet til flytende strukturer som flytende øyer, bruer for fotgjengere, båtbyggere er mulig.
Oksygenmangel	Dårlig vannsirkulasjon generelt	Fysiske tiltak som skaper bølger, strøm eller omrøring av vannmasser, dvs. tiltak som øker vannsirkulasjonen. <i>Naturbaserte løsninger</i> som etablering/fremming av blå skog vil forbedre oksygenforholdene.
	For mye næringsalter	<i>Urban vannhåndtering og naturbaserte løsninger som blå skog og filtrerende dyr</i> vil rense og filtrere vannet for næringsalter.
	Global oppvarming	Velge tiltak som fremmer arter som er i stand til å tåle forventede temperaturøkninger de nærmeste 20-50 årene. Blå skoger er vist å ha en klimadepende effekt samt at de bufrer for forsuring ved å produsere oksygen. Dermed har etablering av vegetasjon en dempende effekt under hetebølger som skyldes global oppvarming.
	Redusert vannsirkulasjon pga. utbygging	Ved utbygging og tiltak i sjø bør det settes krav om modellering av tiltakenes påvirkning på bølger, strøm og oksygenforhold. Der det er mulig kan strukturer modifiseres, eller det kan settes i <i>verk tiltak som øker vannsirkulasjonen</i> hvis nødvendig.

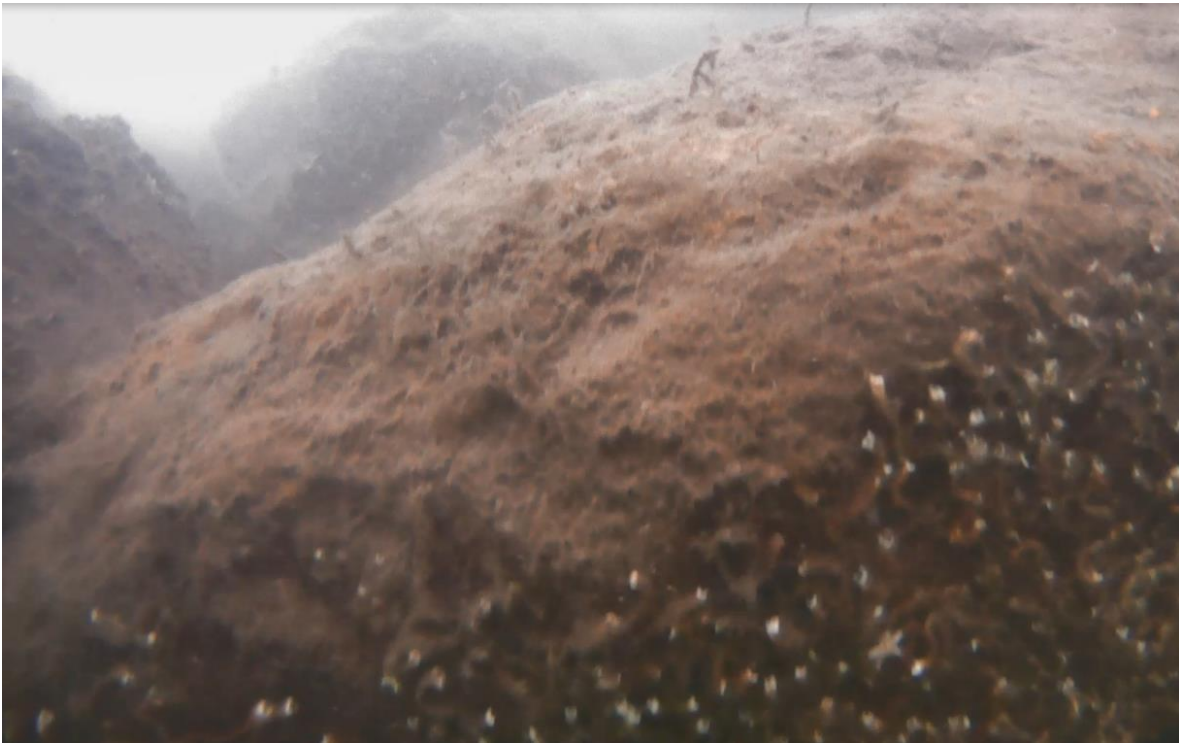
3.3.2 Reparasjon og nydanning av undervannslandskap og vekstflater i den urbane fjæra

Terrangforhold som dyp og skråning, variasjon i ulike vekstflater, samt landskapsdiversitet påvirker det biologiske mangfoldet. Faktorer som for dype, samt monotone strukturer med glatte overflater og rette kanter, som vist i **Figur 14**, hemmer etablering av planter og dyr i sjøsonen. Det samme gjør skyggende konstruksjoner, sedimentering og tilførsler av næringssalter, samt dårlige oksygenforhold. Reparasjoner og nydanning av undervannslandskap og vekstflater i den urbane fjæra bidrar til å løse slike problemer.



Figur 14. Et eksempel på bruk av glatte overflater og rette kanter ved utbygging i sjø, fra Bispevika B6a, før vannet slippes inn. Foto: Eli Rinde/NIVA, oktober 2018.

Befaringen viste at det var generelt lite liv på steiner og bløtbunn med mye sedimentering (**Figur 15**). På bratte flater av steinblokker og på undersiden av overheng, der de sedimenterte partiklene ikke hoper seg opp, ble det funnet mye trekantmark, kråkeboller, sjøroser, sekkdyr og andre arter. Nye utfyllinger med ustabil småstein hadde mindre mangfold enn eksempelvis de bratte granittblokkmurskaiene som ble bygget lang tilbake i tid. Tid og stabilitet er dermed også viktige forhold som påvirker det biologiske mangfoldet. Jo lenger en struktur blir stående i sjøen og jo mer stabil strukturen er, desto flere arter får anledning til å etablere seg på vekstflaten. Det er kjent at marint liv som etablerer seg på en overflate skaper gode vekstvilkår for andre marine organismer til å slå seg ned.



Figur 15. Befaringen 4. oktober 2019 viste lite liv på store steiner med mye sedimentering. Her ved Alnas utløp, Sydhavna. Stillbilde fra undervannsoptak. ROV-pilot: Henry Simmons.

Ved å tilrettelegge terreng- og vekstflater slik at de blir attraktive og skaper gode livsbetingelser for planter og dyr, vil en også kunne påvirke andre viktige miljøforhold på en positiv måte, som lys, strøm, bølger og oksygenforholdene. Nevnte forhold er også bestemmende for hvilke marine organismer som kan leve i et område. Som nevnt trenger algene tilstrekkelig lys for å kunne drive fotosyntese og for å vokse og overleve. Bølger og strøm påvirker oksygenforholdene og mengden mat som tilføres dyrene som spiser ved å filtrere næringspartikler som blåskjell og østers. Motsatt gir dårlige oksygenforhold lite liv.

Mulige *lystiltak* som vil forbedre lystilgangen for marine arter i de urbane sjøområdene omfatter å "løfte sjøbunnen opp i lyset" og å etablere *lysluker* i konstruksjoner. Siden lys er en begrensende faktor for bunnlevende planter, bestemmer lysforholdene plantenes nedre voksedyp. Nedre voksedyp for makroalger er grunnere i indre del av fjorden enn i ytre del.

Reparasjoner og nydanning av urbane undervannslandskap krever planlegging og bruk av riktig type vekstflater, som bløt sand- eller mudderbunn for ålegrasenger, og skrånende, grunn fjellbunn for tangsamfunn (**Figur 11** og **12**). Etablering av grunne bløtbunnehager kan være nødvendig for å fremme ålegrasenger og det biologiske mangfoldet som er knyttet til dette økosystemet. Tilsvarende vil skrånende fjellbunn eller stabil steinbunn på grunt vann, være nødvendige vekstflater for å etablere tangsamfunn. For å kunne reetablere eller fremme marint liv er det generelt viktig å velge vekstflater og utforminger som bidrar til gode leveforhold for de stedeegne artene. Det vil si å etterligne lokalitetens naturlige diversitet i vekstflater i form av sprekker og huler, skråningsforhold og forekomst av strukturer som overheng.

For å bedre forholdene for planter og dyr på de undersøkte lokalitetene vil det å modifisere eller reparere nåværende monotone utforming på vegger, murer og pilarer bidra til å skape bedre boliger

for planter og dyr. Hovedmålet med å modifisere søyler, piler og murblokker vil være å øke kompleksiteten fra glatte, jevne flater til strukturer og teksturer som tilrettelegger for at marine planter og dyr kan slå seg ned. Det innebærer også å skape varierte skjulesteder for de bevegelige artene som fisk, krabber og hummer. En viktig forutsetning for å skape lokalt tilpassede levesteder er å kartlegge variasjonen i det lokale naturområdet både med hensyn til geologi, biologi og hvilke arter som finnes. Geologien bestemmer graden av terrengvariasjon på liten og stor skala, som de lokale marine artene er tilpasset. Det å bruke naturen som inspirasjon til utforming av naturbaserte løsninger er et ledd i å etablere lokalt tilpassede løsninger. Det er kjent at både farger, former og teksturer påvirker arters valg av områder å slå seg ned i (Sørensen m. fl. 2018).

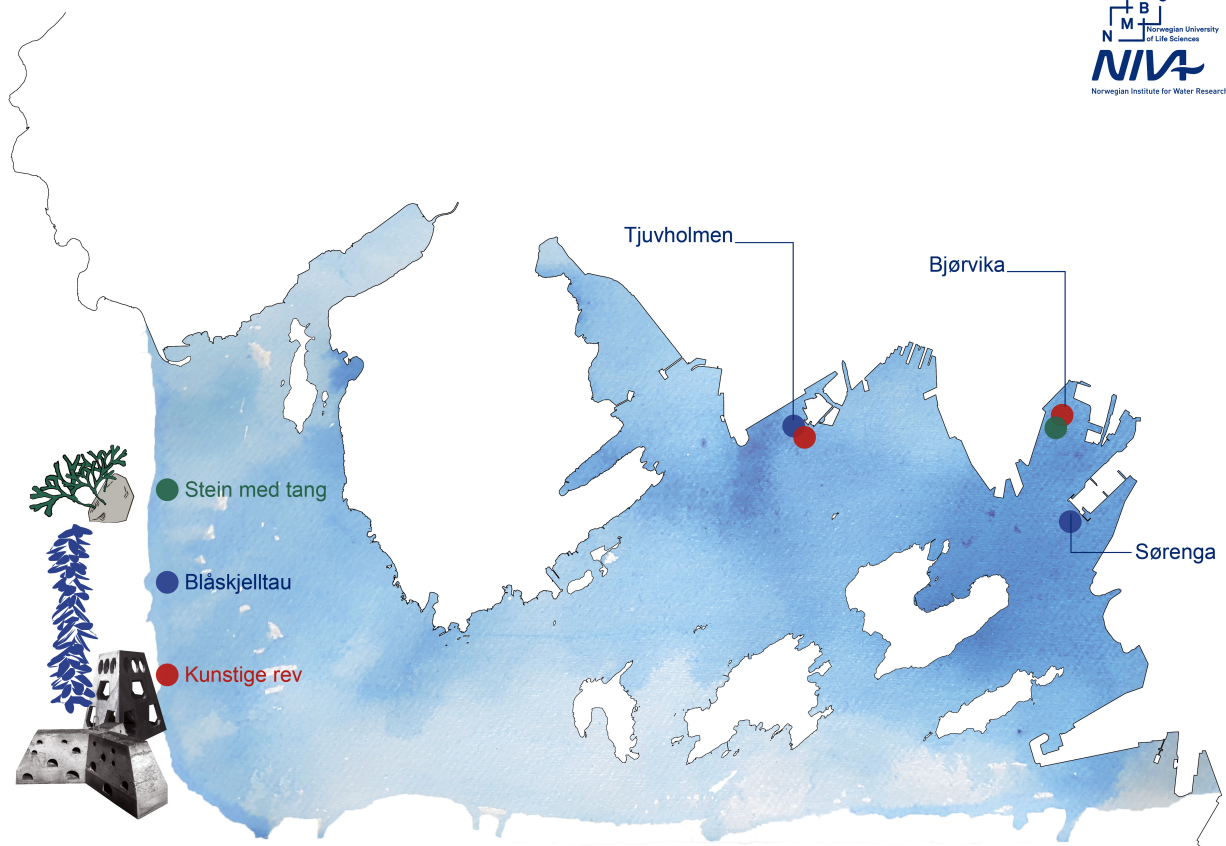
Når nye marine landskap og habitat planlegges eller ved modifisering av etablerte strukturer anbefales det å etterligne den naturlige fjæresonas mangfold. En slik tilnærming vil tilby et mangfold av habitater som sannsynligvis vil fremme et så stort biologisk mangfold som mulig for det aktuelle restaureringsområdet. Dette gjelder både med hensyn til terreng og landskapsdiversitet, som variasjon i skråningsforhold med bratte og flate områder, horisontale innbuktninger med små og store vikler langs strandlinjen, teksturvariasjon med små og store hulrom, groper, og sprekker, samt variasjoner i type vekstflater som fjell, stein, sand, betong og tre.

3.3.3 Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø – erfaringer fra området

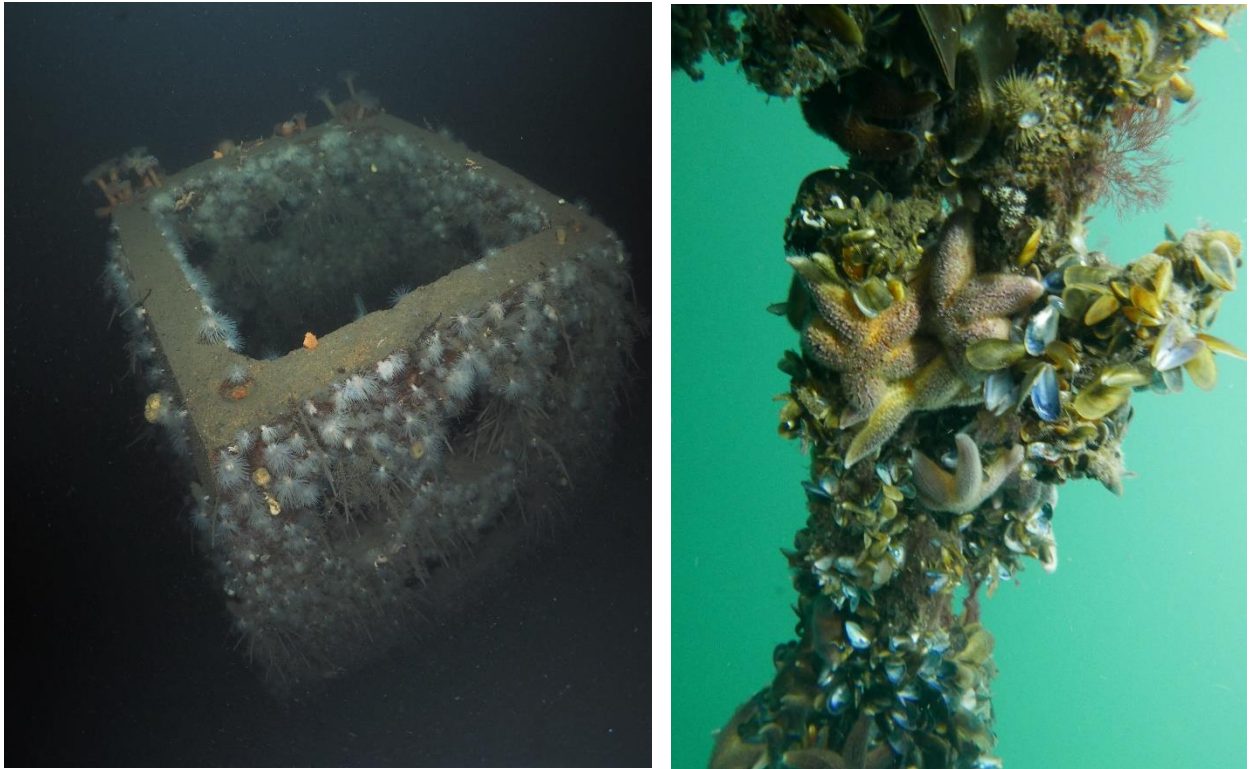
Utsetting av strukturer i sjø som tilrettelegger for marint liv er en veletablert metode som også er brukt i småskalaforsøk i utredningsområdet, ved Tjuvholmen, Bjørvika og Sørenga (**Figur 16**). De tre metodene som er benyttet er utsetting av kunstige rev, naturlig stein med tang, og blåskjelltau (**Figur 17**).

Kunstige rev blir satt ut for å *tilby tredimensjonale diversitetsfremmende strukturer* som kan fungere som levested for mobile arter som fisk, krabber og hummer, og som vekstflater for fastsittende marine organismer. Revene som allerede er satt ut i Fjordbyen er hovedsakelig laget av betong. Pilotprosjektene som er gjennomført ved Tjuvholmen og Bjørvika utenfor Operaen og på Skipsvollstøtten ble initiert og finansiert av utbyggerne på Tjuvholmen og Oslo Havn for å framskynde og øke mangfoldet av marine organismer.

Blåskjelltau er satt ut for å få nedslag av blåskjell og andre filtrerende dyr. Dette er en kjent metode for å rense vannmassene for partikler. En spesiell type tauverk kalt 'fuzzy ropes', som brukes til oppdrett av blåskjell ble benyttet på Tjuvholmen. Da disse er plastbasert bør det brukes miljøvennlig taumateriale ved nyetablering av denne metoden.



Figur 16. Oversikt over eksisterende småskala tiltak for å fremme marinbiologisk mangfold i Fjordbyen i perioden 2009-2015. Diagram: Elin T. Sørensen © BONO 2019.



Figur 17. Kunstig rev laget av Per Jahren (venstre) og blåskjelltau (høyre) ved Tjuvholmen.
Foto: Janne K. Gitmark/NIVA, oktober 2017 (venstre) & Camilla W. Fagerli/NIVA, november 2016.

På Tjuvholmen ble 100 enheter med kunstige rev satt ut under plattformdekket, og 1000 blåskjelltau ble hengt ut under kaiplatene som vekstflater for filtrerende organismer. Tiltaket har vært vellykket og et variert dyresamfunn har etablert seg på revene. På grunn av store dyp og lite lystilgang, samt skygge fra bryggeplattformene, har det ikke etablert seg algevegetasjon på revene. På blåskjelltauene derimot er det etablert en tett forekomst av filtrerende dyr. NIVA har anslått at blåskjellene ved Tjuvholmen bidrar til vannrensing av mer enn 6000 m³ vann per time, gitt at et blåskjell kan filtrere mer enn 3 liter per time. På grunn av manglende oppfølging og skjøtsel av blåskjelltauene er det påvist dårlige bunnforhold, delvis forårsaket av for mange blåskjelltau og for få åtseletere på bunnen til å omsette de organismene som faller ned fra tauene. Åtseletere som hummer som raskt etablerte seg i området, ble fisket ut, og fikk ikke utført den tiltenkte «ryddejobben» med å rense bunnen for dødt materiale. Skjørt-kanten rundt kaianlegget, som for øvrig er vanlig langs Fjordbyens kaier, gjør det umulig å komme til for å fjerne noen av tauene, eller å rydde vekk råtnende blåskjell. Forråtnelse av organisk materiale medfører oksygenmangel i bunnsedimentet og framvekst av bakterier. Det er observert mye sedimentering på horisontale flater på revstrukturene, og mindre sedimentering på skrå eller vertikale flater og flater med åpning for vanngjennomstrømming. Det ble dessverre også funnet fremmede arter på blåskjelltauene. Ved utsetting av kunstige strukturer må man være oppmerksom på at de kan fungere som springbrett for spredning av fremmede arter (jf. Rinde m. fl. 2017). Tilsvarende som på land, er det nødvendig å skjytte de urbane blå parkene, ved å luke bort og iverksettes ryddetiltak for å forebygge spredning av fremmede arter.

Erfaringene fra Tjuvholmen viser at det er viktig å tenke på samspill mellom arter i området, og tilrettelegge for etablering av dyr på ulike nivåer i næringskjeden. Eksempelvis vil bunnlevende konsumenter som krabber og hummer bidra til omsetning av organisk materiale og dermed til

opprettholdelse av gode bunnforhold. For å unngå at hummerne blir fisket opp, anbefaler vi at det søkes om fredning av hummer i Fjordbyen. Fiskeridirektoratet har laget en mal for opprettelse av hummerreservat. Denne tilsier at Oslo kommune må søke om fredning av hummer for et større areal enn utredningsområdet. Vi viser til et tidligere innspill til Bymiljøetaten om en søknad om fredning av hummer fra NIVA ved Hartvig Christie (2015), tilknyttet forbedringstiltakene ved Tjuvholmen, og som kan benyttes i en søknad til Fiskeridirektoratet.

Utsetting av kunstige rev og blåskjelltau vil fremme biologisk mangfold gjennom å tilby nye og mer varierte overflater og strukturer til de marine organismene. Tiltakene ved Tjuvholmen, Bjørvika og Sørenga viser at slike løsninger fungerer. Her ble det imidlertid ikke satt av midler til å teste ut ulike typer materialer, eller til å følge opp og justere tiltakene underveis. For å finne fram til de beste løsningene for hver enkelt lokalitet anbefales det å legge opp til regelmessig evaluering og en adaptiv oppfølging for å høste erfaringer og for å kunne justere kursen underveis. Tilsvarende adaptiv framgangsmåte er anbefalt i den landsdekkende pollinatorstrategien på land.

For å videreutvikle det marine mangfoldet i Fjordbyen gjenstår det å teste og utvikle materialvalg som miljøvennlig betong, naturstein, holdbare og miljøvennlige tau, samt en lokalt tilpasset utforming av kunstige strukturer og rev med habitatdannende faktorer som variasjoner i hulrom, sprekker, skråningsforhold etc. Det er også mulig å teste og utvikle kunstige strukturer som hermer tang og tareskoger. Eksempel på et kommersielt tilgjengelig kunstig habitat for fisk som etterligner sjøgras, er vist i **Figur 18**. Befaringen og tidligere tiltak viser særlig stor begroing og mangfold på tau som har mulighet til å bevege seg i vannmassene, i forhold til de samfunnene som blir etablert på fast underlag. Dette indikerer at det kan være et stort unyttet potensial i å utvikle fleksible elementer som beveger seg med vannstrømmene i samspill med faste, stabile strukturer.



Figur 18. Kunstig habitat for fisk. Foto: Fishiding, *Artificial Fish Habitat*, hentet februar 2017: <https://www.fishiding.com/cradle-artificial-shallow-fry-habitat/>

3.3.4 Etablering av habitatdannende arter – muligheter og erfaringer

Igangsetting av tiltak som fremmer habitatdannende arter krever en i tidlig fase dialog med aktuelle myndigheter for å innhente nødvendige tillatelser for å flytte på arter.

Etablering av *blå skoger*, som tang og ålegras, vil øke det biologiske mangfoldet på en lokalitet i tillegg til å rense vann, stabilisere sedimenter (denne egenskapen utøves kun av ålegras blant de blå skogdannende artene), samt motvirke negative effekter av klimaendringer. Ved å fremme forekomster av habitatdannende arter som tang, ålegras, blåskjell og flatøsters, kan det skapes artsrike oaser av organismer i ellers ørkenaktige landskap. Habitatdannende arter skaper egne habitater eller økosystemer, ved å lage tredimensjonale vekstflater og «nabolag» som tiltrekker seg mange andre dyr og planter.

Ved å restaurere eksisterende samfunn eller plante ut strukturerende arter skapes det som kalles en «tilretteleggingskaskade». Det innebærer at de habitatdannende artene fremmer en annen habitatdannende art som til sammen har positive ringvirkninger på lokalt biologisk mangfold (Gribben m. fl. 2019). Slike artssamfunn kan overlappes i utbredelse eller de kan påvirke hverandre på tvers av landskapet. Eksempelvis kan blåskjellbanker påvirke forekomst av hjertemuslinger hundrevis av meter unna, ved å påvirke vannbevegelsene og sedimentasjonsforholdene (van de Koppel m. fl. 2015). Det er også funnet at ålegrasenger kan påvirkes positivt av østers og blåskjell (Wall m. fl. 2008, Reusch m. fl. 1994). Det å skape grobunn for *tilretteleggingskaskader* kan sammenlignes med arbeidet som er gjort med nevnte pollinatorpassasje og pollinatorstrategi på land.

Mulige tiltak som kan gjøres for å fremme forekomst av tang, ålegras, blåskjell, flatøsters og eventuelt andre nøkkelarter i Oslos urbane sjøområder er beskrevet for hver av de undersøkte lokalitetene (**kapittel 3.5**).

For å framskynde en re-etablering av tang og ålegras på «løfta» eller «belyste» vekstflater, kan en flytte eller transplantere planter fra naturlige områder. Tang kan plantes til nye områder ved å flytte på stein med naturlig begroing av tang. Det er også mulig å etablere *hengende marine hager* ved å kjøpe tau som er tilplantet med unge sukkertareplanter fra lokale bestander, og som kan henges ut på bøyer. Slike lokaltilpassede sukkertaretau kan kjøpes fra etablerte taredyrkere. Det er også mulig å plante ut små sukkertare-, eller tangplanter hentet fra lokale bestander, og feste disse på tau. Dette er utført med suksess av NIVA i EU-prosjektet MERCES, med sukkertare på Vega. Det er verdt å merke seg at en suksessfaktor her var fjerning av beitende kråkeboller. Befaringen viste at det var mange små kråkeboller i nesten hele utredningsområdet, som kan beite ned ålegras og tang. Beiting av kråkeboller på viktige habitatdannende arter bør kartlegges. Hvis nødvendig må kråkebollebestandene reguleres i prioriterte områder for å unngå nedbeiting av re- og nyetablerte *blå skoger*. Bymiljøetaten kontraherer gartnere til skjøtsel og drift av uteområder. Lignende bør etableres for marine områder, som for eksempel for å holde antall kråkeboller, og fremmede arter under kontroll på viktige lokaliteter.

For en nyetablering av ålegrasenger må det bygges opp et egnet undervannslandskap med groper som fylles med silt og sand, og der utformingen planlegges slik at sedimentene holdes på plass. Utplanting av donorplanter hentet fra nærliggende ålegrasenger er mulig. I slike tiltak bør en ta med noe av sedimentene fra stedet en henter ålegrasplantene fra.

På befaringen ble det funnet mye flatøsters på enkelte lokaliteter, og særlig under kaia ved Festningsallmenningen. Mulige tiltak som kan øke eller forsterke levekårene for denne arten kan være å henge ut østerskurver med større individer av arten, og etablere forbindelser mellom pålene

som har stor forekomst av arten og de som har mindre forekomst. Utforminger som bidrar til spredning av arten og sterkere økologiske forbindelser, i likhet med pollinatorpassasjen på land, bør utvikles og testes. Siden mange av organismene i sjø sprer seg ved hjelp av planktoniske larver eller sporer vil disse ha stor sjanse for å spre seg av seg selv. Imidlertid kan spredning av både fastsittende og bevegelige marine organismer, gjennom tiltak i sjø, økes gjennom tilsvarende tiltak som tilrettelegger for spredning av flyende insekter langs korridorer på land. En økning av tilgang til egnede leveområder for ulike arter i sjø vil øke potensiale for at artene kan spre seg. Siden både blåskjell, østers, rur og trekantmark liker å slå seg ned på eller ved sine egne artsfrender, vil tiltak som fremmer små forekomster av disse artene kunne føre til overnenvnte kaskadeeffekt med økende forekomst av mange arter som resultat. Dette er knyttet til østers og blåskjells egenskaper til å danne såkalte «*biogenic reefs*», det vil si biologiske eller naturlige revstrukturer.

Tverrfaglig samarbeide er en suksessfaktor for å komme fram til de beste løsningene med hensyn til å modifisere og skape nye undervannslandskap og vekstflater (**kapittel 3.3.1**), å kunne videreutvikle og teste ulike tre-dimensjonale habitateneheter, og for etablering av habitatdannende arter.

3.3.5 Tiltak som fremmer lys og oksygenrike forhold

Plantene trenger lys for å leve, og dyrene oksygen. Dårlige lysforhold for algene skyldes brunt vann, mye partikler, oppvirvling av sedimenter knyttet til båttrafikk, samt skyggende konstruksjoner i sjø. Tiltak for å bedre lysforholdene omfatter dermed de samme tiltakene som behøves for å redusere tilførsler av partikler og miljøgifter fra avrenning fra land. I tillegg er det viktig å få kontroll på næringssalttilførsler som stimulerer oppblomstringer av planktonalger. Dette krever effektiv *urban vannhåndtering*, oppgradering av kloakkrør/renseanlegg, *naturlige erosjonssikringstiltak*, og bruk av *naturbaserte renseløsninger (blå skoger, hengende marine hager, blåskjell/musling kolonier)*.

Tiltakene for å redusere oppvirvling av sediment og spredning av miljøgifter på grunn av båttrafikk er også relevante her, siden slik oppvirvling reduserer lysforholdene. En annen mulighet som vil bedre lysforholdene for fastsittende alger, er å bygge eller å modifisere konstruksjoner slik at de slipper gjennom lys.

Det er tidvis dårlige oksygenforhold i utredningsområdet på grunn av manglende vannutskifting, lav vannsirkulasjon og for høye næringssaltkonsentrasjoner. Problemene med lave oksygenforhold i Indre Oslofjord kan bli hyppigere i et varmere klima på grunn av høyere stoffskifte og økt behov for oksygen. Oksygenforholdene kan bedres gjennom fysiske tiltak som skaper bølger, strøm eller omrøring av vannmasser, og gjennom tiltak som gir kontroll på tilførsler av næringssalter (som nevnt over). Ved nye utbygginger eller tiltak i sjø, bør en vurdere hvordan tiltakene vil påvirke bølger, strøm og oksygenforhold. Der det er mulig kan en modifisere etablerte strukturer eller innføre mekanismer som øker vannsirkulasjonen.

Det er fullt mulig å øke utskiftningen av bunnvannet i Oslos havnebasseng. Hvis det blir pumpet ned ferskvann på dypet, vil det føre til økt vertikal blanding. Dette fordi ferskvannet har positiv oppdrift og vil stige oppover, samtidig som det river med seg omkringliggende vann. Ved å gjøre dette er det sannsynligvis mulig få gode nok oksygenforhold til at fisk og reker kan leve på det store bunnarealet der det per i dag ikke er egnet for liv (**kapittel 3.1.1**). Den mest gunstige plasseringen av tiltaket er det dypeste punktet, 29 m, som er markert med en oransje stjerne i **Figur 5**.

Andre mulige tiltak for å øke vannsirkulasjonen er å fjerne flytebrygger som både skygger og reduserer lysforholdene på sjøbunnen, og som også demper den vinddrevne vannsirkulasjonen.

Åpning eller utvidelse av bekkeløp, slik at de kan ta av for storflom og periodevis medføre en større ferskvannsdrevet omrøring i området (estuarin sirkulasjon), er også mulig. Den estuarine sirkulasjonen oppstår når ferskvannet innerst i fjorden føres utover i en overflatestrøm, som samtidig kompenseres av en innover rettet, dypere strøm, kalt kompensasjonsstrøm.

3.3.6 Mulige overordna tiltak

Noen av de mest presserende problemstillingene er felles for hele utredningsområde, og dermed for hver enkelt lokalitet. Flere av disse gjelder tiltak på landsiden som *urban vannhåndtering* og *naturlig erosjonssikring*.

Det å begrense avrenning fra land til sjø bør utredes og settes i verk, spesielt mengden avrenning under store nedbørsfall. Viktigheten av å håndtere den såkalte «*first flush*» i heftige regnværperioder, og som det forventes mer av i framtiden, er blitt godt belyst (Statens Vegvesen, 2013). "First flush"-effekten innebærer at forurensninger som har samlet seg opp siden forrige regnvær følger med i den første overflateavrenningen. Er det lenge siden forrige regnskyll vil "first flush" kunne inneholde store mengder forurensninger.

Flere av transformasjonsområdene har elvemunninger og ferskvannspåvirkning. Utvikling av naturhermende urbane elvemunninger og brakkvannsbiotoper vil dermed være gode, generelle tiltak for utredningsområdet. Innen naturrestaurering, anbefales gjerne en buffersoner på 20 m fra elvas vannkropp og ut fra elvebreddene (se blant annet Magnussen m. fl. 2017). For å høste erfaringer er det viktig at *naturbaserte løsninger* testes ut og anvendes som et ledd i en framtidrettet byutvikling.

Formørkning og økt sedimentering er et generelt fenomen for Skagerrak, men skaper ekstra dårlige forhold i Indre Oslofjord. Begge deler gir dårlige lysforhold, og sedimentering reduserer arters kolonisering og overlevelse på tilgjengelige vekstflater. Sedimentering er også en naturlig prosess. Måling og overvåking av sedimenteringshastigheter på ulike lokaliteter vil kunne gi nyttig kunnskap om disse ratene, og hvilke områder som kanskje er bedre egnet for re- og nyetablering av biologisk mangfold enn andre områder på grunn av lavere sedimenteringshastigheter. En mulig oppfølging av enkelte tiltak kan være at en manuelt fjerner løst sediment regelmessig fra vekstflater. Innen prosjektet «*The Community Seagrass Initiative*» ble trådalger regelmessig fjernet fra restaurerte ålegrasenger. Dette er et pioner-forskningsprosjekt, med en utstrekning på 300 kilometer kystlinje, fra Looe til Weymouth, sydvest i England (<http://www.csi-seagrass.co.uk/>).

På flere av de undersøkte lokalitetene ble det observert bakteriebelegg, som skyldes en kombinasjon av dårlig vannsirkulasjon og for mye næringssalter. Forbedring av vannsirkulasjon gjennom eksempelvis etablering av luftbobleanlegg eller utløp av kjølevann, kan avhjelpe situasjonen utover selve utslippspunktet. Mengden næringssalter kan reduseres gjennom tiltak på land som *urban vannhåndtering*, *naturlig erosjonssikring*, og etablering av habitatdannende arter som renser vannet (tang, ålegras, muslinger). Det å tilrettelegge for et variert dyresamfunn slik at økosystemets ulike nøkkelfunksjoner ivaretas er viktig. Eksempelvis vil små snegl kunne holde hurtigvoksende trådalger nede og hindre overgroing av flerårige habitatdannende arter. Som nevnt, bidrar åtseletere til raskere nedbrytning av organisk materiale før det når forråtnelse.

Overgangen mellom saltvann og ferskvann er av betydning for fisk. Fisk trives med tredimensjonale bunnforhold, som kulper sammen med kantutforming med variert substrat og vegetasjon med røtter som gir mat og skjul. Reparasjon av elvemunninger og etablering av vegeterte buffersoner vil dermed fremme det biologiske mangfoldet i Fjordbyen, samtidig som slike tiltak reduserer erosjon og

sedimentering. En CAD-analyse viser at det er plass til ca. 20 meter kantvegetasjon på hver side av Akerselva, Alna og Hoffselvas utløp. Ved Frognerelvas utløp er avstand fra kulvertåpning til sjø vesentlig kortere enn ved de andre elvene.

Reduksjon i sjøarealet som er dekket av flytebrygger, vil øke vannsirkulasjonen og forbedre oksygenforholdene i Fjordbyen. Tiltak som kan begrense forstyrrelser knyttet til båttrafikk kan utvikles som generelle overordna tiltak (dette er omtalt i **kapittel 3.3.1**).

3.4 Begrensende faktorer for gjennomføring av tiltak

Utfra befaringen ble noen av lokalitetene vurdert som lite egnet for naturforbedrende tiltak, blant annet på grunn av pågående havnevirkosomhet, ferge- og cruiseterminaler. Dette gjelder Pipervika, Filipstad og Søndre Akershuskai. Tjuvholmen som er ferdig utbygd og privat eid, anses også som mindre egnet for nye tiltak.

Manglende terrengdata, særlig i fjæresona, samt data om biologisk mangfold i sjø, begrenser mulighetene landskapsarkitekter har til å inkludere marine forhold i prosjekteringen. Det har hittil vært en manglende bevissthet om marine landskap og livet i vann blant både planmyndigheter, utbyggere, landskapsarkitekter og biologer. Her er det viktig å arbeide for økt bevissthet om nødvendigheten av å se land og sjø i sammenheng. Det er også viktig å rette oppmerksomheten mot utforming av terreng, strukturer og fysiske forhold som fremmer marint liv. Per i dag mangler vi kunnskap om lokale variasjoner i lys, oksygen, temperatur, salinitet og bølger og strøm. Slike kunnskapshull kan fylles ved å sette ut målesensorer. I denne sammenhengen er det sentralt å kartlegge terreng- og biologi-data på et detaljert nivå og at disse dataene gjøres tilgjengelige for alle faggrupper.

Eksempler på andre begrensende faktorer er:

- Privatisering, eksempelvis langs hele Frognerkilens byside.
- Bit-for-bit planlegging, både innad i kommunene og på tvers av kommuner. Bit-for-bit planlegging er spesielt uegnet for vannmiljøtiltak der det er essensielt å se ferskvann, elveløp og sjøen i sammenheng.
- Tilgang til et variert tilbud av kunstige rev og miljøvennlige materialer som egner seg i saltvann

Det finnes noen få norske firma som produserer kunstige rev, eksempelvis hummerhus. Men det er et stort behov for å teste ut og høste erfaringer om ulike marinvennlige materialer samt arkitektur og bosteder for sjøplanter og -dyr.

På workshopen kom det fram at det var stor usikkerhet knyttet til hvem har ansvaret og hvem som forvalter vannflaten i ulike deler av utredningsområdet. For å planlegge og utvikle tiltak som fremmer marinbiologisk mangfold i Indre Oslofjord, ser vi et stort behov for avklaring av lovverk og ansvarsfordeling knyttet til arealbruk i sjø. Blant annet har Bymiljøetaten og Plan- og bygningsetaten fått henvendelser om hvilke sjøbunnområder i kommunen som kan benyttes for kommersiell dyrking av alger og andre marine organismer. Om Bymiljøetaten kan gi tillatelse til en slik virksomhet er p.t. ikke kjent. Det er et stort behov for ansvarsavklaring for bruk av kommunens sjøarealer. Spesifikasjoner og krav til naturforbedrende tiltak bør inn i reguleringsbestemmelser og utlysninger av nye sjønære byggeprosjekter. Prosjektet «Aktiv vannflate» har som mål å øke det marine mangfoldet i Fjordbyen. Utover det er ikke marin natur inkludert i plandokumenter og veiledere som

omhandler urbane blågrønne løsninger og strategier. Marinbiologisk mangfold må inkluderes i byutviklingen og uttrykkes i plan- og styringsdokumenter.

3.5 Mulighetene for hvert enkelt av AKVAs områder

For hver lokalitet gis det en beskrivelse av den eksisterende utformingen av fjæresona. Disse er kategorisert som følger:

- *Steinsatt rett kant* (plastret med kampestein fra 4 m)
- *Verneverdig blokkmurskai* (granittmur)
- *Pilar- og pelekai* (betong/stålpunt/tre-dekke)
- *Kaikant* (granitt, nylig anlagt)
- *Utfylling "byfyll"* (stein og grusmasser, rester av murstein, betong og asfalt)
- *Urban strand* (en kornstørrelse som sand eller grus)
- *Flytebrygger/båtanlegg*
- *Naturlig strandformasjon* (hardbunn/bløtbunn)

Forslag til tiltak er strukturert etter samme inndeling som tidligere ved å knytte disse til løsninger på følgende tema: terreng/vekstflater, forstyrrelser, og begrensende miljøparametere.



Figur 19. Området Frognerkilen inkludert innerste del av Bestumkilen. Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1: 5000.

3.5.1 Frognerkilen

Eksisterende utforming av fjæresona

Dette området inkluderer både monotone utforminger med «byfyll» innerst ved Frognerstranda, og en lang, glatt granittmur fra Frognerelvas utløp som går over i en rett utfylling i sjø med «byfyll» og pukk. Flytebrygger/båtanlegg går både utfra Frognerstranda og langs utfyllingen i hele kilen (**Figur 19**).

Nåværende status

Befaringen viste at Frognerkilen har lite marinbiologisk mangfold. Det var stor forekomst av bakteriebelegg på den bløte bunnen innover i kilen, og funn av fremmede marine arter som japansk drivtang og stillehavsøsters. Flytebryggene demper vannsirkulasjonen i området, og gjør det også vanskelig å iverksette tiltak som kan forbedre vannsirkulasjonen.

Terreng/vekstflater

Det kan være mulig å etablere ålegrasenger i området. - Kilen kan ha hatt forekomst av ålegras tidligere. Mulige tiltak kan være å transplantere ut ålegras. Det bør testes hvor store ålegrasarealer det er nødvendig å etablere for at plantene skal kunne overleve. Dersom restaureringen av ålegras lykkes, vil de bidra til å forbedre oksygenforholdene og redusere næringssaltnivåene lokalt. Etablering av filtrerende arter som blåskjell og flatøsters, vil også kunne bedre den økologiske tilstanden i området, dersom tilrettelegging/transplantering av disse artene lykkes. En annen mulighet er å teste ut om utplassering av stein med tang kan benyttes for å fremme biologisk mangfold og den økologiske tilstanden. Siden Bymiljøetaten forvalter området på land, er muligheten for testing av ulike tiltak og folkelig formidling god.

Forstyrrelser

Det anbefales å legges opp til *naturlige erosjonsdempende tiltak* for å redusere tilførsler av partikler og næringsalter gjennom avrenning fra land. Frognerstranda har god plass på land til re-etablering og gjenskaping av våtmarksfunksjoner, samt restaurering av ålegrasenger i sjø. Mulige tiltak for å redusere miljøgift-problemer knyttet til båthavnen er oppsamlingsanlegg for båtavfall/avfall fra oppussinger, og å kutte ut bunnstoff på båter. Tiltak for utvikling av miljøvennlige småbåthavner er gitt i Rinde m. fl. (2011a, b). Flytebrygger/båtanlegg reduserer lysforholdene. Med hensyn til båtbruk er tilrettelegging for elektriske båter, reduisering av antall båter viktige løsninger. Båtdelingsordninger bør også utredes. Nivåene av miljøgifter i sedimentene kan reduseres ved å bytte ut det forurensede sedimentet med nytt, rent sediment.

Begrensende miljøparametere

Et effektivt tiltak som vil øke vannutskiftingen i området er å fjerne flytebryggene som stopper den vinddrevne sirkulasjonen, som er den viktigste drivkraften for vannsirkulasjon i Oslofjorden. Flytebryggene gjør det umulig å skape omrøring ved hjelp av *luftingstiltak*. Mulige forbedrende tiltak er; 1) å fjerne eller å redusere antallet flytebrygger, og 2) *lufting* av området for å øke vannsirkulasjonen, dersom flytebryggene er fjernet.

En større bekkeåpning, eksempelvis å tilbakeføre Frognerelvas opprinnelige løp, vil kunne føre til mer ferskvannstilførsler innerst i kilen, og en større estuarin sirkulasjon i området. En større, samordnet bekkeåpningsstrategi for Hoffselva og Frognerelva, i samspill med andre *urbane vannhåndteringstiltak*, vil kunne motvirke og ta imot flom på Skøyenområdet. Samtidig vil avrenningen kunne føre til økte tilførsler av partikler dersom det ikke samtidig legges opp til *naturlig erosjonssikring* som etablering av våtmarker og kantvegetasjon (se kart i **Vedlegg C**).

Oppsummering og mulige tiltak

- **Frognerkilen** er en av Fjordbyens større gjenværende transformasjonsområde. Her ligger forholdene godt til rette for en helhetlig urban fjæreutforming. Frognerstranda egner seg til å utvikles som våtmarksområde på land, med brakkvannsbiotop tilknyttet Frognerelva og ålegrasenger i sjø. Utfylt rett kant kan omformes til en *naturlignende strandformasjon* som fremmer hardbunns- og bløtbunnsfunn.

Småskala tiltak:

Teste ut etablering av ålegrasenger og tangsamfunn, samt etablering av blåskjell og flatøsters.

Utrede en omorganisering av flytebryggene samt båtdelingsordninger for Frogner- og Bestumkilen.

Middels store tiltak som vil bedre vannsirkulasjon, redusere erosjon, og miljøgifter:

Lage en samordnet bekkeåpningsstrategi for Hoffselva og Frognerelva.

Etablere våtmarksfunksjoner og kantvegetasjon ved elv og i sjø, som *naturlig erosjonssikring*.

Rydde opp i giftig sediment.

Storskala tiltak som vil bedre vannsirkulasjonen og dermed biologisk mangfold:

Å gjennomføre bekkeåpning for Hoffselva og Frognerelva, samt og etablering av våtmark på hele landdelen av Frognerstranda og tilknyttet Hoffselvas utløp.

Omorganisere/fjerne flytebryggene.

For en helhetlig utvikling i Frognerkilen – spesielt med tanke på vannsirkulasjon og dens betydning for marinbiologisk mangfold – anbefales det at dagens arealbrukstilbud til flytebryggene omorganiseres og/eller reduseres.

Vår anbefaling er at Frognerkilen og Bestumkilen der sistnevnte ligger utenfor AKVAs område, ses i sammenheng. Dette fordi områdene står i relasjon med hensyn til framskrevne flomscenarier. Bestumkilen omtales nærmere i **Vedlegg C**.



Figur 20. Området Filipstad/Tjuvholmen. Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1: 2500.

3.5.2 Filipstad/Tjuvholmen

Filipstad | Eksisterende utforming av fjæresona

Arealet som kalles «Vorta» er en monoton utfylling med «byfyll» i fjæresona. Resten av området består av pilar og pele-kaier. Den innerste delen av Filipstadkaia, kalt Filipstadkaia øst, er en verneverdig blokkmurskai. Oversikt over Filipstad og Tjuvholmen er vist i **Figur 20**.

Nåværende status

Denne lokaliteten har god vannsirkulasjon og gode oksygenforhold. Området skal byutvikles, noe som tilsier store muligheter for å prøve ut en hel rekke med tiltak som kan fremme biologisk mangfold i sjø. Det skal tilrettelegges for en større bypark i sjøkanten her på 50 dekar. Fjordbyplanen fremmer forslag om at deler av parken kan etableres som flytende elementer (Fjordbyplanen 2008, s. 21-23). Den sjønære parken bør fortsette ut i fjorden og gjøres "blå".

Terreng/vekstflater

Området har et stort potensial for å både teste ut ulike konstruksjoner av kunstige rev, samt utvikling av et nytt marint landskap med både harde og bløte undervannshager. *Hengende marine hager* dannet av sukkertare og tang kan bidra til å skape oaser av liv. Det er viktig at tiltakene settes sammen som gode marine nabolag som tar hensyn til alle nøkkelkomponentene i økosystemet; både plantene, beiterne, rovdirene og åtseleterne. Det kan være nyttig å herme aktuelle marine naturtyper for området som ålegrasenger og tangsamfunn. Området gir en fin mulighet til å koble tiltak på land og i sjø.

Forstyrrelser

Det som planlegges og gjøres på land vil ha stor innvirkning på forholdene i sjø. Effektiv *urban vannhåndtering* er sentralt. På befaringen fant vi en del løse grusmasser som eroderes. Dette er det enkelt å gjøre noe med på kort sikt gjennom å stabilisere løse masser med større stein som samtidig gir vekstgrunnlag for tang og filtrerende dyr. På «Vorta» mot ISPS-terminalen ser det ut som det lagres grusmasser. Dette fører til regelmessig utlekking av sedimentpartikler til sjø ved regnskyll. Kai-anlegg på hver side av «Vorta» reduserer lysforholdene.

Begrensende miljøparametere

Lokaliteten har gode oksygenforhold. Vi observerte mye små blåskjell på kaier og peler ved befaringen. Utsetting av blåskjelltau kombinert med nyetablering av ålegras- og tangsamfunn i området, kan ha en gjensidig positiv innvirkning på hverandre.

Oppsummering og mulige tiltak

- **Langsiktig marinvennlig planlegging for Filipstad:** Nevnte byutviklingsplaner gir et stort potensial for langsiktig planlegging av flere diversitetsfremmende tiltak, som kan sees i sammenheng. Området egner seg til å teste ut de fleste av de nevnte tiltakene for å fremme biologisk mangfold. Sjøområdet er også aktuelt for kartlegging og overvåkning av miljøparametere som oksygen og sedimentasjonsrater, for å få et bedre kunnskapsgrunnlag for planlegging av den fremtidige parken. Den sjønære parken bør planlegges og utformes marinvennlig fra starten av. Restriksjoner knyttet til hummerfiske må planlegges samtidig med andre marinvennlige tiltak.

Småskala tiltak:

Kunstige rev, etablering av *blå skog*, *hengende marine hager*.

Storskala tiltak:

Samordne planlegging av blå park i sjø samtidig med grønn park på land. Siden det er relativt gode miljøforhold på Filipstad, kan dette være et egnet område for å teste ut storskala utforming av diversitetsfremmende tiltak, som *naturlignende strandformasjon* og *marin landskapsarkitektur*, som Fjordbyens «utstillingsvindu» for marinvennlige løsninger.

Tjuvholmen | *Eksisterende utforming av fjæresona*

Tjuvholmen har både pilar- og pelekai, samt verneverdig blokkmurskai.

Nåværende status

Området er ferdig utviklet, og har etablert *diversitetsfremmende tiltak* som kunstige rev og blåskjelltau. Området er privat eid, og har dermed begrensede muligheter for nye tiltak med mindre eierne er med. Eksisterende tiltak, som ble utført uten skjøtsel og oppfølgingsplan, er en viktig referanse for testing av tilsvarende tiltak under lignende forhold på andre lokaliteter. For nye tiltak anbefales det å legge opp til evaluering, skjøtsel og en adaptiv oppfølging for å kunne justere kursen underveis. Tilstedeværelsen av revene og blåskjell tauene i området er i liten grad kommunisert til Oslos befolkning.

Oppsummering og anbefalt tiltak

- Tjuvholmen er ansett som lite egnet for ny-etablering av marinbiologisk mangfold siden området er ferdig utbygget og privat eid.

Småskala tiltak:

Vi anbefaler å bruke de etablerte tiltakene på lokaliteten i en studie for å teste ut gevinsten ved evaluering, skjøtsel og en adaptiv oppfølging og utvikling av *diversitetsfremmende tiltak*. Flere formidlingstiltak er mulige, både i form av postere og plakater på Tjuvholmen, og andre steder. Det er også mulig å sette opp web-kamera som viser nåtidsforholdene på revene og blåskjelltauene.

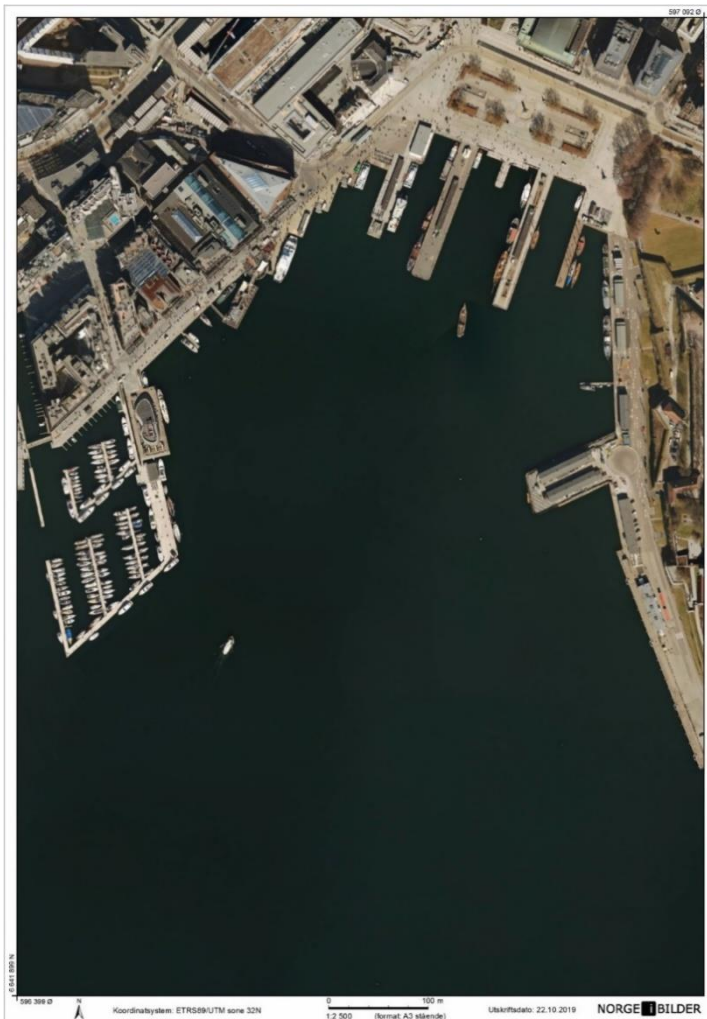
3.5.3 Pipervika

Eksisterende utforming av fjæresona

Pipervika har både pilar- og pelekai, verneverdig blokkmurskai og flytebrygger/båtanlegg. Oversikt over Pipervika er vist i **Figur 21**.

Nåværende status

Dette er et veletablert område med mye båttrafikk, og lokalitetene er derfor ansett som mindre egnet for ny-etablering av marinbiologisk mangfold. Det er stor havnevirksomhet i området med øyebåter, ferjer, og cruisebåtvirksomhet. Samtidig er dyrelivet på de gamle blokkmurskaiene overraskende rikt. *Siden området ble ansett som lite egnet for tiltak, har vi ikke utarbeidet noen forslag til tiltak her.*



Figur 21. Området Pipervika med Aker Brygge og Rådhusbryggene. Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1: 2500.

3.5.4 Akershuskaiene/ Vippetangen

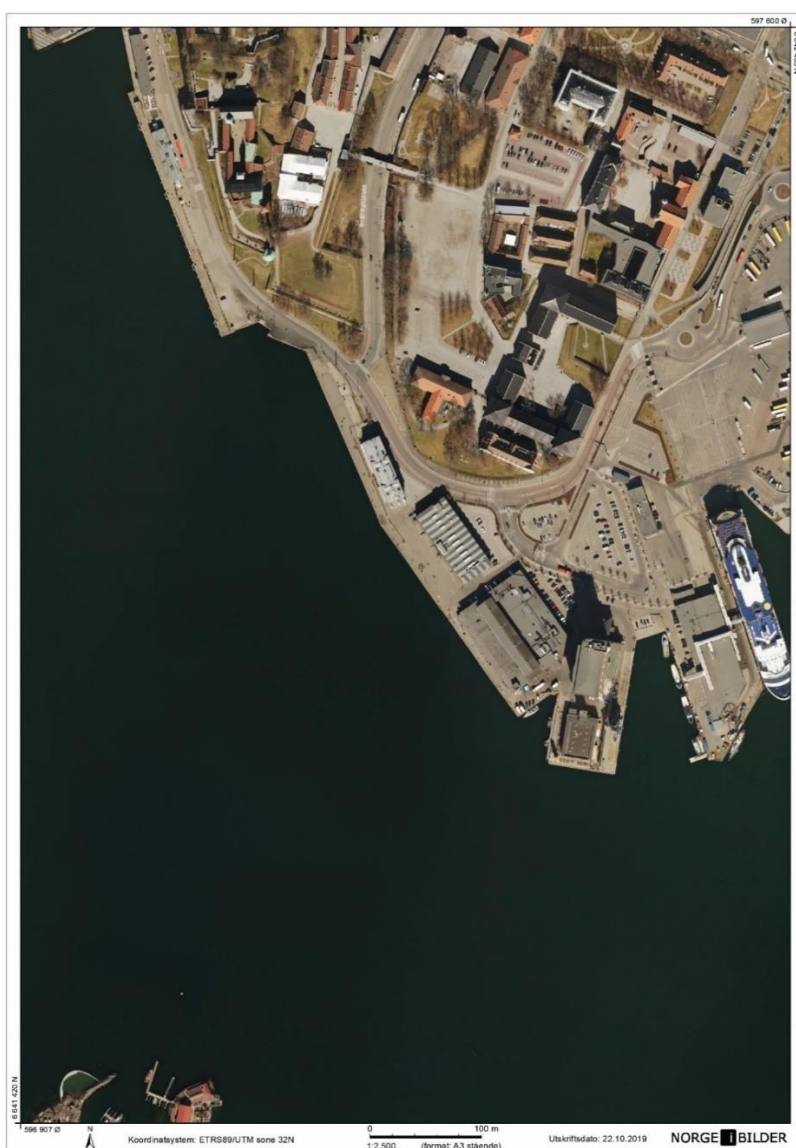
Søndre Akershuskai | Eksisterende utforming av fjæresona

Akershusstranda har både pilar- og pelekai og verneverdig blokkmurskai, samt større cruisebåthavn. Oversikt over Akershuskaiene/Vippetangen er vist i **Figur 22**.

Nåværende status

Dette er et veletablert område med mye båttrafikk, og lokaliteten anses som mindre egnet for ny-etablering av marinbiologisk mangfold. Det er stor havnevirksomhet i området. Dyrelivet på de gamle blokkmurskaiene var overraskende rikt.

Siden området ble ansett som lite egnet for tiltak, har vi ikke utarbeidet noen forslag her. På workshopen kom det fram at det var viktig å få oversikt over overvannsrør langs kaiene i Oslo. Dette var spesielt aktuelt for Akershuskaiene.



Figur 22. Området Akershuskaiene/ Vippetangen, inkludert Vippetangen helt ytterst. Kilde: Norge i bilder 2019, M 1: 2500.

Vippetangen | Eksisterende utforming av fjæresona

Vippetangen har pilar- og pelekai, med både betong- og trepilarer. Strukturene er relativt gamle. Oversikt over Vippetangen er vist i Figur 22.

Nåværende status

Området har gode miljøforhold, og relativt gode strømforhold. Det ble registrert både sjøroser, kolonier av små blåskjell, sjøstjerner, hydroider, trekantmark, kråkeboller, flatøsters, sjønnellik, og kutling-stimer på og langs pilarene. De ytre pilarene med mye lys har mest liv.

Terreng/vekstflater

De gode strømforholdene gjør området godt egnet for å fremme filtrerende arter som blåskjell, flatøsters og sekkdyr. Det er også mulig å modifisere etablerte betong- og tre-pilarer, bore hull, lage sprekker, og danne hulrom og skjulesteder gjennom *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. Ved å lage lysåpninger i brygga vil lysforhold i områdene lenger inn under brygga kunne bedres betraktelig. Åpninger i brygge med glassbunn vil gjøre naturen i sjøen under mer visuelt tilgjengelig. Slike løsninger er gode i formidlingsøyemed, ved at folk kan få øynene opp for livet under vann, som igjen skaper et engasjement for å ta vare på havet og de marine artene.

Tilstedeværelse av både blåskjell og flatøsters gjør det aktuelt å kunne høste skjell fra lokaliteten, som kan inkluderes i mattilbudene på Vippen og eller nytes på andre av Fjordbyens restauranter. Tilrettelegging for en slik aktivitet krever testing av skjell og tillatelse fra Mattilsynet. I Prinsipp- og strategiplan for Havnepromenaden foreslås testbeds for eksempelvis flytende kolonihager og/eller dyrking av blåskjell, østers og tang i kombinasjon med utekjøkken og spisebord, etter modell av København (2014, s. 149-150). Fra utlandet kan det vises til prosjektet Oyster-tecture i Brooklyn NYC ved SCAPE. Målet er å bygge opp habitat for å forbedre vannkvalitet gjennom restaureringstiltak for brakk- og saltvannsbiotoper. Her jobbes det også med formidling mot New Yorks befolkning – såkalt *Ocean Literacy*.

Bymiljøetaten har fått bestilling fra Byrådsavdeling for miljø og samferdsel om å utrede mulige lokasjoner for et flytende sjøbad. Søndre Vippetangkaier vil bli utredet som ett av tre aktuelle områder for å etablere dette. Tilsvarende sjøbad finnes i Helsinki og København, med oppvarma vann i lukkede kar, sauna og restauranter. Andre lokaliteter som er vurdert er Filipstad, Tjuvholmen, Aker brygge, Silobukta, Langkaia, tre lokasjoner på Sukkerbiten, Grønlia og ved Alnas utløp. En mulighet er å stille krav til avbøtende tiltak for utbygginger som beslaglegger store areal, og som vil skygge for marine organismer. Vi anbefaler at slike strukturer bør inkludere *diversitetsfremmende habitat*, som blåskjelltau, *marine hengende hager* med mer.

Forstyrrelser

Mulige forstyrrelser omfatter skygging fra bryggene, og båttrafikk. Tette flater på land innebærer at *first flush* reduserende tiltak er aktuelle. Det bør undersøkes hvilke tiltak som kan gjøres på land for å unngå avrenning ut i sjø. Her er god plass på bakken og på byggenes takflater for innføring av flere ulike løsninger for *urban vannhåndtering*. Snøsmeltelekteren «Terje» har vært lokalisert på Vippetangen. Det er planlagt å flytte lekteren til Kongshavn allerede denne sesongen, vinteren 2019/20. Løsninger for «snøsmelting» skal ut på ny konkurranse, og det kan hende at man velger en annen løsning enn smelting på en lekter. I konkurranseutlysningen bør det spørres etter hvilke effekter de ulike løsningene vil ha for det marinbiologiske mangfoldet.

Begrensende miljøparametere

Dårlige lysforhold under bryggene.

Oppsummering og mulige tiltak

Vippetangen er en populær møteplass og svært godt egnet for å legge til rette for marinbiologisk mangfold og en publikumsrettet formidlingsstrategi til de mange gjestene i området.

Småskala tiltak:

Diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur som å modifisere etablerte betong- og tre-pilarer, bore hull, lage sprekker, og danne hulrom og skjulesteder

Stille krav om *diversitetsfremmende habitat* som blåskjelltau og *marine hengende hager* for utbygginger som beslaglegger store arealer, som flytende sjøbad.

Lysttiltak i brygger

First flush reduserende tiltak på land

Middels store tiltak:

En «testbed»/pilot for dyrking av flatøsters og blåskjell som kan serveres på Vippen og andre av Fjordbyens restauranter. Det finnes veletablerte metoder for dyrking av østers, men tiltaket krever lokal testing av både overlevelse og matkvaliteten.

Storskala tiltak

En utvidet dyrkingsplattform for spiselige marine planter og dyr, som også brukes i publikumsformidling om potensialet til den «blå åkeren» og havets ressurser til befolkningen og byens turister.

3.5.5 Bjørvika/Bispevika

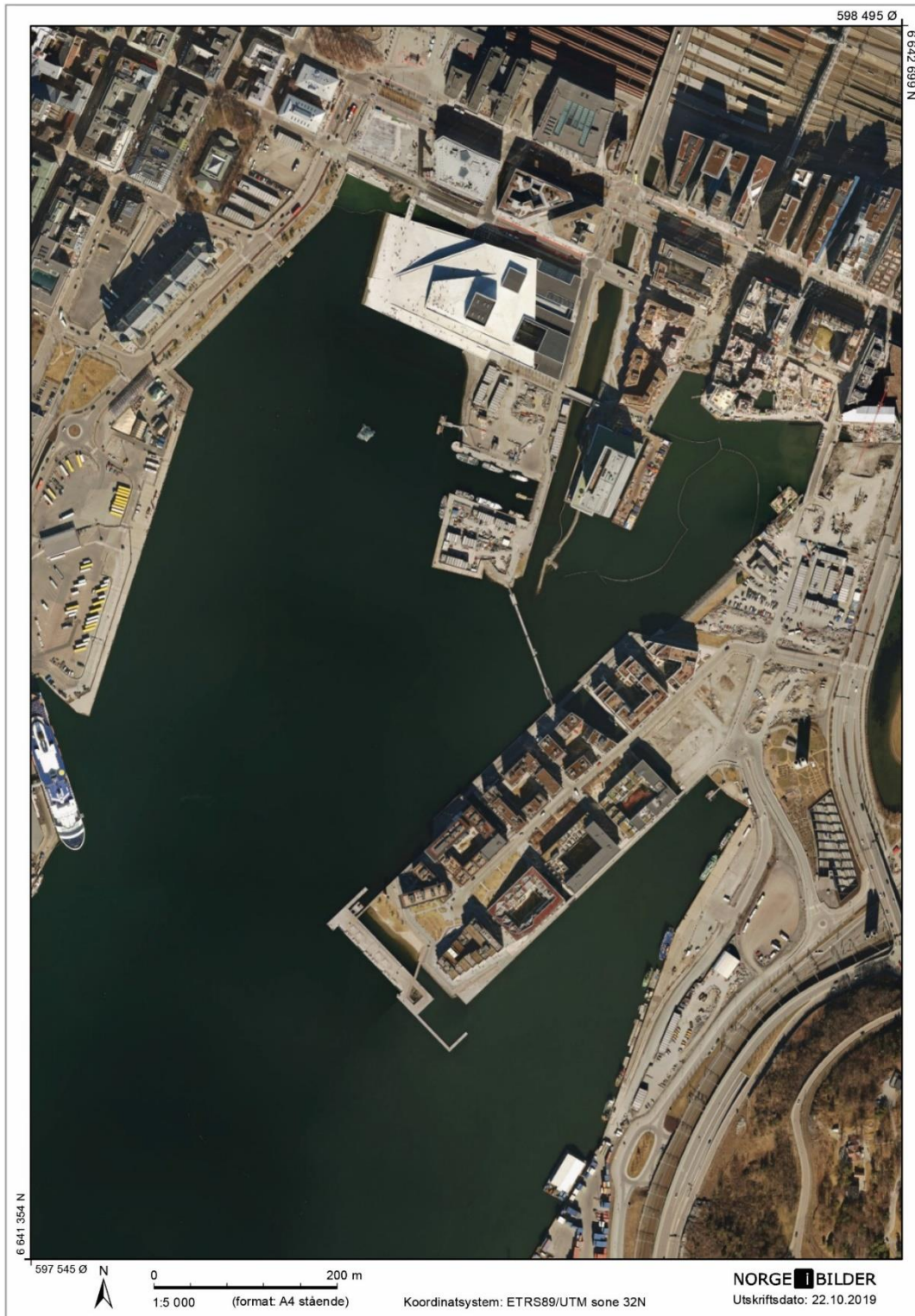
Eksisterende utforming av fjæresona

Dette området inkluderer delområdene Langkaia, Operastranda, Sukkerbiten med Akerselvas munning, Munch-øya, og Bispevikautbyggingen med Kongsbakkeallmenningen. Langkaia mot Festningsallmenningen består av verneverdig blokkmurskai og betongpelekai. Operastranda og Sukkerbiten består av «byfyll». Operastranda er rammet inn av Operaen som er en marmormur ned i sjø, og betongstrukturer mot sør. Sukkerbiten er en betong-pelekai, med «byfyll» mot sørøst og Akerselvas munning. Akerselvas kanter er delvis «byfyll», delvis verneverdig blokkmurskai og delvis plastret med rett steinsatt kant mot Bispevika. Bispevika (B6a) er under ferdigstilling. Her består miljø under sjø av glatte betongflater og pilarer som danner en typisk en *monoton utforming i utbygd fjæresone*. Kongsbakkeallmenningen er foreløpig en steinsatt utfylling. Alle utfyllinger i dette sjøområdet kan karakteriseres som *monoton utforming av utfyllinger i fjæresona*. Oversikt over lokalitetene er vist i **Figur 23**.

Nåværende status

Befaringen viste at det er en del liv, som flatøsters, trekantmark, sjøstjerner, små blåskjell og rur på pelene under brygga ved Festningsallmenningen. Her lå også store kampestein på bunnen der enkelte sider var dekket med filterorganismen trekantmark. Blokkmurskaia er utformet med en lang vertikal flate ned til bunnen, her kan sprekker innimellom være gunstig for marint liv. Tidligere befaringer, sommeren 2019, fant lite liv på nedkant av Operabygget i sjø. Det var også relativt mye sedimentering både på trinn og planter på Operatrappens nedre trappetrinn, men der var det en del alger og blåskjell. Det har også vært observert en liten forekomst av ålegras her. Under Sukkerbiten-kaia er det lite liv. Ved «byfyll» utfyllingen i sørøst er det noe alger på større stein helt i fjærekanten. Ved nybygget i Bispevika og Kongsbakkeallmenningen så vi lite liv på befaringen. På sjøbunnen fant vi en større geotekstilmatte som trolig ligger ved senketunellen. Vi har observert at sjøfugl liker å hvile seg på installasjoner i sjø, som lenser som har vært utplassert ved Alna og i Bispevika. Delområdene i

Bjørnvika og Bispevika er av ulik karakter, og krever ulike grep. For området som helhet er det sentralt at tiltak og videre utforming sees i sammenheng selv om det er ulike eiere. For oppbygging av marint liv er den landskapsøkologiske sammenhengen en livgivende faktor.



Figur 23. Området Bjørnvika/Bispevika. Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1: 5000.

Terreng/vekstflater

Eksisterende småskalatililtak ved skipsvollstøtten med kunstige rev og utsetting av stein med tang kan utvides med flere rev og tangvekstflater. Livet på de nederste trappetrinnene på Operabygget kan også videreutvikles med tiltak som faller inn under *tilbud om tredimensjonale habitat*. Ved Festningsallmenningens brygger kan det tilbys lignende, gjennom ettermontering av *tre-dimensjonale vekstflater*. Det egner seg også å sette ut kunstige rev og hummerhus på bunnen der det i dag er kampestein. Det kan vurderes å etablere *hengende marine hager* for *blå skoger*, *østerskurver* og filtrerende dyr. Disse kan monteres mellom eller fra pilarene. Slike tiltak ville være med på å bygge opp under filter-organismene som allerede har etablert seg her. Da ville de få flere og mer varierte vekstflater å slå seg ned på. Økning av filtrerende arter som blåskjell og flatøsters, vil kunne bedre den økologiske tilstanden i området.

Gjennom utvikling av strandområdene kan det være mulig å reetablere ålegrasenger på utvalgte lokaliteter. Dette bør planlegges ut fra en helhetlig vurdering av området. Her peker Operastranda, innerste del av kultur- og gjestehavnen, sørøst siden av Sukkerbiten med Akerselvas munning, samt Kongsbakkeallmenningens framtidige sjøkant, seg ut. Her er det mulig å «løfte sjøbunn opp i lyset», skape varierte bunnforhold for både ålegras med bløtbunn og steiner for tang. Tang og ålegras kan transplanteres ut, for å teste om det overlever, jf. foreslåtte tiltak på Frognerstranda. Planten liker bevegelse i vannmassene, men ålegrasenger vokser naturlig og kan klare seg i beskyttede bukter. Ny strandutforming bør følge prinsipper for *naturlignende strandformasjon*.

Utbyggingen i Bispevika bør tilrettelegge for at nybygg i sjø utvikles etter prinsipper for *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. NIVA og NMBU har arbeidet med et skisseforslag til en slik utforming for Bispevika-kvartalet B6a. Her tegnet vi landskapsformasjoner som skulle anlegges på arbeidsdekke samt kom med forslag til ettermontering av vekstflater til pilarer og vegger som står under vann. Landskapsutformingen skulle støtte bløtbunn- og hardbunnsamfunn, og bygges med kambrosilurstein fra pågående tunellarbeider i Sandvika.

Det er mye sjøfugl i området. Området egner seg for etablering av mindre kunstige fuglefjell som kan bygges av lokale sprengsteinsmasser, jf. sjøfugl som bruker lenser som hvileplass. For utvikling av Sørenga, bør det vies oppmerksomhet til møtet mot sjø mot sør i tilknytning til skoletomten for planlagte Bjørvika skole. Her er det plass og potensial for å utvikle en *naturlignende strandformasjon* som ville være gunstig for barn og unge med tanke på nærhet til natur, læring og opplevelse.

Salt på Festningsallmenningen, Operaen og Sukkerbiten er alle godt etablerte folkelige møteplasser på land. Her er det potensiale for publikumsformidling med å bringe livet under vann opp til folk. Det kan trekkes veksler på det som er gjort innen Nasjonal pollinatorstrategi. Det kan settes ut viltkamera med skjermer på land, som eksempelvis på Salt på Festningsallmenningen, der publikum kan følge utviklingen under havflaten. Flere av møteplassene egner seg også for skilting og sanntidsvisning fra overvåkningsstasjoner av forhold i sjø. Eksempelvis kan det bygges opp en permanent målestasjon tilsvarende som 'ferry-box' som står i ulike båter. Dette kan være en utstillings- og undervisnings stasjon sammen med web kameraer som viser livet dypere enn der folk kan se.

Forstyrrelser

Effektiv *urban vannhåndtering*, inkludert *first flush* reduserende tiltak på land, er viktig for å redusere mengden tilførsler av næringsalter og miljøgifter. De siste årene er det etablert en god del flytende elementer i dette sjøområdet. Organisering av flytende elementer i vannrommet bør ses i sammenheng med utplassering av *marine tredimensjonale habitater* og *hengende marine hager*. Fra Langkaia mot Revierkaia er det lite aktuelt med tiltak da båttrafikken setter begrensinger, blant annet legger Danskebåtene til her med ulike anløpstider.

Begrensende miljøparametere

Kai-anlegg reduserer lysforholdene i sjø. I tillegg er det generelt mørkt vann og dårlige lysforhold i sjø i området. *Urban vannshåndtering* på tilgrensende landareal vil avbøte partikler og miljøforurensing fra land. Det å gi Akerselva myk kant med vegetasjonsbuffer og permeabel grunn ville kunne ta imot og rense avrenning fra land.

Bispevika er et beskyttet område. Et effektivt tiltak som vil øke vannutskiftingen i området er å fjerne flytebyggene som stopper den vinddrevne sirkulasjon. I Bispevika kan det installeres en kunstig luftblander for å øke vertikal blanding i vannsøylen. Et slikt tiltak kan vurderes i sammenheng med utføring av kjølevann.

Oppsummering og mulige tiltak

- **Bjørvika og Bispevika** er et sammensatt område og flere av Fjordbyens gjenværende transformasjonsområder ligger her. Forholdene ligger godt til rette for en helhetlig urban fjæreutforming der hele den blå allmenningen som rammer inn området ses i sammenheng. Strendene egner seg utformet med *naturlignende strandformasjon*, noe som vil høyne kvaliteten og verdien av området for både mennesker og marint liv. Med utbyggingen i Bispevika er det et stort potensial å utvikle nye bygg etter prinsipper for *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*.

Småskala tiltak:

Styrke etablerte forekomster av blåskjell og østers, som under Revierkaia.

Utvide og forbedre eksisterende småskala tiltak ved skipsvollstøtten.

Utvikle en helhetlig plan for flyte-elementer i sjø. Sette krav til *diversitetsfremmende habitat* på kanter og under flyte-elementer i sjø.

Teste ut etablering av ålegrasenger og tangsamfunn ved å «løfte sjøbunn opp i lyset» der dette kan gjøres ved mindre utfyllinger.

Middels store tiltak som vil bedre vannsirkulasjon:

Installere kunstig luftblander for å øke vertikal blanding i vannsøylen i vannrommet i Bispevika, og evt. mellom Langkaia og Operaen.

Storskala tiltak som vil bedre forholdene for livet under vann:

Videreutvikle etablering av ålegrasenger og tangsamfunn ved å bygge grunne bløtbunnsområder.

Utvikle strandområdene som varierte bløt- og hardbunnshabitat i samspill med varierte badeområder.

Blå skoger bør skjermes for bruk og ferdsel og fungere som blågrønne lunger.

Utvikle Akerselvas kanter så langt det er mulig etter prinsipper for *urban vannhåndtering og naturlig erosjonssikring*.

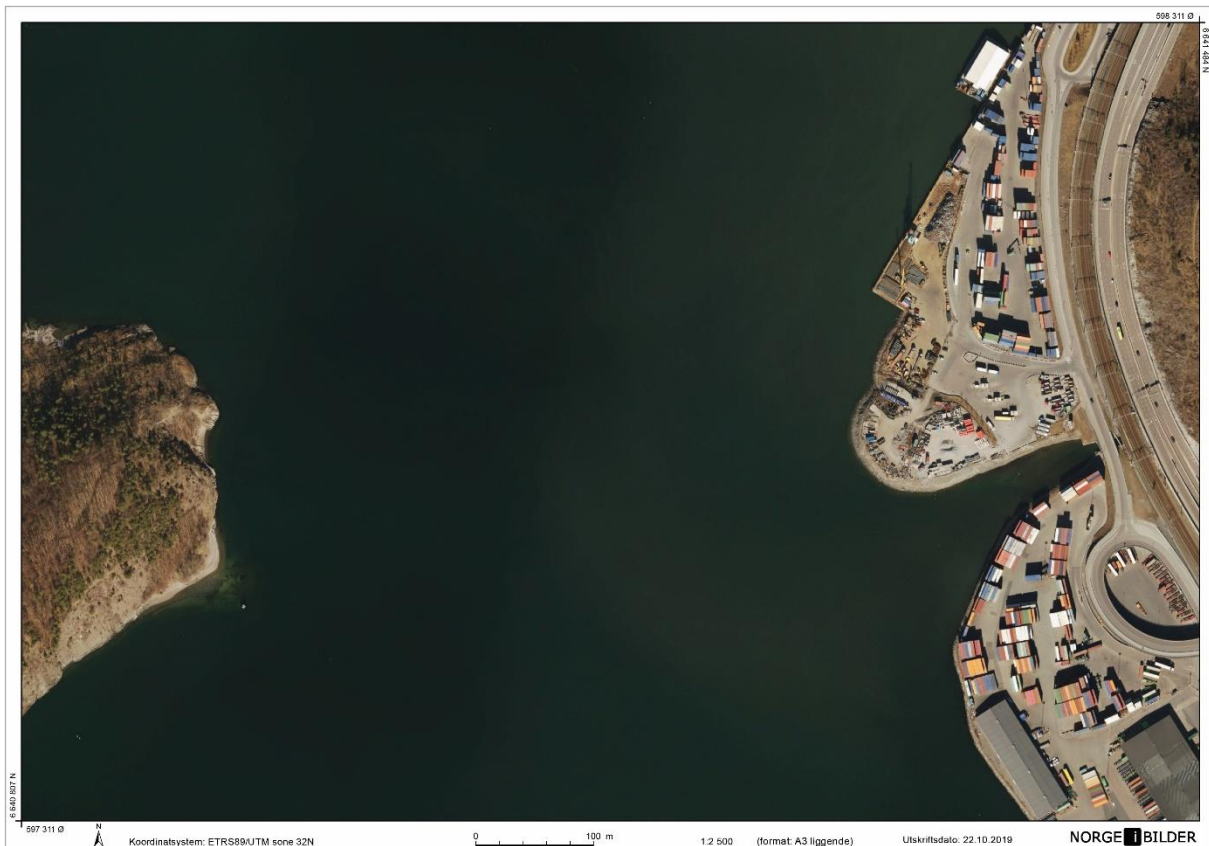
For utbygging av nye sjønære kvartaler anbefales utvikling av *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. Brygger og brooverganger bør tilrettelegges med *lystiltak*.

Mindre kunstige fuglefjell og hvileplasser for sjøfugl, som kan bygges av lokale sprengsteinsmasser.

3.5.6 Lohavn/Grønlia

Eksisterende utforming av fjæresona

Lohavn ligger mellom Sørenga og det framtidige transformasjonsområde for Grønliautbyggingen. Lohavn er også et framtidig transformasjonsområde. Her ligger Losæter, et kunstprosjekt der det drives utstrakt publikumsrettet virksomhet innen praktiserende urbant landbruk og jordvern. Mot Sørengakanalen i nordvest ligger skoletomten for planlagte Bjørvika skole. Sørengakanalen og skoletomta er utfyllt med «byfyll». Mot sjø har kanalen større kampesteiner som ligger uryddig plassert. Steinene er relativt skarpe. Sørengabyggene langs kanalen har glatte flater ned i sjø. Lohavn består av betongpelekai med pilarer innkapslet i stål. Det er anlagt flere større båter og flytende strukturer i havna. Inntrykket er slitt og uryddig. Langsmed Grønlia er det betongpelekai med pilarer i betong, med og uten stålinnkapsling. Det er også en lang verneverdig blokkmurskai mot utfylling med «byfyll» lengst i sør. Utfyllingen ligger utbuet i sjø, og grenser mot Alnas utløp i sørøst. Alna føres for øvrig i en to kilometer lang tunell gjennom Ekebergåsen, fra Loenga og Kværnerdalen. Elveutløpets kant mot Sydhavna er plastret med kampestein i en rett kan. I Lohavn og på Grønlia består sjøbunnen av glatte betongflater og pilarer som går under samlebegrepet *Monoton utforming i utbygd fjæresone*. Alle utfyllinger i sjøområdet kan karakteriseres som *Monoton utforming av utfyllinger i fjæresona*. Oversikt over lokalitetene vises i **Figur 24** og **25**.

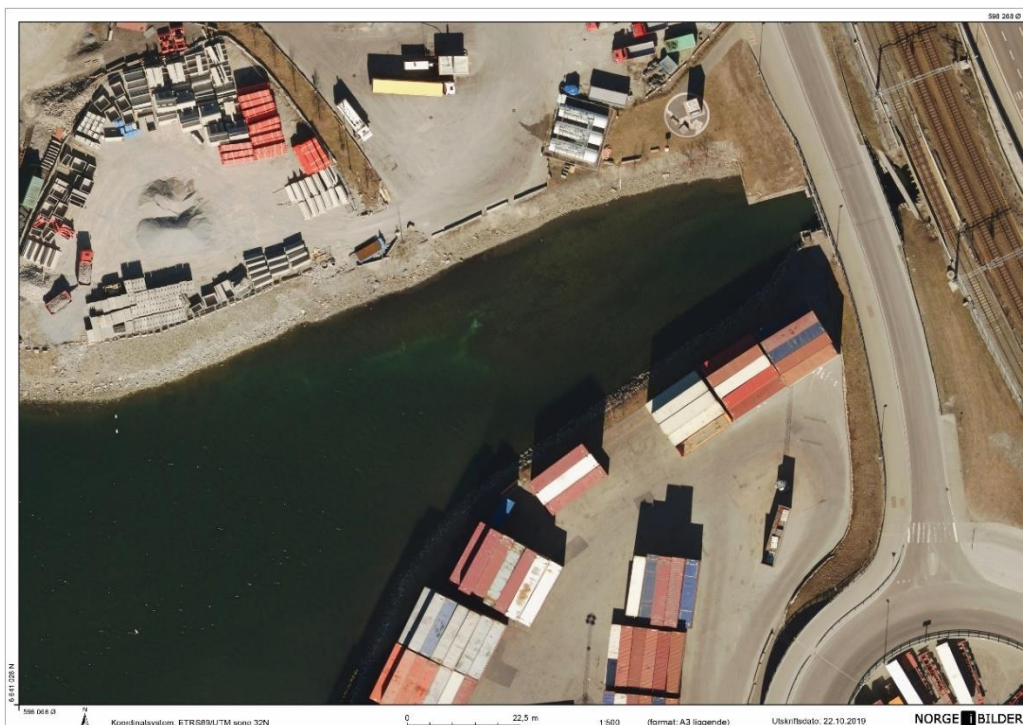


Figur 24. Området Grønlia, med utfyllingstomt (nord) og Sydhavna (sør) med Alnas nye utløp mellom.
Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1: 2500.

Nåværende status

Befaringen viste at området har samlet sett relativt lite marinbiologisk mangfold. Ved Lohavn observerte vi mest liv på de ytre pilarene som har mest tilgjengelig sollys. Kaiene innerst i Lohavn skal bestå. Her vurderes det å legge til en strand utenfor dagens kaifront. For resten av Grønlia er det satt i gang ny planlegging av området, med ny bebyggelse og at Havnepromenaden legges i ytterkant mot fjorden. Det kan by på muligheter for å etablere et nytt, og mer taktilt møte mellom land og sjø der byens befolkning kan komme ned til vannet. På befaringer utført av Elin T. Sørensen (NMBU) sommeren 2018 og 2019 ble det observert noe liv og småfisk mellom steinene i Sørenga-kanalen ved Lohavn, spesielt i fjærekanten. Langs veggene på Sørenga-byggene i sjø er det lite liv. Det er mer liv i tilknytning til større hulrom og irregulariteter på granitt blokkmurskaia – med rødalger og småfisk. Under pele-kaien var det lite sjøliv. Utfyllingen er bratt. Fra fyllingsfoten og ned i sjø går det fra kote 0 (NN2000) ned til 12-13 meters dyp. Det er ulikt miljø i sjø på Alnasiden og rundt på tuppen mot Hovedøya, hvor det er mer bølgepåvirket og mer liv – som en god del tang. Området omkring Alnas utløp er en brakkvannsbiotop. På den bløte bunnen tilknyttet Alna lukter det svovel fra sannsynlig forekomst av H₂S som skyldes oksygenmangel. Elin T. Sørensen har også observert oljeflekker på vannflaten som antas komme fra dieseltankanlegget på land.

Delområdene mellom Lohavn og Grønlia mot Alnas utløp er av ulik karakter, og krever ulik behandling for rehabilitering av marint liv. For området som helhet bør videre utforming av den urbane fjæra sees i sammenheng. Her er den landskapsøkologiske sammenhengen i sjø like viktig som på land.



Figur 25. Alnas nye utløp fra den nærmere to kilometer lange tunellen gjennom Ekebergåsen.
Kilde: Norge i bilder 2019, målestokk 1:500.

Terreng/vekstflater

Det at vi observerte mest liv på de ytterste pilarene tilsier at det er mest aktuelt å ettermontere *tilbud om tredimensjonale habitat* på de ytre pilarer langs kaiene i Lohavn og på Grønlia. Muligheten for *lystiltak* på eksisterende kai-plater, kan vurderes. I Lohavn er det planer om flytebrygger langsmed Sørengas østside. Det bør gjøres en helhetlig vurdering for plassering av flytende elementer i sjø, både for dagens situasjon og med tanke på framtidig utvikling på Grønlia. Her kan *diversitetsfremmende habitat* på flytebryggekanter og undersiden av flytende installasjoner i sjø bidra til mer marin diversitet. For nye brygger og flyteelementer i sjø bør *lystiltak* samt tiltak for å bedre vannsirkulasjonen, vurderes. Med planlagte kvartalsutbygging på Grønlia er det et stort potensial for å utvikle nybygg i sjø etter prinsipper for *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*.

Ut mot kanal og bryggekanter nær skoletomta for nye Bjørvika skole er det diskutert å løfte sjøbunn som drukkingsforebyggende tiltak. Det er også planer om at Oslo sjøskole skal operere herfra. For kanalen, foreslåtte utfylling og transformasjon av eksisterende utfylling mot Alna, anbefales det å etablere mer variert bunntype både i horisontal, langsgående og vertikal utforming. Generelt vil en variert strandutforming bidra til romlig opplevelseskvalitet og bedre forholdene for livet i sjø. Der det er mulig bør sjøbunnen «*løftes opp i lyset*». Her er det plass og potensial for å utvikle en *naturlignende strandformasjon* som er spesielt gunstig for barn og unge med tanke på nærhet til natur, læring og opplevelse.

Miljøet omkring Alnas utløp bør vies oppmerksomhet, spesielt med planene om Alna Fjordpark som skal være en innfallsport til fjordlandskapet og et aktivitets- og rekreasjonsområde for de sørlige og østlige bydelene (Fjordbyplanen 2008: 28). Det er generelt dårligere forhold for marine organismer ved elveutløp. Det er derfor mer hensiktsmessig å tilrettelegge for brakkvannsarter her, med ferskvannsvegetasjon ut til en viss grense. For Alnas del anbefales det å inkludere begge kanter som del av restaureringen. Nærheten til natur- og fuglereservatet på Bleikøya bidrar til at det er mye sjøfugl i området. Området egner det seg for etablering av små kunstige fuglefjell som kan bygges av lokale sprengsteinsmasser. Hvileplassene kan utformes som flytende «*renseøyer*».

På kort sikt kan det rundt fyllingskanten gis *tilbud om tredimensjonale habitat* ved å sette ut strukturer. De kunstige revene bør optimaliseres for god vanngjennomstrømning som mange marine organismer foretrekker, ved for eksempel å lage åpninger og kanaler. Det kan tilrettelegges for steinrøyshabitat med skjul og hummerhus i sjøsonen da det allerede er steinbunn her. Hummer lever på dyp fra 5 til 40 meter.

Utfylling ytterst ved Grønlia er godt egnet som en testlokalitet for *naturbaserte rensemetoder*, jf. begrepet 'testbed' introdusert i *Havnepromenaden, prinsipper og strategiplan* (2016). Det er for tiden inne en søknad fra NIVA til Bymiljøetaten om å vurdere bruk av området som et demo- og testanlegg for rensing av mikroplast, partikler og miljøgifter i forurenset overvann. Elin T. Sørensen (NMBU) har utarbeidet en mini-mulighetsstudie for Skanska, i deres søknad om å bruke utfyllingen som testområde. Alnas utløp ligger nær Havnepromenadens siste viktige tverrkoblingspunkt som leder folk fra byen til promenaden, og som egner seg for etablering av publikumsrettet formidling. Utformingen av Alna Fjordpark bør tilstrebe en *diversitetsfremmende reparasjon av utbygde fjæresone* ved utformingsprinsipper som *naturlignende strandformasjon*.

Forstyrrelser

Økt avrenning kan føre til økte tilførsler av partikler. Det anbefales derfor å legge opp til *naturlige erosjonsdempende tiltak* som etablering av kantvegetasjon på land og i vann, med brakkvannplanter og ålegrasenger i området mot Hovedøya. Nivåene av miljøgifter i sedimentene kan reduseres ved å bytte ut det forurensede sedimentet med nytt, rent sediment. Det kommer tilførsler av miljøgifter fra Alna, samt fra fyllinger og fra Sydhavna i sør. Løsninger for å begrense disse tilførslene er ikke vurdert i denne sammenhengen, men tiltak for å sikre god miljøtilstand i område vil være viktige.

Begrensende miljøparametere

Kai-anlegg reduserer som nevnt lysforholdene i sjø. Det er også observert dårlige oksygenforhold og mye sedimentering i området. For videre planlegging av blågrønnstruktur tilknyttet Alnas utløp og den framtidige fjordparken er det nyttig å sette ut målere/sensorer for å undersøke vannets saltholdighet, bølgeeksponering og sedimenteringsrater. Data fra sensorene kan benyttes i publikumsrettet informasjon om liv under vann, og dets betydning for oss mennesker, eksempelvis i form av i form av sanntidsinstallasjoner.

Oppsummering av mulige tiltak

- **Lohavn, Grønli og Alnas utløp** er et sammensatt område med flere større transformasjonsplaner som Grønliutbyggingen med blågrønn bufferpark i sør. Her ligger forholdene særs godt til rette for en helhetlig urban fjæreutforming, der land og sjø sees i sammenheng. Med ny kvartalsutbygging mot sjø på Grønli er potensialet stort for *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. Alna vil styrkes biologisk ved naturbasert utforming og *naturlig erosjonssikring* på begge sider at utløpet med våtmarksområde på land, brakkvannsbiotoper langs elvekanten, og ålegrasenger i sjø. På sørsiden ved Sydhavna anbefales det å integrere kantutformingen som del av en «blågrønn industripark». Lignende er gjort på tuppen av Sjursøya for at industrifeltet skulle få et mer landskapeleg og grønt preg mot fjorden.

Småskala tiltak:

- Etablere *tilbud om tredimensjonale habitat, hengende blå hager* og vekstflater for *filtrerende dyr* på og mellom de ytre pilarene under kaiene. Eksempelvis kan det settes opp «nett» mellom pilarer for økt overflateareal – som klatrenett på lekeplasser – som gir vanngjennomstrømning og økt vekstflate.
- For å sørge for opprydning på sjøbunnen må det tilrettelegges for *marine nabolag* ved å sette ut hummer- og krabbehus under kaiene. Slike hus kan også fremme forekomst av ål, leppefisk og torsk. I fyllingen under sjø kan det settes ut strukturer som gir *tilbud om tredimensjonale habitat*.
- For å få bedre kunnskapsgrunnlag for planlegging av den fremtidige bufferparken ved Alnas utløp er det svært aktuelt å gjøre undersøkelser/overvåkning, som nevnt over med bl.a. utsetting av sedimentfeller og sensorer.

Middels store tiltak:

- Sette krav om *diversitetsfremmende habitat* integrert på brygge/flytebryggekanter og på undersiden av flytende installasjoner i sjø.

Storskala tiltak:

- **Grønliutbyggingen:** Kvartalet bygges sannsynligvis ut på peler i sjø. Her er det potensial i å integrere prefabrikkerte teksturerte pilarer. *Lystiltak* bør integreres i nybygde kaier. Lys/skyggeforhold fra bygg bør utredes ved etablering av vannrom og kanaler mellom bygg.

Den "nye kystlinjen" med havnepromenaden lagt ut mot fjorden kan utformes mer organisk med ut- og innbuktninger. Prinsipper for *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur* ved eksempelvis kunstige svaberg ned mot fjorden kan testes ut her. Det kan bygges inn kvaliteter som øker trivselen for hardbunnsamfunn i nedtrappinger, som å tilrettelegge for *blå skog*.

- **Alnas utløp:** Den sjønære parken bør utformes marinvennlig fra starten av, både etter prinsipper *naturliggende strandformasjon* og med *naturbaserte løsninger og rensemetoder*.

3.6 Muligheter i et helhetlig og langsiktig tidsperspektiv

Fjordbyplanen sier at Fjordbyen skal bidra til en bærekraftig byutvikling. Det står eksplisitt at det skal innføres naturelementer som styrker det biologiske innholdet på land og til vanns. Videre står det at sjøfronten skal bli mer «finmasket» for å sikre større variasjon og flere funksjoner som drar nytte av sjønær lokalisering, samt at moderate utfyllinger i sjøen kan gjennomføres. I tråd med dette anbefaler vi at det å legges til rette for marinbiologisk mangfold og marine landskap i omformingen av de resterende transformasjonsområdene. En suksessfaktor her er en langsiktig og tverrfaglig planlegging, inkludert program for overvåking og skjøtsel for Fjordbyen som helhet.

Det anbefales at videre planlegging og gjennomføring av tiltak som øker marinbiologisk mangfold i byens urbane kystområder fra Frognerkilen til Grønli, bygges gjennom et reelt tverrfaglig samarbeid mellom marinbiologer, planleggere og designere. Videre anbefales å utarbeide fasevise planer med langsiktige perspektiver og visjoner. En slik planlegging vil være kostnadsbesparende. Eksempelvis ved at nabokommuner som Oslo og Bærum koordinerer og samordner en fellesstrategi for reparasjoner av sjøfronten ved gjenbruk av lokale sprengsteinsmasser som stammer fra store infrastrukturprosjekter på tvers av kommunene. I arbeid med levende materiale anbefales også en adaptiv gjennomføring og skjøtselstrategi, der tiltak justeres for å oppnå og komme fram til de beste løsningene. Det samme gjelder for økologiske sammenhenger og villigheten til å justere landskapet med hensyn til marine arter. Eksempelvis har Elin T. Sørensen (NMBU) og Eli Rinde (NIVA) fått henvendelser fra utbyggere om muligheter for etablering av ålegrasenger i Bispevika (B6a) og ved Ormsund. Dette kan la seg gjøre forutsatt at det er villighet til å endre utrettede, plastrede kanter (Ormsund); og at det marine undervannslandskapet og *hengende marine hager* på arbeidsdekke, vegger og pilarer under sjø beregnes inn i dimensjoneringsgrunnlaget for å sikre gjennomføring (Bispevika B6a og fremtidige B6b). Det samme gjelder ved montering av kroker for opphenging av blåskjelltau og andre *tilbud av tre-dimensjonale habitater* under kai-plater. Tilrettelegging av inspeksjonssluker og muligheter for å gjennomføre skjøtselstiltak, må planlegges. Tilrettelegging for nevnte løsninger må være med gjennom alle plan- og gjennomføringsfaser.

En viktig utfordring for en bærekraftig utvikling av utredningsområdet er hvordan håndtere et økt behov for arealkrevende båtplasser. Konkrete tiltak på kort sikt kan være utfordrende mht. politikernes lovnader. Diskusjonen bør opp på planmyndighetsnivå. For dette tema har Bymiljøetaten laget en Konseptvalgutredning (KVU) for båtsituasjonen i Bestumkilen. Vår anbefaling er at det for Fjordbyen som helhet, inkludert Bestumkilen, lages en tverrfaglig mulighetsstudie for båttbruk. Det ligger også en god del bøyer ute, sannsynligvis gjestebøyer. Vi kan her vise til det tverrfaglige fagforumets innspill til Bærum kommune: "*Et sentralt arealbrukstema langs den urbane kystsona er fritidsbåttaktivitet. Brygger med gjerde/låste porter representerer en privatisering av den blå allmenningen ved at sjøarealer er utilgjengelige for allmennheten. Båttopplag/brygger på sjøen har likhetstrekk med store asfalterte parkeringsarealer på land. Med hensyn til brygger og flytende installasjoner i sjø virker en overordnet helhetsvurdering omkring ulike arealbrukshensyn å være*

tiltrengt. Som nevnt kan slike bryggeanlegg utformes med tilpasning til marine planter og dyr, både mht. lystilgang og biotopfremmende tiltak. Slike biotop-løsninger bør settes som forutsetning for nye bryggeanlegg og flytende elementer i sjø" (Rinde m. fl. 2019, s. 17).

Ved etablering av småskala og middels store tiltak anbefales det å benytte anledningen til å undersøke miljøforholdene. Opparbeidelse av et slikt datagrunnlag som gir basiskunnskap om de ulike lokalitetene mangler i dag, og vil være svært fordelaktig for en god planlegging av Fjordbyens marine løsninger. Overvåking beskrives nærmere i neste kapittel.

Det å stille rekkefølgekrav til marinvennlig utbygging og etablering av marint biomangfold i startfasen av utbyggingsprosjekter er et godt verktøy for å sikre disse interessene i byutviklingen. På land er det fem års garanti på grøntanlegg (jf. Fagus-faktablad <https://fagus.no/wp-content/uploads/2017/09/Reklamasjon-p%C3%A5-etablering-av-vegetasjon.pdf>). Det samme bør gjelde for utvikling av «undervanns hager og parker». Ett eksempel her er byggingen av Livsvitenskapbygget ved Universitetet i Oslo der det var satt krav til bekkeåpning av Gaustadbekken som del av prosjektbetingelsene. Her skal forventet gjenåpning skje innen 2024, altså innen fem år fra i dag.

3.6.1 Kartlegging og overvåking for å dekke kunnskapshull med hensyn til biologi og miljøforholdene

Det kan med fordel iverksettes enkel overvåking av lokaliteter der det gjøres tiltak for å bedre liv under vann og i marine urbane landskap. Overvåking og innsamling av data for nøkkel-parametere som sedimenteringsrater (krever utsetting av sedimentfeller), oksygenforhold og andre sentrale miljøparametere vil bidra til en bedre stedsforståelse som er grunnleggende basiskunnskap for optimalisering av større og mer langsiktige landskapsendringer. En slik tilnærming vil kunne utvikles til å bli et planleggingsverktøy som gir kunnskap og data til framtidig blågrønn og marin utvikling i Fjordbyen. Enkle overvåkningsmetoder kan i første omgang kobles til eksisterende overvåkingsprogram for Indre Oslofjord. Her skjer oppfølging ca. 1 gang per måned. Et alternativ er å sette opp NIVAs 'ferry-box' enheter med sanntidsvisning av aktuell overvåking. For robuste resultat bør overvåkingen følges opp over minst ett år.

Aktuelle måleparametere er; sedimenteringsrater, salinitet og temperatur (for eksempel måling av salinitet/brakkvannspåvirkning fra Frognerelva, Akerselva, og Alna), lys, turbiditet, oksygen og strømhastigheter.

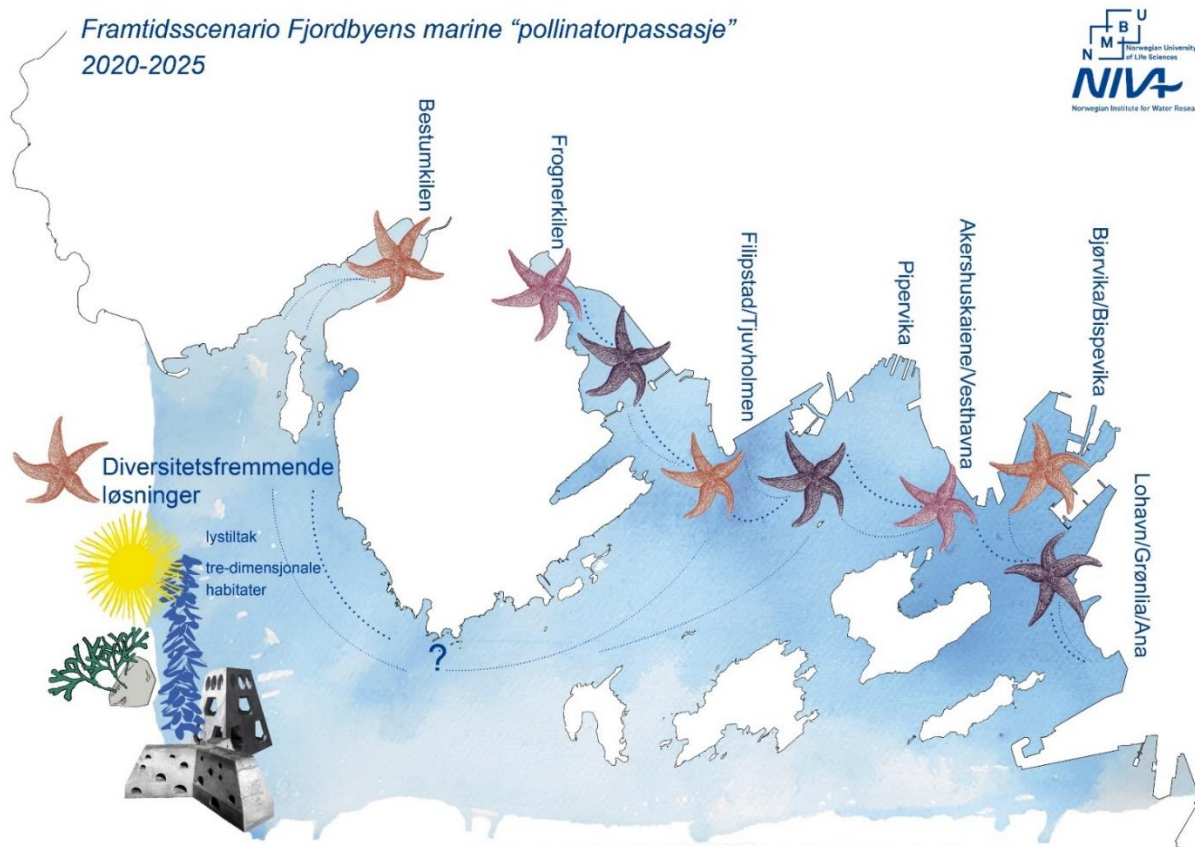
Kopling til eksisterende overvåkingsprogram og rutiner kan gjøres forholdvis enkelt. Dette vil også være mindre kostnadskrevende enn å etablere egne overvåkingsrutiner. En detaljert overvåking som ikke kan knyttes til etablerte programmer, analyser, rapportering og datahåndteringsrutiner, er mer krevende. Resultater og data fra overvåkingsprogram egner seg som formidlingsarenaer til publikum.

3.6.2 Tiltak på et større landskapsnivå

Flere av lokalitetene i utredningsområdet har et stort potensial for storskalatiltak som fremmer en re- og nyetablering av marinbiologisk mangfold. Både Frognerkilen, Filipstad, Bjørvika og Grønlia inkludert Alnas utløp, tilbyr store muligheter for etablering av nyskapende naturlignede fjærelandskap og storskala marin landskapsrestaurering. På disse stedene er det god plass på land til etablering av våtmark og brakkvannsbiotoper med strandenger. Det er i dag en strandeng med takrør av høy lokal verdi ved Frognerstranda, innerst i kilen på Bygdøysiden. I forbedring av kontakt mellom land og vann bør hensyn til sjøfugler, insekter og fisk inkluderes i nye planer.

Operastranda, deler av Sukkerbiten og Kongsbakkallmenningen har også gode muligheter for storskala fjærelandskapsreparasjon. For alle lokalitetene planlegges urbane strender og større folkeparker. Med etablering av nevnte friområder bør hensyn til liv under vann inkluderes gjennom alle plan- og gjennomføringsfaser. For alle områdene bør det vurderes løsninger som er robuste overfor flom og temperaturendringer. Eksempelvis er større plenarealer ikke en god løsning ved heftige regnskyll og på flomutsatte lokaliteter. Innslag av våtmarkssoner, vegetasjonsbuffer mot vann, *blå skoger* og bruk av varierte lokale bergarter for å skape *naturlignende* strandlommer og strandformasjoner, er mer robuste flomsikringstiltak.

Et mulig framtidsscenario for utredningsområdet på kort og lang sikt er vist i **Figur 26** og **Figur 27**. Det gis forslag til en strategi der erfaringer fra eksisterende og nye småskala tiltak og bruk av *diversitetsfremmende habitat* testes og videreutvikles til å skape marinøkologiske sammenhenger i Fjordbyen, etter inspirasjon fra den nasjonale pollinatorstrategien (**Figur 26**). Utvikling av gode marine nabolag står i fokus for en slik strategi. For større landskapsmessige endringer anbefales prinsipper som bygger på *naturlignende strandformasjon*, *diversitetsfremmende reparasjon av utbygd fjæresone*, og *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. Med slike løsninger vil en stor del av Fjordbyens urbane fjæresone oppnå et størst mulig potensiale for biologisk mangfold (**Figur 27**).

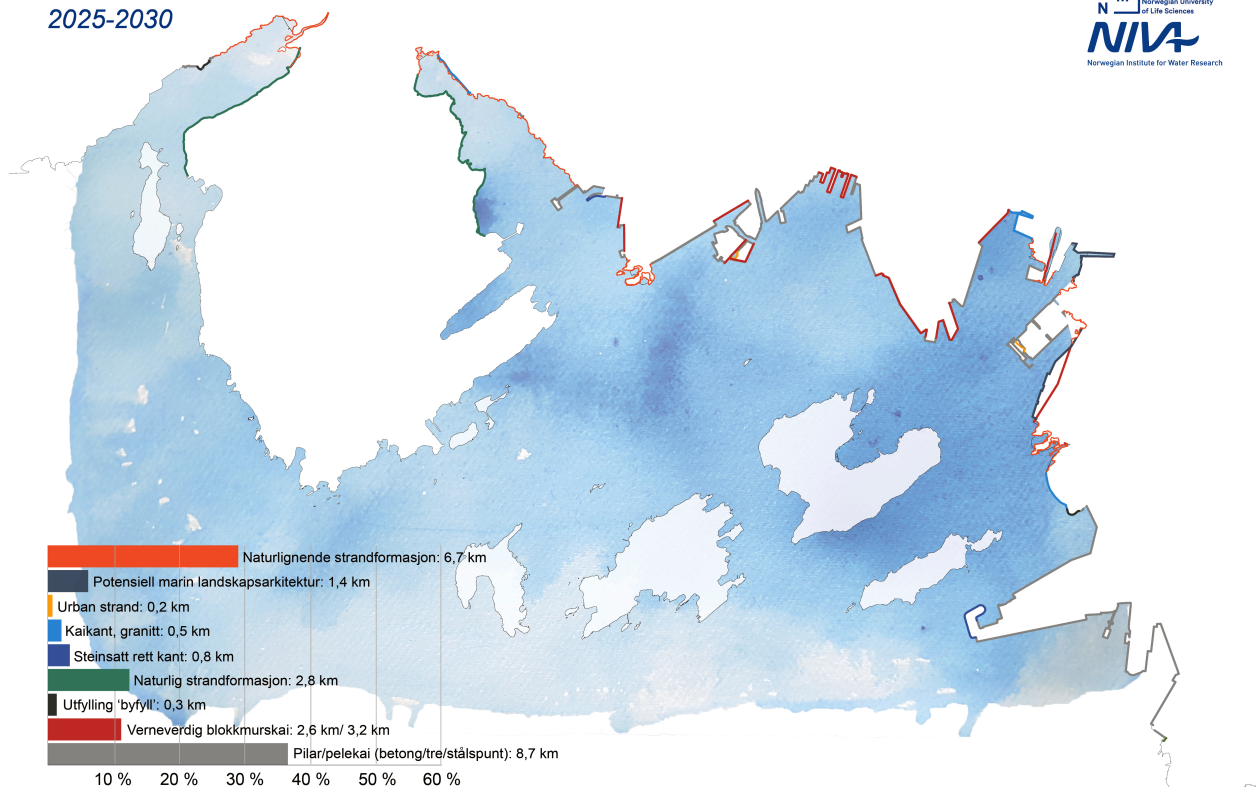


Figur 26. Framtidsscenario Fjordbyens marine "pollinatorpassasje" 2020-2025. Diagram: Elin T. Sørensen © BONO 2019. Spørsmålsteget ved Huk illustrerer at kan være nødvendig med tiltak også her for å knytte de diversitetsfremmende tiltakene i Fjordbyen til lignende tiltak i Bestumkilen gjennom en pollinatorstrategi-tankegang.

Framtidsscenario utviklet for 2025-2030, og illustrert i **Figur 27**, er basert på følgende forslag til tiltak:

- **Frognerkilen og Frognerstranda med Frognerelvas utløp.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon* (jf. **Figur 12**), *løftet sjøbunn* og *grønn buffer/kunstig våtmark* på land som en forlengelse av naturlig strandeng med takrør, på vestsiden mot Bygdøylandet. *Blå skog* av ålegras i sjø. *Naturlig erosjonssikring* i tilknytning til Frognerelva (10-20 m buffersone). På brygge/flytebryggekanter og på undersiden av flytende installasjoner i sjø kan det integreres *diversitetsfremmende habitat* som tilbyr et mangfold av leverom og vekstflater i sin utforming.
- **Filipstad.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon, løftet sjøbunn. Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø. Ved nye bryggeanlegg og utbygging i sjø á la Grønli. Kategori: *Diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur* som tilrettelegger for marint liv gjennom integrering av marinvennlig materiale, strukturer og teksturer på nye bygg i fjæresona og grunn sjøsone. *Lysåpninger* integrert i kaidekke. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.
- **Vippetangen.** Kategori: *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/østerskurver og boliger for *filtrerende organismer. Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø.
- **Festningsallmenningen.** Kategori: *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/østerskurver og boliger for *filtrerende organismer. Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø.
- **Bjørvika/Operastranda.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon, løftet sjøbunn. Blå skog* av ålegras og tang i sjø. *Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø.
- **Bjørvika/Sukkerbiten med Akerselvas utløp.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon, løftet sjøbunn* og *grønn buffer/naturlig erosjonssikring* langs Akerselvas elvebredder (10-20 m buffersone). *Blå skog* med tang i sjø. *Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø. *Lystiltak* integrert i kaidekke.
- **Bispevika/B6a og B6b.** Kategori: *Diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur. Lysåpninger* integrert i kaidekke. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.
- **Bispevika/Kongsbakkeallmenningen.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon, løftet sjøbunn. Blå skog* av ålegras og tang i sjø. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.
- **Grønli/Lohavn med skoletomt for Bjørvika skole.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon og løftet sjøbunn. Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø. *Lystiltak* integrert i kaidekke. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.
- **Grønliområdet.** Kategori: *Diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur. Lystiltak* integrert i kaidekke. *Diversitetsfremmende habitat* integrert på underside av flytende installasjoner i sjø. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.
- **Grønli med Alnas utløp.** Kategori: *Naturlignende strandformasjon, løftet sjøbunn* og *grønn buffer/naturlig erosjonssikring* langs Alnas elvebredder (10-20 m buffersone). *Blå skog* av ålegras og tang i sjø. *Tilbud av tre-dimensjonale habitater i sjø*, som krabbe- og hummerhus/kunstige rev.

Framtidsscenario Fjordbyens marine nabolag 2025-2030



Figur 27. Framtidsscenario for Fjordbyens marine nabolag 2025-2030. Diagram: Elin T. Sørensen © BONO 2019.

3.6.3 Utprøving og testing av småskalatiltak som tilrettelegger for større landskapsmessige endringer

Det er per i dag behov for uttesting av de fleste foreslåtte tiltakene. Det er nødvendig å høste erfaringer ved bruk av ulike størrelser, utforminger, og teksturer av blågrønne løsninger i overgangen land vann og i sjø. Det bør utforskes hva som er den optimale størrelsen på dyre- og plantesamfunn for å få levekraftige bestander. Det er videre behov for å teste ut hvilke vekstflater, teksturer, og miljøvennlige materialer som er best egnet for å fremme de stedegne artene.

Noen av de foreslåtte løsningene er utprøvd i andre land, men det kan være behov for lokale tilpasninger. I Sverige er det gjort erfaringer innen storskala ålegrasrestaurering, samt oppbygging av blåskjellrev (Moksnes m. fl. 2016; Liljenström 2019), som det kan bygges videre på i norsk sammenheng.

3.6.4 Hvordan få til helhetlig planlegging?

For vurdering av utfylling i sjø i Lysakerfjorden og reparasjon av strandfronten ved Lakseberget har Bærum kommune opprettet et tverrfaglig fagforum. Oslo kommune kunne følge dette eksempelet. Det bør, som nevnt også legges til rette for en dialog mellom Oslo og Bærum kommune for fellesløsninger med gjenbruk av masser og reparasjon av den urbane fjæra. Marinvennlig planlegging må synliggjøres i kommunens overordnede planer. Det bør stilles krav om tiltak for økt

marinbiologisk mangfold i reguleringsplaner, samt stilles krav til avbøtende tiltak for utbygginger som beslaglegger store areal, og som vil skygge for marine organismer. Kommuneplanen for Oslo 2021-2024 er under revidering, og betydningen og hensynene til den blå urbane allmenningen bør i denne sammenheng synliggjøres og styrkes. Den marine naturen må inkluderes som en likeverdig del av vårt blågrønne miljø og infrastruktur, som naturen på land.

3.6.5 Formidlingstiltak for å fremme en storstilt reetablering av marint mangfold i Oslos urbane sjøområder

Livet i fjorden er viktig både for mennesker og opprettholdelse av økologiske funksjoner. Tiltak for å bedre dagens til dels svært dårlige forhold er mulig. For å kunne fremme en storstilt satsing på reetablering av marinbiologisk mangfold må dette hovedbudskapet formidles til byens befolkning samt planmyndigheter og næringslivsaktører. I et slikt formidlingsøyemed må det marinfaglige fagspråket oversettes og støttes av visualiseringer som forklarer hvordan gode marine nabolag som fremmer økologiske sammenhenger kan se ut.

Foto og/eller sanntidsvideo fra det som skjer under vann med korte fakta om områdets tilstand og sjøens beboere kan vises på skilt og trasémerking på steder som allerede er etablerte møteplasser. Visjonsbilder for framtidige tiltak kan illustrere hvordan fjorden kan bli i framtiden. Videovisning i aktuelle byrom kan vise undervannsopptak fra befaringen som en oppstart. På sikt, kan webkamera med kontinuerlig «dekning» av livet under vann monteres der det er mulig. Slike løsninger benyttes ved Drøbak akvarium som et samarbeid mellom Institutt for Naturforvaltning ved NMBU og Drøbak akvarium (<https://drobakakvarium.no/hummerkamera.html>). Disse kameraene kan monteres «on-site». Opptakene kan i tillegg formidles som «live-sendinger» via sosiale medier. «*Vil du se hva som rører seg under føttene dine?*» kan være en lokal markedsføringside. Etablering av en egen hjemmeside til ulike framtidige restaurerings-prosjekt er en enkel formidlingsstrategi. Å legge til rette for deltagelse i interaktive opplevelser, som å dele bilder lokalt eller via hjemmesiden er også mulig. *Lystiltak* i brygger med glassbunn (jf. **kapittel 3.5.4**) vil gjøre naturen i sjøen under mer visuelt tilgjengelig.

Etablering av et «*Marint kunnskapssenter*» i Fjordbyen vil ha et stort potensial i å formidle dagens tilstand og løsninger som fremmer liv under vann. De ulike transformasjonsområdene gir mulighet for ulikt fokus for og en bred formidling av løsninger. Både hvordan de planlegges og gjennomføres må baseres på lokale forhold og historikk. Marint kunnskapssenter i Malmö er en god referanse her (**Figur 28**, <https://www.smkc.se/>).



Figur 28. Michael Palmgren, grunnleggeren av Marint kunnskapssenter i Malmö viser fram saltvannsakvarie med arter fra sjøområdet utenfor (venstre). En gjeng lærere forbereder seg til snorkling i sjø rett utenfor senteret (høyre). Foto: Anne Beate Hovind, august 2018.

Etablerte småskala tiltak på Tjuvholmen, ved Operaen og Sørenga kan med fordel formidles bredere. Under ledelse av forskningsdirektør Nikolai Friberg har NIVA biologisk mangfold som et av sine strategiske satsningsområder. Friberg skrev i 2015 denne kronikken i Aftenposten: <https://www.aftenposten.no/viten/i/dGO1/fjernet-kloakklukten-fra-oslofjorden-med-tjukke-tau-og-sjoestjerner> som omhandler hensikten med og verdien av akvatisk restaurering. I tilfeller der målgruppen er byens befolkning, vil medieinnsalg av denne typen utvilsomt kunne skape økt oppmerksomhet og begeistring for eksisterende og nye marine restaureringstiltak. Miljøhovedstadsåret er en naturlig «knagg» å henge dette på.

Initiativet som denne rapporten bygger på, er i tråd med Oslos politiske ledelses blågrønne profil. Gjennomføring av reetableringsløsninger for marint mangfold, er også i tråd med befolkningens forventninger til blågrønn utvikling av hovedstaden. En kontinuerlig og grundig kommunikasjon av fremdriften antas derfor som viktig og velkommen. Dette arbeidet vil være banebrytende for Fjordbyen også i internasjonal sammenheng.

5 Konklusjon

Utredningsområdet har et stort potensial for gjennomføring av tiltak som kan øke det marinbiologiske mangfoldet. Dette kan gjøres gjennom tiltak på ulike skalanivå innenfor hvert av Fjordbyens delområder. Det anbefales på det sterkeste å planlegge og legge til rette for samspill mellom løsningene sett i en større regional sammenheng. Eksempelvis kan strategien med utvikling av pollinatorpassasjen på land overføres til å skape levesteder, spredningsveier og økt mangfold av viktige marine arter. Småskala tiltak uten oppfølging er mulig. Men regelmessig evaluering og en adaptiv oppfølging av tiltakene gjør det mulig å høste verdifulle erfaringer, data og ny kunnskap. En adaptiv oppfølging muliggjør det å kunne justere kursen underveis. Dette anbefales for å sikre og oppnå en robust utvikling av sjøområdenes marinbiologiske mangfold. Tilsvarende som på land må det i sjø gjennomføres tiltak for å unngå spredning av fremmede arter på bekostning av stedege arter.

Utførte endringer av landskapet i fjæresona påvirker hvilke løsninger som er aktuelle. Vi har derfor skilt mellom to hovedtyper av endringer; *Monoton utforming av utfyllinger i fjæresona*, og *Monoton utforming i den utbygde fjæresona*, og har beskrevet mulige tiltak for hver av disse typene. Basert på befaringen og tidligere erfaringer og kunnskap, har vi for hvert av AKVAs seks delområder som egner seg for marine løsninger, foreslått gjennomføringer på tre nivå, henholdsvis småskala, middels store, og storskala tiltak. For å oppnå en best mulig etterligning av det naturlige biologiske mangfoldet i utredningsområdet, og for å øke forekomsten av stedege arter, har vi lagt vekt på bruk og utvikling av naturbaserte metoder, som gjenskaping av *naturlignende strandformasjon*, *diversitetsfremmende reparasjon av utbygd fjæresone*, utvikling og bruk av *diversitetsfremmende marin landskapsarkitektur*. Videre anbefales bruk av vegetasjon som *naturlig erosjonssikring*, etablering av *blå skoger* og *hengende marine hager* som skaper oaser av høyt biologisk mangfold. Re- og nyetablering av *habitatdannende arter* som tang, ålegras, og blåskjell vil både fremme potensialet for spredning og opprettholdelse av det biologiske mangfoldet. Samtidig har slike grep en gjensidig positiv påvirkning på hverandre gjennom såkalte *tilretteleggingskaskader*. Studier har vist at ålegrasenger og blåskjell påvirker hverandre positivt, både ved sameksistens og langt fra hverandre. Etablering av *habitatdannende arter* medfører tilleggsgevinster i form av økosystemtjenestene som disse artene bidrar med i tillegg til egenverdien av et økt biologisk mangfold som øker opplevelseskvaliteten i den urbane fjæra og i sjø.

Aktiviteter og tiltak på land har stor betydning for miljøforholdene i sjøen. En stor del av de begrensende faktorene for biologisk mangfold i sjø er knyttet til forstyrrelser som skyldes avrenning av partikler og miljøgifter fra land. Effektivt *urban vannhåndtering* er derfor helt sentralt for å oppnå god økologisk tilstand i Oslos urbane sjøområder. Det er mulig å iverksette små og middels store tiltak som *lufting for å bedre vannsirkulasjonen* for en relativt stor del av sjøbunnen i utredningsområdet. Reduksjon av arealet med flytebrygger, har også potensiale til å bedre vannsirkulasjonen og dermed oksygenforholdene innerst i Frognerkilen og Bestumkilen.

Potensiell merverdi av diversitetsfremmende tiltak i form av estetikk og kunstnerisk utforming som øker opplevelseskvaliteten for folk langs Havnepromenaden er stor. Livet under vann må inkluderes i plan og byutviklingsstrategier, og inkluderes som likeverdig del av vårt blågrønne miljø og infrastruktur.

6 Referanser

- Bohn K, Firth LB, Thompson RC, Hoggart SPG, Hawkins SJ. 2013. Management of biodiversity in disused docks – The case study of the Liverpool Docks. The Urbane Project 2013. Pp. 8.
- Gagnon K, Rinde E, Bengil EGT, Carugati L, Christianen MJA, Danovaro R, Gambi C, Govers LL, Kipson S, Meysick L, Pajusalu L, Kizilkaya IT, van de Koppel J, van der Heide T, Katwijk MMv, Boström C (Akseptert) Facilitating foundation species - the potential for plant-bivalve interactions to improve habitat restoration success J Appl Ecol.
- Gribben PE, Angelini C, Altieri AH, Bishop MJ, Thomsen MS, Bulleri F. 2019. Facilitation Cascades in Marine Ecosystems: A Synthesis and Future Directions. CRC Press, Leiden
- Hovind AB, Sørensen ET. 2019. *Oslo trenger en undervannsgartner*. Dagsavisen Debatt, publisert 21. juli 2019: <https://www.dagsavisen.no/debatt/oslo-trenger-en-undervannsgartner-1.1557139?fbclid=IwAR23qyykU5iAg29SNppDo-EAj0qmFY0mlao6dTr9Oqd62CRlfc1SbNAALsw>
- Liljenström, S. (2019). *Forskarna vill säkra musslornas framtid*. Extrakt webbtidning [Online Newspaper]. Available at: https://www.extrakt.se/forskarna-vill-sakra-musslornas-framtid/?fbclid=IwAR2ON4rEuKpzZW9ftNcTw058jVhuITTN4N3JDxV96M_EWKDJkyh3plfe7Z4.
- Oslo kommune Plan- og Bygningsetaten (2008). *Fjordbyplanen*. Oslo kommune Plan- og Bygningsetaten Avdeling for Byutvikling. Vedtatt av Oslo bystyre 27. februar 2008 (sak 77). Pp. 74.
- Reusch TBH, Chapman ARO & Gröger JP. 1994. Blue mussels *Mytilus edulis* do not interfere with eelgrass *Zostera marina* but fertilize shoot growth through biodeposition. Marine Ecology Progress Series, 108, 265–282. <https://doi.org/10.3354/meps108265>
- Rinde E, Christie H, Clemetsen M, Guttu J, Jean-Hansen V, Kroglund T, Lund-Iversen M, Often A, Stokke KB. 2011a. Helhetlig planlegging og utvikling av miljøvennlige småbåthavner. Kunnskapsstatus. CIENS-rapport: 2.
- Rinde E, Kroglund T, Christie H, Often A, Guttu J, Lund-Iversen M, Jean-Hansen V, Stokke KB, Clemetsen M. 2011b. Helhetlig planlegging og utvikling av miljøvennlige småbåthavner. Et tverrfaglig CIENS-prosjekt. VANN:569-574
- Rinde E, Gitmark JK, Hjermann DØ, Fagerli CW, Kile MR, Christie H. 2017. Utvikling av metodikk for overvåking av fremmede marine arter. NIVA rapport nr 7131-2017 / Miljødirektoratet M-723
- Rinde E, Sørensen ET, Haraldsen T. 2019. Anbefalinger tilknyttet planer for etablering av nye landskap ved Lakseberget og Telenor-stranda på Fornebu. En uttalelse fra et tverrfaglig fagforum opprettet av Bærum kommune. En NMBU, NIBIO & NIVA samarbeidsrapport. NIVA rapport 7419-2019. Sider 21.
- Schaanning MT, Helland A, Øxnevad S. 2010. Miljøeffekter av stabilisering og solidifisering (STSO) av forurensede sedimenter i utløpet av Sandvikselva. NIVA rapport LNR 5972-2010. 27s.
- Schaanning MT, Øxnevad S. 2007. Miljøundersøkelser av ACT betong-elementer. Utlekking av metaller. NIVA-rapport 5463-2007. 14s.
- Statens Vegvesen. 2013. FOREVA Fordrøyning, rensing og vanning Lokal håndtering av overvann fra veg. Statens Vegvesens rapporter Nr. 278-2013.
- Sørensen ET, Ugland KI, Nystuen JP. 2018. *Utbygging i det blå*. Biolog – tidsskriftet for Norsk Biologforening, nr. 2 2018. Sider 23-32.
- van de Koppel J, van der Heide T, Altieri AH, Eriksson BK, Bouma TJ, Olf H, Silliman BR. 2015. Long-distance interactions regulate the structure and resilience of coastal ecosystems. Annual Review of Marine Science 7, 139–158.
- Wall CC, Peterson BJ, Gobler CJ. 2008. Facilitation of seagrass *Zostera marina* productivity by suspension-feeding bivalves. Marine Ecology Progress Series, 357, 165–174. <https://doi.org/10.3354/meps07289>
- Wenting C, Barton DN, Magnusson K, Navrud S, Grimsrud K, Garnåsjordet PA, Engelién E, Syverhuset AO, Bekkby T, Rinde E. 2019. Verdier i Oslofjorden: Økonomiske verdier tilknyttet økosystemtjenester fra fjorden og strandsonen. NIVA rapport 7420-2019. 139 sider.

Vedlegg A. Deltagerliste og workshop agenda

WORKSHOPEN, 14. oktober 2019. Deltagerliste.

Navn	Epostadresser
André Staalstrøm	Andre.Staalstrom@niva.no
Camilla With Fagerli	camilla.with.fagerli@niva.no
Eli Rinde	eli.rinde@niva.no
Elin Tanding Sørensen	elin.sorensen@nmbu.no
Harald Magnus Kvifte	harald.magnus.kvifte@bym.oslo.kommune.no
Hartvig C Christie	hartvig.christie@niva.no
Line Johanne Barkved	line.barkved@niva.no
Jan Olav Nybo	jan.olav.nybo@bym.oslo.kommune.no
Liv Søyseth	liv.soyseth@pbe.oslo.kommune.no
Mats Gunnar Walday	mats.walday@niva.no
Runa Tunheim	runatunheim@hotmail.com

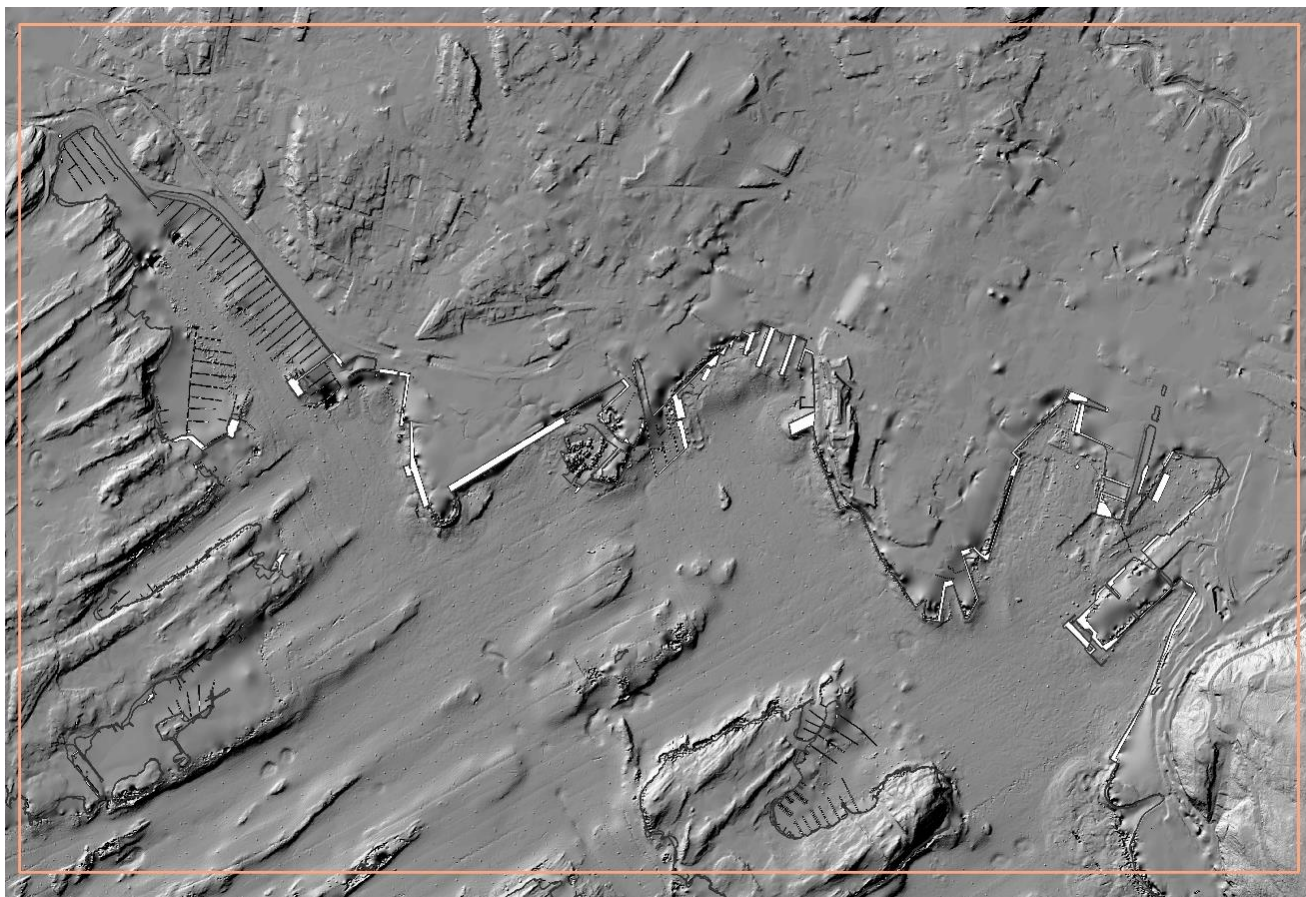
AGENDA:

Tid	Varighet (min)	Hvem?	Hva?
10.00-10.10	10	Eli	Velkommen, presentasjon av deltagerne, formål og oversikt over workshopen
10.10-10.30	20	Mats	Dagens status ut fra nylig befarings og tidligere undersøkelser
10.30-10.45	15	André	Oversikt over fysiske miljøforhold og kjemisk tilstand i utredningsområdet
10.45-10.55	10	Camilla	Oversikt over tidligere restaureringstiltak i Oslos urbane strandsone, hva har vært vellykket og hva har gått galt?
10.55-12.00	65	Alle / felles	Generell diskusjon om hva som er de begrensende faktorene for marint biologisk mangfold i utredningsområdet
12.00-12.30	30	LUNSJ	
12.30-13.30	60	Alle / felles	Diskusjon om hvilke tiltak som kan gjøres for å forbedre de identifiserte begrensende forholdene, både gjennom tiltak på land, men også i sjø.
13.30-14.30	60	I grupper	Mulige tiltak for hvert enkelt av områdene, med fokus på robuste tiltak som krever lite skjøtsel og oppfølging
14.30-14.45	15	PAUSE	
14.45-15.50	65		Hva er mulig i et helhetlig og langsiktig perspektiv gitt mulighet for overvåking og skjøtsel, i en fasebasert utvikling?
15.50-16.00	10	Eli	Avslutning - oppsummering, oppgavefordeling gjenstående arbeid

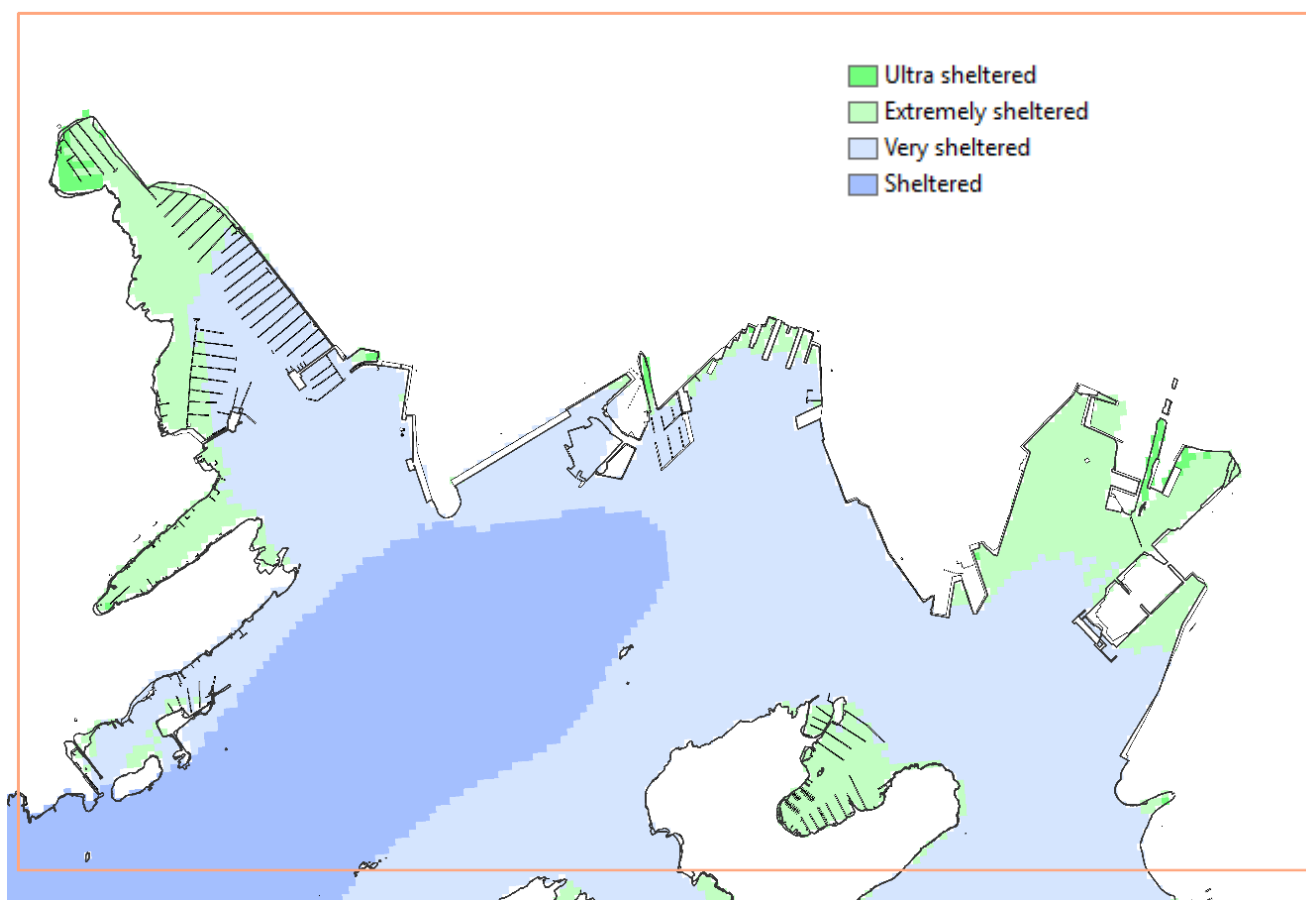
Vedlegg B. Kart med oversikt over skråning og bølgeforhold i utredningsområdet



Figur 1. Skråningsforhold basert på 1x1 m terrengmodellen for land og sjøarealene. Figur: Eli Rinde/NIVA 2019.



Figur 2. Skråningsforholdene vist som skyggelegging av utredningsområdet basert på 1x1 m terrengmodellen.
Figur: Eli Rinde/NIVA 2019.



Figur 3. Bølgepåvirkningsgrad i utredningsområdet basert på en 25x25 m terrengmodell. Figur: Eli Rinde/NIVA 2019.

Vedlegg C. Fjordbyens urbane elvemunninger

Dette grunnlagsnotat er utarbeidet av Elin T. Sørensen, i forbindelse med doktorgradsarbeidet om den urbane fjæresona og marine landskap, ved Fakultet for landskap og samfunn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU

Grønlia med Alnas utløp

- Utstrekning på Alna's utløp, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. L= 187.00 m.
- Elvas opprinnelige løp er sterkt endret, og utløpet er flyttet i tunell fra Lodalen og gjennom Ekebergåsen. Omleggingen skjedde rundt 1917. Selve Loelv tunnelens utstrekning: L= 1944.63 m.
- Landareal nord-øst er i form av en fylling med blandede og sannsynligvis forurensede masser. Arealet er gradvis fylt ut. Det ble utført store arbeider i området i mellomkrigstida, fram til 1934. Stein som var sprengt ut fra Sjursøya ble brukt til å fylle ut stranda mellom Sjursøyovergangen og Ekebergkaia. 19 jettegryter som lå i området, ble sprengt vekk da jernbanen ble anlagt. Senere har det blitt fylt ut mer i området en rekke ganger, helt fram til 1980 (Tvedt 2010). Arealet brukes i dag som mellomlagringsareal, samt diesel-tankstasjon for tungtrafikk. Det er sannsynligvis ikke gjort tiltak for å rense overflatevann. Mot sør-øst er det lignede fylling. Her er elvekanten plastret med store kampesteiner. Dette arealet er del av Sydhavna. Samlet areal inkludert elva, basert på transformasjonsareal mot nord-øst og 200 års flom-sone (sør-øst), er ca. 41,36 dekar.
- Det er god plass til å gjenskape et tidevannslandskap med våtmarksfunksjoner og en mykere buffer mellom elva og landskapet på begge sider her. Dette vil være gunstig for framtidige flomsituasjoner samt lokalt plante og dyreliv. I Fjordbyplanen er området nord-øst for elveutløpet vedtatt som en framtidig folkepark – Alna Fjordpark. Bystyret vedtok i 2009 at nordsiden av Alnas utløp inngår nå i ny plan for Grønliaområdet, og at sydsiden av Alnas utløp er en del av Sydhavna.

Bjørvika/Bispevika – Operastranda og Sukkerbiten med Akerselvas utløp

- Utstrekningen på Akerselvas utløp mellom Operaen og Munch-øya, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. L= 564.85 m.
- Elva går i sitt opprinnelige løp, men føres i kulvert fra Grønland under Sentralbanestasjonen.
- Landarealene på begge sider er i form av avrettede bryggekanter. På strekket langs Bispevika er elvekanten plastret med store kampesteiner. Senketunellen føres under elva, ca. midt under Kulturbåthavna. Samlet areal inkludert elva, basert på grense mot vei langs Operaen (vest) og ca. linje for 200 års flom-sone (øst), er ca. 25,22 dekar. Historisk sett ble Nylandsiden av Akerselva først tørt land fra midten av 1700-tallet. Tilførsel av sagmugg og slam via Akerselva grunnet opp vika, og slik oppsto Nyland med den innerste delen oppfylt – der Jernbanetorget og Sentralstasjonen ligger i dag. Akerselvas utløp fikk sin endelige, nåværende utforming i 1863 med at det såkalte Avviserverket ble bygd på begge sider av elva. Hensikten var å gjøre elva smalere. Vannet fikk dermed større fart, og elvemunningen ble ikke så lett oppgrunnet ved at sagflisen ble ført lengst mulig utover i havnebassenget. Boringer viser at grunnen i sjø består av fyllmasser ned til ca. kote -11, derunder siltig leire til

rett over berg, som antas å ligge på mellom kote -40 og -50. Fyllmassene antas å for det meste bestå av "byfyll" som stein, grusmasser, mursteinsrester i de øverste 3-4 meterne, derunder mye flisholdig sand. Flisinnholdet er høyest i de nederste ca. 4 m av fyllingen, dvs. mellom kote -7 og -11. Leira er en typisk normalkonsolidert Oslo-leire med vanninnhold som avtar fra ca. 40 % i toppen til ned mot 30 % ved berg. Oppfylling med løsmasser vil kunne gi setninger i området og dermed påvirke senketunnelen. Dette kan medføre risiko for at slike tiltak ikke vil bli godkjent. Uansett må det dokumenteres hvilke lastendringer på grunn som følger av tiltaket og konsekvenser av denne lastendringen for senketunnelen (HAV Eiendom 2018, side 7, 11).

- Det er noe plass til å gjenskape våtmarksfunksjoner for deler av elveutløpet som vil være gunstig for framtidige flomsituasjoner samt lokalt plante og dyreliv. For det sydøstlige hjørnet av "Sukkerbiten" tillater reguleringsplanen at det etableres sjønære arealer. Her er det i dag oppfylte masser. Hvis det fylles ut noe mere i sjø her kan dette være en plass for god sjøkontakt. Det nye Byrådet vil utrede muligheten for at hele Sukkerbiten kan til et friområde (jf. Byrådsplattformen s. 42).

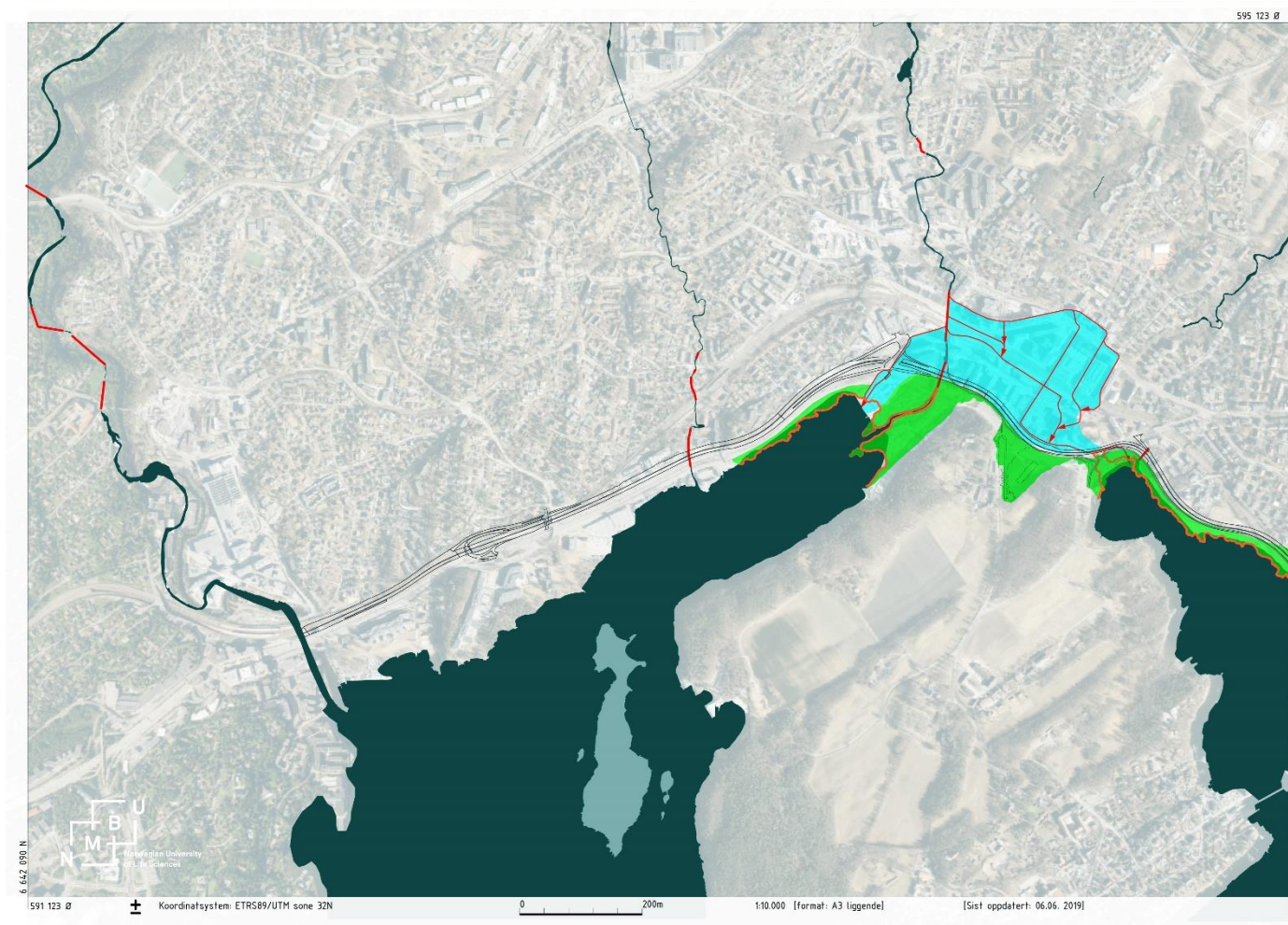
Frognerkilen – Frognerstranda med Frognerelvas utløp

- Utstrekning på Frognerelvas utløp i Frognerkilen, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. L= 26.16 m. Elva føres i rør under E18.
- Landarealene på begge sider av kulvert er i form av plastret "elvekant". Samlet areal inkludert utløp, basert på avgrensing mot gangsti (vest) og avsatt 20 meter fra elvebredd (øst), er ca. 1.87 dekar.
- Båtaktiviteter er framtreddende, og området er lite tilgjengelig for allmennheten. Brygger med gjerde/låste porter representerer en privatisering av den blå allmenningen. Bryggeanlegg ut i sjø tar opp halve kilen, og dekker 400 av 600 dekar sjøareal.
- Diskusjonstema: Frognerelvas opprinnelige elveoslandskap lå midt på Frognerstranda. Det er god plass til å gjenskape våtmarksfunksjoner her som vil være gunstig for framtidige flomsituasjoner samt lokalt plante og dyreliv. Frognerstranda, inkludert gressplen med gangstier er ca. 10 dekar.

Takrørbukta innerst i Frognerkilen mot Bygdøy med strandeng/strandsump er en viktig naturtype-referanse. Areal 13.9 dekar. DN-naturbase: Vegetasjon og flora: I takrørbeltet og i den smale strandenga vokser arter som skogsivaks, mjørdurt, engsoleie, stormaure, grasstjerneblom, fredløs, slyngsøtvier, takrør, lodnestarr, mannosøtgras, storkvein, myrsauløk, gjerdevikke, åkertistel og hundegras. Langs stien nær gjerdet mot beitemarka kan vegetasjonstypen karakteriseres som rik fukteng med arter som tunrapp, paddesiv, åkersnelle, gjerdevikke, berggull, løvetann, åkertistel, hvit steinkløver, vinterkarse, gulflatbelg, rødsvingel, kratthumleblom, dunkjempe, spisslønn og alm. Flere av artene er ugras som har spredd seg fra nærliggende jordbruksmark. På en liten berg-knaus nord i området er det tørrbergvegetasjon og et par enkeltstående trær.



Figur 1 | Frognerkilen har en lokalt viktig strandeng. Slike langgrunne mudderbanken er viktige for sjøfugl og andre marine organismer. Her gir takrøenga skjul og en buffer mellom land og vann, ferskvannstilførsel og saltvann. Grunne bløtbunnsområder i strandsona består gjerne av sandflater med ulike fordelinger av mudder, skjell, og erodert leirskifergrus. Under sjø kan slike bløtbunnsgeotoper kan gi grunnlag for spredning av ålegras. I Indre Oslofjord er det like viktig å ivareta intakte hardbunnsområder som finnes i langt mindre utstrekning enn bløtbunn (Norconsult 2018). Hardbunnsgeotoper som steinrøyser som kan eksempelvis huse hummer. Foto: Elin T. Sørensen © BONO mai 2018.



Figur 2 | Elvene og fjorden er en kropp (*waterbody*). Lyseblått felt viser Hoffselvas flomareal, og de røde pilene viser flomveier. Røde streker viser rørlagte elvestrekk. Grønt felt viser arealet som det er mulig å forbinde Bestum- og Frognerkilen med blågrønn struktur. Kart: Elin T. Sørensen © BONO 2019, basert på fig. 15. s. 12 i Avdeling for byutvikling, Plan- og bygningsetaten 2019 rapport om *Bestumkilens miljøtilstand og virkninger av områderegulering Skøyen*.

Bestumkilen med Hoffselvas utløp

- Utstrekning på Hoffselvas utløp i Bestumkilen, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. $L = 280.71$ m. Elva føres i rør under E18.
- Buffersonen er relativt lang og landareal på begge sider av elva virker å være naturlige (jf. flyfoto fra 1956). Seve strandlinja i kilen er endret, fylt ut og etablert med betongbrygger. Vintertids brukes tomten til båttopplag, og sommertid til båtvedlikehold, service, parkering/bobilparkering. Totalt leies det ut ca. 61 daa til båttopplag som gir plass til ca. 1500 båttoppstillingsplasser vinterstid (PBE, 2019, s 7). Samlet areal inkludert elvas utløp, basert på avgrensing mot sykkelsti, E-18 (vest) og Hengsåsen (sør-øst), er ca. 72.60 dekar.
- Båttaktiviteter er framtreddende, og området er lite tilgjengelig for allmennheten. Flytende båtbygger tar opp nærmest hele kilens indre fjordrom, inkludert Hoffselvas nedre løp. Båttaktiviteter nevnes som en av området største kilder til avfall og forurensing i sjø. Vannkvaliteten i Bestumkilen påvirkes i tillegg av menneskeskapt forurensing som

avløpsvann fra overløp oppstrøms Lysakerelva, Merradalsbekken og Hoffselva (PBE, 2019, s. 10-11).

- Ny naturtypekartlegging på land og sjø bør gjennomføres. Informasjon om marine naturtyper for Bestumkilen i Miljødirektoratets Naturbase er over 20 år gammel: **Mudderbanke**, lokalt viktig ved Hoffselva og Merradalsbakkens utløp. **Østersforekomst**, lokalt viktig i Bestumkilen. Naturbase: Lokaliteten ligger like øst for utløpet av Merradalsbekken, og er påvist av Larsen for 24 år siden, i tillegg observerte han 27 algearter her. Begge naturtyper nevnes i Larsen, 1995. *Utbredelsen av benthosalger i Indre Oslofjord* (Cand.scient. oppgave i marin botanikk. Biologisk institutt, Universitetet i Oslo 1995); Moy & Walday, 1997. *Marine grunntvannsbiotoper rundt Fornebulandet i Indre Oslofjord. En veileder i marin biotopkartlegging og bruk av nøkkelbiotoper i kystsonenplanlegging* (NIVA Rapport LNR 3703-97).
- Diskusjonstema: Retning og plassering på Hoffselvas utløp er relativt intakt, men løpet er rettet ut og snevret inn. Elvebreddene variere mellom fyllingskant og utrettet, hard kant mot Bestumkilen. Arealet som helhet gir store muligheter til å gjenskape brede elvebredder samt våtmarksfunksjoner som vil være gunstig for framtidige flomsituasjoner samt lokalt plante og dyreliv.
- Utstrekning på Merradalsbakkens utløp i Bestumkilen, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. L= 88.06 m. Elva føres i rør under E18.
- Samlet kantareal inkludert elveutløp er ca. 2.55 dekar, avgrenset mot bygg på begge sider.
- Diskusjonstema: Hva kan gjøres for å forbedre elvas utløp?
- Lysakerelvas utløp i Bestumkilen, og dagens buffer mellom salt/ferskvannsblandingssone, målt fra kulvertutløp er ca. L= 529.70 m. Elva føres i rør under E18.
- Samlet kantareal inkludert elveutløp er ca. 47.67 dekar, avgrenset mot bygg langs elvekanten og ca. linje for 200 års flom-sone.
- Diskusjonstema: Samme som over.

Referanser

Avdeling for byutvikling rapport (2019). *Bestumkilens miljøtilstand og virkninger av områderegulering Skøyen*.

Til: Byrådsavdeling for byutvikling. Fra: Avdeling for byutvikling, Plan- og bygningsetaten. Dato: 20.05. 2019.

Saksnummer: 201414412.

Bendiksen, E. m. fl. 2005. Naturverdier på Bygdøy. NINA rapport 77. 118 s.

<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2005/77.pdf>

HAV Eiendom (2018). *B-101 Konstruksjons- og fundamenteringsprinsipper Mulighetsstudie*. Konstruksjoner Aas-Jakobsen og geodata NGI (Norges Geotekniske Institutt) for HAV Eiendom 2018. 16 sider.

Norconsult (2018). *Ny friluftstøy i Lysakerfjorden – vurdering av konfliktpotensial: Naturmangfold, vannkvalitet og hydrologiske forhold*. Norconsult rapport, 5. nov. 2018 versjon D01.

Knut Are Tvedt (red.): *Oslo byleksikon*. Utg. Kunnskapsforlaget, Oslo 2010, ISBN 978-82-573-1760-7.

Kartkilder

Flyfoto: Norge i bilder: Kartverket, NIBIO og Statens vegvesen, hentet september 2019

Landterrengdata: FKB-matrikkeldata UTM32 Euref89, Norge digitalt, hentet februar 2018

Sjøbunnsterreng Oslofjorden: Batymetriske data UTM32, Geonorge NGU, hentet februar 2018.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no