

Litangen Lagune – marin landskapsarkitektur og naturbaserte villgjøringsløsninger. En tverrfaglig rapport laget av NIVA og Urbant HAV



RAPPORT

Hovedkontor

Økernveien 94
0579 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.noUrbant HAV:
www.urbanthav.no

Tittel Litangen Lagune – marin landskapsarkitektur og naturbaserte villgjøringsløsninger. En tverrfaglig rapport laget av NIVA og Urbant HAV	Løpenummer 7776-2022	Dato 03.10.2022
Forfatter(e) Eli Rinde Elin T. Sørensen (Urbant HAV) Janne K. Gitmark Maia R. Kile	Fagområde Marin biologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område	Sider 47 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Asplan Viak AS	Kontaktperson hos oppdragsgiver Lars Krugerud og Anne Karen Haukland
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 220065

<p>Sammenheng</p> <p>Tilknyttet Litangen-Utvikling AS i Kragerø sine planer om å transformere Litangen kvartalsbrudd til et område for fritidsboliger og rekreasjon for lokalbefolkningen og andre tilreisende, med en saltvannslagune som sentrum, har NIVA og Urbant HAV bidratt med kunnskap om framgangsmåter, viktige prinsipper, og en verktøykasse for å komme fram til løsninger som gir de beste muligheter for marint liv og mangfold inne i lagunen og i planområdet utenfor lagunen. Vi har basert våre løsninger på lokal kunnskap om de stedegne marine artene og det marine landskapet, blant annet innhentet gjennom befaringer, samt gjennom tverrfaglige diskusjoner med prosjektleder Asplan Viak, landskapsarkitekt ATSITE, arkitekt Lund Hagem og utbygger Fredensborg Fritidsboliger.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Villgjøring Naturbaserte løsninger Marine nabolag Formgivingsprinsipper 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Rewilding Nature-based solutions Marine neighbourhood Design principles
--	---

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

Eli Rinde
Prosjektleder

Hartvig Christie
Kvalitetssikrer

Paul R. Berg
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7512-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Litangen Lagune
marin landskapsarkitektur og naturbaserte
villgjøringsløsninger

En tverrfaglig rapport laget av
NIVA og Urbant HAV

Forord

Tilknyttet Litangen-Utvikling AS i Kragerø sine planer om å transformere Litangen kvartsbrudd til et område for fritidsboliger og rekreasjon for lokalbefolkningen og andre tilreisende, rundt en saltvannslagune som et sentrum, har NIVA og Urbant HAV tilbudt seg å bidra inn i en tverrfaglig rådgivning for planområdet. Målet med arbeidet har vært å komme fram til løsninger som gir de beste muligheter for marint liv og mangfold inne i lagunen og i planområdet utenfor lagunen. Vi har basert våre løsninger på lokal kunnskap om de stedegne marine artene og det marine landskapet, blant annet innhentet gjennom befaringer i området. Befaringene har vært utført av marinbiologene Janne K. Gitmark, Maia R. Kile, Kristina Øie Kvile, Hartvig Christie og Eli Rinde, og av landskapsarkitekt og billedkunstner Elin T. Sørensen. Elin T. Sørensen og Eli Rinde har deltatt i møter med Asplan Viak, Fredensborg Fritid, ATSITE og Lund Hagem, og diskutert mulige utforminger og naturbaserte løsninger. Rinde og Sørensen er hovedforfatterne av rapporten.

Oslo, 29. september 2022

Eli Rinde og Elin T. Sørensen

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	9
2	Metode	11
2.1	Innhenting av eksisterende lokal kunnskap.....	11
2.2	Kartlegging av lokale forhold og muligheter.....	11
3	Dagens situasjon og muligheter for marint liv.....	13
3.1	Landskapet og geologiske naturverdier.....	13
3.1.1	Landskapsbildet før og nå.....	13
3.1.2	Geologi og tilgjengelige materialressurser.....	15
3.2	Lokale marine miljøforhold – terreng, bølger og strøm	17
3.3	Naturverdier i sjø, påviste verdier og potensialet for marine naturverdier.....	19
3.3.1	Sammenstilling av tilgjengelige data og kunnskap.....	19
3.3.2	Funn fra befaringen – naturverdier og økologisk tilstand.....	21
4	Framgangsmåter og prinsipper for villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø.....	27
4.1	Fem steg for villgjøring	27
4.1.1	Forberedelse – innhenting av eksisterende kunnskap.....	27
4.1.2	Kartlegging av lokale forhold.....	28
4.1.3	Identifisere løsninger på riktig skala.....	28
4.1.4	Formgiving.....	30
4.1.5	En tilpasningsdyktig skjøttselsplan	30
5	Utfordringer og mulige løsninger for marint liv i planområdet	31
5.1	Begrensinger for marint liv gitt designforslagene i mulighetsstudien.....	31
5.2	Naturbaserte løsninger som bedrer livsmiljøet i sjø.....	33
5.3	Oppbygging og utforming av undervannslandskap og sjøkanter	37
5.4	Utforming av bygninger og strukturer satt ut i sjø	38
5.5	Materialbruk	39
5.6	Konkrete villgjøringsforslag for utvalgte områder.....	39
5.6.1	Grantområde med sivsummer, bløtbunnehager og ålegrasenger (A)	40
5.6.2	Kunstig rasmark land/vann (B)	41
5.6.3	Intakt natur: Svaberg og blå skog (C)	42
5.6.4	Nytt undervannslandskap i lagunen (D).....	42
5.6.5	Varierte strukturer/teksturer som gir bosteder for marint liv (E).....	42
6	Overvåking og skjøtsel av marin nærnatur	43
7	Konklusjon	44
8	Referanser.....	46

Sammendrag

Tilknyttet Litangen-Utvikling AS i Kragerø sine planer om å transformere Litangen kvartsbrudd til et område for fritidsboliger og rekreasjon, med en saltvannslagune som sentrum, har NIVA og Urbant HAV bidratt med kunnskap om framgangsmåter, viktige prinsipper, og en verktøykasse for å komme fram til løsninger som gir de beste muligheter for marint liv og mangfold. Som grunnlag for vurderingene har vi blant annet undersøkt hvilke arter og hvilke habitatkvaliteter (dvs. naturgitte leverom for artene i form av landskap, substrattypen, terrengformasjon, og grad av bølger og strøm) nærområdet gir for marine arter. Dette ble utført gjennom to befaringer i området (13. juni og 4. juli 2022), og gjennom sammenstilling av eksisterende data og kunnskap. Data om miljøforhold som dybde, bølgepåvirkning og strøm er hentet fra tilgjengelige modeller fra NIVA, og fra Gerard Dams strømningsanalyser (Dam 2022). Vi har også hentet informasjon om forekomst av marine naturtyper tilgjengelig i Miljødirektoratets Naturbase. Sammenstilt kunnskap om nabo-lokalitetenes geologi og annen lokalkunnskap er hentet fra Norges geologiske undersøkelse (2017), og Leibel (2022) sin delrapport på Tema: Naturmangfold på land. Etablering av marint liv inne i lagunen vil hovedsakelig skje basert på spredning av larver og individer fra området utenfor Litangen. Oversikt over de stedege artenes habitatkrav og hvilken tilstand disse habitatene er i, er derfor nødvendig kunnskap for å designe egnede leveområder for disse artene i det konstruerte landskapet.

For å komme fram til de beste løsningene for marint liv i et utbyggingsområde, er det nødvendig med en tverrfaglig dialog mellom biologer, oseanografer, landskapsarkitekter og arkitekter. Eli Rinde (NIVA) og Elin T. Sørensen (Urbant HAV) har derfor vært i tverrfaglige møter med Asplan Viak, ATSITE, Lund Hagem og Fredensborg Fritid, for å diskutere begrensninger og muligheter for marint liv gitt ulike utforminger av landskapet inne i og utenfor lagunen. Det har imidlertid vært liten tid til tverrfaglig samskaping og vurdering av ulike designforslag. Vi har derfor ansett det som viktig å presentere viktige prinsipper og en stegvis framgangsmåte for villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø, tidlig i prosjektfasen. Framgangsmåten og prinsippene er grunnpilarene i en metode som NIVA og Urbant HAV har utviklet for marin villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø, og er basert på kunnskap og erfaringer fra tidligere prosjekter og samarbeid. Disse omfatter Elin T. Sørensens doktorgrad, samt flere utredningsarbeider for Oslo og Bærum kommune, og for utbyggere av Oslo Fjordby (Oslo S Utvikling, Bjørvika Infrastruktur og Hav Eiendom). Prinsippene og den stegvise framgangsmåten er like relevante for villgjøring på land og i ferskvann. Vi har tidlig i prosjektfasen påpekt utfordringer og begrensninger for marint liv gitt designforslagene i foreliggende mulighetsstudie for området (Lund Hagem og ATSITE 2022). Basert på diskusjonene i en workshop holdt 8. september 2022, har vi trukket ut og vurdert noen konkrete forslag til marint-liv-vennlige løsninger for prosjektet knyttet til noen utvalgte områder og tema; (A) Gruntområde med sivsummer, bløtbunnshager og ålegrasenger, (B) Kunstig rasmark land/vann, (C) Intakt natur: Svaberg og blå skog, (D) Nytt undervannslandskap i lagunen, samt (E) Varierte strukturer/teksturer som gir bosteder for marint liv.

Vi mener at naturbaserte løsninger på en landskapskala er en forutsetning for å lykkes i å etablere en levedyktig marin natur i Litangen-prosjektet. Dette omfatter forming av sjøbunnen og kanalene i lagunen, samt gruntvannsområdet på sørsiden av lagunen. I tillegg bør det iverksettes løsninger på liten skala, som integrering av lysluker på flytende strukturer, variert utforming av pilarer og flytebrygger for å tilrettelegge for filtrerende dyr og hengende hager. For å lykkes med å skape et trivelig livsmiljø for mennesker og natur er det viktig at tilstanden i lagunen overvåkes slik at avbøtende tiltak kan iverksettes dersom det blir nødvendig. Lokale materialer bør gjenbrukes, som lokale sprengsteinsmasser, men disse bør slipes for å fjerne kvasse kanter. Det å herme lokale landskapstrekk bidrar til å skape en variert romlig inndeling som danner økologiske nisjer. Slike kvaliteter er trivselsskapende både for folk, planter og dyr på land og i sjø. Oppbygging av det nye

landskapet i overgangen land og vann må løse de påpekte utfordringene knyttet til terreng- og kantutforming, dybder og substrattyper, samt kravene påpekt av oseanografer med hensyn til utforming av kanaler og lagunens maksimale dybde, for å sikre en best mulig vanngjennomstrømming.

Summary

Title: Litangen Lagoon -marine landscape architecture and nature-based rewilding solutions. An interdisciplinary report prepared by NIVA and Urbant HAV.

Year: 2022

Author(s): Eli Rinde, Elin T. Sørensen (Urbant HAV), Janne K. Gitmark, Maia R. Kile

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7512-4

Linked to Litangen-Utvikling AS in Kragerø's plans to transform the Litangen quartz quarry into an area for holiday homes and recreation, with a saltwater lagoon as the center, NIVA and Urbant HAV have contributed knowledge of procedures, important principles, and a toolbox to arrive at solutions that provide the best opportunities for marine life and diversity. As a basis for the assessments, we have, among other things, investigated which species and which habitat qualities (i.e. natural living space for the species in the form of landscape, substrate type, terrain formation, and degree of waves and currents) the adjacent area provides for marine species. This was carried out through inspections in the area (13th of June and 4th of July 2022), and through a compilation of existing data and knowledge. Data on environmental conditions such as depth, wave action and current are taken from available models from NIVA, and from Gerard Dam's flow analyzes (Dam 2022). We have also obtained information on presence for marine habitat types available in the Norwegian Environment Agency's Naturbase. Compiled knowledge about the neighboring localities' geology and other local knowledge is taken from, Norges Geologiske undersøkelse (2017) and Leibel (2022)'s interim report on Theme: Natural diversity on land. Establishment of marine life inside the lagoon will mainly be based on the spread of larvae and individuals from the area outside Litangen. An overview of the native species' habitat requirements and the state of these habitats is therefore necessary knowledge to design suitable habitats for these species in the constructed landscape.

In order to arrive at the best solutions for marine life in a development area, an interdisciplinary dialogue between biologists, oceanographers, landscape architects and architects is necessary. Eli Rinde (NIVA) and Elin T. Sørensen (Urbant HAV) have therefore been in interdisciplinary meetings with Asplan Viak, ATSITE, Lund Hagem and Fredensborg Fritid, to discuss limitations and opportunities for marine life given different designs of the landscape inside and outside the lagoon. However, there has been little time for interdisciplinary co-creation and assessment of various design proposals. We have therefore considered it important to present important principles and a step-by-step procedure for rewilding in development projects at sea, early in the project phase. The procedures and principles are the cornerstones of a method that NIVA and Urbant HAV have developed for marine rewilding in development projects at sea and are based on knowledge and experience from previous projects and collaborations. These include Elin T. Sørensen's doctorate, as well as several investigative works for Oslo and Bærum municipality, and for developers of Oslo Fjordby (Oslo S Utvikling, Bjørvika Infrastruktur and Hav Eiendom). The principles and the step-by-step procedures are equally relevant for rewilding on land and in fresh water. Early in the project phase, we pointed out challenges and limitations for marine life given the design proposals in the current feasibility study for the area (Lund Hagem og ATSITE 2022). Based on the discussions in a workshop held on 8th of September 2022, we have extracted and assessed some concrete proposals for marine-life-friendly solutions for the project related to some selected areas and themes; (A) Shallow area with reed swamps, soft bottom gardens and eelgrass meadows, (B) Artificial landslip landscape land/water, (C) Intact nature: rocky substrate and blue forest, (D) New underwater landscape in the lagoon, and (E) Varied structures/textures that provide habitats for marine life.

We believe that nature-based solutions on a landscape scale are a prerequisite for success in establishing a viable marine nature in Litangen Lagune. This includes shaping the seabed and the channels in the lagoon, as well as the shallow water area on the south side. In addition, small-scale solutions should be implemented, such as the integration of skylights on floating structures, varied design of pillars and floating jetties to facilitate filtering animals and hanging gardens. In order to succeed in creating a pleasant living environment for people and nature, it is important that the condition of the lagoon is monitored so that mitigating measures can be taken if necessary. Local materials should be reused, such as local crushed stone masses, but these should be ground to remove sharp edges. Mimicking local landscape features helps to create varied spaces for life that forms ecological niches. Such qualities create well-being both for people, plants and animals on land and in the sea. Construction of the new landscape in the transition between land and water must solve the identified challenges related to terrain and edge design, depths and substrate types, as well as the requirements identified by oceanographers with regard to the design of channels and the lagoon's maximum depth, in order to ensure the best possible water flow.

1 Introduksjon

Litangen Utvikling AS i Kragerø planlegger å transformere Litangen kvartsbrudd til et område for fritidsboliger og rekreasjon for lokalbefolkningen og andre tilreisende. Målet er at denne utbyggingen med høye stedstilpasnings- og bærekraftambisjoner starter i løpet av 2024.

Litangen ligger i Kilsfjorden, med nærhet til Kragerø sentrum. Siden 2008 har området ligget inne i kommuneplanens arealdel som fremtidig område for fritidsboliger. Nå skal kvartsbruddet som drives av Georg Tveit AS tilrettelegges for fremtidig utvikling der ambisjonen er å skape et lokalt landemerke for blågrønn infrastruktur. Planene omfatter etablering av en saltvannslagune som midtpunkt i utbyggingsprosjektet der havet slippes inn med utløp mot nord og sør. Arkitekturen er tenkt inspirert av kystbebyggelsen i Kragerø, rorbuer i Lofoten og fjellandsbyer på Santorini der samspill mellom mennesker og natur skal stå i sentrum (**Figur 1**).



Figur 1. Illustrasjonsplan for Litangen laget av ATSITE og Lund Hagem arkitekter, 26. september 2022.

NIVA og Urbant HAV har på oppdrag av Asplan Viak fått i oppgave å belyse mulighetene for å skape et best mulig habitat for marine arter i planområdet. Vi har sett på muligheter for marin landskaps- og habitatrestaurering for den planlagte lagunen med de to kanalene, den planlagte stranden og sivsump området, og landskapet rundt Litangen. Her består enkelte partier av relativt intakt natur, svaberg og sjøbunn, mens andre består av sterkt modifisert landskap som fremstår som en kunstig rasmark som følge av steinbruddsaktiviteter over lang tid. NIVA og Urbant HAVs naturbaserte løsningsforslag er basert på innhenting av lokal kunnskap om de stedegne marine artene og det marine landskapets natur, og omfatter en befaring av området, sammenstilling av eksisterende biologiske og geologiske data fra databaser som Miljødirektoratets Naturbase, Norges geologiske

undersøkelse (NGU), og bruk av våre erfaringer og kunnskap om biologi, økologi, landskap og formgivning.

Naturbaserte løsninger går ut på å løse samfunnsutfordringer gjennom å ta utgangspunkt i naturlige prosesser og økosystem. Basert på Miljødirektoratets veileder til Statlige planretningslinjer for klimatilpasning (2019) utnytter naturbaserte løsninger kjente egenskaper natur har til å møte en utfordring, som å dempe flom eller overvann, stabilisere grunn og motvirke skred. Løsningen tar utgangspunkt i områdets naturlige utforming og bruker eller restaurerer eksisterende naturtyper og økosystemer eller etterligner disse. Slike løsninger kan ses i sammenheng med Naturmangfoldlovens formål om «å ta vare på og fremme naturens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser som grunnlag for kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden». Marin natur er under stort press, og beslagleggelse av areal er en av de største truslene for marint liv (IPBES 2019). Det er økende bekymring for tilstanden til de kystnære marine økosystemene, både i Norge og globalt, og derfor et stort behov for å fremme marint liv i utbyggingsprosjekter. Litangen Utvikling AS sine planer om å etablere en marin lagune i krateret vil skape et nytt marint leveområde og dermed gi økt areal for marint liv. Hvilke arter og hvilke levevilkår disse marine artene får vil være avhengig av hvordan lagunen, kanalene, strandområdet og landskapet omkring utformes. I tillegg vil planlagte menneskelige aktiviteter i området påvirke de marine artenes trivsel.

Våre forslag til best mulig villgjøringsløsninger for det marine livet i og rundt lagunen, er basert på noen sentrale steg og prinsipper for utviklingen av Litangen som et miljø- og naturvennlig utbyggingsprosjekt. Disse omfatter:

- Innhenting av eksisterende lokal kunnskap (rapporter og databaser)
- Feltkartlegging av lokale forhold og muligheter
- Grunnprinsipper for utforming av naturbaserte løsninger
- Prinsipper for gjennomføring, skjøtsel og tilpasningsdyktige justeringer av løsningene
- Identifisering av hovedutfordringer og forslag til stedstilpassede løsninger

Disse stegene og prinsippene er grunnpilarene i en metode som NIVA og Urbant HAV har utviklet for marin villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø. Metoden er basert på kunnskap og erfaringer fra tidligere prosjekter og samarbeid. Disse omfatter Elin T. Sørensen's doktorgrad "Multiartslige nabolag i urbane sjøområder" (2021), samt flere utredningsarbeider for Oslo og Bærum kommune (Rinde og Sørensen m.fl. 2019, Rinde, Sørensen og Haraldsen 2019), og for utbyggere av Oslo Fjordby; ved Oslo S Utvikling (OSU) og Bjørvika Infrastruktur (BI) (Walday m.fl. 2020) og Hav Eiendom (Hanslin, Sørensen og Rinde 2022). Stegene og prinsippene er også like relevante for villgjøring på land og i ferskvann.

En viktig faktor for å lykkes er at de marine naturbaserte løsningene utformes på riktig skala. Dette krever løpende tverrfaglig dialog og samarbeid mellom prosjektets arkitekter og landskapsarkitekter, ingeniører og andre involverte konsulenter. Vi har derfor påpekt behovet for jevnlig møter med prosjektteamet for å kunne inkludere bredest mulig tverrfaglig kompetanse i løsningsforslagene.

Overgangssonen mellom land og vann er svært viktig for marint liv. Denne sonen fungerer blant annet som «barnehage og oppvekstsenter» for en rekke planter og dyr som gir oss mat, levebrød, opplevelser og livskvalitet. Uten dyptgripende endringer i vår behandling av naturen sier FNs Naturpanel at 50 prosent av alle livsformer er tapt innen 2050. Dette gir et akutt behov for forbildeprosjekter i urbane sjøområder som demonstrerer løsninger for urban villgjøring. Urban villgjøring handler om å slippe naturen til i byen og andre bebygde områder. Det er smart fordi naturens egne løsninger er den beste læremester for en holdbar framtid. For å oppnå dette må vi

inkludere naturens sirkulære og dynamiske prosesser. Langsiktig tenkning kombinert med å gi nok tid og plass til at naturen kan drive endringene og forme levedyktige systemer er helt sentrale suksesskriterier. Det vi får tilbake er mangfoldige, levedyktige, sirkulære og robuste urbane økosystemer. Den marine nærnaturen er også svært viktig for oss mennesker, både for helse, rekreasjon, opplevelse og som en arena for marin naturbasert læring (dvs., Havkunnskap /*Ocean Literacy*).

2 Metode

2.1 Innhenting av eksisterende lokal kunnskap

Det marine livets krav til leveområder og livsmiljø kan knyttes til fire faktorer: *terreng, vekstflater, menneskelig påvirkning, og livsmiljø* (Rinde & Sørensen m.fl. 2019, Sørensen 2021).

Terrengegenskaper omfatter skråning- og dybdeforhold, vekstflater omfatter substrattype (som fjell versus sand og stein), menneskelig påvirkning omfatter utslipp, fiske, båttrafikk, livsmiljø og fysiske og kjemiske egenskaper til et leveområde (som salinitet, temperatur, oksygen og lys). Dette er alle essensielle faktorer som bestemmer hvilke marine arter som kan leve i et gitt område.

Vi har hentet eksisterende kunnskap om disse faktorene fra ulike kilder. Data om miljøforhold som dybde, bølgepåvirkning og strøm er hentet fra tilgjengelige modeller fra NIVA. Disse modellene er utviklet i nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst (Rinde m.fl. 2006, Bekkby m.fl. 2011). Vi har også hentet informasjon om forekomst av marine naturtyper tilgjengelig i Miljødirektoratets Naturbase. Sammenstilt kunnskap om nabo-lokalitetenes geologi og annen lokalkunnskap er hentet fra Norges geologiske undersøkelse (2017), samt Leibel (2022) sin delrapport på Tema: Naturmangfold på land.

2.2 Kartlegging av lokale forhold og muligheter

For å kunne vurdere hvilke løsninger som vil skape de beste forutsetningene for marint liv i lagunen og i planområdet rundt Litangen, har det vært nødvendig å undersøke hvilke arter og hvilke habitatkvaliteter nærområdet gir for marine arter. Med habitatkvaliteter mener vi både naturgitte leverom for marine arter i form av landskap, substrattype, terrengformasjon, og grad av bølger og strøm, men også hvilke tilstand de stedege leveområdene er i. Etablering av marint liv inne i lagunen vil skje basert på spredning av larver og individer fra området utenfor Litangen. Oversikt over de stedege artenes habitatkrav og hvilken tilstand disse habitatene er i, er derfor nødvendig kunnskap for å designe egnede leveområder for disse artene i det konstruerte landskapet.

Kunnskap om forekomst av stedege marine arter og naturtyper (det marine nabolaget), samt av landskapsformer i og utenfor krateret, ble undersøkt gjennom befaringer. En befaring ble foretatt 13. juni 2022. På denne befaringen deltok Elin T. Sørensen (Urbant HAV) og marinbiologene Janne K. Gitmark, Maia R. Kile og Kristina Øie Kvile (NIVA). Tilknyttet et annet prosjekt i nærområdet, ble det også foretatt en befaring 4. juli 2022 utført av marinbiologene Janne K. Gitmark, Hartvig Christie og Eli Rinde (NIVA). De marinbiologiske observasjonene ble utført ved bruk av droppkamera og ROV. Langs flere transekter, som innebærer undersøkelser av det undersjøiske landskapet/naturen som man ønsker informasjon om, langs en avgrenset linje, ble det gjort ROV-opptak rundt hele Litangen. Transektene gikk fra land og ca. 50 m ut i sjø. For tilfeldig utvalgte, representative punkter langs 8 tilsvarende transekter rundt Litangen, ble det ved bruk av droppkamera registrert forekomst av arter,

samt registrert dybde, substrattype, og terrengforhold for hvert punkt. ROV-filmene (som inneholder informasjon om dybden) ble analysert i etterkant av befaringen for å skaffe oversikt over hvilke arter og marine nabolag som finnes i nærområdet, hvilke dyp de ulike artene lever på, hvilken tilstand de ulike leveområdene har, og dermed hvilke arter og vekstbetingelser det kan og bør tilrettelegges for inne i og eventuelt utenfor lagunen.

Målet for våre løsningsforslag er å øke muligheten for marint liv ved å etablere et mest mulig naturlig miljø basert på de stedege egenskapene. For å få til dette kreves det et tverrfaglig samarbeid mellom prosjektets arkitekter og landskapsarkitekter, ingeniører og andre involverte konsulenter. Det er essensielt at effekten av det marine landskapet og planlagt bebyggelse på det marine livsmiljøet blir tilstrekkelig undersøkt. Dette gjelder for eksempel effekten på strømhastigheter, vannutskifting, oksygenforhold, temperatur og salinitet. Vi har derfor vært i dialog med Gerard Dam (Asplan Viak 2022) om strømanalysen som er utført for å vurdere effekten av ulike utforminger av lagunen og kanalene, på grad av vannutskifting. Vi har fått utkast til hans rapport til gjennomsyn (Dam 2022). Vi har påpekt behovet for å knytte oppholdstiden av vannmassene i bassenget (gitt ulike utformingsforslag) til oksygenkravet for å bryte ned biologisk produksjon på sommeren, gitt ulike temperaturforhold. Vi regner med at arter som blåskjell, sekkdyr og lurv (dvs. fintrådige, kortlevde alger) vil etablere seg både på pilarer og sjøbunn i lagunen om sommeren. Nedbryting av biomassen som disse artene produserer foregår på sensommer og høst, og kan kreve store mengder oksygen. Slike naturlige nedbrytningsprosesser kan potensielt sett gi oksygenvinn og dårlig lukt i lagunen. Denne problemstillingen førte til at Jarle Molvær (Molvær Resipientanalyse) ble kontaktet for å komme med en tilleggsvurdering av strømanalysen, med tanke på faktorene biologisk nedbrytning og oksygen. Dam og Molvær er enige i at eksisterende plan med kanalterskler på -7m (referansesituasjonen) vil gi dårlig vannutskifting (med antatt oppholdstid over et år) og dermed stor sannsynlighet for oksygenvikt, tap av marint liv og dårlig lukt. Molvær revurderte de to alternativene; 1) full bredde av nord-kanalen helt ned til dypeste nivå, og 2) en avsmalning av kanalbredden i nord fra full bredde i toppen og ned mot 3 m bredde på bunnen. Dam estimerte oppholdstiden i bunnvannet i de to alternativene til å være henholdsvis 66 og 134 dager. Molvær anbefaler alternativ 1 som det sikreste alternativet i forhold til et mål om god vannkvalitet i bassenget. Dam påpeker at usikkerheten i begge beregninger er store og anbefaler derfor å overvåke vannkvaliteten i lagunen uansett hvilket alternativ som blir valgt, samt å iverksette tiltak hvis vannkvaliteten ikke er tilfredsstillende. Ifølge Molvær er mulige tiltak å tilføre ferskvann eller oksygen gjennom en ledning på bunnen. Tilsvarende løsninger er også beskrevet i Rinde & Sørensen m.fl. (2019).

3 Dagens situasjon og muligheter for marint liv

3.1 Landskapet og geologiske naturverdier

3.1.1 Landskapsbildet før og nå

Dagbruddet har vært i drift siden 1921, altså i hundre år. Den langvarige steinbruddvirksomheten har gjort at landskapets naturlige fjellformasjoner, sammenhengende vegetasjon og habitat for dyrelivet, er sterkt endret. I dag fremstår landskapet som et øde krater med bratte bergvegger i øst og vest (**Figur 2** og **Figur 3**). Deler av strandberget er intakt mot sjø, men i sør og nord er landskapet preget av industrivirksomheten - også ned i sjø (**Figur 4**). Det er sprengt ut og fylt igjen mot nord i Libukta, mens sprengsteinsmasser har falt ut i sjø mot sør i Kollrennbukta (**Figur 5**). Her fremstår landskapet, både på land og i sjø, som sterkt modifisert rasmark med innslag av pionervegetasjon (**Figur 6**).



Figur 2. Terrassert landskap inne i krateret til kvartsbruddet ved Litangen. Foto: Elin T. Sørensen Urbant HAV (juni 2022)



Figur 3. Planlagt vannkant i det nye landskapet skal ligge nedenfor adkomstveien som anlegges på kote +3-4, og som i bilde er den nedre terrassen. Foto: Elin T. Sørensen Urbant HAV (juni 2022)



Figur 4. Øverst til venstre viser oddens naturlige hardbunnsstrand med svaberg på østsiden av Litangen. Øverst til høyre ser vi oddens naturlige hardbunnsstrand på nordsiden. De nederste fotoene viser sørsiden der strandlinja er sterkt modifisert. Betegnelsen av disse naturlige naturtypene i Natur i Norge systemet (NiN) er *strandberg* på land (dvs fjellpartiet ned mot sjø på landsiden), og *salt bergknaus* og *salt bergvegg* (i bratte områder) i stille til litt bølgebeskyttet miljø, der fjellet fortsetter ut i sjø. Tidevannsdelen av bergknausene hører til hovedtypen *Fast fjæreltebunn* (M3), og den dypere delen til *Eufotisk fast saltvannsbunn* (M1). Foto: Elin T. Sørensen, Urbant HAV.



Figur 5. Kunstig etablert rasmark på sørsiden av Litangen, og som går fra land og ned i sjø.
Foto: Eli Rinde (juli 2022).



Figur 6. Kunstig etablert kvartssandstrand, med liten forekomst av stranddrug på sørsiden av det nedlagte kvartsbruddet ved Litangen Foto: Elin T. Sørensen Urbant HAV (juni 2022)

3.1.2 Geologi og tilgjengelige materialressurser

Planområdet er 173 daa. Liebel (Asplan Viak 2022) beskriver geologien til hovedsakelig å bestå av kvartsitt som gir næringsfattige grunnforhold på land. I tillegg er det et smalt bånd mellom Litangen, Sagatun og Limoen som består av amfibolitt. Amfibolitt gir grunnlag for rik edelløvskog, spesielt i sørvendte partier med vintermildt klima.

Industrimineral databasen til Norges geologiske undersøkelse (NGU) beskriver stedet som et dagbrudd som gir tilgang til de geologiske materialene *silika* (hovedtype) og *kvartsitt* (subtype), Norges geologiske undersøkelse (2017). Silika (silisiumdioksid, SiO_2) forekommer som mineral i fem forskjellige krystallinske modifikasjoner som kvarts. Materialet er hardt med stor motstand mot påvirkning fra ytre mekaniske krefter. Kvarts SiO_2 brukes blant annet som tilsetningsstoff i keramiske materialer som keramikk, teglstein, fliser, porselen og lignende, samt i sementer og glass. Den finnes også som komponenter i datamaskiner og i produksjon av solceller.

Kvartsitt er en sandstein som ved avsetning av kvarts mellom sandkornene er blitt sammenkittet til en fast, hard bergart. Fargen er hvit, grå eller rødlig (**Figur 7**). Kvartsitter forvitrer langsomt og står gjerne frem som kupper eller åsrygger i landskapet. Kvartsitten på Litangen er grovkrystallinsk, har skarpe kanter (**Figur 8**) og inneholder noen forurensninger av muskovitt og magnetitt.



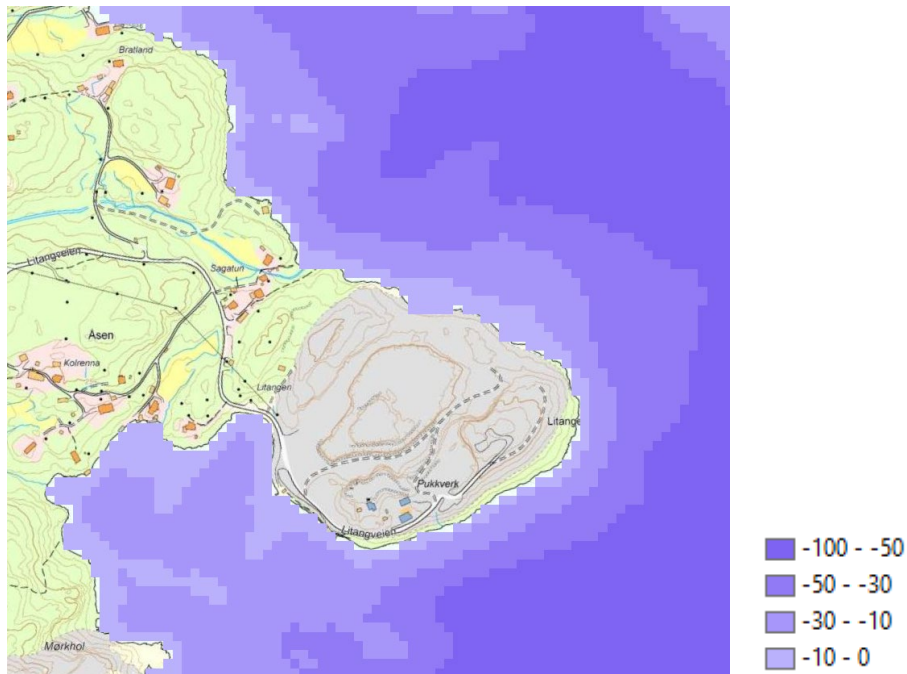
Figur 7. Oversikt over kvartsmateriale i små fraksjoner fra steinbruddet. Foto: Elin T. Sørensen Urbant HAV (juni 2022)



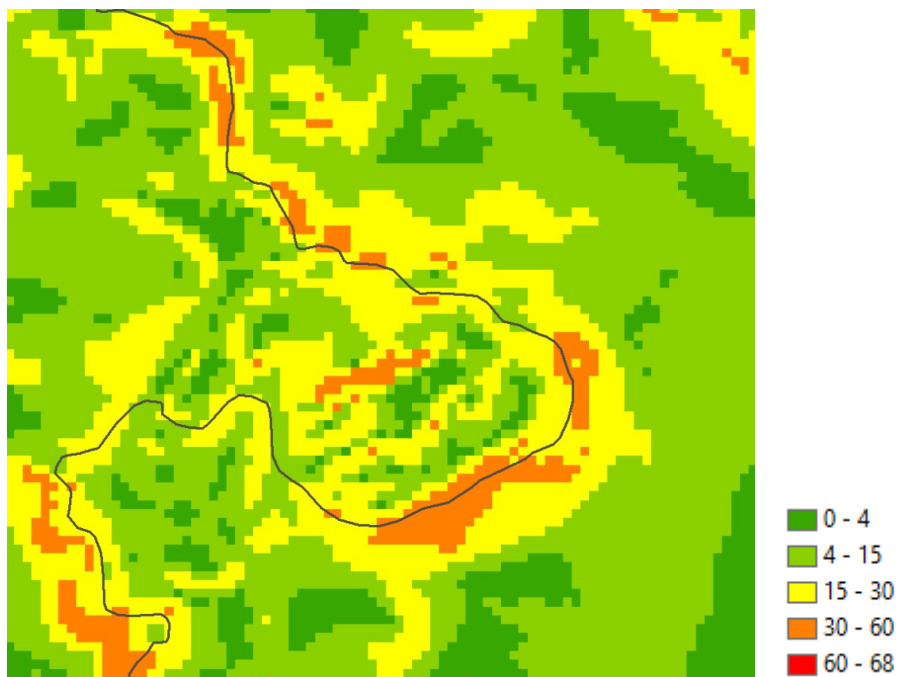
Figur 8. Til venstre: På befaringen ble det observert lite plastrester fra sprengingen i kvartsbrudd, men noe er til stede og må ryddes. Til høyre: Kwartsitten har relativt skarpe kanter på småstein- og fjellblokker som potensielt er lite egnet for marint liv da det kan skade fisk og bløtdyr. Foto: Elin T. Sørensen Urbant HAV (juni 2022)

3.2 Lokale marine miljøforhold – terreng, bølger og strøm

Sjøterrenget utenfor Litangen er preget av bratt skråning på sørøstlig side, ned mot ca. 50 m dybde, og slakere skråning ned mot ca. 30 m i nord. I sørvest er det slakere skråning ned mot 10-15 m dyp, 70 til 100 m ut fra land (**Figur 9** og **Figur 10**).



Figur 9. Dybdeforhold (legenden angir meter under sjøkartnull) i sjøen rundt Litangen, gitt tilgjengelig terrengmodell fra nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst (12.5x12.5m oppløsning). Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



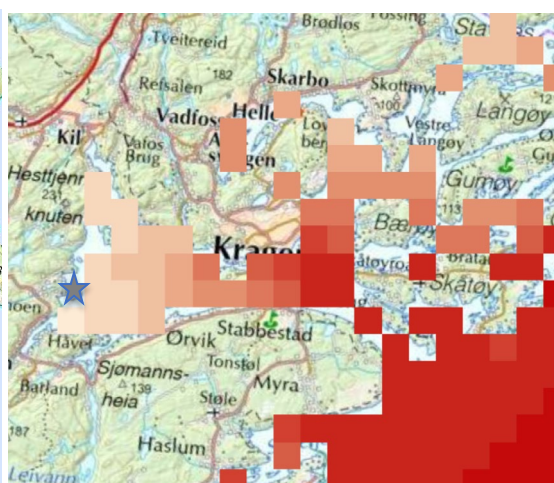
Figur 10. Skråningsforhold (i grader) gitt tilgjengelig terrengmodell fra nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst (12.5x12.5m oppløsning). Kystkonturen er vist som grå linje. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.

Skråninger med større helning enn 60 grader kalles sterkt hellende bergknaus i NiN-systemet, og indikerer en betydelig fare for helningsbetinget forstyrrelsesintensitet. Slike forhold kan finnes på sørøst-siden og vestsiden av Litangen. De høyeste skråningsverdiene basert på terrengmodellen er ca. 30 grader, men på mindre skala, som observert på befaringen, forekommer det brattere skråninger. Sterkt hellende bergknauser innebærer at det er risiko for at for eksempel ras vil forstyrre organismene i området og dermed påvirke artssammensetningen. Helningsbetinget forstyrrelsesintensitet er knyttet til krefter som virker nedover, som for eksempel vannerosjon, isskuring, snø- og jordras på land, og som forstyrrer organismer som vokser på berg. Skråningsforhold mellom 4 til 60 grader kalles svakt hellende bergknaus, og er ansett til å ha liten helningsbetinget forstyrrelsesintensitet, dvs. liten fare for tap av biomasse som følge av nedadrettede krefter som virker på organismer. Denne inndelingen er imidlertid basert på kunnskap om effekter av denne miljøvariabelen for naturtyper på land, og det er behov for mer kunnskap om hvordan variabelen påvirker marint liv. En positiv effekt av sterkt skrånende terreng i områder med mye partikler og høy grad av sedimentering, som i kystområder i Sør-Norge, er at sedimentlaget ikke får anledning til å akkumulere, og at det bare fjellet lettere kan koloniseres av filtrerende dyr som sjøanemoner, sekkdyr og muslinger. Overheng skaper også skjul for «sedimentregnet», og vil danne et leveområde som er fritt for denne type forstyrrelser, og være godt egnet leveområde for filtrerende dyr.

Litangen ligger beskyttet til inne i Kilsfjorden, som igjen ligger innenfor Kragerøfjorden og har derfor liten grad av bølgeeksponering (**Figur 11**), og relativt lave strømhastigheter (**Figur 12**).



Figur 11. Bølgepåvirkningsgrad ved Litangen basert på Rinde m.fl. (2006). Lyseblått indikerer svært beskyttet og lyse grønt, ekstremt beskyttet. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



Figur 12. Gjennomsnittlig strømstyrke i Kilsfjorden basert på Norkyst-modellen (Albrigtsen 2008). Stjernen viser lokaliseringen av Litangen. Dess lysere farge, dess lavere strømstyrke. De laveste verdiene er ca 0.1 m/s. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.

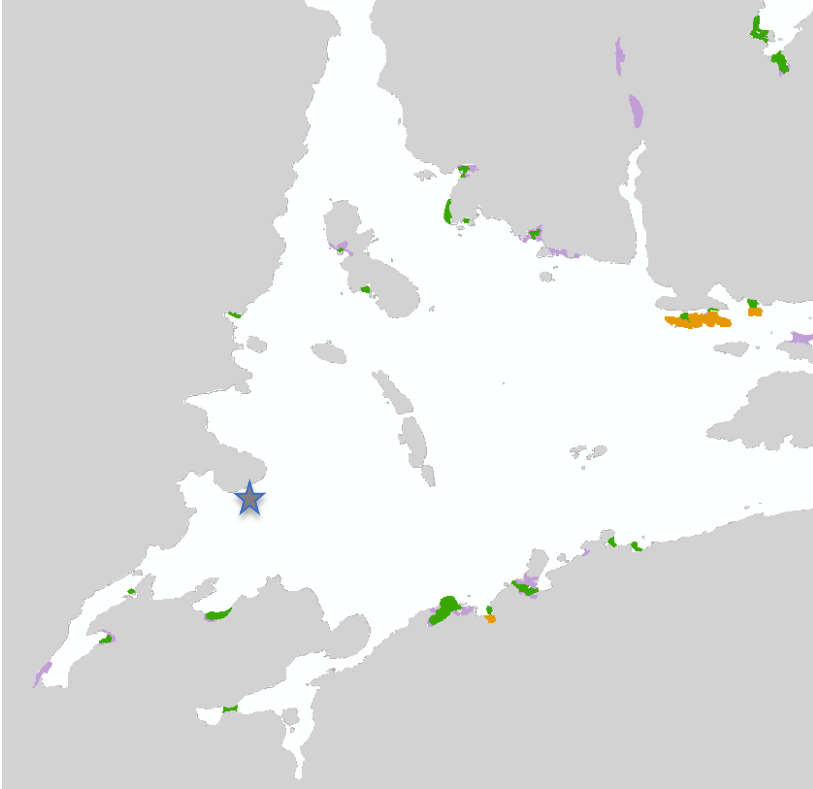
3.3 Naturverdier i sjø, påviste verdier og potensialet for marine naturverdier

3.3.1 Sammenstilling av tilgjengelige data og kunnskap

Naturtyper

Natur i Norge, forkortet til [NiN](#) er en verktøykasse utviklet for å beskrive natur på en sammenlignbar måte, og utgjør kjernen i offentlig naturkartlegging, i tråd med stortingets vedtak (St.meld. nr. 14 2015–2016). Naturtypene i sjø ved Litangen er dominert av NiN-hovedtypene fast fjæreltebunn i tidevannssonen, og eufotisk fast saltvannsbunn i sjøsonen. Fast fjæreltebunn omfatter fast fjell og stabile blokker med permanente samfunn av flerårige alge- og dyrearter. Hovedtypen inneholder betydelig variasjon i artssammensetning, først og fremst relatert til grad av bølgeeksponering og vertikal plassering, som påvirker varigheten av tørrlegging ved fjære sjø. Artssammensetningen påvirkes også av variasjoner i saltholdighet, og av skråningsforholdene. Det er mindre variasjoner i artssammensetningen langs disse gradientene i områder med redusert salinitet og på bergvegger, som er tilfelle for Litangen. Ifølge Dam (pers. med.) er saliniteten i området mellom 18 og 25‰. Det innebærer at naturtypene i sjø, tilhører kategoriene salt bergknaus og salt bergvegg.

Det er ikke kartlagt forekomster av marine naturtyper ved Litangen i henhold til Miljødirektoratets Naturbase. Men i Kilsfjorden er det dokumentert forekomst av de marine naturtypene ålegraseng og andre undervannsenger og bløtbunnsområder i strandsonen (**Figur 13**). Det er også påvist forekomst av strandsump og strandenger (**Figur 13**), som er naturtyper kartlagt i henhold til DN håndbok 13, og som omfatter landbaserte (terrestre) naturtyper. Marine (og brakke) forekomster av denne naturtypen tilhører NiN-hovedtypen Helofytt-saltvannssump (**Figur 14**), innen de marine naturtypene (dvs. de marine bunnsystemer).



Figur 13. Oversikt over registrerte marine naturtyper i nærområdet til Litangen (Kilsfjorden) basert på kartlegging etter DN håndbok 19 (2007): grønt-ålegrasenger, lilla-grunne bløtbunnsområder i strandsonen; og etter DN håndbok 13 (2007): oransje-strandeng og strandsump. Stjernen viser lokaliseringen av Litangen. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



Figur 14. Et eksempel på hvordan naturtypen helofyttsump ser ut. Her fra Viernbukta på Brønnøya, der vegetasjonen er dominert av havsivaks. Foto: Eli Rinde (NIVA).

Funn av rødlistede arter på land

I følge Liebel (2022) har området få artsregistreringer i Artsdatabankens database, «Artskart» 2022, for landbaserte arter. Blant disse er det hovedsakelig fugl som er relevant for det marine livet. Det er observert flere fuglearter med livskraftige bestander i Norge i planområdet, men også funnet arter på norsk rødliste. Disse gjelder gråmåke (VU – sårbar), hønsehauk (VU – sårbar), fiskeørn (VU), grønnfink (VU), granmeis (VU) og storskarv (NT). Alle observasjoner er gjort utenom hekketiden. Det er sannsynlig at gråmåke hekker i området i noen år. Storskarv og fiskeørn ble observert på trekk eller næringssøkende (Liebel 2022). På NIVAs befarings 4. juli 2022, ble det observert hegre på stranda på østsiden av Litangen.

3.3.2 Funn fra befaringsen – naturverdier og økologisk tilstand

Det ble observert en del tang og fastsittende dyr som rur på grunn hardbunn både på bergknauser, bergvegger og på stor stein, omkring Litangodden. Tangen var imidlertid i stor grad dekket av filamentøse alger kalt lurv (**Figur 15**). Det ble observert en liten forekomst av ålegras nær oddens strandlinje i Kollrennbukta, på sedimentbunn (**Figur 16**). På dypere vann ble det funnet forekomster av sjørosen *Protanthea simplex* (**Figur 17** og **Figur 18**), hydroiden *Corymorpha nutans*, (**Figur 19**), samt begerkoraller (**Figur 20**). *Protanthea simplex* og begerkoraller ble særlig observert på bratt fjell der det i liten grad legger seg lag med sedimenter og lurv. Der det er lite sedimenter trer de rosa skorpeforma kalkalgene klart fram (**Figur 21**). Det ble observert flere frittlevende arter som sjøstjerner, piggkorstroll, og kråkeballen *Echinus acutus* på sjøbunnen. Det ble også observert en del fiskearter på ROV-filmene, bl. a. blåstål, grønnlylt, bergnebb, lyr, brisling eller småsild, og ørret. Sistnevnte art ble observert ved ålegrasenga. På befaringsen 4. juli 2022 ble det også observert en sel på østsiden av Litangen.

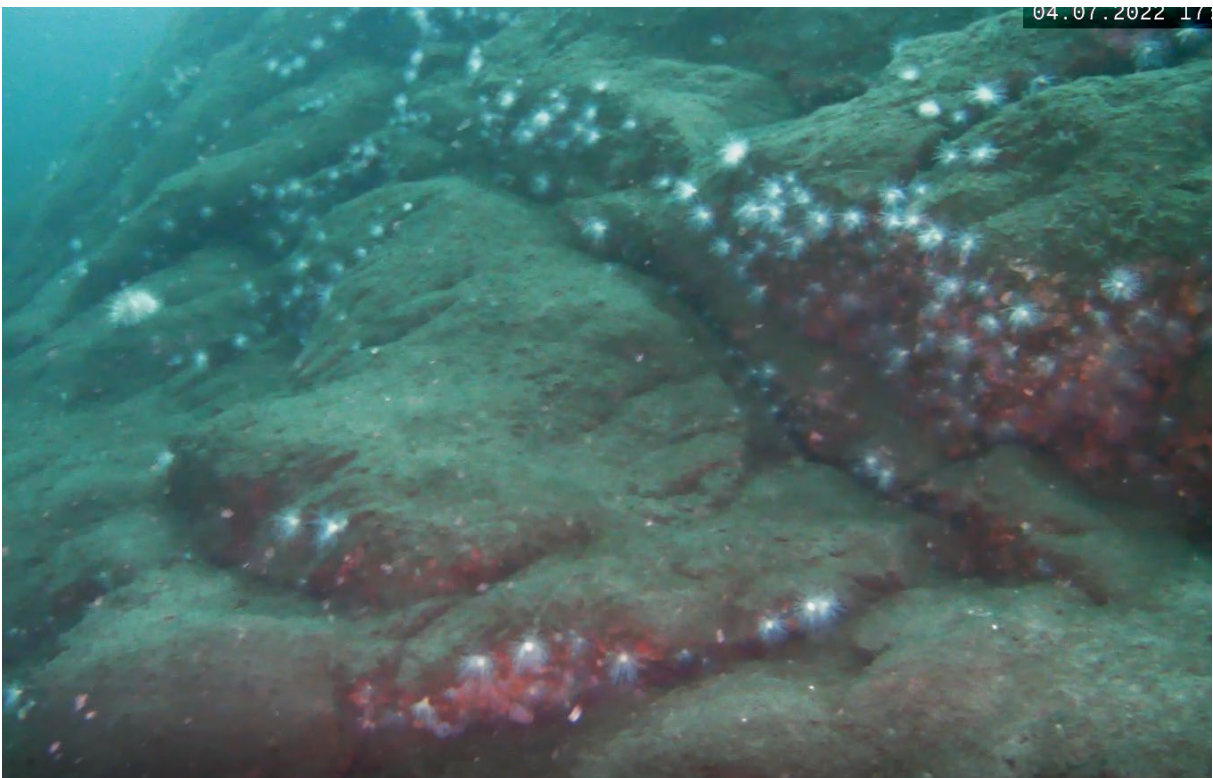
Hovedinntrykket er at det er best økologisk tilstand på de bratte flatene, og at de flate og svakt skrånende fjellknausene fort kan bli nedslammet av sedimenter og lurv.



Figur 15. Tang og andre alger begrodd av hurtigvoksende trådformede alger/lurv, på 2 m dyp ved Litangen. Det er forekomst av matter av blågrønn-alger til høyre i bildet. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).



Figur 16. Ålegras begrodd av hurtigvoksende trådformede alger/lurv, på 1.6 m dyp ved Litangen, på flat sedimentbunn. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).



Figur 17. Bratte bergvegg med forekomst av sjørosen *Protanthea simplex*, og kråkebollen *Echinus acutus* på 20 m dyp ved Litangen. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).



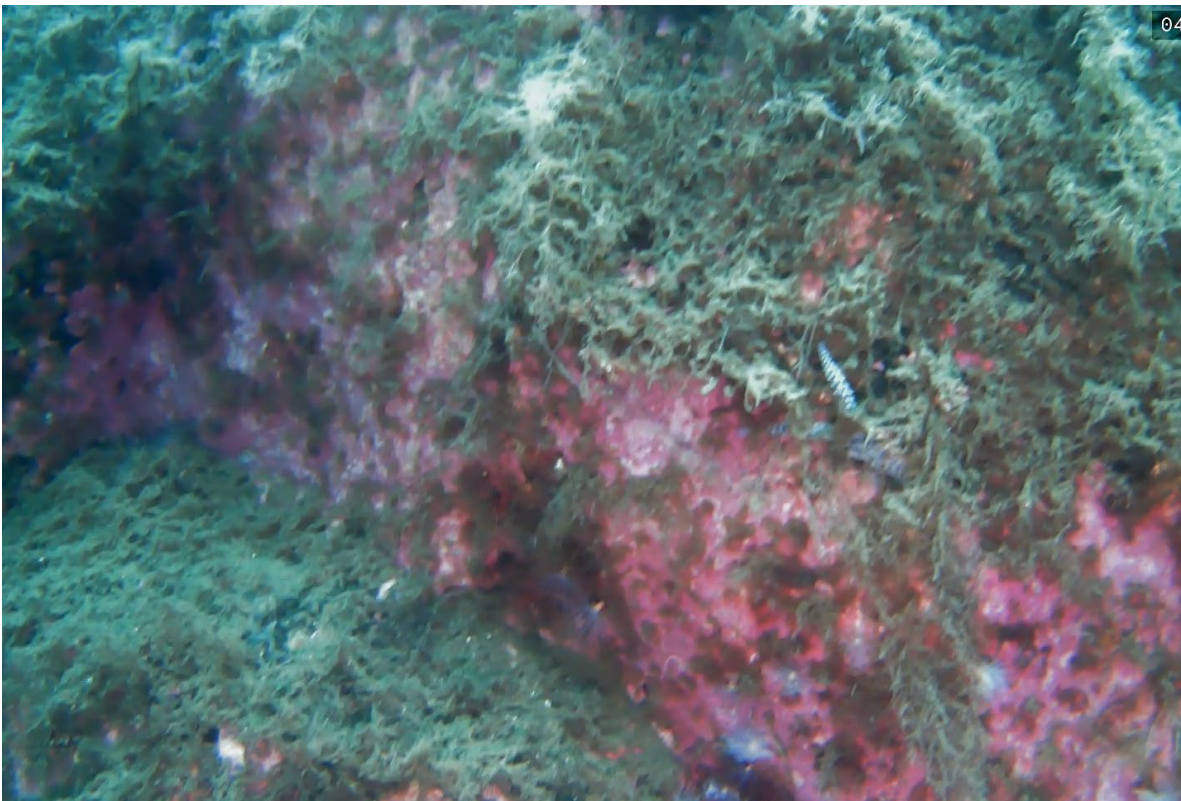
Figur 18. Bratt bergvegg med tett forekomst av sjørosen *Protanthea simplex*, og noen sekkdyr på 11 m dyp ved Litangen. Bunnen er dekket av rosa, skorpeforma kalkalger. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).



Figur 19. Hydroiden *Corymorpha nutans* ble observert på kabler, på bergknauser og bratte bergvegger, og på bløtbunn. Her er arten observert på kabler på 13 m dyp på sørsiden av Litangen. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).

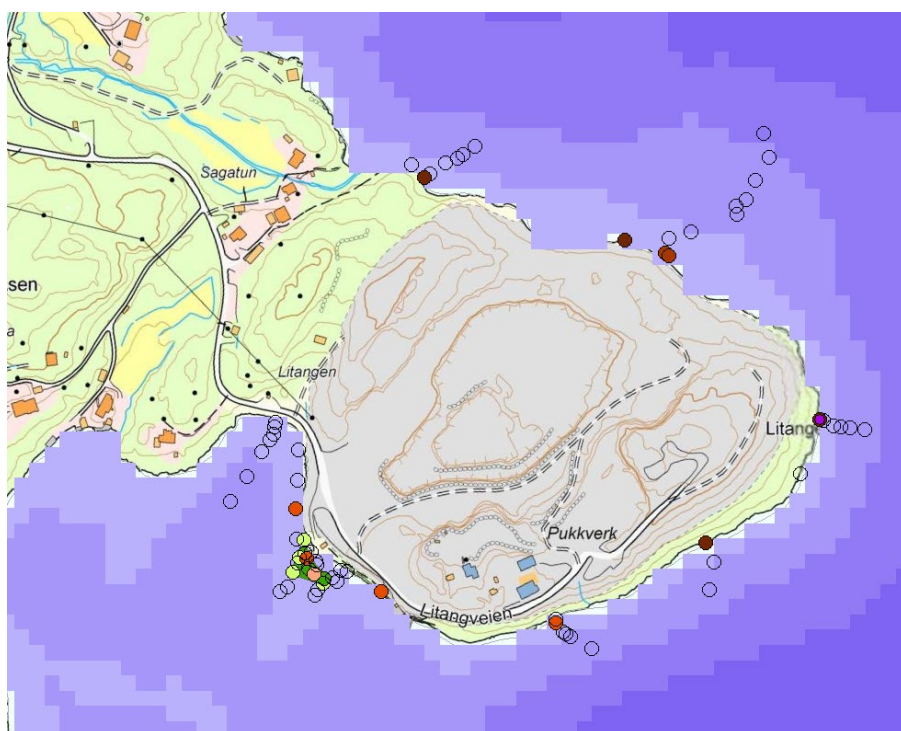


Figur 20. Begerkoraller, observert på ca. 17 m dyp, på skrånende og bratt bergvegg. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).



Figur 21. Renere flater, dekket av skorpeforma kalkalger, på bratte bergvegger på 8.5 m dyp ved Litangen. Det grå lurvelaget består sannsynligvis av rødalger og hydroider dekket av filamentøse alger og sedimenter. Undervannsfoto fra ROV: Janne K. Gitmark (NIVA).

Figur 22 til **Figur 25** gir oversikt over observasjoner av ulike arter ved bruk av undervannsdroppkamera og ROV. **Figur 22** gir oversikt over funn av tangarter og ålegras. **Figur 23** gir oversikt over forekomst av trådalger/lurv. Vanlig til dominerende forekomst av lurv indikerer dårlig økologisk tilstand. Slike tettheter forekommer hyppigst i de delene av området som er synlig modifisert av anleggsvirksomheten. **Figur 24** og **Figur 25** gir oversikt over forekomst av henholdsvis hydroiden *Corymorpha nutans* og sjørosen *Protanthea simplex*. En fjellvegg dominert av sjørosen *Protanthea simplex*, ble funnet på dypere vann nær ålegrasenga.



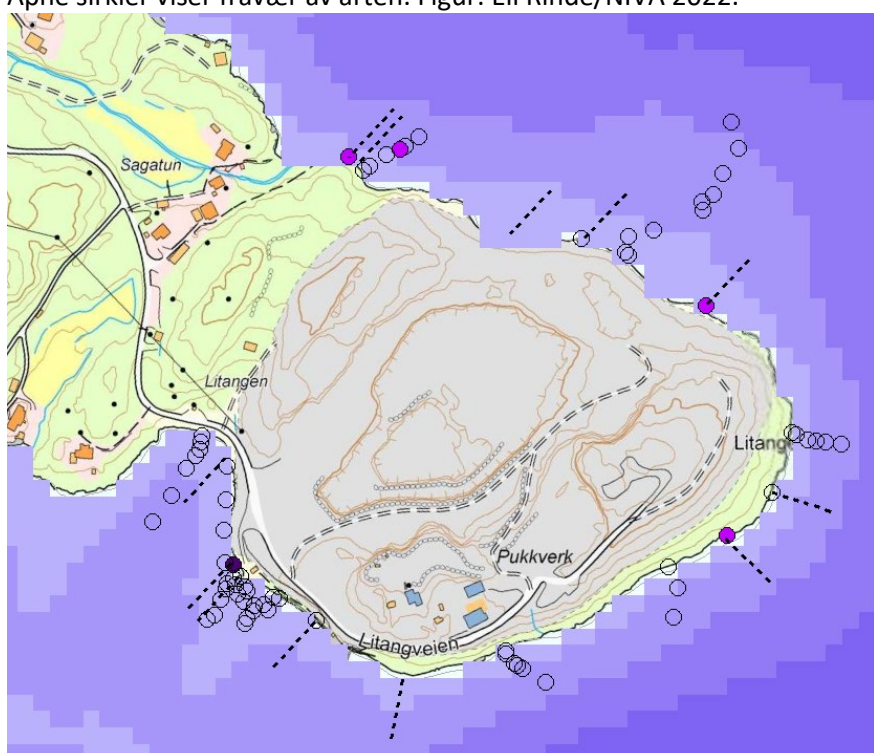
Figur 22. Oversikt over observasjonene av ålegras (grønne punkter), blæretang (brunlige punkter) og grisetang (lilla punkter), fra undersøkelsene med undervanns-droppkamera og ROV. Der det ble funnet grisetang, ble det også registrert blæretang. Åpne sirkler viser fravær av tang og ålegras på undersøkte punkter. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



Figur 23. Forekomst av trådalger/lurv i undersøkelsesområdet ved Litangen, fra undersøkelsene med undervanns-droppkamera og ROV. ROV-transektene er vist som stiplede linjer. Fargekode: *spredt-lys gul*, *vanlig-mørk gul* –, og *dominerende forekomst-grå*. Åpne sirkler viser fravær av lurv. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



Figur 24. Oversikt over observasjoner av hydroiden *Corymorpha nutans* (rosa punkter) fra undersøkelsene med undervanns-droppkamera og ROV. ROV-transektene er vist som stiplede linjer. Åpne sirkler viser fravær av arten. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.



Figur 25. Oversikt over observasjoner av sjørosen *Protanthea simplex* fra undersøkelsene med undervanns-droppkamera og ROV. ROV-transektene er vist som stiplede linjer. Vanlig forekomst-rosa, dominerende forekomst-mørk lilla. Åpne sirkler viser fravær av arten. Figur: Eli Rinde/NIVA 2022.

4 Framgangsmåter og prinsipper for villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø

Urban villgjøring innebærer å slippe naturen til i våre kystnære steder og byrom – både på land og i vann. Dette er smart da vi kan lære mye av naturens egne løsninger for å oppnå en holdbar utvikling. Med arkitektkonkurransen utlyst av Hav Eiendom for Grønlikaia i Oslo, februar 2022, utviklet Rinde og Sørensen sammen med byforsker Cecilie Sachs Olsen (Oslo Met), designer Mads Pålsrud (Growlab) og 70°N arkitektur et sett med [villvettregler for urban villgjøring](#). Vår ambisjon er at villvettreglene blir like veletablerte i fremtidens by- og kystzoneutvikling som fjellvettreglene er i dag for å sikre en trygg fjelltur. Disse reglene er relevante for all utbygging i sjø og nevnes her som veiledende prinsipper:

1. Bygg flerartslige nabolag¹
2. Tilpass tempo etter evne og lokale forhold
3. Ta hensyn til naturens dynamikk og uforutsigbarhet
4. Etabler tverrfaglige og langsiktige samarbeid
5. Bruk naturbaserte løsninger og materialer
6. Lytt til naturens behov og faresignaler
7. La omsorg for natur og mennesker vise vei
8. Det er ingen skam å endre kurs
9. Fyll nøkkelroller og arters primærbehov

Basert på erfaringer fra tidligere prosjekter har Rinde (NIVA) og Sørensen (Urbant HAV) utarbeidet en steg-for-steg-prosess for villgjøring av urbane sjøområder. Våre anbefalinger tar utgangspunkt i denne framgangsmåten, og i prinsippene vi har utarbeidet for de fem stegene (jf. pkt. 4.1.1 til 4.1.5).

4.1 Fem steg for villgjøring

4.1.1 Forberedelse – innhenting av eksisterende kunnskap

Innhenting av kunnskap om det lokale naturgrunnet er grunnleggende. For Litangen er dette som nevnt utført gjennom flere befaringer og gjennom søk i ulike databaser. Prinsipielt anbefaler vi at eksisterende intakt natur får stå urørt. Det anbefales også at eventuelle forbedringstiltak bør vurderes for å beskytte og/eller reparere tilgrensende kantsoner slik at nye landskapsinngrep berører eksisterende intakt natur i minst mulig grad. Der kystsona er blitt modifisert, som betongstøpte bryggekanter og/eller større inngrep som utfyllinger, anbefales det å restaurere ødelagt natur.

For Litangen gjelder det å bevare intakte deler av odden, spesielt på østsiden der strandberg og bergknauser går ut i sjø. Kantsoner mot det sterkt modifiserte landskapet i kvartsbruddet er ifølge prosjektets landskapsarkitekt foreslått beplantet og reparert. Samtidig er deler av oddens ytterkant mot sjø som nevnt sterkt påvirket av årelang steinuttaksvirksomhet, som vist i **Figur 4**. Både i nord og sør er landskapet mot sjø sterkt modifisert og endret. I nord i form av en steinfylling, og i sør i form av utrasing fra steinbruddet, som er blitt en kunstig rasmark. Det bør vurderes om disse sonene kan stabiliseres på en hensiktsmessig måte, eksempelvis ved å fjerne løsmasser og stein. Disse massene kan vurderes gjenbrukt inne i krateret til å skape nye landskapsformer for å oppnå ønsket dybde mht. vannutskifting, og eventuelt til å forme steinrøyshabitater som kan gi skjulesteder for fisk

¹ Med flerartslige nabolag mener vi leveområder som er tilrettelagt også for andre arter enn mennesker.

og krepsdyr på flater i lagunen. Det er også mulig å ettermontere diversitetsfremmende løsninger i sjøkanten og på sjøbunnen, eller i det bebygde området med pirene som går ut i lagunen.

4.1.2 Kartlegging av lokale forhold

Der hvor det skal gjøres landskapsendringer og/eller bygges ut med konstruksjoner i sjø, må landskapskvaliteter og forekomst av marint liv kartlegges fra fjæresona og ut i sjø. I kartleggingen vurderes begrensninger og muligheter for livet i havet innenfor følgende hovedfaktorer: terreng, vekstflater, menneskelig påvirkning og artenes livsmiljø. Resultatene fra denne kartleggingen utført for Litangen er beskrevet i kap. 3.3.

4.1.3 Identifisere løsninger på riktig skala

For å gjenskape og forbedre den landskapsøkologiske sammenhengen i et utbyggingsområde, samt for å skape gode lokale marine leveområder, må prosjektet identifisere løsninger på riktig skala. Det er hensiktsmessig å arbeide parallelt på to nivå:

1. Landskapsskala (fra meter til kilometer): de naturbaserte løsningene har som mål å skape leveområder på stor skala, som også bidrar til å styrke stedets landskapsøkologiske sammenhenger. Vi kaller slike løsninger for *diversitetsfremmende landskap og naturlignende strandlinjeformasjon*, der utformingen hermer og/eller inspireres av lokale geobiotoper.
2. Liten skala (mm, cm, m): naturbaserte løsninger på dette skalanivået har som mål å skape leveområder for marine nabolag gjennom å tilby tredimensjonale leveområder tilpasset det lokale artsmangfoldet. Vi kaller slike løsninger for *tredimensjonale marine habitater*, der utformingen tar utgangspunkt i lokale arters livssyklus og behov.

Vi har utviklet et *verktøysett* for etablering av marine nabolag, som bygger på de fire nevnte hovedfaktorene terreng og vekstflater, samt menneskelig påvirkning og arters livsmiljø. Disse kan etableres på landskapsskala og/eller liten skala.

Terreng og vekstflater

Ved etablering av *diversitetsfremmende landskap og naturlignende strandlinjeformasjon* (m, km), samt *tredimensjonale marine habitater* (mm, cm, m), er det viktig å etterligne stedegne kvaliteter som de stedegne artene er tilpasset til. Dette er kvaliteter som de lokale artene trenger for å etablere seg og for å kunne trives gjennom hele sitt livsløp. Et grunnleggende prinsipp er å identifisere nøkkelartene i det marine nabolaget. For å få til å gjenskape og legge forholdene til rette for et selvopprettende økosystem må det tilrettelegges for nøkkelartene. Det betyr at en må sikre at økosystemet inneholder både primærprodusenter, som tang, tare og ålegras, og at viktige «vaktmesterfunksjoner» er inkludert. «Vaktmesterne» er blant annet åtseletere som hummer og krabber, og børstemarkere som Nereis, som spiser dødt plantemateriale. Både på landskaps- og liten skala, må det lages husrom og leveområder for disse nøkkelartene som fyller viktige roller i nabolaget. En forutsetning for å lykkes med et godt nabolag er at det innhentes kunnskap om hvilke krav disse artene har på ulike livsstadier; som fra de er larver i vannmassene, når de slår seg permanent ned på vekstflaten eller lever fritt på bunnen, og når de utvikler seg videre til voksne individer. Basert på denne kunnskapen kan en skape de nødvendige levemiljøene som artene behøver gjennom hele livsløpet. For mange marine arter er ikke dette undersøkt. Derfor er det nødvendig å tilby varierte vekstflater og terrengformer, som sikrer utvikling av et nabolag som rommer arter med ulike roller. Det oppnås ved å herme etter stedegne naturlige landskapsformer og materialer, på stor og liten skala. Ved å legge forholdene til rette for habitatdannende arter som tang, tare, ålegras og blåskjell, vil en fremme forekomst av mange andre arter som trives i

leveområdene som disse nøkkelartene danner. Det er kjent at nabolag av ålegrasenger og blåskjellbanker har en gjensidig positiv påvirkning på hverandre (Gagnon m.fl. 2020). Dette kalles tilretteleggingskaskader og slike positive ringvirkninger styrkes ved å etablere nabolag med habitatdannende nøkkelarter.

Marine nabolag bestående av tare, tang, blåskjell og østers, kan blant annet etableres i form av *hengende marine hager* som kan monteres under marinaer og flytebrygger. Tau som henges fra flytebrygger og marinaer vil ofte raskt bli kolonisert av blåskjell og sekkdyr. Det er også mulig å så ut «tareplantefrø» på tau, slik som gjøres i tare dyrkingsanlegg, og som kan settes ut i sjø. Det er da nødvendig å benytte stedege morplanter. Det bør unngås helt å bruke tau av plast da det fører til marin plastforsøpling, som er et stort globalt problem. Blåskjell og østers har evne til å filtrere enorme mengder vann, og etablering av slike muslingbanker og “filtrerende hager” som nabolag, vil bidra til å rense sjøvannet for partikler. Tang, tare og ålegras, tar opp næringsalter, og bidrar dermed også til å rense sjøvannet og bedre vannkvaliteten. I tillegg holder røttene til ålegrasplanten på sedimentene som en naturlig erosjonssikring. Økt mengde partikler og næringsalter, er et økende problem langs norskekysten, særlig i Sør-Norge. Derfor er etablering eller restaurering av naturtyper som motvirker disse negative faktorene for marin biologisk mangfold svært gunstig.

Menneskelig påvirkning og forbedring av artenes livsmiljø

Et godt livsmiljø for de marine artene omfatter kvaliteter knyttet til lys, oksygen, og fravær av forurensing, det vil si tilsvarende trivselsfaktorer som for mennesker. Samtidig påvirkes nevnte forhold av menneskers aktiviteter som utbygging, utslipp, båttrafikk, osv.

Hva som er viktige begrensende faktorer for marint liv i et utviklingsområde må vurderes ut fra kunnskap om lokale forhold. Ut fra dette må stedets muligheter for å forbedre levemiljøet vurderes. Vi har identifisert tre hovedtema som må inkluderes for å bygge opp gode livsmiljø for marine arter i utbyggingsprosjekter i sjø:

- **Lys:** Bygninger og brygger skyggelegger viktige leveområder i sjø for marine planter og dyr. Økt lystilgang ned i vannsøylen, som er livsnødvendig for at alger og ålegras kan trives, kan oppnås ved å løfte sjøbunnen og forme et variert sjøbunnslandskap eller ved å innlemme lysluker i det bygde miljøet (se **kap. 5.6.5**).
- **Vannsirkulasjon:** Utbygging i sjø, som pilarer og/eller flytende elementer, kan svekke vannsirkulasjonen i et område, og skape dårlige livsmiljø for de marine artene gjennom lave oksygenverdier. Tilstrekkelig vannutskiftning kan optimaliseres ved stor- og/eller småskala vannutvekslingsløsninger og/eller vannutvekslingsvennlig arkitektur (amfibisk arkitektur, *buoyant architecture*). Det siste vil si en arkitektur og utbygging som er tilpasset vannets dynamikk, som tidevann og flom.
- **Tilførsler av partikler fra land:** Menneskers beslagleggelse av areal skaper ofte tette flater som medfører at regnbygger, som øker i intensitet og hyppighet, skyller ut store mengder partikler og forurensing ut i sjø. For å unngå dette er det nødvendig å planlegge for *Integrert urban vannhåndtering* dvs. lokal overvannshåndtering. Dette kan gjøres ved å etablere gode buffersoner langs elver, vann og kystlinjer, samt gjennom andre naturbaserte løsninger som renser og fordrøyer overvann før det går ut i sjø. Tilførsler av partikler skaper dårlige levevilkår for både alger, ålegras og dyr. Eksempler på naturbaserte løsninger er fangdammer og buffersoner i jordbrukslandskap og langs motorveianlegg, biotoptak, regnbed og økt andel permeable flater i utbyggingsprosjekter.

4.1.4 Formgiving

Våre hovedprinsipper for utforming av naturbaserte løsninger er basert på fire framgangsmåter: 1) bruk av marint-liv-vennlige materialer, 2) tilrettelegging for marine nabolag som tilbyr gode livsmiljø for marine planter, dyr og mennesker, 3) etablering av tilretteleggingskaskader, samt 4) utvikling av et klima- og værbestandig design.

- Bruk av **marint-liv-vennlige materialer** er viktig for utbyggingsprosjekter i sjø. De marine artene må tåle materialene som settes ut, det vil si at materialene må være giftfrie og ikke produsere mikroplast. Materialene må også egne seg som substrat for marine bunnlevende arter (se **kap. 5.4**). Glatte, bratte flater er ofte uegnet for marine arter å slå seg ned på. Dette gjelder i formgivingen av det bebygde miljøet i sjø, der materialenes overflatetekstur, samt bygningselementenes struktur og tekstur bør bidra til å fremme marint liv. For å lage leveområder egnet for lokale marine arter kan stedlige geobiotoper etterlignes. Dette er derfor et sentralt tema å undersøke i kartlegging av de lokale forholdene.
- Tilrettelegging for **multifunksjonelle marine nabolag**. Dette innebærer å lage gode nabolag der de marine artene trives i samspill med hverandre, og at folks bruk av områdene tilpasses de marine naboenes behov. Dette kan gjøres ved å opprette egne soner der det marine livet kan få utfolde seg uten for mye menneskelig påvirkning. For Litangen innebærer dette å sette av tilstrekkelig med plass til områder der marin natur får de best mulige miljøbetingelsene. Gode marine nabolag handler også om å forbedre **livsmiljøet** for stedeegne marine arter gjennom tiltak som sikrer god vanngjennomstrømning, lys og andre nødvendige trivselsfaktorer. For Litangen har det vært sentralt at dybde og topografi inne i lagunen og langs kanalene blir vurdert og planlagt i forhold til hvordan disse påvirker strømmønster og vannkvalitet. Slike vurderinger er utført av Dam (2022) og Molvær Resipientanalyser (2022). Hvordan planlagt bebyggelse påvirker lys og skyggeforhold ned i sjø må også vurderes av hensyn til de marine organismene. Ålegras, tare og tang trenger lys for å vokse (fotosyntese), og vil ikke kunne etablere seg på skyggefulle, eller for dype steder.
- Etablering av **tilretteleggingskaskader** eller **positive ringvirkninger**. Dette innebærer å velge marine arter som har en gjensidig positiv innvirkning på hverandre (jf. **kap. 4.1.3**). Tilretteleggingskaskader kan styrke den marine naturen på sikt, og skape mer mangfoldige og levedyktige økosystemer som tåler framtidige endringer som blant annet varmere og surere hav. Habitatdannende arter som tare, tang og muslinger kan også fungere som «klimareddere» for andre arter, som er mer sensitive for endringer i temperatur og pH.
- Utvikling av et **klima- og værbestandig design**. Dette handler om å ta hensyn til framtidige klimautfordringer når en planlegger utbygging i sjø. Det er nødvendig å ta høyde for økt vannstand og flomprognoser, men også framskrivninger av ekstremvær som hetebølger og styrtregn. Et slikt framtidsrettet design kan oppnås gjennom etablering av naturbaserte løsninger, amfibiske landskap og amfibisk arkitektur. Det vil si etablering av landskaps- og bygningsstrukturer som tilpasses og tåler en naturdynamikk i endring.

4.1.5 En tilpasningsdyktig skjøtselsplan

Siden naturen og klimaet er i endring vil det kunne oppstå uforutsette utviklinger og uønskede tilstander over tid. For å kunne forebygge og løse slike uforutsette og eventuelle uønskede tilstander er det nødvendig å følge opp naturbaserte løsninger over tid. Det er også nødvendig at de naturbaserte løsningene tilpasses og modifiseres underveis. Fordi vi i dag har lite erfaring med etablering av marine naturbaserte løsninger bør nyskaping og/eller restaurering av marin nærnatur være basert på en vilje til å teste ut og lære. Dette oppnås gjennom overvåking over tid samt gjennom en tilpasset skjøtsel. Kunstige strukturer satt ut i sjø vil kunne være særlig attraktive for

marine fremmede arter som stillehavsosters, japansk drivtang og japansk spøkelseskreps. For å unngå at Litangen blir en hot-spot for uønsket spredning av slike arter er det nødvendig å lage skjøttsplaner for den blå parken og det marine nabolaget, tilsvarende som når en planlegger for grønne parker på land. Det er særlig dannelse av matter av trådalger og dårlige oksygenforhold i bunnvannet, som en bør være forberedt på å måtte løse inne i lagunen. På lik linje med fremmedarter på land, må fremmede marine arter fjernes løpende.

5 utfordringer og mulige løsninger for marint liv i planområdet

Åpningen av kvartskrateret ut mot omliggende fjord vil skape et nytt marint leveområde i form av en lagune. Lagunens vegger og kanalene inn og ut av lagunen vil kunne formes og tilpasses kravene til de artene som vi ønsker å legge til rette for, basert på sammenstillingen av påviste arter, naturtyper, og økologisk tilstand i nærområdet. Det samme gjelder de påvirkede områdene utenfor Litangen. Lagunen må karakteriseres som innelukket og derfor er analysene av hvordan dybde og topografi inne i lagunen og langs kanalene påvirker strømmønster og vannkvalitet, jf. Dam (2022) og Molvær Resipientanalyser (2022), helt sentrale.

De første designforslagene vi fikk til gjennomsyn inkluderte ikke forslag til utforming av undervannslandskapet og av kantene ut i sjø. Vi kommer derfor først med noen generelle vurderinger og mulige løsninger for å skape best mulige leveområder og livsmiljø for det nyetablerte marine habitatet (**kap. 5.1 til 5.5**). Basert på en workshop holdt 8. september 2022, og diskusjoner med Fredensborg Fritid, ATSITE, Lund Hagem og Asplan Viak, gir vi her noen konkrete forslag til marint-liv-vennlige løsninger for et utvalg av områder ved Litangen (**kap. 5.7**).

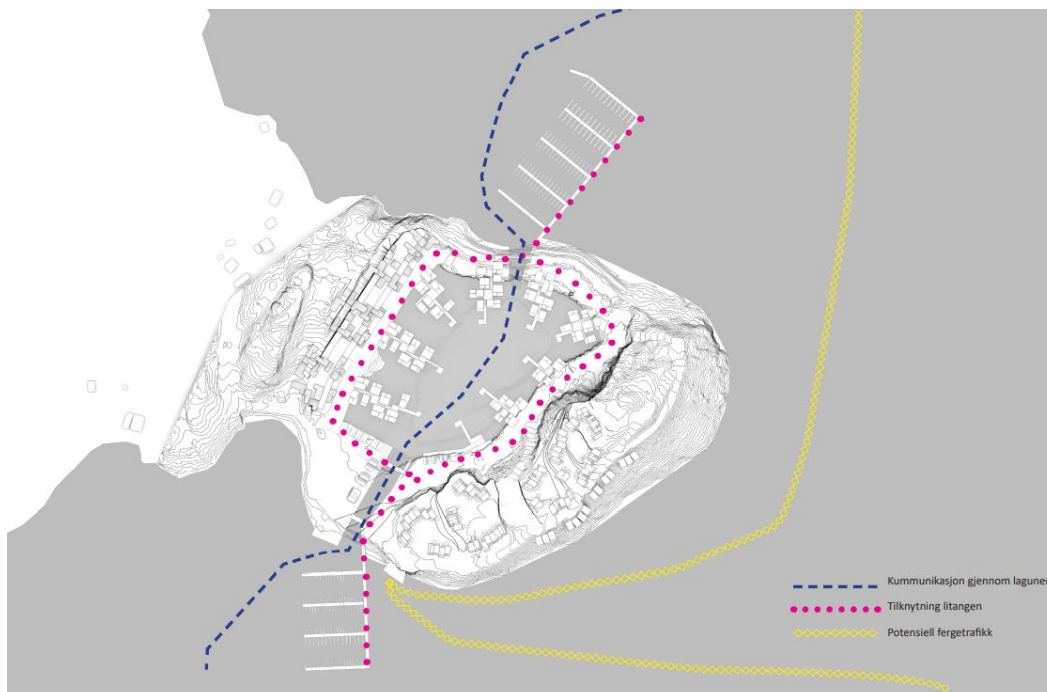
5.1 Begrensinger for marint liv gitt designforslagene i mulighetsstudien

I designforslagene til ATSITE og Lund Hagem (jf. **Figur 1** som viser illustrasjonsplan for Litangen levert 26. september 2022) identifiserer vi noen egenskaper i landskapsutformingen som vil kunne skape utfordringer for marint liv, jf. **Figur 26** til **Figur 27**:

- **Rette og homogene kanter** i kanalene og inne i lagunen. Denne type kanter lager grunnlag for marine ørkenner, og bør unngås (jf. Rinde og Sørensen m.fl. 2019; Sørensen 2020). Prinsipper for marint-liv-vennlig utforming av kanter mot sjø er beskrevet i 4.1.4.
- **Etablering av bygninger, brygger og flytebrygger i sjø**. Flytebrygger i sjø foran åpningene av kanalene vil kunne svekke vanngjennomstrømningen i lagunen og dermed gi dårlig livsmiljø for marint liv. Som nevnt vil bygninger og brygger gi skygge og mindre lys til tang og ålegrasplanter. Bygninger, flytende strukturer og annen tilrettelegging for friluftsliv medfører økt menneskelig aktivitet som kan forstyrre marine arter. Det anbefales derfor å skape buffersoner og skille mellom brukssoner for folk og leveområder for marint liv. I tillegg anbefales det at konstruksjoner i sjø benyttes til å skape diversitetsfremmende habitater som hengende marine hager og teksturerte overflater på bygningselementer (jf. Rinde og Sørensen m.fl. 2019; Sørensen 2020).
- **Utforming av kanalene** (bredde, dybde, og terrengvariasjon horisontalt og vertikalt) vil påvirke hvilke leveområder som dannes og dermed hvilke arter som kan etablere seg på

kanalens vegger. Utformingen vil også påvirke strømhastigheten i kanalene og vannutskiftingen inne i lagunen (jf. utredningene til Dam og Molvær Resipientanalyser, se **kap 2.2**). Dam (2022) og Molvær Resipientanalyser (2022) har vist at uten delvis åpning av en av kanalene ned til kote -22 (eller ned til maksimum dyp i lagunen etter oppfylling) vil medføre stagnert vann og oksygensvikt i bunnvannet. Molvær Resipientanalyser mener full bredde av kanalen i nord ned til maksimum dyp i lagunen, vil gi bedre vannutskifting enn en kanal som smalner av til 3 m bredde på bunnen.

- **Lite rom avsatt kun til marin natur** – for at marin natur skal kunne utvikle seg til artsrike marine nabolag og fungere som naturbaserte løsninger bør det settes av tilstrekkelig areal. De naturbaserte løsningene omfatter å forme leveområder til blåskjell, sekkdyr og ålegras, som bidrar med å rense sjøvann for næringsalter, i tillegg til at de danner egne artsrike samfunn. Ålegrasenger har også evne til å binde sedimenter, og kan også på denne måten bidra til renere vann. I prinsipp bør det avsettes minst like mye areal til marin nærnatur i sjø som parker, hager og blågrønnstruktur på land.



Figur 26. Ferdselsvei gjennom lagunen og de første utkastene til småbåthavner på utsiden av Litangen. Figur laget av ATSITE og Lund Hagem arkitekter i Mulighetsstudie Litangen 2022, s. 7



Figur 27. Illustrasjoner basert på dronebilde. Figur laget av ATSITE og Lund Hagem arkitekter i Mulighetsstudie Litangen 2022, s. 12-13

5.2 Naturbaserte løsninger som bedrer livsmiljøet i sjø

Som nevnt er lys, oksygen, vannsirkulasjon, og sedimentering sentrale påvirkningsfaktorer for marint liv. For å bedre disse miljøfaktorene anbefales det å legge til rette for etablering av habitatdannende arter som renser sjøvannet for næringsalter og partikler, eksempelvis blåskjell, sjøroser og sekkdyr inne i lagunen. For at disse artene skal bidra til god økologisk tilstand, er det nødvendig å etablere boliger for arter som sørger for nedbryting av disse hurtigvoksende artene når de faller ned på sjøbunnen. Hummer, krabber og andre bunnlevende arter fyller som nevnt en slik vaktmesterrolle. Men også "vaktmesterartene" har behov for oksygenrikt vann. For å sikre oksygenrikt bunnvann anbefaler vi at det iverksettes mekaniske løsninger som øker vannsirkulasjonen i lagunen dersom miljøforholdene blir dårlige. Dam (2022) og Molvær resipientanalyser (2022) konkluderer også med dette. Fordi naturen trenger tilstrekkelig plass for å kunne utvikle seg og fungere som naturbaserte løsninger over tid, anbefaler vi at planen inkluderer soner for marin nærnatur i tillegg til soner for menneskelig aktivitet.

Befaringen og sammenstilling av data viser at sjøområdene utenfor Litangen i stor grad består av bratt fjell med forekomst av enkelte filtrerende organismer på dypt vann og tangsamfunn på grunt vann. Det er også noen partier med flat bunn, der det ble observert tang på fjell og ålegras på kvartssandbunn. Disse resultatene viser at området har potensiale for å huse ålegrasenger på grunn sjøbunn, sivsummer i tidevannssonen (denne naturtypen kalles helofytt-saltvannssump i NiN-systemet), og grunne bløtbunnsområder uten vegetasjon, i området på sørvest-siden av tangen. Tidevannssonen er fjæresonen som representerer overgangen mellom land og sjø. Tidevannssonen er tidvis tørr ved lavvann, og dekket av sjøvann ved høyvann. En oversikt over påviste marine nabolag og arter i Litangens nærrområde er oppsummert i **Tabell 1**.

Det er også mulig å etablere hardbunnsbarer med tang både inne i lagunen og utenfor lagunen. Plassering av slike nabolag nær hverandre, kan gi positive ringvirkninger og bidra til økt mangfold og bedre livsmiljø gjennom disse habitatdannende artenes naturlige økologiske funksjoner. I tillegg er det med på å styrke en landskapsøkologisk sammenheng. På de bratte kantene inne i lagunen ligger forholdene til rette for tangsamfunn i tidevannssonen, algedominert bunn i den grunne delen av

sjøsonen, og av dyre-dominert bunn på bratt fjell i de dype delene av lagunen, og langs kanalen i nordenden som planlegges som den dypeste av de to kanalene (**Tabell 2**). Disse sonene og tilhørende marine nabolag er illustrert i en egen prinsipp-skisse for området (**Figur 28**). Disse prinsippene er videre brukt i utvikling av temakart for det marine landskapet, og for utviklingen av en verktøykasse for villgjøring av Litangen (ATSITE, Urbant HAV og NIVA 2022).

PRINSIPPSKISSE | sonering for marine arter Litangen Lagune

Tangsonen

Bratt til svakt skrånende terreng: Fra tidevannssonen ned til ca. 2 m dyp.

Marint nabolag: Blæretang (*Fucus vesiculosus*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og sekkdyr (Ascidiacea).
Frittlevende arter: Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), tangkutling (*Gobiosculus flavescens*), strandreker (*Palaemon adspersus*).

Algedominert sjøsone

Fra ca. 2 til 7 m dyp

Marint nabolag på svakt skrånende fjell: Trådforma alger, forhåpentligvis noe tang. Frittlevende arter: Strandkrabbe, tangkutling, strandreker.

Marint nabolag på bratte fjellvegger: Skorpeforma kalkalger, blåskjell og sekkdyr.

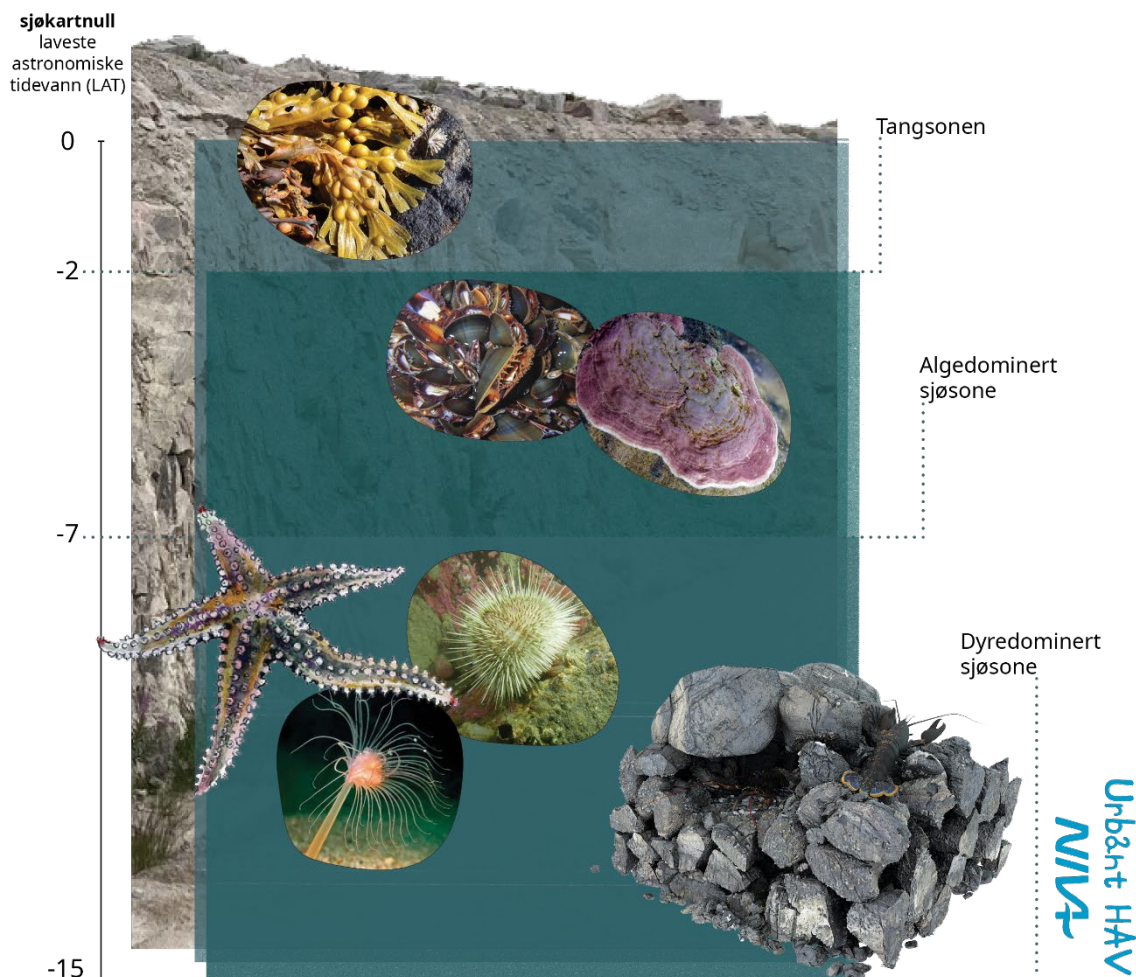
Dyredominert sjøsone

Fra ca. 7 til ca. 15 m dyp

Skrånende fjell: Rødalgebunn. Vil kunne bli dominert av sediment og lurv.

Bratte fjellvegger: Skorpeforma kalkalger, sjørosen *Prostanthea simplex*, den solitære hydroiden *Corymorpha nutans*, begerkorall (Anthozoa). Frittlevende arter: Sjøstjerner (*Astroidea*), piggkorstroll (*Marthasterias glacialis*), kråkeballen *Echinus acutus*.

Marint nabolag i steinrøyser: Skjulesteder for hummer (*Homarus gammarus*) og fisk. Hummer kan leve fra 5 m dyp og ned til de dypeste partiene i lagunen.



Figur 28. Prinsippsskisse for identifiserte soner egnet for ulike marine nabolag inne i Litangen lagune. Figur: Urbant HAV & NIVA, 2022; 3D visualisering av hummersteinrøyshabitat ved Sørensen & Kjellmo 2020).

Tabell 1. Oversikt over potensielle arter og marine nabolag på gruntområde på sørvestsiden av lagunen i ulike vertikale soner.

Gruntområde på sørsiden av lagunen	Vertikal utbredelse	Skråningsforhold	Potensielle arter/marine nabolag
Tidevannssump	+1-0.5 m LAT	svakt skrånende til flatt terreng	Takrør <i>Phragmites australis</i> vil kunne bli etablert i et smalt belte, i tidevannssonen. Det ble observert strandrug <i>Leymus arenarius</i> på landsiden på sørsiden av Litangen.
Ålegraseng	fra 1-3 m	svakt skrånende til flatt terreng	Ålegrassamfunn
Bløtbunns-/hardbunnsbasse	3-7 m	svakt skrånende til flatt terreng	Fjæremark på grunn bløtbunn og Nereis på dypere bunn / skjulesteder for fisk og krepsdyr i hardbunnsrøys.

Tabell 2. Oversikt over potensielle arter og marine nabolag på fjellbunn inne i lagunen i ulike vertikale soner, gitt ulike grad av skråningsforhold og forekomst av steinete bunn.

Mulig sonering langs bergknauser i lagunen	Vertikal utbredelse	Skråningsforhold	Potensielle arter/marine nabolag
Tangsonen	Tidevannssonen ned til ca. 2 m dyp	Svakt skrånende til bratt fjell	Blæretang, grisetang, blåskjell og sekkdyr. Frittlevende arter: strandkrabbe, tangkutling, strandreker.
Algedominert sjøsone	Fra ca. 2 til 7 m dyp	Svakt skrånende fjell	Trådforma alger, forhåpentligvis noe tang. Frittlevende arter: strandkrabbe, tangkutling, strandreker.
		Bratte fjellvegger	Skorpeforma kalkalger, blåskjell og sekkdyr.
Dyredominert sjøsone	ca.7 til ca. 15 m dyp	Skrånende fjell	Rødalgebunn. Vil kunne bli dominert av sediment og lurv
		Bratte fjellvegger	Skorpeforma kalkalger, sjørosen <i>Protanthea simplex</i> , den solitære hydroiden <i>Corymorpha nutans</i> , begerkorall. Frittlevende arter: sjøstjerner, piggkorstroll, kråkebollen <i>Echinus acutus</i> .
		Steinrøyser	Skjulesteder for hummer og fisk. Hummer kan leve fra 5 m dyp og ned til de dypeste partiene i lagunen. Hummer kan bunnslå seg på grus, skjellsand og mudderbunn. Hva slags bunn den ville hummeryngelen egentlig foretrekker, er ikke kjent (HI 2019). Hummer er antatt å være stenohaline, dvs. at de kun tåler en snever variasjon i salinitet (vanligvis 23-35 promille), men ifølge Charmantier et al. (2019) kan europeisk hummer gjennomføre sin livssyklus ved saliniteter ned til 17 promille, og dermed kunne leve inne i lagunen i hele sitt livsløp. Hummer er kannibalistisk og trenger rom rundt seg, fra 20 til 30 m radius per hummerbolig. Fredning av hummer i lagunen er nødvendig for å sikre en eventuell bestand.

5.3 Oppbygging og utforming av undervannslandskap og sjøkanter

Vi mener at det er et stort potensial for naturbaserte løsninger på både landskapsnivå og på liten skala i området. Utforming av et nytt landskap i overgangen land vann og under vann anbefales å følge det lokale landskapets geologi og overordnede strukturer og terrengformer. Lokale materialer bør gjenbrukes, som lokale sprengsteinsmasser. Det å herme lokale landskapstrekk bidrar til å skape en variert romlig inndeling som danner økologiske nisjer. Slike kvaliteter er trivselskapende både for folk, planter og dyr på land og i sjø. Bergenes retning og variasjon er i tillegg viktig for lokalt mikroklima. Oppbygging av det nye landskapet i overgangen land og vann må løse de påpekte utfordringene påpekt i kap. 5.1 Dette gjelder særlig:

- **Terreng- og kantutforming, dybder og substrattyper** – i designforslaget er landskapet utformet med rette og glatte linjer/kanter. For å tilrettelegge for lokale marine naturtyper kreves det variasjoner i kantutforming og undervannslandskap. Det samme gjelder det planlagte strandområdet. Det anbefales at det brukes varierte substrattyper, som store steiner i kombinasjon med grus og sand. Vi anbefaler at utformingen av kanalkantene gjøres varierte horisontalt og vertikalt for å skape gode vekstflater for marint liv. Vi anbefaler også at det lages overheng som gir skjulesteder og fravær av «sedimentregn» slik at filtrerende dyr ikke blir nedslammet av sedimenter.
- **Vanngjennomstrømming** – det må sikres en god vanngjennomstrømming i den planlagte lagunen. Som påpekt av Dam og Molvær Resipientanalyser må nord-kanalen gå ned til det dypeste nivået inne i lagunen. Det er uavklart i hvilken grad oppblomstring av trådalger, store forekomster av blåskjell og sekkdyr, som brytes ned når de dør (som oftest på sensommer og høst) vil skape problemer med oksygenvinn og hydrogensulfid-utvikling (dårlig lukt) i lagunen. Det er mulig å utvikle forebyggende tiltak for å øke vanngjennomstrømmingen, men det er også mulig å sette i verk tiltak først når problemet oppstår. Som forebyggende tiltak anbefaler vi at det etableres en overvåking av miljøtilstanden i lagunen, slik at tiltak kan settes i verk før problemene oppstår. Dette kan gjøres gjennom å etablere en slik overvåking av tilstanden i samarbeid med f.eks. Jomfruland nasjonalpark og parkens besøkscenter (se utdypende forslag for dette i kap. 6.)

Reparasjon og forming av landskapet er relevant både for undervannslandskapet inne i krateret og sjøkanten i lagunen, samt for de kunstige rasmarker på utsiden av steinbruddet i sør. En reparasjon av denne rasmarken vil kunne bli knyttet til en eventuell erosjonssikring for det planlagte hyttefeltet. Denne rasmarken går også ut i sjøsonen og har skapt et redusert artsmangfold der substratet er ustabil. Det er også en fylling på nordsiden av steinbruddet. Basert på befaringen, ser denne fyllingen ut til å bestå av større, og mer stabile steiner, som har blitt kolonisert av tang og andre arter. For å skape mer variasjon i leveforholdene til de marine artene kan landskapet i sjø formes mer organisk både i horisontal og vertikal utstrekning.

På befaringen observerte vi at de utsprengte kantene samt sprengsteinen som lå rundt omkring er relativt skarpe. Derfor kan det være hensiktsmessig å slipe bort de kvasseste kantene på veggene i krateret. Samtidig må en unngå å skape en for glatt, blankslippt, flate som er ugunstig for marint liv. På kraterets bratte kanter ser vi for oss at det etableres tangsamfunn som kommer dit naturlig. For å kunne transplantere tangplanter til området er det nødvendig å bygge opp flatere skrånende hardbunnshager der det kan settes ut stein med tang på, hentet fra nærområdet. Etablering av steinrøyshabitater gir leveområder for fisk og krepsdyr. Gjenbruk av sprengsteinsmasser for å etablere marine habitat må lages av stein som ikke har skarpe kanter, og helst med lokale

steinsorter. Dette betyr at det sannsynligvis ikke er hensiktsmessig å gjenbruke ubearbeidet sprengstein til å bygge opp slike leveområder. Rur og blåskjell vil sannsynligvis etablere seg selv over tid i fjæresona. På dypere fjellbunn kan det forventes at stedege arter som ble funnet utenfor området naturlig kan slå seg ned. De bratte kantene, og eventuelle overheng vil skape flater som i mindre grad forstyrres av sedimentering, og som derfor vil egne seg spesielt godt for filtrerende arter. Basert på befaringen kan sedimenter være et problem for både planter og dyr siden de dekkes til og forstyrrer dyrenes evne til filtrering og plantenes evne til fotosyntese.

Det relativt begrensede arealet inne i den planlagte lagunen, de bratte kantene, mangel på egnet substrat, samt redusert vannutskifting tilsier at vi ikke anbefaler å utforme landskapet til å huse en ålegraseng inne i lagunen. Det bør heller satses på å styrke den eksisterende forekomsten av ålegras på utsiden. Dette kan gjøre ved å utvide gruntvannsområdet i sør med egnet substrat. Det er mulig kvartsittsand fra steinbruddet er egnet siden ålegras har klart å etablere seg i dette substratet, men hvor godt egnet det kvasse substratet er for andre arter som lever tilknyttet ålegras, er ukjent. Samme forbehold som for ålegras, gjelder også for etablering av grunne bløtbunnsområder og sivsump inne i lagunen. Disse kan det legges til rette for på utsiden av Litangen på sørsiden der det planlegges en strand, og tilknyttet en eventuell reparasjon av utfyllingen på øst og nordsiden.

Maksimumsdypet inne i lagunen vil påvirke i hvilken grad dyptlevende arter kan etablere seg. Denne dybden må imidlertid bestemmes ut fra hensynet til å få en god utskifting av bunnvannet. Det betyr at maks dybde ikke kan være dypere enn dypeste dyp i kanalene (Dam 2022).

5.4 Utforming av bygninger og strukturer satt ut i sjø

Etablering av landskap under vann, og plassering av bygg og andre strukturer i sjø påvirker livsmiljøet til marine arter ved å modifisere vekstflater, bølger, strøm- og lysforhold.

Planforslaget omfatter utbygging av hytter på pelede brygger, i tillegg til flytebrygger inne i lagunen og båthavner utenfor. Dette er strukturer som kan tilrettelegges til å gi ulike vekstflater for marine organismer. Egnetheten for stedege arter er avhengig av utforming, tekstur og valg av materialer. I tillegg vil plassering og utforming påvirke livsmiljøet gjennom påvirkning av bølger, strøm og lys. Plasseringen av disse byggene og strukturene vil i stor grad bestemme hvor det vil skje menneskelig aktivitet, og hvor det vil være rom for bare marin natur.

Behovet for å beslaglegge sjøarealer med nye småbåthavner bør vurderes nøye, og unngås om mulig. Etablering av småbåthavn, samt størrelsen på denne, bør vurderes i lys av båtbruk og andre tilbud som allerede er etablert i tilgrensende områder. Alternative løsninger som båtdeling og utsettingsramper, som tillater båtparkering på land, og likevel tilgang til sjø, bør vurderes. Plasseringen av de foreslåtte småbåthavnene i mulighetsstudien var ugunstig plassert i forhold til vannsirkulasjonen gjennom lagunen, siden de var plassert rett foran kanalene. Foreliggende forslag til plassering av en stor småbåthavn i nord (Figur 1), ut mot den intakte delen av Litangodden, er ugunstig i forhold til bevaring av stedege naturverdier. Rinde m.fl. (2012) gir en oversikt over kriterier for utvikling av miljøvennlige småbåthavner.

Flytende strukturer i lagunen og i småbåthavnen gir potensiale for løsninger som hengende hager for blåskjell og eventuelt tangsamfunn, avhengig av hvordan disse lages. For å få lys ned i vannet anbefaler vi lysluker i flytebryggene og andre bryggekonstruksjoner som skyggelegger vannsøylen. Dette vil gi lys til alger og dyr i sjøen, men vil også gjøre den marine naturen mer tilgjengelig for folk. Det er mulig å utforme pelene med variert struktur og tekstur, slik at også disse gir flere nisjer for

marint liv. Dess mer variasjon, dess flere mulige leverom kan vi skape i Litangens marine nabolag. Se eksempler på strukturer, materialer og utforminger av bygninger og strukturer i sjø, i **kap. 5.6.5**.

5.5 Materialbruk

Gjenbruk av lokal kvarts er utfordrende. Kvartsitt karakteriseres som relativt hard og sprø, og steinblokker og mindre stein i dagbruddet har skarpe kanter.

Dersom sjøområdet i lagunen skal gjøres grunnere for å unngå behov for utgraving av dype kanaler, for å sikre god vannutskifting, kan dette gjøres ved å fylle bunnen med sprengstein. For å unngå at det blir skarpe kanter på dette substratet, bør det dekkes av mer egnete materialer for marint liv. Det vil si enten steiner med rundere kanter, sand og grus, eller en blanding av disse. Det er imidlertid viktig å også lage romslige steinblokk-leveområder for hummer, krabber og andre arter, som ikke blir slammet ned av sedimenter eller dødt organisk materiale.

Vi anbefaler å bruke marint-liv-vennlig materiale i bygninger og strukturer som bygges ut i sjø. Eksempler på dette er NIBIOs treprodukt CIOL, som er impregnert ved en ny, rimelig og naturlig treimpregneringsprosess (mer informasjon i faktaboksen). I tillegg er flere betongprodukter under utvikling. Vanlig betong er ansett som for surt til å være marint-liv-vennlig. Det er et stort kunnskapshull per i dag om slike materialer, også med hensyn til utforming av strukturer og teksturer som fremmer marint liv (Rinde og Sørensen m.fl. 2019; Sørensen 2020).

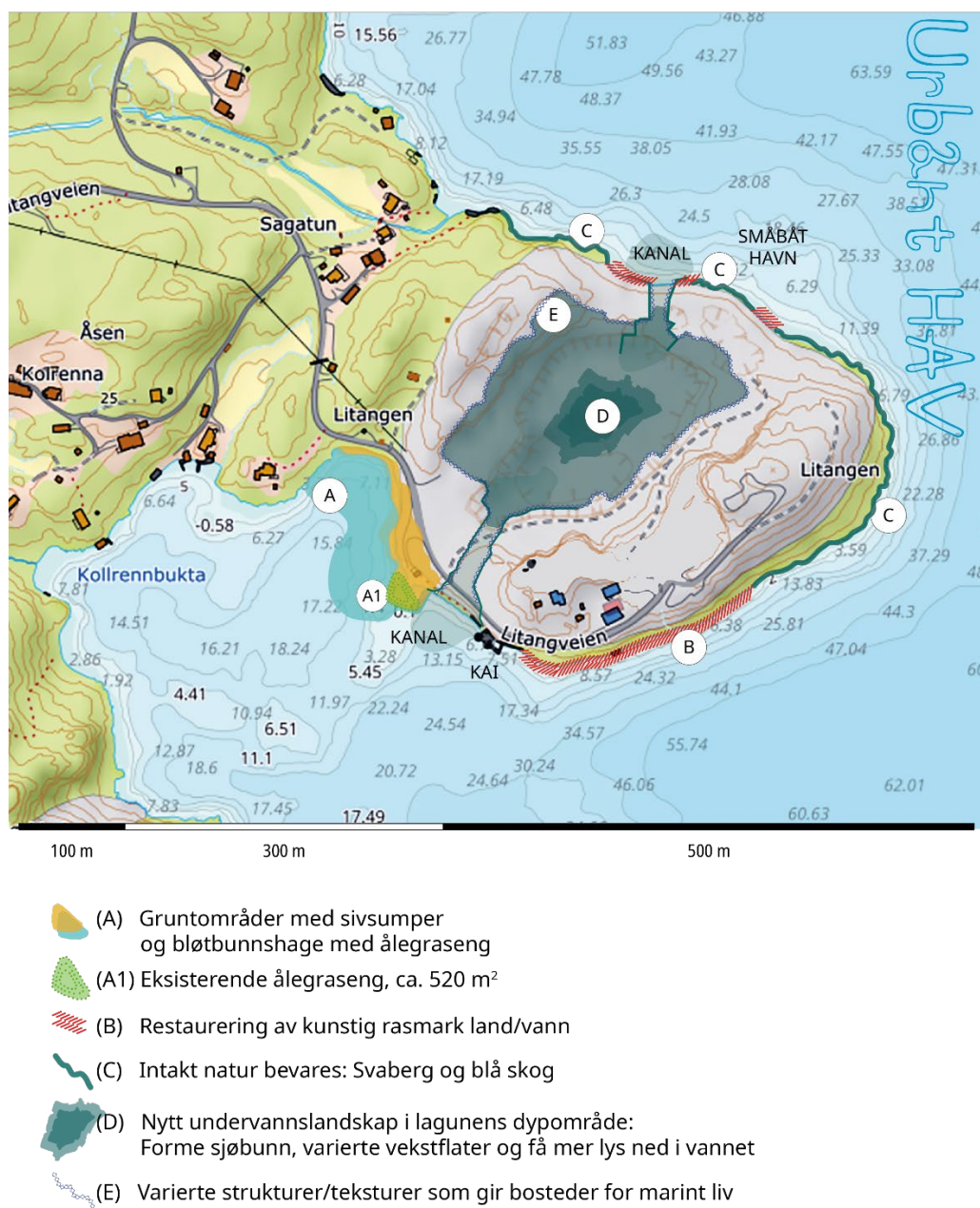
Fakta om CIOL

EU er i gang med å redusere listen over biocider som er tillatt til trebeskyttelse. Forbudet utfordrer bruk av treverk i byggverk som broer og stolper som skal tåle vær og vind. CIOL er et svært godt, rimelig og bruksvennlig produkt som bidrar til at man fortsatt kan bruke tre utendørs med lang holdbarhet. CIOL erstatter tradisjonelle alternativer som er mindre miljøvennlige, og er derfor ekstra aktuell i sjø der den tradisjonelle impregneringen ikke er god for marine organismer. Treimpregnering med CIOL utvikles ved Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

5.6 Konkrete villgjøringsforslag for utvalgte områder

Basert på diskusjonene i workshopen 8. september 2022 presenterer vi her noen konkrete villgjøringsforslag for fem hovedområder (**Figur 29**), basert på framgangsmåtene og prinsippene beskrevet over; kunnskapen om de stedeagne marine nabolagenes krav; samt oppdatert designforslag fra Lund Hagem og ATSITE (**Figur 1**):

- (A) Gruntområde med sivsumper, bløtbunnshager og ålegrasenger
- (B) Kunstig rasmark land/vann
- (C) Intakt natur: Svaberg og blå skog
- (D) Nytt undervannslandskap i lagunen
- (E) Varierte strukturer/teksturer som gir bosteder for marint liv

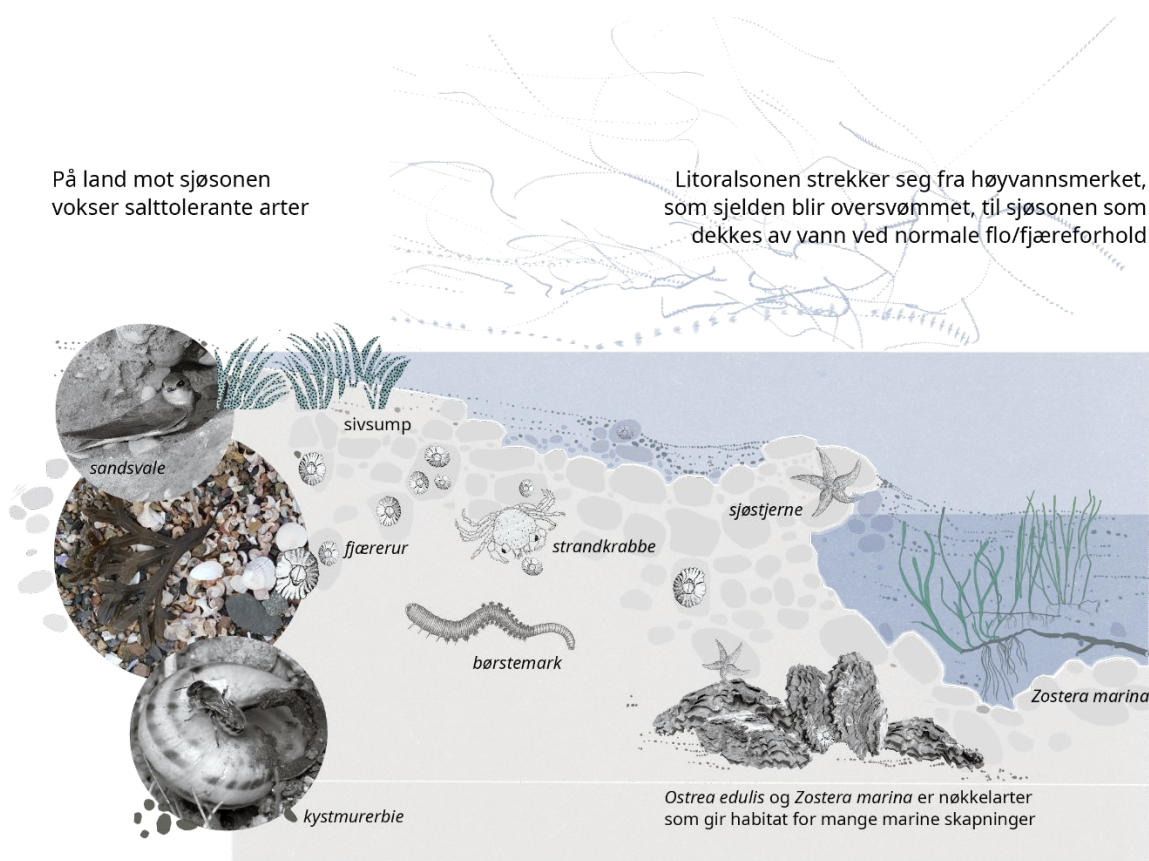


Figur 29. Oversikt over områder med konkrete løsningsforslag for villgjøring av Litangen-området. Ålegrasengen som er grovt avgrenset, bestod av en liten flekk med tett forekomst, og med kun enkeltplanter i utkanten av området. Figur: Urbant HAV.

5.6.1 Gruntområde med sivsummer, bløtbunnshager og ålegrasenger (A)

Tilrettelegging av dette området for sivsummer og bløtbunnshager med og uten ålegras, krever en utforming som evner å holde på det løse substratet (**Figur 30**). Dette kan gjøres ved å kante inn området med steiner, og lage ulike nivåer av bløtbunn innenfor ca. 9 m dybdekoten. For å gjøre området tilstrekkelig flatt (<3 grader) og grunt (< 3-5 m dypt) for disse naturtypene, må det fylles på med sand. Utformingen av landskapet bør ta hensyn til de rike dyresamfunnene som ble funnet på ca. 10 m bratt fjell rett utenfor det tiltenkte gruntvannsområdet. Det er liten erfaring med

restaurering av ålegras i Norge. Med unntak av et småskala testforsøk for Oslo kommune (ledet av NIVA, jf. Kvile m.fl. 2022, Oslo kommune 2022), er det kun utført småskala forskningsforsøk med utplanting av ålegras ved Larvik (i EU-prosjektet [MERCES](#); *Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas*, Gagnon m.fl. 2021). Det er imidlertid en del erfaring å bygge på fra mer storskala svenske restaureringsforsøk, samt fra andre internasjonale prosjekter. Det er ikke gjort noen forsøk på restaurering av marine sivsummer i Norge, etter vår kjennskap. Her er det imidlertid en del internasjonale studier som en kan hente erfaring fra.



Bløtbunns habitat (A) | grunne mudder og sandflater som tørlegges ved lavvann, som hovedsakelig består av finkornede sedimenter med noen større steinblokker.

Figur 30. Eksempel på utforming av bløtbunnsbarer. Figur: Urbant HAV. Fra Sørensen 2020.

5.6.2 Kunstig rasmark land/vann (B)

De kunstige rasmerkene kan repareres ved å fjerne eller omforme de løse massene. Disse massene, hovedsakelig i form av større stein og steinblokker, kan eventuelt gjenbrukes til å fylle krateret inne i lagunen for å gjøre denne noe grunnere, og dermed redusere arbeidet med å sprengte ut kanalene. De løsere massene kan sannsynligvis gjenbrukes i formingen av gruntområdet (dvs. A i **Figur 29**). Men på grunn av kvassheten til kvartssanden, vil vi anbefale å teste egnetheten av dette substratet, kombinert med annen type sand, for å komme fram til hva som gir best substrat for ålegrasengen og dens assosierte mangfold. Ut fra befaringen er det mest behov for å reparere rasmarken med mer finkornig substrat på sørøst siden av tangen. Her ble det observert lite marint liv. Det er mulig at området vil bli bebodd av marine arter over tid, når forstyrrelsene med påfyll av materiale opphører.

Rasmarken på nordsiden av tangen bestod av større steinblokker. Disse var begrodd av trådalger, og nedslammet av sedimenter. Det er imidlertid liten grunn til å tro at fjerning av disse steinene vil gi grunnlag for et annet marint nabolag enn det som allerede er etablert.

5.6.3 Intakt natur: Svaberg og blå skog (C)

Vi anbefaler å unngå inngrep i delene av Litangen som har intakt natur, som nordsiden og nordøstsiden av tangen. Ålegrasenger er en av Norges blå skoger, og er ansett som et kjerneområde for biologisk mangfold. Vi anbefaler derfor å fremme forekomsten av denne naturtypen på grunt vann på sørsiden, der naturtypen eksisterer i en svært begrenset forekomst (jf. kap. 5.7.1).

5.6.4 Nytt undervannslandskap i lagunen (D)

De beste forholdene for marint liv inne i lagunen (område D og E i **Figur 29**) vil sannsynligvis være på de bratte fjellveggene, og på pilarene. Struktur og tekstur til pilarene kan tilrettelegges for å fremme forekomst av filtrerende dyr som blåskjell, sekkyr, sjøroser og østers, som bidrar med å rense vannet. De bratte fjellveggene vil sannsynligvis kunne bli kolonisert av larver av filtrerende dyr fra nabolaget. Vi anbefaler at hovedfokus for de marine nabolagene inne i lagunen rettes mot å skape vekstflater for filtrerende dyresamfunn. Ved nyetablering av marine leveområder i lagunen er det viktig at området renses for plastrester fra tidligere og nyere sprengningsvirksomhet.

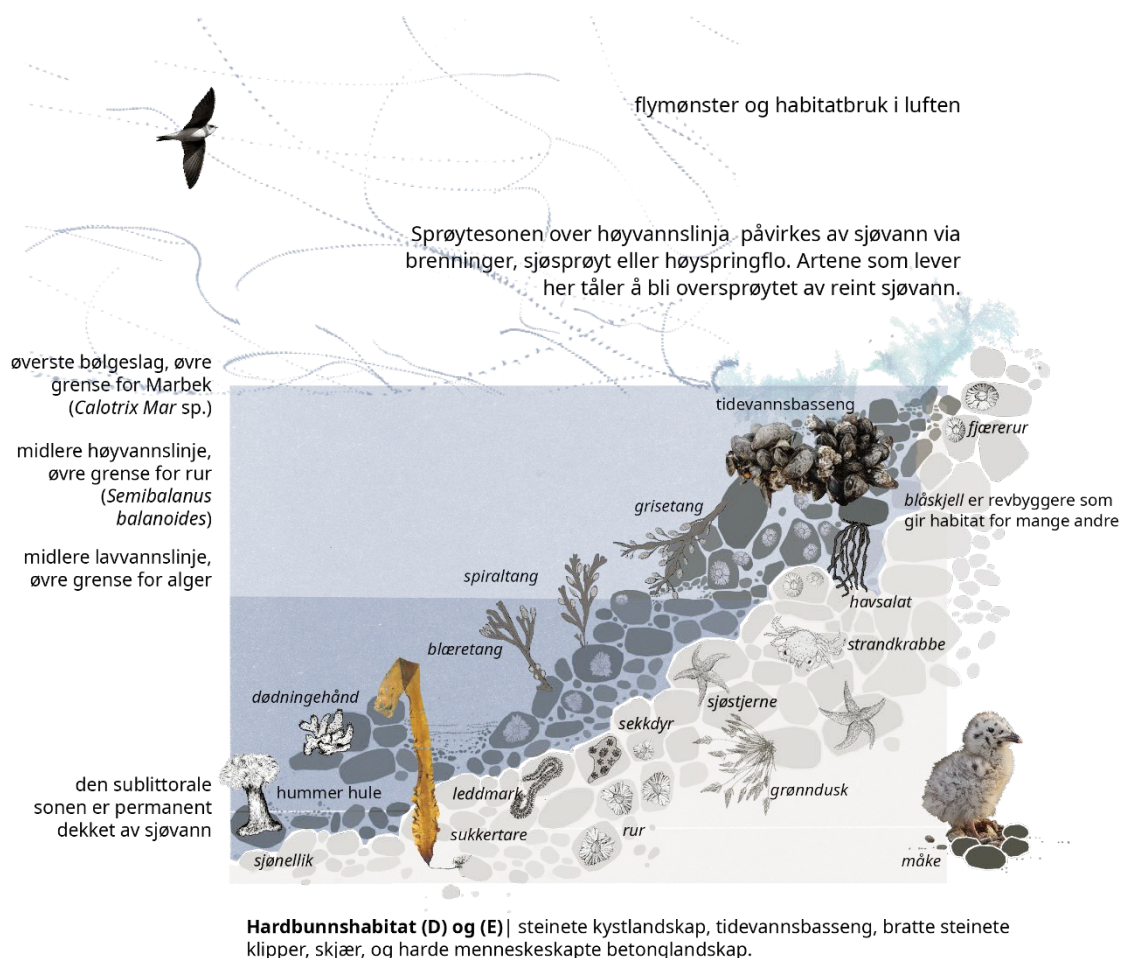
Befaringen viste at flate og skrånende bunn grunnere enn 7 meter dybde (mht. LAT) hadde høy forekomst av trådalger. For å forebygge vekst av trådalger på de grunneste flatene i lagunen, det vil si grunnere enn 7 m dybde, kan et gunstig grep være å gjøre denne flaten mindre. Dette kan gjøres ved å øke dybden et par meter ut mot den dypeste delen. Ved å øke dybden fra 7 til for eksempel 9 m, vil en få færre horisontale grunne flater som sannsynligvis vil overtas av trådalger og sedimenter, og som vil være oksygenkrevende å få brutt ned.

5.6.5 Varierte strukturer/teksturer som gir bosteder for marint liv (E)

Tilrettelegging av marint liv på pilarer, flytebrygger og andre bygg i sjøen bør fokuseres på å fremme forekomst av filtrerende arter som blåskjell, østers og sjøroser. Blåskjell slår seg ofte ned på tau som settes ut i sjø. Slike kan henges fra både pilarer, brygger og flytebrygger. Vi anbefaler også lys-luker, men ikke over de grunne flatene, for å unngå å stimulere vekst av trådalger. Forslag til diversitetsfremmende tiltak er utfyllende beskrevet i Rinde & Sørensen m.fl. 2019; Sørensen 2020. Det er også viktig å etablere varierte boliger for lagunens vaktmestere i form av hulrom av ulike størrelser. Eksempler på utforming av variert steinbunn er illustrert i **Figur 31**.

En enkel og nærliggende løsning for å etterligne de stedege geobiotopene er å benytte lokalt geologisk materiale som ettermonteres på eksisterende fjell og på nye konstruksjoner. Det anbefales å ta kontakt med det interkommunale selskapet Gea Norvegica Geopark, som eies av de syv kommunene Bamble, Kragerø, Larvik, Nome, Porsgrunn, Siljan, og Skien samt Vestfold og Telemark Fylkeskommune.

Eksempler på strukturer og teksturer på pilarer, flytebrygger og andre bygg i sjø, som kan gi bosteder for marint liv er vist i **Vedlegg A-D**.



Figur 31. Eksempler på utforminger av leveområder på fjell og stein. Figur: Urbant HAV. Fra Sørensen 2020.

6 Overvåking og skjøtsel av marin nærnatur

Det er per i dag lite erfaring med utbygging og utforming av marint-liv-vennlige leveområder i sjø. Utviklingen på nye menneskeskapte leveområder er uforutsigbar og naturen og miljøforholdene (inkludert klima) er i stadig endring. Derfor er det både viktig og et stort behov for å teste ulike naturbaserte løsninger, både på land og i sjø. En viktig anbefaling for Litangen Lagune er at utviklingen av det marine nabolaget, og områdets økologiske tilstand overvåkes. Dette er viktig både for å skaffe mer kunnskap om marin naturrestaurering, men også for å kunne iverksette avbøtende tiltak ved behov.

Inne i lagunen vil antagelig lurv og nedfall av organismer skape problemer på bunnen etter en tid, og det bør utvikles planer for tiltak for å forbedre eventuelle dårlige tilstander. Hvis ikke naturbaserte metoder (som etablering av leveområder for åtseletere) klarer å opprettholde en god tilstand, bør det vurderes bobleanlegg, strømsetting, samt neddykking av ferskvann for å skape omrøring. Dette er i tråd med Dam (2022) sine anbefalinger om å overvåke tilstanden til bunnvannet i lagunen for å kunne iverksette avbøtende tiltak (jf. kap. 2.2 og 5.3). Det er også mulig å avle opp hummer for utsetting i lagunen, for å sikre denne vaktmestertjenesten om nødvendig.

Vi anbefaler at Litangen Lagune gjennomføres som et levende laboratorium som involverer fagfolk og lokal befolkning i testing og utvikling av marine naturbaserte løsninger. Dette grepet kan bidra til å danne en felles læringsplattform og et felles språk. Ved innføring av et slikt læringslandskap initiativ kan vi oppnå en tilpasningsdyktig skjøtsel i et langsiktig tidsperspektiv. Ved å følge med på hvordan landskapets dynamikk og de marine artene utvikler seg over tid kan vi lære fra hvordan de marine artene responderer på vår utforming og bruk av det bebygde miljøet. Denne læreprosessen er også nødvendig for å kunne fange opp tidlige signaler på en negativ utvikling som kan stoppes eller motvirkes gjennom nye og/eller forbedrede løsninger. En slik tilnærming og samarbeid vil skape økt havbevissthet, kalt Ocean Literacy på engelsk. Dette er en pedagogisk tilnærming som ble artikulert i 2017 som et globalt partnerskap, ledet av *The Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC) og UNESCO, for å gi økt bevissthet om bevaring, restaurering og bærekraftig bruk av havet og dets ressurser samt for å bygge en offentlig kunnskapsbase om verdenshavet for alle (IOC & UNESCO 2018).

Jomfruland nasjonalpark med nytt besøksenter kan kanskje være en nyttig samarbeidspart med hensyn til formidling, kunnskap og lokal forankring for et slikt laboratorium. En overvåking av tilstanden i lagunen i samarbeid med nasjonalparken og lokalsamfunnet vil være viktig for å kunne fange opp tidligere faresignaler om dårlig tilstand. På Jomfruland er det også et svært aktivt fuglemiljø ved Jomfruland fuglestasjon som drives av BirdLife Telemark.

I tråd med Fredensborgs ønske om å etablere Litangen Lagune til et landemerke for blågrønn infrastruktur, kan en slik testing og overvåking egne seg som en medvirkningsarena der lokalbefolkning og hyttebeboerne på Litangen kan involveres. Ved å synliggjøre hvilke grep som planlegges for å fremme marint liv i området, samt å vise fram hvordan de marine artene skjøttes og ivaretas, kan man bruke utbyggingen som et læringslandskap for naturrestaurering. På Litangen Lagune vil det sannsynligvis også bli nødvendig med skjøtselstiltak som fjerning av fremmede arter og trådalger. Det kan være verdt å vurdere å involvere lokalbefolkning og hytteboere i slike opprydningsaksjoner for å skape lokalt eierskap til stedet og naturen i utviklingen av et godt miljø for både mennesker og andre arter, i et langsiktig perspektiv.

7 Konklusjon

Vi mener at naturbaserte løsninger på en landskapskala er en forutsetning for å lykkes i å etablere en levedyktig marin natur i Litangen Lagune. Dette omfatter forming av sjøbunnen og kanalene i lagunen, samt gruntvannsområdet på sørsiden. I tillegg bør det iverksettes løsninger på liten skala, som integrering av lysluker på flytende strukturer, variert utforming av pilarer og flytebrygger for å tilrettelegge for filtrerende dyr og hengende hager. For å lykkes med å skape et trivelig livsmiljø for mennesker og natur er det viktig at tilstanden i lagunen overvåkes slik at avbøtende tiltak kan iverksettes dersom det blir nødvendig.

Vi anbefaler å følge villvettreglene, bygge med og ikke imot naturen, følge naturens dynamiske sykluser etc., samt å bruke framgangsmåtene og prinsippene beskrevet for en stegvis utvikling for villgjøring i utbyggingsprosjekter i sjø.

Naturbaserte utformingsprinsipp bidrar til:

- Etablering av et nytt landskap i sjø og langs land som fremmer livet over og under vann
- Økt naturmangfold, inkludert landskapsmessig variasjon
- Styrke økologiske funksjoner og naturgoder som fordrøyning og rensing av overvann, rensing av sjøvann, minsket erosjon, og nedbryting av organisk avfall

- Fleksibilitet og tilpasning til framtidige klimaendringer

Det er potensiale for å etablere følgende marine naturtyper i området; sivsummer og bløtbunnshager med og uten ålegras på grunt vann på sørsiden av Litangen, samt tangsamfunn og dyredominerte samfunn på henholdsvis grunne og dype områder inne i lagunen. De bratte fjellveggene, pilarene, og hengende hagene, vil særlig egne seg for nedslag av filtrerende dyr. Disse marine naturtypene vil bidra med viktige økosystemfunksjoner, eksempelvis rensing av næringsalter, produksjon av oksygen, og binding av substrat som naturlig erosjonssikring. Ikke minst fungerer disse marine naturtypene som livsviktige nabolag for en rekke andre marine organismer.

8 Referanser

- ATSITE, Urbant HAV og NIVA (2022). Litangen temakart for landskap og marin biologi, utviklet til Litangens reguleringsplan.
- Bekkby T, Bodvin T, Bøe R, Moy FE, Olsen H, Rinde E (2011) Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold - marint. Sluttrapport for perioden 2007-2010. NIVA rapport 6105-2011. 31 pp.
- Dam, G. (2022). Strømningsanalyse. Reguleringsplan for Litangen med konsekvensutredning. Tema: Oseanografi. Asplan Viak rapport 635675-01 for Litangen Utvikling AS.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) håndbok 19. (2007) Kartlegging av marint biologisk mangfold. 2001 Revidert 2007. 51 s
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) håndbok 13. (2007). Kartlegging av naturtyper - verdisetting av biologisk mangfold.
- Gagnon K, Rinde E, Bengil E, Carugati L, Christianen M, Danovaro R, Gambi C, Govers L, Kipson S, Meysick L, Pajusalu L, Tüney Kızılkaya I, van de Koppel J, van der Heide T, van Katwijk M, Bostrom C (2020) Facilitating foundation species - the potential for plant-bivalve interactions to improve habitat restoration success. *J. App. Ecol.*
- Gagnon K, Christie H, Didden K, Fagerli CW, Govers LL, Gräfnings MLE, Heusinkveld JHT, Kaljurand K, Lengkeek W, Martin G, Meysick L, Pajusalu L, Rinde E, van der Heide T, Boström C (2021) Incorporating facilitative interactions into small-scale eelgrass restoration – challenges and opportunities. *Restoration Ecology*. 29 (5). e13398.
- Hanslin HM, Sørensen ET, Rinde E (2022) Landskapsøkologiske vurderinger for Grønlikaia. NIBIO, Urbant HAV og NIVA Rapport 8 (77). 40s.
- IPBES (2019) Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In: Díaz S, Settele J, S. BE, Ngo HT, Guèze M, Agard J, Arneth A, Balvanera P, Brauman KA, Butchart SHM, Chan KMA, Garibaldi LA, Ichii K, Liu J, Subramanian SM, Midgley GF, Miloslavich P, Molnár Z, Obura D, Pfaff A, Polasky S, Purvis A, Razzaque J, Reyers B, Chowdhury RR, Shin YJ, Visseren-Hamakers IJ, Willis KJ, Zayas CN (eds), IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Kvile KØ, Infantes E, Skjellum SF, Platjouw FW, Rinde E (2022) Potensial for restaurering og reintroduksjon av ålegrasenger i Oslofjorden, og mulighetene dette kan gi for klimatilpasning, karbonopptak og lagring. NIVA-rapport 7692-2022.
- Liebel H (2022). Reguleringsplan for Litangen med konsekvensutredning. Tema: Naturmangfold på land. Asplan Viak rapport 635675-01 for Litangen Utvikling AS.
- Lund Hagem og ATSITE (2022). Mulighetsstudie Litangen. Fra fortid til framtid. Datert 3. mars 2022.
- Miljødirektoratet (2019). Vurdere naturbaserte løsninger, hentet fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/vurdere-naturbaserte-losninger/>. Sist oppdatert 16. august 2019.
- Molvær Resipientanalyser (2022). Litangen – vurdering av vannutskiftning og oksygenforhold. Notat til Fredensborg Fritid og Asplan Viak, 25 august 2022.
- Norges geologiske undersøkelse (2017). Industrimineraldatabasen: Faktaark om Litangen (Objekt-ID: 0815,337,00,00). Faktaarket ble sist oppdatert 25. april 2017. Hentet 20. juni 2022 fra https://aps.ngu.no/pls/oradb/minres_deposit_fakta.Main?p_objid=8444&p_spraak=N
- Oslo kommune 2022. Nå planter vi ålegras i Oslofjorden. [Nettartikkel på KlimaOslo](#), publisert 7. juli 2022.

- 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. NIVA, NMBU og NIBIO rapport 7419-2019.
- Rinde E, Sørensen ET, Walday MG, Fagerli CW, Christie HC, Staalstrøm A, Barkved LJ, Simmons H, Borchgrevink HB (2019) Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder. NMBU og NIVA rapport nr 7426-2019. 68 s.
- Rinde E, Kroglund T, Christie H, Often A, Guttu J, Lund-Iversen M, Jean-Hansen V, Stokke K-B, Clemetsen M (2012) Helhetlig planlegging av miljøvennlige småbåthavner – et tverrfaglig CIENS prosjekt. VANN (4): 569-574.
- Rinde E, Rygg B, Bekkby T, Isæus M, Erikstad L, Storeid S-E, Longva O (2006) Dokumentasjon av modellerte marine naturtyper i DN's Naturbase. Førstegenerasjonsmodeller til kommunenes startpakker for kartlegging av marine naturtyper 2007. NIVA Rapport 5321-2006.
- St.meld. nr. 14. (2015–2016). Natur for livet, Norsk handlingsplan for naturmangfold.
- Sørensen E (2020). "Multiartslige nabolag i urbane sjøområder". Doktorgradsavhandling. Fakultet for landskap og samfunn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Akseptert versjon 2020:38. 220 sider.
- Walday M, Molvær J, Rinde E, Sørensen ET, Christie H, Leikvin Ø (2020) Bispevika. Vurdering av vannutskiftning og miljøforhold i vannbasseng B6b. NIVA rapport 7563-2020.
- FNs organisasjon for utdanning, vitenskap, kultur og kommunikasjon UNESCO (2022). Ocean Literacy. Hentet 21. juni 2022 fra <https://ioc.unesco.org/our-work/ocean-literacy>
- IOC & UNESCO (2018). Ocean literacy for all: a toolkit. UNESCO Digital Library website. Hentet 21. juni 2022 fra <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260721>

Vedlegg A. Eksempler på marint-liv-fremmende løsninger på konstruksjoner i sjø, inkludert pilarer, lysluker og modifisert sjøbunn.

Vi lager moduler og marinboligbyggesett som tilpasses og innlemmes i ethvert utbyggingsprosjekt i sjø



PROD#7 | Kambrosilurpilar

Et landskap av pilarer med kambrosilurstruktur og tekstur i overflaten som gir vekstflater for lokale marine arter. Kambrosilur-modellen kan erstatte konvensjonell pilarer som representerer en urban ørken

Kambrosilur-modellen utformes med 3D-utskriftsteknologi

Pilaren produseres i marint-liv vennlig materiale: Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymer-teknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering / digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo

Eksempel på lysluker og marint basseng

Modellen viser en kambrosilur-landscapsformasjon plassert på undersjøisk betonggulv i boligkvartal: Produktet gir et nytt marint landskap og nye bosteder til bløtbunn- og hardbunnsamfunn

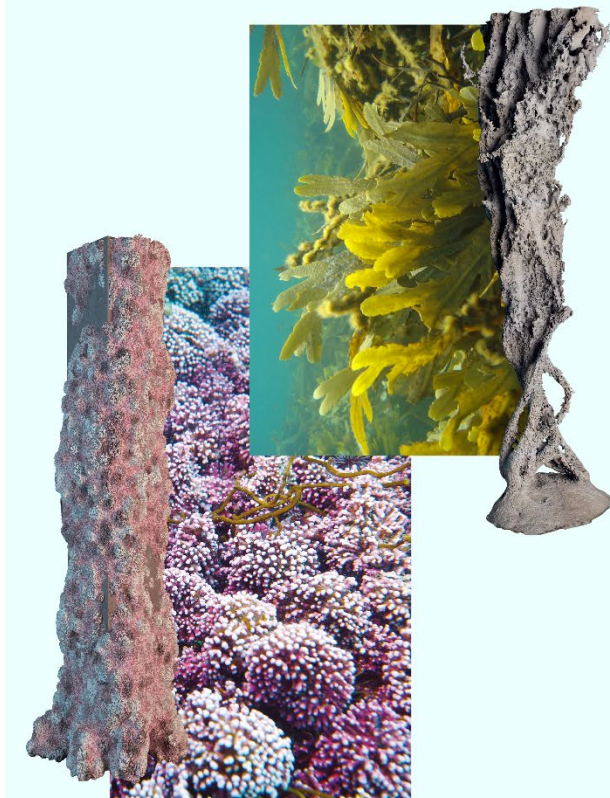
Modellen utformes med 3D-utskriftsteknologi

Strukturen produseres i marint-liv vennlig materiale: Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymer-teknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering / digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo

Vedlegg B. Eksempler på utforminger av pilarer som etterligner naturlige leveområder

Vi lager moduler og marinboligbyggesett som tilpasses og innlemmes i ethvert utbyggingsprosjekt i sjø



PROD#5 | Blåskogpilar

Pilar basert på sagtang kan erstatte nåværende byggpilarer som representerer en urban ørken

Blå skog-modellen utformes med 3D-utskriftsteknologi

Pilar produseres i marint-liv vennlig materiale:
Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymer-teknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering / digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo

PROD#6 | Ruglbunnpilar

Pilar basert på den marine naturtypen ruglbunn

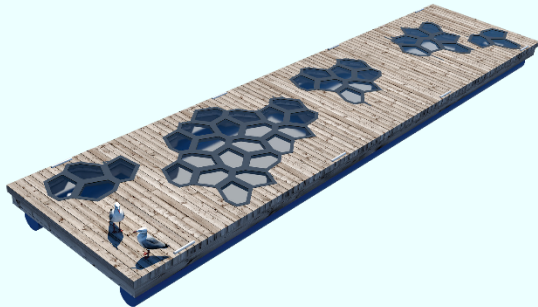
Rugl-modellen utformes med 3D-utskriftsteknologi

Pilar produseres i marint-liv vennlig materiale:
Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymer-teknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering / digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo

Vedlegg C. Eksempler på flytebrygger med lysinnslipp, samt utforming av tidevannsbassenger for marine nabolag

Vi lager moduler og mannboligbyggesett som tilpasses og innlemmes i ethvert utbyggingsprosjekt i sjø



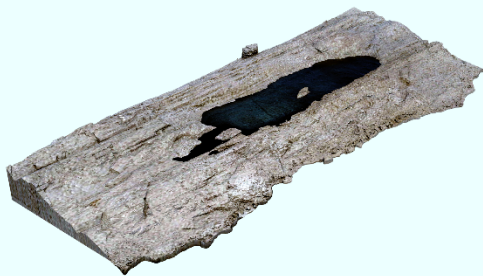
PROD#3 | Flytebrygge med lysinnslipp

Flytebrygge med lysluker som forbedrer lysforhold for marine arter i urbane sjøområder, og gir mulighet for sol og fotosyntese i urbane blå skoger

Denne flytebrygge-modellen viser lysluker utformet etter inspirasjon fra marine mosdyr (*bryozoa*)

Flytebryggen produseres i tre med marint-liv vennlig overflatebehandling. Understell med struktur/tekstur lages Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymerteknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering og digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo



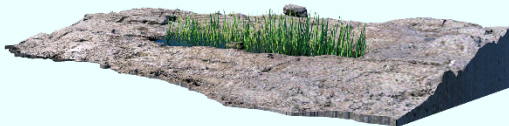
PROD#4 | Marine basseng basert på lokal geobiotop

'Tidevannsbasseng' for marine nabolag. Overflaten på denne modulen har kambrosilurstruktur og tekstur som gir vekstflater for lokale marine arter

Marine basseng utformes med 3D-utskriftsteknologi

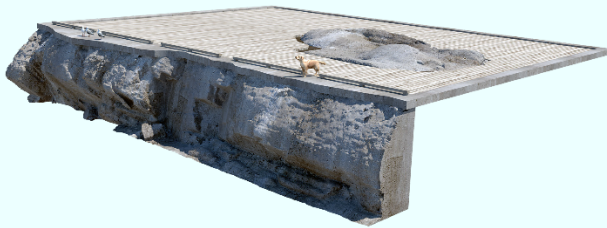
Strukturen produseres i marint-liv vennlig materiale: Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymerteknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering og digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo



Vedlegg D. Eksempler på sjøfrontbrygger og flytebrygger formet etter inspirasjon av lokale geobiotoper.

Vi lager moduler og marinboligbyggesett som tilpasses og innlemmes i ethvert utbyggingsprosjekt i sjø



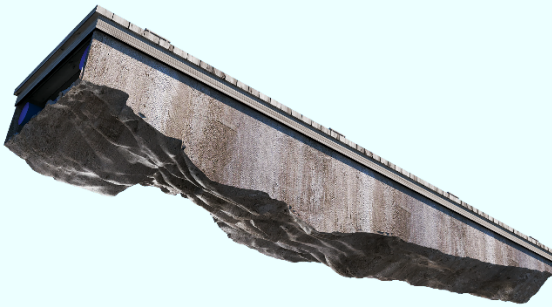
PROD#1 | Sjøfrontbrygge basert på lokal geobiotop

Sjøfront med kambrosilur struktur og tekstur som gir mikrohabitat for marine planter og dyr

Sjøfront-modulen utformes med 3D-utskriftsteknologi
<https://www.hyperionrobotics.com/>

Strukturen produseres i marint-liv vennlig materiale:
Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymerteknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering og digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo



PROD#2 | Flytebrygge basert på lokal geobiotop

Flytebrygge der understellets overflate har kambrosilur struktur og tekstur som gir mikrohabitater og levested for lokale marine arter

Flytebryggen utformes med 3D-utskriftsteknologi

Strukturen produseres i marint-liv vennlig materiale:
Saferock, basert på lav CO₂ utslipp geopolymerteknologi

Konsept: Elin T. Sørensen Urbant HAV © 2020
Formgivere: Elin T. Sørensen, Ivar Kjellmo & Eli Rinde (NIVA)
3D-visualisering og digital fabrikasjon: Ivar Kjellmo

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no