

Manual for villgjøring av urbane sjøområder

Urbant HAV
NIVA



Manual for villgjøring av urbane sjøområder

Manual for villgjøring av urbane sjøområder

Forfattere: Eli Rinde (NIVA) & Elin T. Sørensen (Urbant HAV)

Grafisk formgivning: Elin T. Sørensen

Omslagsfoto: Undervannsfoto av sjønellik og rugl ved Eli Rinde;
grå fasade Sørenga i Oslo ved Elin T. Sørensen

ISBN 978-82-577-7542-1

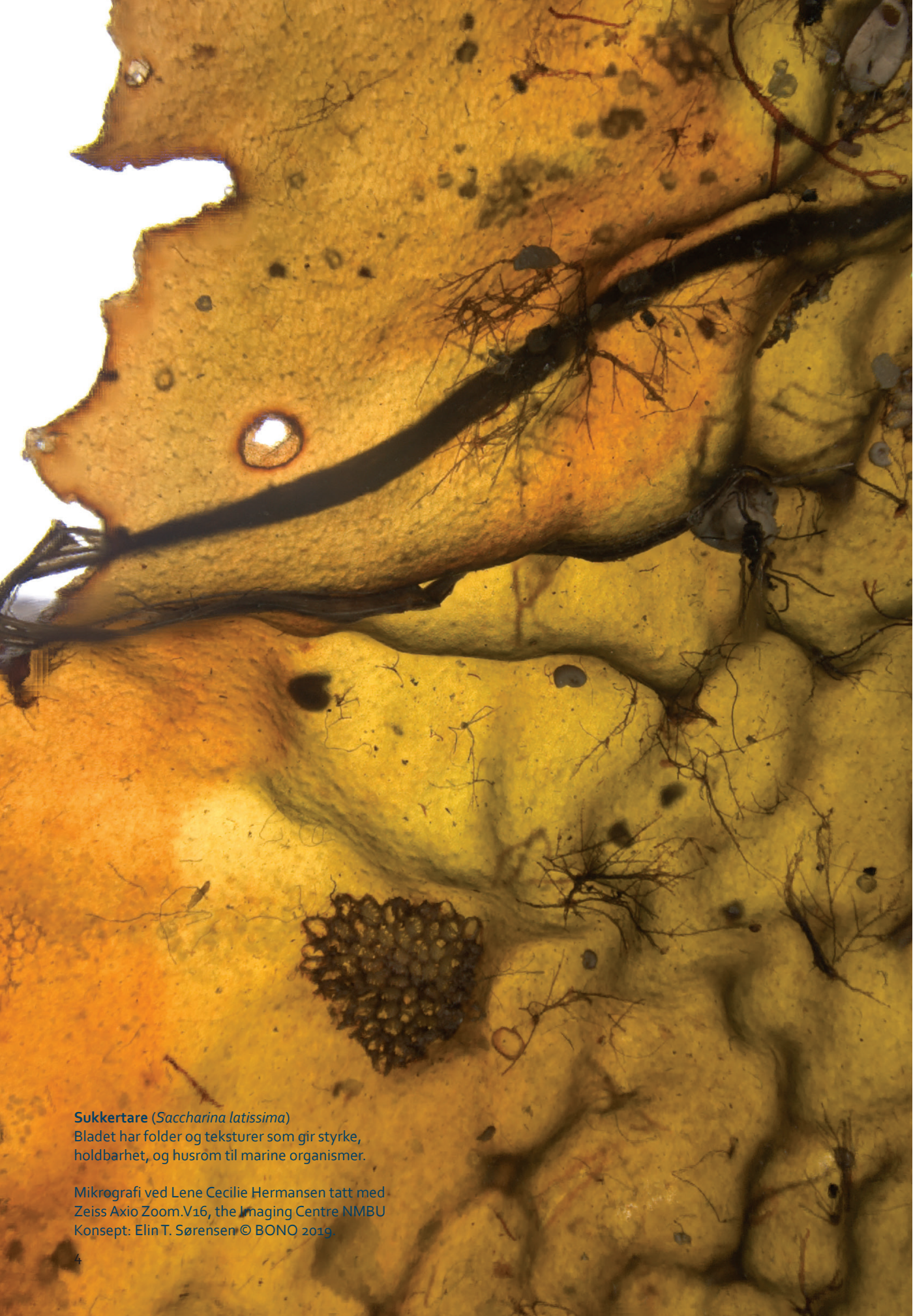
Manualen er produsert av Urbant HAV & NIVA på oppdrag av
Miljødirektoratet * Norwegian Environment Agency [M-2454|2023]

© Urbant HAV & Norsk institutt for vannforskning

Manualen kan siteres fritt med kildeangivelse

© Alle fotografier og figurer i denne publikasjonen er opphavsrettsbeskyttet

NIVA Urbant HAV



Sukkertare (*Saccharina latissima*)
Bladet har folder og teksturer som gir styrke, holdbarhet, og husrom til marine organismer.

Mikrografi ved Lene Cecilie Hermansen tatt med Zeiss Axio Zoom.V16, the Imaging Centre NMBU
Konsept: Elin T. Sørensen © BONO 2019.

Tittel: <i>Manual for villgjøring av urbane sjøområder</i>	Løpenummer: 7806-2022	Dato: 31.12.2022
	Fagområde: Marin landskapsarkitektur	Distribusjon: Åpen
Forfattere: Elin T. Sørensen (Urbant HAV) Eli Rinde (NIVA)	Geografisk område: Norge	Sider: 53 3 vedlegg, s. 55-61

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet Oppdragsnummer: 22S58647 M-2454 2023	Prosjektnummer: 220094 villgjøring
	Utgitt av Urbant HAV & NIVA

Sammendrag
Manualen gir praktiske verktøy og fremgangsmåter for å fremme marint liv i urbane sjøområder. Villgjøring handler om å bygge opp, gjenskape og reetablere natur ved å ta hensyn til artenes behov. Det dreier seg om å slippe naturen til ved å inkludere naturens sirkulære og dynamiske prosesser i et langsiktig perspektiv. Manualen beskriver prinsipper og retningslinjer som gir grunnlag for å ta kunnskapsbaserte valg i utvikling av mangfoldige og levedyktige marine nabolag. Målet er å skape bevissthet om behovet for og potensialet til villgjøring i utvikling av klimasmarte byer, hos alle fag-grupper som er involvert i byutvikling. Forfatternes ambisjoner er at livet i havet gis like mye plass og omsorg som de blågrønne lungene på land.

Emneord 1. Urban villgjøring 2. Marine naturbaserte løsninger 3. Tverrfaglig samskaping 4. Naturrestaurering	Keywords 1. Urban rewilding 2. Marine naturebased solutions 3. Cross-disciplinary co-creation 4. Nature restoration
---	--

Manualen er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Eli Rinde & Elin T. Sørensen

Paul Ragnar Berg

Forfattere

Forskningsleder ved NIVA og kvalitetssikrer

ISBN 978-82-577-7542-1

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

© Alle fotografier og figurer er opphavsrettsbeskyttet.

Forord

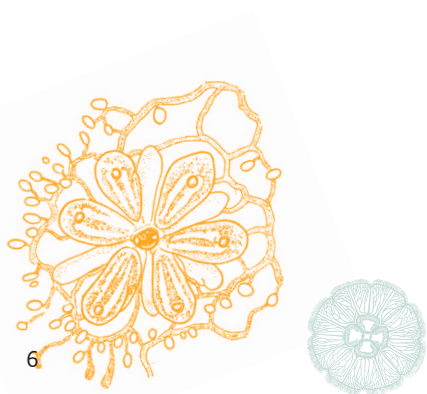
Vår visjon er at manualen kan bidra til at framtidens kystbyer spiller på lag med naturen. Naturbaserte løsninger beriker byene og gjør dem mer levende: I overgangen mellom land og vann gir samspill og interaksjon mellom planter og dyr, vann og sedimenter, renere sjøvann og et mer livskraftig mangfold av marine arter og naturtyper. Villgjøring av urbane sjøområder vil dermed kunne bidra til bedre folkehelse, mattilgang til befolkningen, og ikke minst til byer som tåler et mer ekstremt klima. Byens harde flater står og venter som blanke ark for å omgjøres fra ødemark til mangfold.

I dag består 70 prosent av verdens utbygde kystlinje av betong-, stål- og glass-konstruksjoner. Både globalt og lokalt skaper dette storskala marine ødemarker. Natur- og klimakrisen krever handling. Denne manualen gir kunnskap og retningslinjer for hvordan urbane sjøområder kan tilrettelegges for marin nærnatur. Gjennom fem steg for hvordan villgjøring kan gjennomføres i praksis bidrar manualen til kunnskap, retningslinjer og bevisstgjøring om naturbaserte løsninger til alle som er involvert i byutvikling.

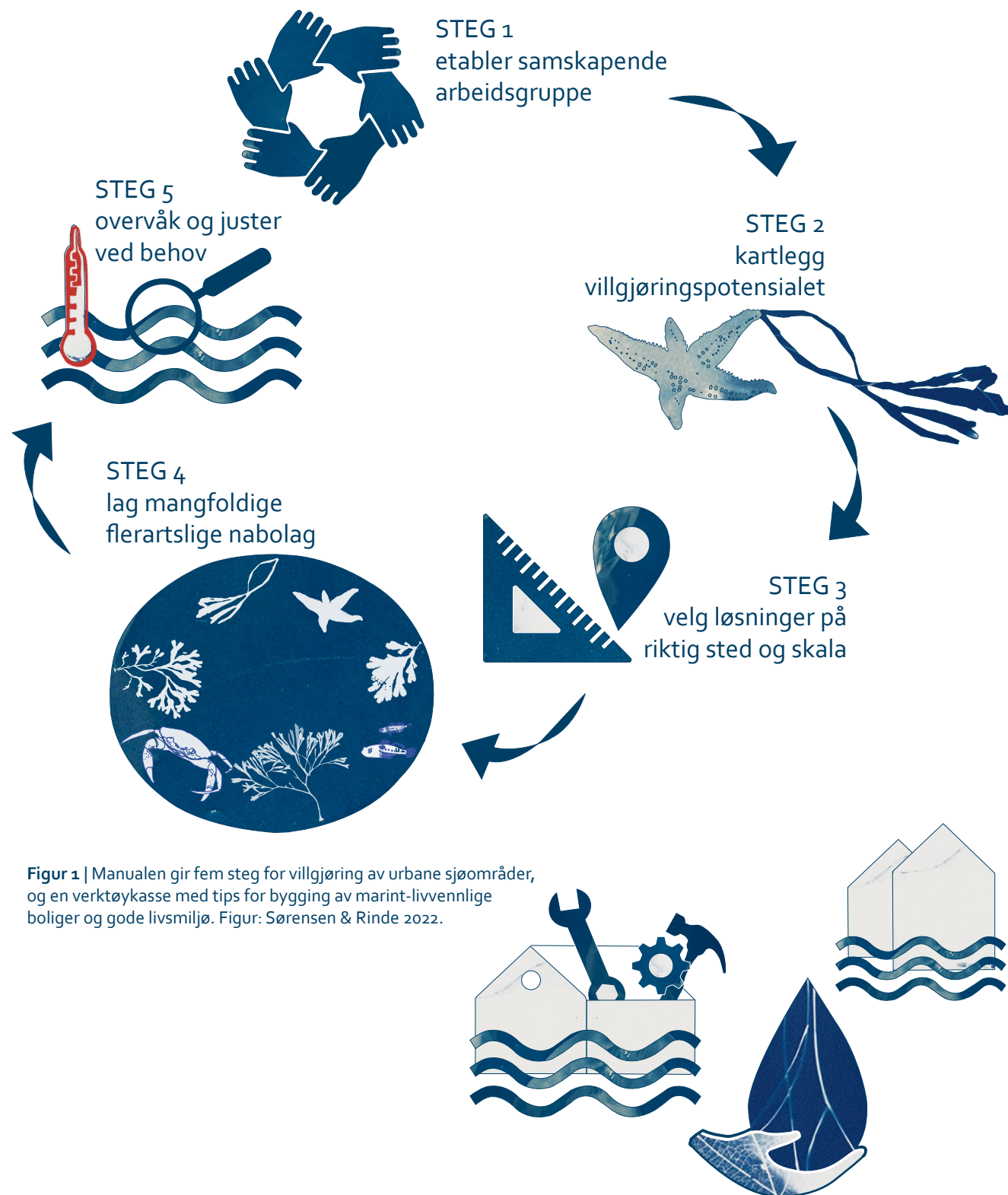
Manualens forfattere, marinbiolog Eli Rinde (NIVA) og marin landskapsarkitekt og kunstner Elin T. Sørensen (Urbant HAV), har gjennom flere år samarbeidet med grunneiere, utbyggere, planleggere, arkitekter og landskapsarkitekter på utbyggingsprosjekter i sjø. Ut fra de praktiske erfaringene duoen har høstet har de utviklet framgangsmåter og prinsipper som er nødvendige for å lykkes med villgjøring i urbane områder. Innholdet formidles med unike illustrasjoner utviklet under Sørensens doktorgrad og fengslende undervannsfoto fra Rindes mange feltundersøkelser av kystens økosystemer. Manualen bygger på Sørensens doktorgradsarbeide (2016-2020), som var oppstarten til samarbeidet mellom Rinde og Sørensen. Sammen har de deltatt i en rekke utredningsarbeider for Oslo- og Bærum kommune, og i utvikling av flere områder langs Oslos Fjordby, som Hav Eiendoms utprøving av Kate Raworths smultringøkonomi for utbyggingen på Grønlikaia. Manualen bygger også på erfaringer høstet fra kunstprosjektet *Under-sjø* som lages med støtte fra Kunst i offentlige rom (KORO), Sparebankstiftelsen DNB og miljøorganisasjonen Sabimas forskningsprosjekt *Oslofjordens blå skoger*. I tillegg er framgangsmåte og prinsipper testet i utbyggingsprosjektet *Litangen Lagune*, Kragerø, der et tidligere kvartsbrudd skal transformeres til en saltvannslagune omkranset av et hyttefelt.

Vi takker alle involverte kolleger og partnere for lærerike og inspirerende samarbeid og for positivt engasjement for å komme fram til best mulige løsninger for det marine nabolaget. Uten disse tverrfaglige erfaringene ville vi ikke kunne lage denne manualen. En spesielt stor takk til biolog og forskningsformidler Norith Eckbo (Sabima) og marinbiolog Hartvig Christie (NIVA) for konstruktive tilbakemeldinger på utkastene til manualen.

Utvikling av manualen er finansiert av Miljødirektoratet gjennom tilskuddsordningen til vannmiljøtiltak som skal bidra til å nå miljømål i vannforskriften. Målgruppen for tilskuddet er vannområdeutvalg, interkommunale vannprosjekt, kommuner, forskingsinstitusjoner, frivillige organisasjoner og private virksomheter. I tillegg til disse ønsker vi å nå ut til å inspirere eiere, utbyggere, planleggere og arkitekter, det vil si alle som planlegger utbygging i sjø.



Innholdsfortegnelse	sider
Forord	7
Sammendrag	11
Innledning	
Sjøsona — byutviklingens blindsoner	13
En ny kontrakt med naturen	15
Tidevannslandskapet for nybegynnere	17
Begrepsavklaringer	21
Villvettreglene	23
Manualens hovedmål	23
Fem steg for urban villgjøring	23
Steg 1 Etabler en tverrfaglig og samskapende arbeids gruppe	27
Steg 2 Kartlegg villgjøringspotensialet	27
Bruk det lokale landskapet og naturen som læremester	28
Samle kunnskap om stedegne arter og naturtyper	29
Sett steder med «intakt» natur på kartet	32
Steg 3 Utrek og velg naturbaserte løsninger på riktig sted og på rett skala	33
Kartlegg egnede soner for etablering av marine nabolag	34
Skap sameksistens og positive ringvirkninger	36
Steg 4 Lag naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og flerartslige nabolag	37
Verktøykasse for marine nabolag	38
Bygging av marint-livvennlige boliger	38
Formgivning av sunne og beboelige livsmiljø	40
Formgivning med naturen som læremester	42
Steg 5 Overvåk og juster ved behov	44
Utbygging i sjø som levende laboratorium	44
Konklusjon	45
Referanser	51
Vedlegg	55



Figur 1 | Manualen gir fem steg for villgjøring av urbane sjøområder, og en verktøykasse med tips for bygging av marint-livvennlige boliger og gode livsmiljø. Figur: Sørensen & Rinde 2022.

Sammendrag

Manualens hovedmål er å bidra med kunnskap og retningslinjer for villgjøring av urbane sjøområder. Det handler om å bygge opp, gjenskape og reetablere natur i bymiljø, samt å stole på naturens egen evne i gjenoppbygging av naturmangfold ved å gi naturen nok plass og tid til å drive disse naturprosessene. Her får leserne konkret innsikt og praktiske verktøy for å gjøre om byenes ødemarker til mer mangfoldige og velfungerende leveområder og livsmiljø. Dette gir igjen grunnlag for å ta kunnskapsbaserte valg om hvilke arter og naturtyper som det kan tilrettelegges for i et utbyggingsområde. Manualen gir prinsipper for hvordan urbane sjøområder kan utformes og forbedres med hensyn til marine arters behov. Disse framgangsmåten og prinsippene er like relevante for villgjøring på land og i ferskvann.

For å lykkes med villgjøring er det nødvendig å sette av tilstrekkelig plass til at naturens dynamikk kan utfolde seg, og at nøkkelartene kan leve ut sitt potensiale og sine økologiske funksjoner. Det må settes av like mye areal til etablering av marin nærnatur som det avsettes til blågrønne lunger på land. Tilsvarende som det avsettes arealer til båthavner, båttrafikk, og andre funksjonsområder for menneskelige aktiviteter i utbyggingsprosjektet, må det settes av arealer for villgjøring av marin natur, og vises hensyn til de marine artene.

Planlegging for naturbaserte løsninger må inkluderes fra startfasen av et prosjekt, og følge utviklingen sammen med andre utredningstemaer, planer og formgivning av landskap og bygg. For å lykkes må løsningene tilpasses lokale forhold. Planer og prosjektering må bygge på tverrfaglig samskaping. Manualen gir derfor en stegvis framgangsmåte for villgjøring av urbane sjøområder, samt en verktøykasse med tips for bygging av marint-livvennlige boliger og gode livsmiljø (**Figur 1**). Ved å gjenopprette samspillet mellom stedegne arter, og gi nok plass og tid til at naturlige prosesser gjenvinner sin rolle, får naturen mulighet til å ta vare på seg selv.

Manualens hovedgrep er å bruke det lokale landskapet og naturen som læremester og modell for løsningene gjennom fem steg for villgjøring av urbane sjøområder:

1. Etabler en tverrfaglig samskapende arbeidsgruppe
2. Kartlegg villgjøringspotensialet gjennom stedsspesifikk kunnskap om landskap og naturmangfold.
3. Utred og velg naturbaserte løsninger på riktig sted og på rett skala
4. Lag naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og et flerartslig nabolag
5. Overvåk og juster ved behov

Siden naturen og klima er i endring, vil det kunne oppstå uforutsette og uønskede tilstander. Dette krever overvåking og en skjøtselplan slik at tiltak kan tilpasses og modifiseres ved behov. Det er i tillegg stor kunnskapsmangel om villgjøring i urbane sjøområder, derfor er det behov for å teste ut nye innovative løsninger. Det anbefales derfor at utbyggingsprosjekter i sjø benyttes som et læringslandskap for naturrestaurering og villgjøring, og at utviklingen forankres gjennom samarbeid med lokalbefolkningen. I dette arbeidet er innovativ formgivning, blå skjøtsel og en tilpasningsdyktig forvaltning nøkler til suksess.



En frisk ålegraseng med nakensnegl. Undervannsfoto: Eli Rinde.

Forvaltningens regelverk for gjennomføring av villgjøringsløsninger

Kvile mfl. (2022) gir oversikt over mulige juridiske problemstillinger man kan møte før, under og etter gjennomføring av restaurering av marine naturtyper. Aktuelle lover og regler omfatter; strandeierens eiendomsrett, Plan- og bygningsloven, Forurensingsforskriften, Naturmangfoldloven, Akvakulturloven, Havressursloven og Havne- og farvannsloven. Siden dette er et nytt felt for forvaltningen, kreves omfattende undersøkelser for å vurdere hvordan forskjellige lover og regler kan og skal anvendes.

Miljøsertifiseringverktøy og kultivering av stedegne arter

BREEAM-NOR, FutureBuilt og Norsk Standard for blågrønn faktor er kjente miljøsertifiseringsverktøy for en bærekraftig og innovativ utbygging i privat og offentlig sektor. Her gis krav, retningslinjer og sjekkliste knyttet til sertifiseringsklassene som kan oppnås. For byggeprosjektets nærnatur finnes blant annet krav og kriterier for bruk av stedegne planter, tiltak for å fjerne fremmede arter, håndtering av overvann. Ett praktisk eksempel på bruk av stedegne arter er gartneriet Ljono stauder i Ulvik i Hardanger som dyrket fram 7000 planter av 22 sterkt truede og sjeldne plantearter knyttet til den viktige og truede naturtypen åpen grunnlendt kalkmark (Evju mfl. 2018). Det ble blant annet samlet inn frø langs Oslofjorden sommeren 2018 som ble sådd hos Ljono og som nå vokser på taket av kulturscenen Vega i Hausmanns gate i Oslo (Langvad 2019). Størsteparten av plantene er tilpasset et tørt og tynt jordsmonn, og det forventes at naturtypen vil svekkes av økt nedbør. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) har også utviklet regionale frøblandinger for etablering av blomsterenger (NIBIO 2020).

Tilsvarende dyrkingsforsøk og kultivering for å ta vare på marin vegetasjon mangler foreløpig i Norge. Men i 2022 satte Oslo kommune i gang testforsøk for restaurering av ålegrasenger ved Frognerstranda og Gressholmen gjennom utplantning av planter fra en donoreng ved Storøyodden i Bærum (Oslo kommune 2022). Potensialet for slik restaurering er beskrevet av Infantes mfl. (2022) og i veiledende materiale for restaurering av ålegrasenger ved Kvile mfl. (2022).

Innledning

Sjøsona – byutviklingens blindsona

Overgangen mellom sjø og land er et fantastisk opplevelseslandskap og etablering av en marin nærnatur i urbane sjøområder vil utvilsomt berike tettsteder og byer langs Norskekysten. Allikevel har landskapet og livet under vann, i lang tid vært usynlig i byutviklingen. I dag består 70 prosent verdens utbygde kystlinje av betong- og stålkonstruksjoner. Siden slike ensformige og harde strukturer skaper marine ødemarker, truer også utbygging langs kysten marint biologisk mangfold.

Hvordan vi kan skape marine leveområder i miljø som er sterkt modifisert av menneskelig livsførsel representerer et stort kunnskapshull, både i Norden og i store deler av verden. Dette skyldes i stor grad at det er lite søkelys på undervannslandskapet og marint liv når en bygger ut i sjø. Det marine landskapet og livet det huser er ikke en del av miljøbevisstheten hos utbyggere, entreprenører, byutviklere og arkitekter, hos saksbehandlere i stat og kommune, eller blant folk flest. Tema som bruk av marint-livvennlige materialer og bygningsstrukturer som fremmer marin nærnatur står ikke på dagsorden. Selv om Naturmangfoldloven gjelder for både sjø og land, er hensyn til biologisk mangfold og landskapsverdier på land i langt større grad ivaretatt og innarbeidet i by- og stedsutviklingen. Her er eksempelvis naturbaserte løsninger som biotoptak, vår nasjonale pollinatorstrategi, og bevisstheten om viktigheten av store trær og flersjiktet vegetasjon en selvfølge å hensynta i byutviklingsplanene.

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» støtter opp om nødvendigheten av å prioritere urban villgjøring.

Marin natur er under stort press, og beslagleggelse av areal er en av de største truslene for marint liv (IPBES 2019). Både globalt og i Norge er det økende bekymring for tilstanden til de kystnære marine økosystemene. Overgangssonen mellom land og vann er svært viktig for marint liv, og når vi bygger ut i sjø tar vi arealer som også fungerer som «barnehage og oppvekstsenter» for en rekke planter og dyr som gir oss mat, levebrød, opplevelser og livskvalitet. Ett eksempel er ålegrasengene i grunne bløtbunnsområder, som huser over 150 arter smådyr som er føde for krabber og fisk, og som er oppvekstområde for bla. torskeyngel.

Karbonsnøytalitet

Å være karbonsnøytalitet innebærer at utslippene av karbon balanseres av opptak/lagring av karbon, slik at et tiltak eller en utbygging ikke bidrar til å øke CO₂ nivået i atmosfæren. Karbonsnøytalitet oppnås når man har målt nøyaktig hvor store klimagassutslipp en organisasjon, et produkt eller en tjeneste har, og iverksatt strategier for å styre, redusere og kompensere for effektene av utslippene (www.achilles.com/no/industry-insights/netto-null-utfordringen-hvordan-oppna-karbonsnøytalitet/).

En ny kontrakt med naturen

Uten dyptgripende endringer i vår behandling av naturen sier FNs Naturpanel at 50 prosent av alle livsformer er tapt innen 2050 (IPBES 2019). Med utgangspunkt i at natur og biomangfold er helt grunnleggende for opprettholdelsen av vår økonomi, levebrød og velvære etterlyser de at det lages en **ny kontrakt med naturen** (UNEP 2019). Medlemslandene i «Konvensjonen for biologisk mangfold» ble 19. desember 2022 enige om en ny naturavtale i Montreal, det såkalte «Kunming—Montreal Global Biodiversity Framework», som omfatter krav til vern og restaurering av natur (CBD 2022). Ifølge FNs naturpanel og FNs miljøprogram er det et akutt behov for å utvikle og ta i bruk **natur-positive løsninger** når arealer endres og nye byer og tettsteder utvikles. Det innebærer at løsningene skal gi en positiv effekt på naturmangfoldet, i tillegg til å være karbonnøytral. Dette må til for å reversere tapet av natur globalt.

Det finnes ingen entydig definisjon på **natur-positive løsninger**, men Verdens naturvernunion formulerer det slik: «En naturpositiv fremtid betyr at vi, som et globalt samfunn, stopper og reverserer tapet av natur målt fra naturens nåværende status; fremtidige negative påvirkninger reduseres sammen med gjenoppbygging og fornying av naturen; på veien til gjenoppbygging av tapt natur settes målbare verdier for levende og ikke-levende natur» (IUCN 2022, oversatt av Rinde og Sørensen).

Smultringøkonomi (*Doughnut Economics*) er en modell for sirkulær byutvikling beskrevet av den engelske økonomen og bærekraftaktivisten Kate Raworth. Hun har skapt et planleggingsverktøy der de 17 bærekraftsmålene skal ses gjennom fire linser: Fra et sosialt og økologisk perspektiv, både på global og lokal skala. På denne måten tydeliggjøres sammenhenger og konsekvenser av byutviklingen som skjer lokalt med globale effekter—enten det er klimagassutslipp eller sosial dumping (Raworth 2017). Slik gir modellen en ny måte å tenke på som tar hensyn til både mennesker og naturens tåleevne i et utviklingsprosjekt. Målene om en global naturavtale og en sirkulær praksis krever umiddelbare handlinger, der bruk av naturbaserte prinsipper, og utvikling av nye klima- og naturvennlige løsninger gjennom tverrfaglige samarbeidsprosesser er veien å gå (UNEP 2019; WWF 2021).

I dag føles klima- og naturkrisa på kroppen. Dette har skapt ny bevissthet om det akutte behovet for å ta vare på natur, både på land og i sjø. Kunnskap om tareskogenes store betydning for hele jordas økosystem er økende. Denne oasen av svaiende, fargerike planter som huser et enormt mangfold av dyr, både fanger og lagrer karbon. Tareskogens rolle har like stor betydning som Amazonasjungelen for en sunn og levedyktig planet (Duarte mfl. 2022). De norske tareskogene er blant de største, mest artsrike og produktive blant de blå skogene i verden. I de urbane sjøområdene vokser ålegrasenger, tang og tare. Også disse blå skogene er kjerneområder for marint biologisk mangfold. De er fødeområder for både krabber, fisk, sjøfugl og sel. De gir leveområder og skjulesteder for et rikt marint nabolag. Lokalt spiller de blå skogene, blåskjellbanker og andre filtrerende organismer, en viktig rolle for vannkvaliteten i et levende kystsamfunn. For bygg, strukturer og kantutfyllinger som allerede er satt ut i sjø betyr en **natur-positiv tilnærming** derfor å **reparere**, slik at det biologiske mangfoldet styrkes.



Marin nærnatur spiller en like viktig rolle for folkehelsen som den blå-grønne infrastrukturen vi etablerer på land. Samtidig er forfatterens erfaring at denne likestillingen har vist seg vanskelig å gjennomføre i praksis. Dette skyldes at det marine landskapet er **usynlig**, at det er stor **kunnskapsmangel** om villgjøringsmetodikk, og at det er få gjennomførte villgjøringsprosjekter per i dag.

Det å arbeide med løsninger under vann krever andre planleggingstema, fremgangsmåter og arbeidsformer enn på land. Når den marine nærnaturen ikke er med i planleggingen helt fra starten kan det bli ekstra kostnadskrevende og utfordrende å bygge på sjøbunnen og i sjø. For å bygge ny kunnskap og få nødvendig erfaring må reetablering av marin nærnatur bygge på tverrfaglig metodeutvikling og testing av løsninger over tid.

En viktig **barriere** og dermed også en **nøkkel** for å lykkes med å skape leverom for marine organismer er at det utvikles prosessverktøy og rammer som kan sikre **tverrfaglig samskaping** av marine naturbaserte løsninger. Det betyr en dypere form for tverrfaglig samhandling der ulike fag jobber sammen over tid for å samskape og komme fram til løsninger og beste praksis.

Den marine nærnaturen er viktig for helse, rekreasjon og for den estetiske opplevelseskvaliteten i et utbyggingsområde. Ikke minst er marin natur en spennende læringsarena for å oppnå **havkunnskap** (*Ocean Literacy*), som handler om å øke folks bevissthet om betydningen av havet for våre liv, og menneskers innflytelse på havet (UNESCO 2022). En vellykket utbygging i sjø som inkluderer marin nærnatur og skaper gode leverom og levekår for marine organismer gir en stor opplevelse og helsegevinst tilbake til oss mennesker.



FNs bærekraftsmål nr. 14.



En blåskjellkoloni med kråkeboller, svartstjerner og rugl på fjell. Undervannsfoto: Eli Rinde.

Tabell 1 | Oversikt over Natur i Norges inndeling av natur i tidevannslandskapet med økosystemer knyttet til land (T—terrestrisk) og til sjø (M—marint), samt landskapets fire vertikale nivåer over sjøsonen. Beskrivelsene er basert på Borgersen mfl. (2020). Fremstillingen av tørleggingsvariabelen er fra Halvorsen mfl. (2009).

Sone	Beskrivelse
Epilittoral (T)	Epilittoral er det landbaserte (terrestre) systemets nedre grense mot fjæresonen. Sonen ligger over sjøsprøytsonen (supralittoralsonen), men får regelmessig tilførsel av havsalt fra ørsmå vanddråper (aerosoler).
Supralittoral (T)	<i>Sjøsprøytsonen</i> ligger over høyeste normale flomål, og påvirkes regelmessig av bølgeslag og/eller sjøsprøyt. Sonen tilføres havvann i form av direkte sjøsprøyt.
Geolittoral (T)	<i>Landstranddelen av tidevannssonen</i> omfatter øvre del av stranda, nedad avgrenset der stranda er oversvømt halve tida, og oppad avgrenset ved høyeste normale flomål. Landstranddelen er dekket av vann mindre enn halve tida.
Hydrolittoral (M)	<i>Vannstranddelen av tidevannssonen</i> omfatter nedre del av stranda, nedad avgrenset av laveste normale fjæremål, oppad avgrenset der stranda er oversvømt halve tida. Vannstranddelen er dekket av vann mer enn halve tida.
Sublittoral (M)	<i>Sjøsonen</i> er sonen nedenfor nedre fjæremål.

Tidevannslandskapet for nybegynnere

På turer i den naturlige fjæresona kan vi oppleve et mangfold av farger, former, lyder og lukter: Et landskap i stadig forvandling med vinden, bølgene og fantastiske mikrounivers av marine arter som lever av, på og med tidevannlandskapets diversitet. Strandsona tilbyr horisontale og vertikale flater med stor variasjon av marine leveområder i spennet fra flat bløtbunn for ålegras, og bratt hardbunn for tang og fastsittende filtrerende dyr som blåskjell.

I tidevannslandskapet veksles det mellom tørrlagte svaberg og strender til et neddykket landskap, i takt med de ulike månefasene. Langs Norskekysten er det som regel to perioder med lavvann og høyvann i døgnet. Størrelsen til tidevannet varierer: Ved Egersund er vannstandsforskjellen lik 0, på sørlandskysten er den mindre enn en halv meter, mens forskjellen kan være opptil 3 meter langs Finnmarkskysten, jf. Kartverkets ***Se havnivå***. Varigheten av tørleggingsperioden varierer langs den vertikale akse: De øvre nivåene er tørrlagt over lengre tid enn de dypere liggende områdene. Natur i Norge (NiN), er en verktøykasse for å beskrive natur på en sammenlignbar måte og som nå legges til grunn for all offentlig kartlegging av natur i Norge. I dette systemet tilhører de øverste delene i fjæra landsiden til norsk natur, og de dypeste delene hører til det marine økosystemet (jf. **Tabell 1**).

Den rytmiske vekslingen mellom luft og vann forårsakes av tidevannet og av endringer i lufttrykket som virker inn på vannstands nivået. Det samme gjør pålandsvind og fralandsvind. Ved pålandsvind får vi en oppstuing av vann og høyere vannstand, som ved stormflo. Med fralandsvind blir det lavere vannstand. Sammen med tidevannet er terrengforholdene avgjørende for hvor og hvordan de marine artene slår seg ned. På bratte skråninger forkortes tidevannssonen og effekten av bølgene er sterkere. I slake skråninger blir tidevannssonen bredere og dermed kan bølgene bremses av den irregulære overflaten som skapes av steiner, blåskjell, østersbanker og blå skog.

De store variasjonene gjør at planter og dyr i tidevannssonen er spesielt tilpasningsdyktige i forhold til store endringer som hete, tørke eller kraftige bølger som skyller over dem, perioder frost, med mer. Dette har ført til utvikling av egne soner, eller mikrohabitat i landskapet, der det lever samfunn av karakteristiske arter som over lang tid har tilpasset seg de ulike biofysiske påvirkningene. Blæretang, strandsnegl og blåskjell tåler å tørke helt ut i perioder—slik overlever de store endringer i temperatur og vannets saltholdighet.

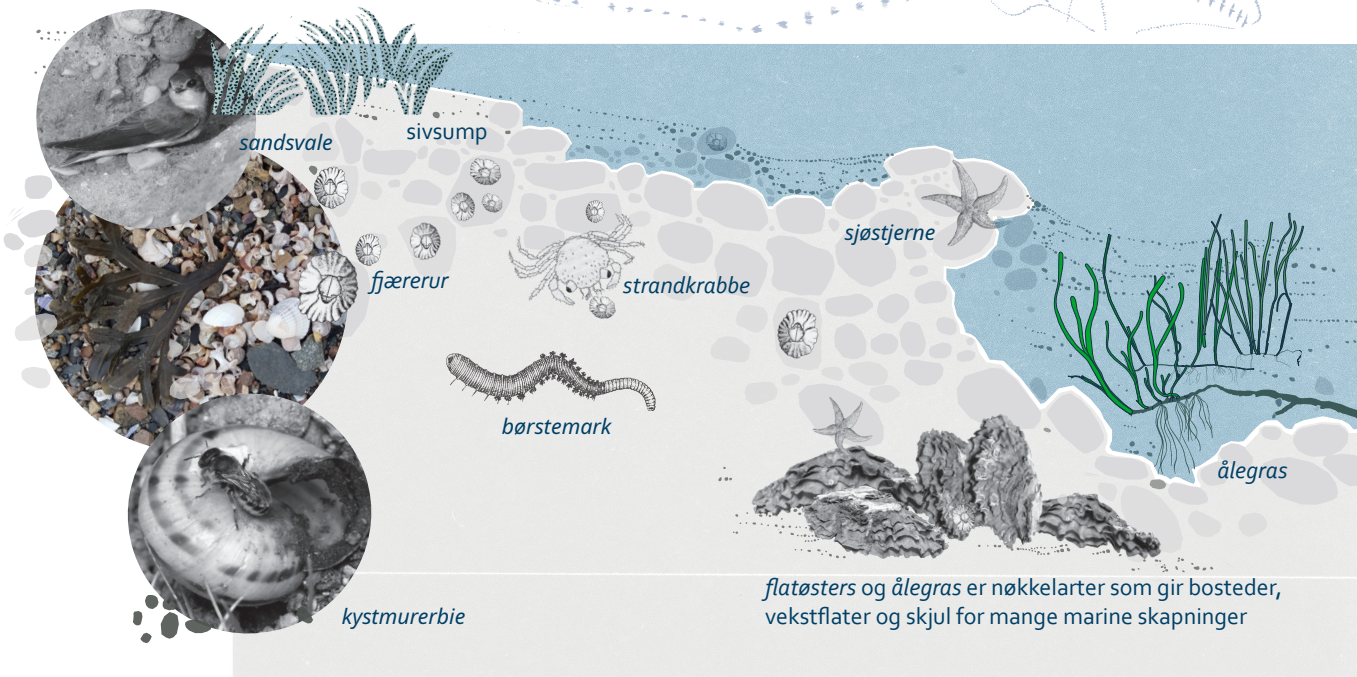
Tidevannslandskapets fire vertikale soner er beskrevet i **Tabell 1** og illustrert i **Figur 2**. Hver sone representerer ulike økologiske samfunn med ulike typer marine nabolag. Sjøsonen eller sublittoralsonen ligger rett nedenfor tidevannssonen og er alltid neddykket. Denne dype sonen utgjør også en viktig del av økosystemene knyttet til kystlinjen og strandsonen og som må hensyntas ved utbygging i sjø.

For både tidevannslandskapet og sjøsonen skiller NiN mellom to hovedtyper av natur knyttet til om bunnen (substratet) er fast eller bløt. ***Hardbunnshabitat*** dannes av fast fjell og steinblokker. ***Bløtbunnshabitat*** består av smågrus, sand og silt (jf. **Figur 2**).

På hardbunn består de marine nabolagene i fjæra av ulike typer tangsamfunn som vokser som hengende hager eller belter langs steinformasjonene. Bredden på beltene varierer med tidevannets størrelse og bølgepåvirkning.

På land mot sjøsonen vokser salttolerante arter

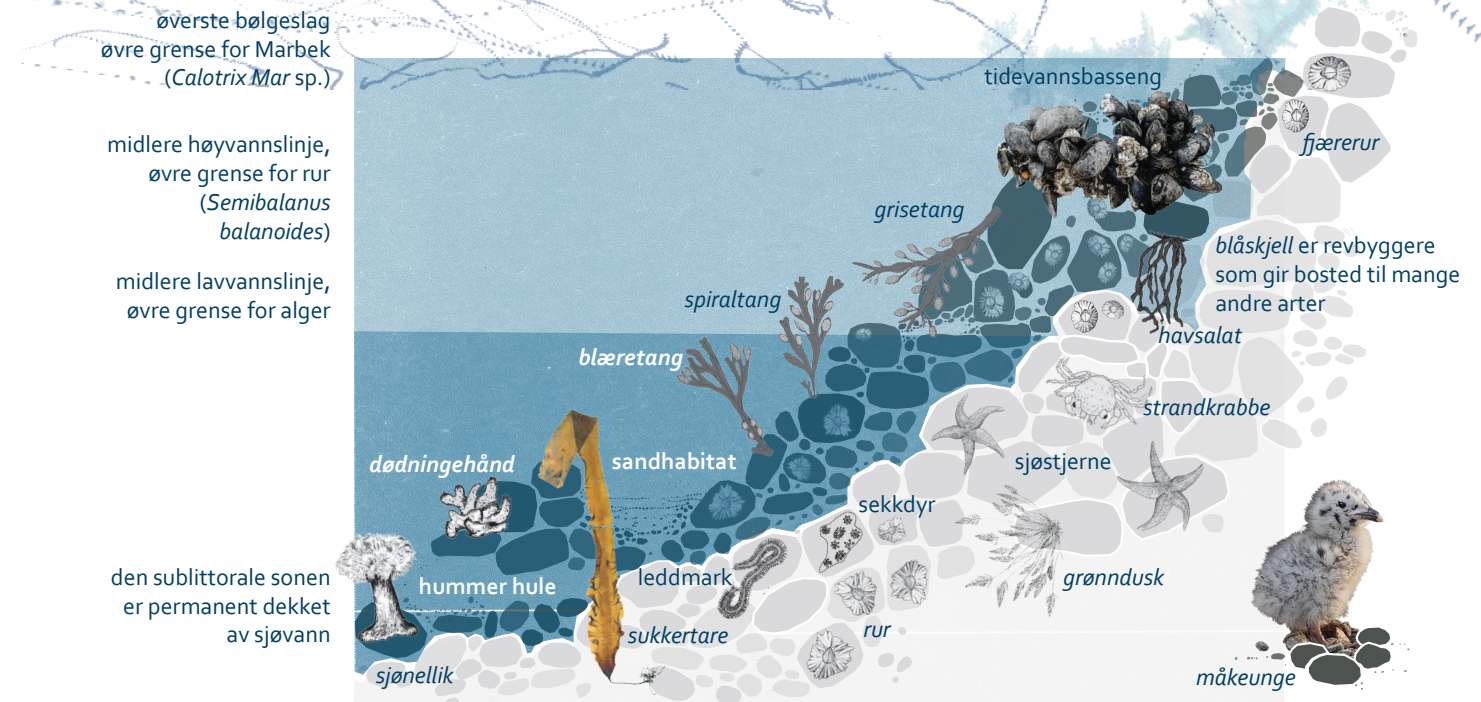
Littoralsonen strekker seg fra høyvannsmarket, som sjelden blir oversvømmet, til sjøsonen som dekkes av vann ved normale flo/fjæreforhold



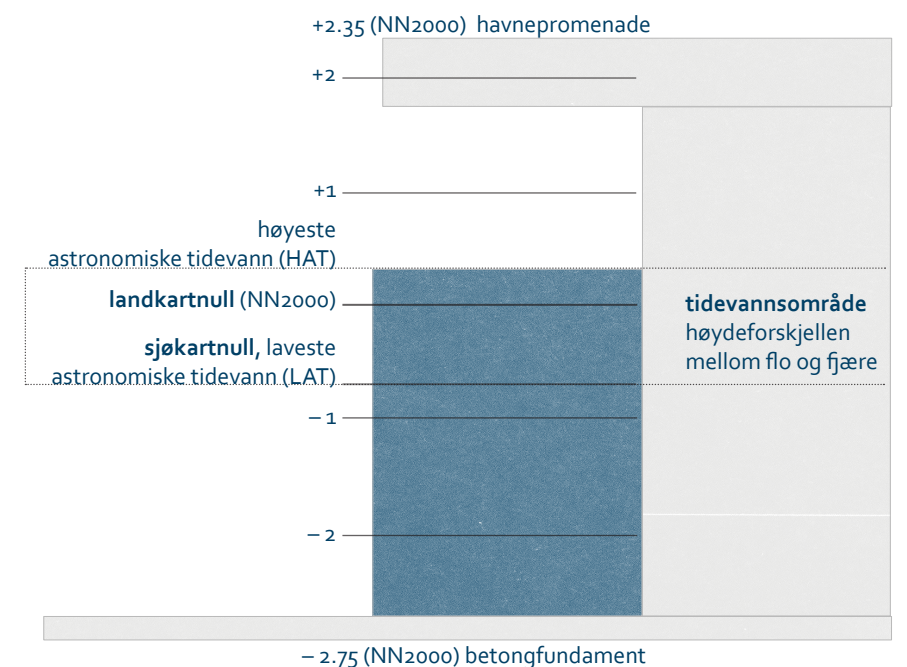
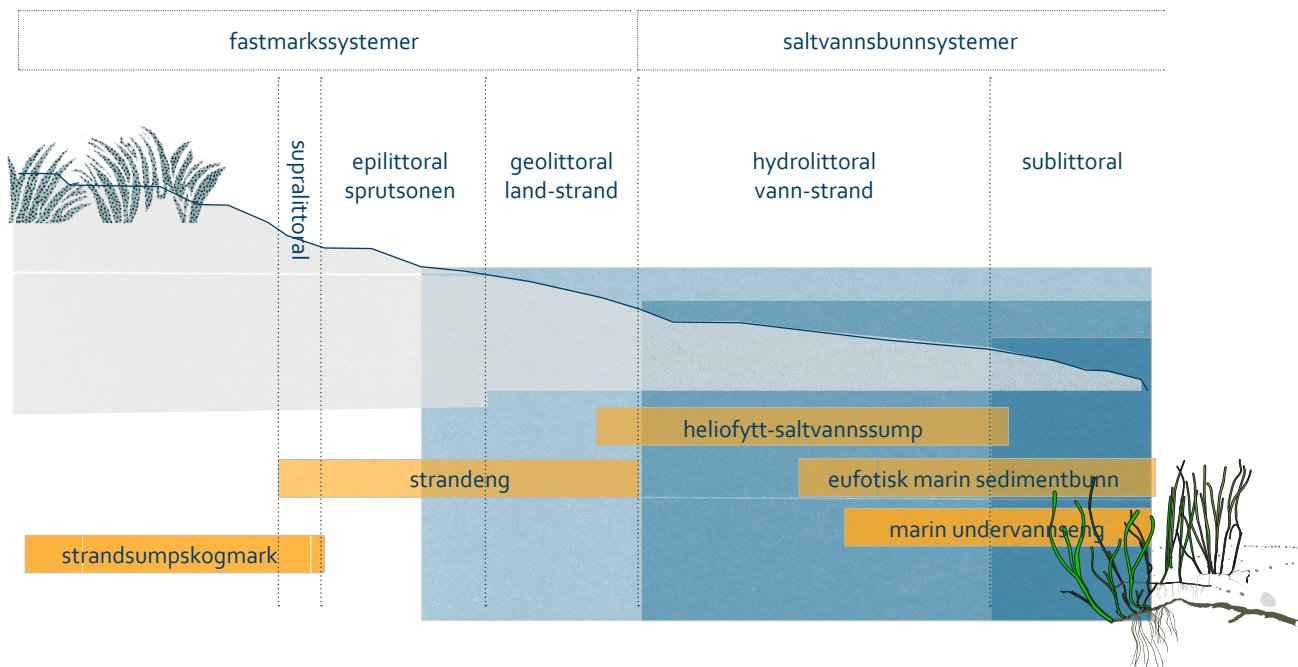
Bløtbunns habitat | grunne mudder og sandflater som i fjæresona tørlegges ved lavvann, som hovedsakelig består av finkornede sedimenter, sand og grus. Bløtbunn- og hardbunns habitat opptrer ofte i mosaikk—noe som skaper større variasjon i leveområder.

flymønster og habitatbruk i luften

Sprøytesonen over høyvannslinja påvirkes av sjøvann via brenninger, sjøsprøyt eller høyspringflo. Artene som lever her tåler å bli oversprøytet av reit sjøvann.



Hardbunns habitat | steinete kystlandskap, tidevannsbasseng, bratte steinete klipper, skjær og harde menneskeskapte betonglandskap.



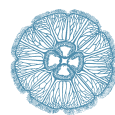
Figur 2 | Tidevannslandskap for nybegynnere.
Diagram: Elin T. Sørensen © BONO 2020.

Noen tangarter som sauatang og spiraltang finnes bare i den øverste delen av fjæra, mens sagtang kun trives i den nedre delen av fjæra og i sjøsonen. På sva-bergets nisjer av sprekker og hulrom, innimellom bølgender blåskog, får filtrerende dyr som rur, blåskjell, og albueskjell skjul, mens beitende snegler livnærer seg på tangen som er deres nærbutikk i det *marine nabolaget*.

På grunn bløtbunn danner ålegrasenger, tidevannsmudderflater, tidevanns-eng og tidevannsump egne *marine nabolag med svært viktige økologiske funksjoner*. Fargerike og frodige tareskoger vokser imidlertid på hardbunn på dypere vann. Stortare med sine kraftige stilker og festeorganer trives i åpne havlandskap der store bølger skapes. Motsatt etablerer de skjørere sukkertareplantene seg i mer innelukka områder der landskapet bremser bølgeenergien.

Livskraftige blåskog fungerer som *naturbaserte løsninger for å motvirke klimaendringer*. Plantene tar opp og lagrer karbon. Gjennom høy lokal primærproduksjon tar plantene opp karbon som lagres i den stående blåskogen. Det vil si at tang og tare spiller en viktig rolle i karbonkretsløpet. I tillegg lagres karbon i sedimenter fordi nedbrytning av organisk materiale her foregår langsomt. Lagring av tareskogkarbon skjer også ved at tarematerialet fraktes ut til store havdyp og dermed blir utilgjengelig for utveksling med atmosfæren, eller “begraves” på grunn bløtbunn. Siden alle typer blåskog produserer oksygen gjennom fotosyntese, blir vannet mindre surt av oksygenet som plantene tilfører sjøen. Marine planter på bløtbunn «fanger» også opp organisk materiale fra sitt nærmiljø, inkludert avfall fra land. Dette tilførte materialet utgjør en stor del av det store karbonlageret til ålegrasenger, tidevannsenger og tidevannssumper.

Habitatbyggende arter som tare, tang og muslinger er «klimareddere» for andre arter, som er mer sensitive for endringer i temperatur og pH (Bulleri mfl. 2018). Blåskog og muslinger gir andre alger og dyr skygge, skjul og beskyttelse mot solinnstråling på grunt vann. Slik bidrar de til å beskytte disse artene mot overoppheting og uttørking når det er lavvann og høy temperatur. Blåskog gir også naturlig erosjonssikring ved å dempe bølger. Disse egenskapene til de «blå klimaheltene» gjør kystområdene mer hardføre i møte med klimaendringene.



Begrepsavklaringer

Villgjøring av urbane sjøområder er et nybrottsarbeid i Norge, og derfor gis det her noen begrepsavklaringer som bygger en språklig bro mellom det naturvitenskapelige feltet og byutviklingsfeltet.

Med idealene om en bærekraftig og sirkulær byutvikling er trenden å ta naturen tilbake. Det betyr at utforming av nye landskap og bygd miljø må innlemme lokal natur og leveområder for lokale arter som nye økologiske funksjonsområder (Hanslin, Sørensen & Rinde 2022). Manualen bruker begrepet *marine nabolag* om artene som lever i overgangen mellom land og vann, og i undervannslandskapet. I det marine nabolaget skal det tilrettelegges for sameksistens og naboskap mellom alle de marine plante- og dyreartene (Sørensen 2020; Rinde & Sørensen mfl. 2019). Begrepet *flerartslige nabolag* brukes for leveområder som er tilrettelagt for landskapsdynamikk, mennesker og andre arter (Sørensen 2020).

Naturrestaurering og villgjøring har ulik betydning i ulike miljøer. Ifølge Richard T. Corlett (2016), som er bevaringsøkolog og ekspert på interaksjoner mellom planter og dyr, samt virkningene av klimaendringer, omfatter naturrestaurering følgende aktiviteter:

- Gjenplantning av vegetasjon og vegetasjonsdekke, som ålegrasenger, tidevannssumper og tareskog i sjø.
- Rehabilitering av natur, som fjerning av miljøgifter i et havneområde for å gi sterkt forringa områder en ny nytteverdi. I denne manualen tolkes nytteverdien til å handle om hvordan det kan tilrettelegges for et godt livsmiljø for alle artene i det flerartslige nabolaget.
- Det engelske ordet *land reclamation* sikter til forbedring og gjenoppbygging av landskap. Det kan brukes om reparasjon av kantsoner og utfylling i sjø, inkludert selve prosessen med å tilbakeføre et «forstyrret» område til slik det var tidligere. Det kan også handle om å gi landskapet en produktiv nytteverdi. I denne manualen tolkes dette til løsninger som gjør nytte for økosystemet og det flerartslige nabolaget.
- Økologisk ingeniørkunst (*ecological engineering*) er en formgivning av landskap og bygg basert på økologisk kunnskap med mål om å skape bærekraftige økosystemer som både rommer humane og økologiske verdier og funksjoner, for nåtiden og fremtidens generasjoner.

Begrepet villgjøring (rewilding) brukes ifølge Corlett (2016), om ulike ambisjonsnivåer knyttet til sluttresultat. Det kan være å tilbakeføre til en tilstand naturen hadde før jordbruksrevolusjonen i yngre steinalder, eller det kan handle om innsatsnivå. Her skilles det mellom en passiv eller aktiv tilrettelegging av natur. Corlett deler villgjøringen i fire kategorier:

- *Trofisk villgjøring* kan være å sette ut en topp-predator som torsk, eller åtselere som hummer, for å gjenopprette samspillet av arter på tvers av næringskjeder i et system, særlig gjennom såkalte ovenfra og ned interaksjoner (*top-down interactions*).
- *Pleistocen villgjøring* omfatter tilbakeføring av de økologiske funksjonene og det evolusjonære potensialet til pleistocene megafauna ved å tilrettelegge for nære økologiske slektninger til utdødd megafauna (Donlan mfl. 2006).

Pleistocen villgjøring er en utvidet naturbevaringspraksis hvor det gjeninnføres arter til områder der de har blitt utryddet i nyere historie, jf. den geologiske epoken *pleistocen* som varte fra 2.588.000 til 11.700 år tilbake, etterfulgt av nåværende periode, *holocen*, som startet for 11.700 år siden.

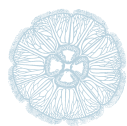
- *Økologisk villgjøring* er å la naturlige prosesser få anledning til å gjenvinne sin rolle.
- *Passiv villgjøring* handler om å fjerne menneskelig påvirkning og deretter la naturen komme tilbake av seg selv, det vil si lite eller ingen innblanding av mennesker.

Med unntak av pleistocen villgjøring, som naturligvis ikke er mulig i urbane områder, er alle disse begrepene relevante for å beskrive villgjøringsløsninger for urban natur i bylandskap og langs sjø. Samtidig kan det oppfattes som urealistisk å tilbakeføre bynatur til stedets naturlige eller opprinnelige tilstand siden landskapet og naturen for lengst har «gått tapt». I byene må det derfor konstrueres ny natur ved å *reetablere landskapskvaliteter* og tilrettelegges for ulike *naturforbedringstiltak* (Hanslin, Sørensen & Rinde 2022; Sørensen 2020; Rinde, Sørensen & Haraldsen 2019).

Feltet byøkologi studerer og beskriver byrommenes kvalitet og topografi som en egen menneskeskapt landskapstype. Det urbane landskapet rommer prosesser og funksjoner knyttet til byen som et sosial-økologisk system. Materialbruk og overflater i disse menneskedominerte økosystemene påvirker alle artene som lever der, vannkretsløpet og det lokale makro- og mikroklima. Bylandskapet har globalt sett mange likhetstrekk og disse biofysiske kvalitetene danner rammen for det konstruerte landskapets leveområde, artssammensetning og opplevelseskvaliteter (Niemelä mfl. 2011).

Manualen bruker begrepet *urban villgjøring* i tråd med ovennevnte «økologisk- og trofisk villgjøring». *Urban villgjøring* handler om å bygge opp, gjenskape og reetablere natur i bymiljø, samt å stole på naturkreftene i gjenoppbygging av naturmangfold. Artenes behov må hensyntas ved at det gis tilstrekkelig plass til leveområder for planter og dyr som vi deler byrommene med. Dette handler både om artenes arealbehov og leveområdenes kvaliteter. Naturen må slippes til i byen. Ved å la de naturlige, dynamiske prosessene inkluderes som hovedaktører i utformingen av bylandskapet gis naturen mulighet til å ta vare på seg selv, og til å drive endringer og forme levedyktige systemer (Rewilding Europe 2022).

Dette kan oppnås ved å ta i bruk *naturbaserte løsninger*, der samfunnsutfordringer løses gjennom å ta utgangspunkt i og herme etter de naturlige prosessene i lokale økosystemer (Miljødirektoratet 2019). Slik kan naturens egen «teknologi» hjelpe byene til å tåle klimaendringer, ta opp forurensing med mere. Konstruert våtmark og biotop-tak er noen eksempler på dette (Bauduceau mfl. 2015).



Villvettreglene

Til arkitektkonkurransen for Grønlikaia i Oslo, utlyst av Hav Eiendom februar 2022, utviklet villgjøringsteamet^[1] ni villvettregler som skal fungere som et veikart for urban villgjøring. *Villvettreglene* er inspirert av fjellvettreglene, som er dypt forankret i vår kultur, og som består av ni råd utarbeidet av Norske Turistforening og Norges Røde Kors for å forebygge ulykker i fjellet. De første fjellvettreglene kom i 1952, og ble særlig kjent gjennom store kampanjer etter påsken 1967, da rekordmange forulykket i fjellet. Godt fjellvett handler ikke bare om hva du skal og hva du ikke skal, men om å ha et bevisst forhold til naturen, valgene du tar og handlingene du gjør, og behovet for å kunne justere planene underveis. Kort og godt er det snakk om bevissthet og læring. Tilsvarende gjelder for en sirkulær, klima- og naturvennlig utvikling av urbane sjøområder. De ni villvettreglene for utbyggingsprosjekter i sjø er:

- Bygg flerartslige nabolag
- Tilpass byutviklingstempo etter kunnskap og lokale forhold
- Ta hensyn til naturens dynamikk og uforutsigbarhet
- Etabler tverrfaglige og langsiktige samarbeid
- Bruk naturbaserte løsninger og materialer
- Lytt til naturens behov og faresignaler
- La omsorg for natur og mennesker vise vei
- Det er ingen skam å endre kurs
- Fyll nøkkelroller og arters primærbehov

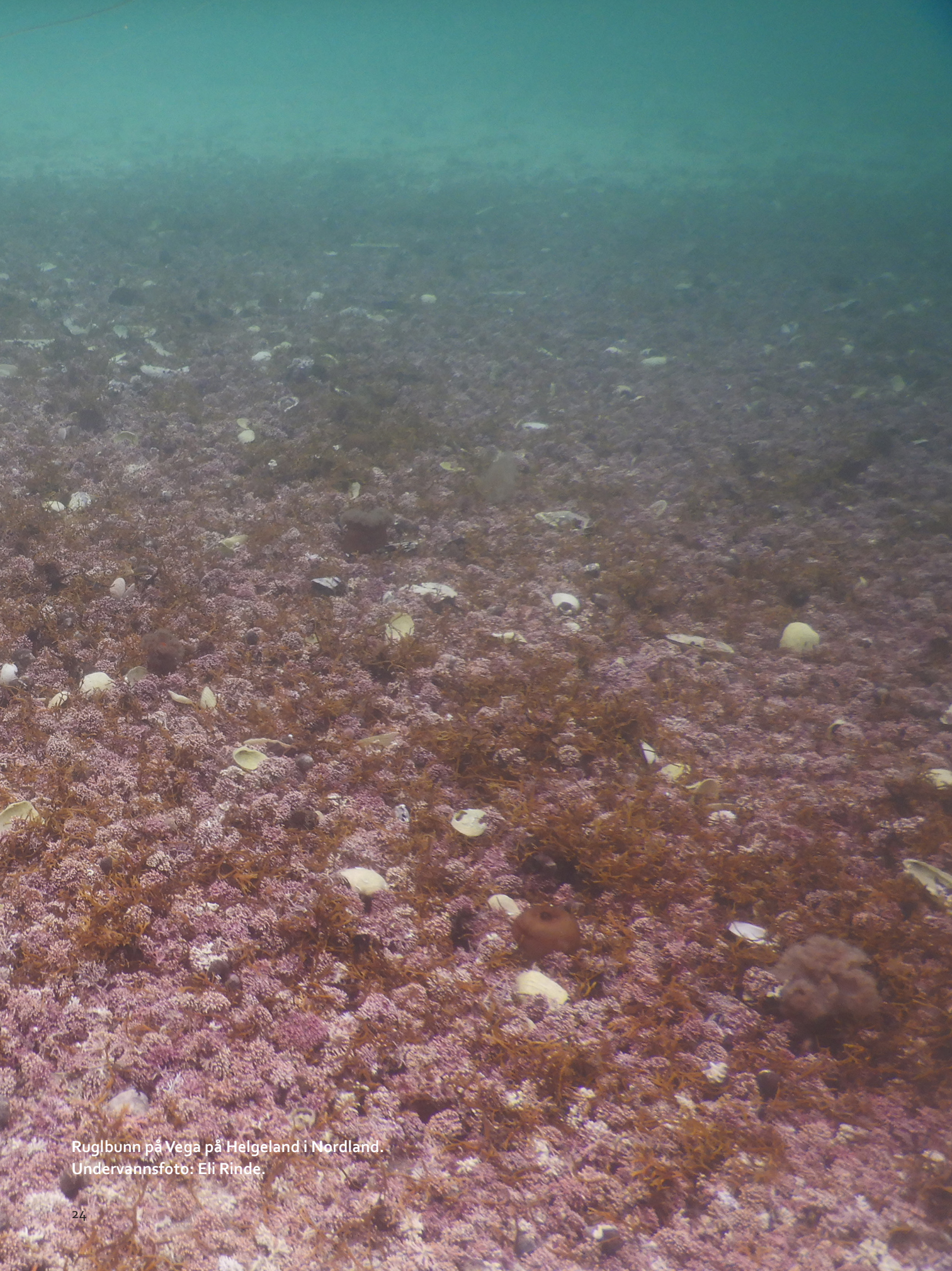


Manualens hovedmål

Manualen skal bidra med kunnskap og retningslinjer for en villgjøring av urbane sjøområder som fremmer marint biologisk mangfold og livskraftige marine økosystemer. Manualen danner et godt grunnlag for å ta kunnskapsbaserte valg knyttet til hvilke arter og naturtyper som det er hensiktsmessig å tilrettelegge leveområder for i et utbyggingsområde. Slik kan denne manualen bidra til økt bevissthet hos utbyggere og planleggere om viktigheten av marin nærnatur, og gi den like mye plass som de blågrønne lungene på land. Manualen skal bidra til utvikling av kunnskap og innovative villgjøringsløsninger som:

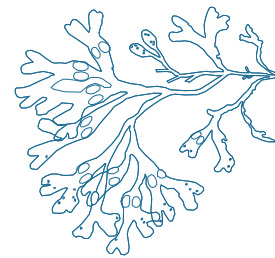
- Forener landskapet mellom land og sjø
- Danner et nytt landskap som fremmer livet over og under vann
- Bidrar til økt mangfold av arter, naturtyper og landskap
- Sikrer og styrker økologiske funksjoner og sammenhenger
- Gir fleksibilitet og tilpasning til å håndtere og forebygge pågående og framtidige klimaendringer
- Gir økt havkompetanse

[1] Villgjøringsteamet bestod av følgende deltagere: Elin T. Sørensen (Urbant HAV), Eli Rinde (NIVA), byforsker Cecilie Sachs Olsen (Oslo Met), designer Mads Pålsrud (Growlab), arkitektene Magdalena Haggärde og Gisle Løkken (70°N arkitektur).



Ruglbunn på Vega på Helgeland i Nordland.
Undervannsfoto: Eli Rinde.

Fra sin svevende reise over fjordbyen lander sildemåka bak en steinrøys på høyhusets varierte biotoptak, på samme plass som måkekolonien har hatt sitt eget fødested i mange generasjoner. Tangen den har i nebbet dyttes inn i det som skal bli et lunt rede i hekketiden. Fra toppen av den høye boligblokka speider måka utover bylandskapet: Byen er mer levende enn før. Småfugl, humler og andre pollinatorer har fått levesteder og matfat på tak og fasader på høyhusene og på bygulvet. Bykvartalene er ikke lenger kun menneskenes univers. Måka stuper utfor takutspringet og ned i fjorden. Fiskestimene skvetter unna i skjul bak bølgende blå skoger. Mellom tangen skimtes banker av blåskjell og flatøsters som åpner og lukker skjellene sine i takt med vannstrømmen, mens rurkolonienes hvite kalkhus blinker i sola og de små krepsdyrene slipper ut sine silketynne ben for å fange inn næringen i sjøvannet. I den urbane fjæra sitter en skokk unger og fanger strandkrabber som de slipper ut i vannet igjen. På bryggerrestauranten serveres det blåskjell og flatøsters høstet fra byens hengende marine hager, mens gjestene kan nyte sjøluft og bølgeskvulp og kikke på fiskerne på brygga som får torskenapp på kroken.



Fem steg for urban villgjøring

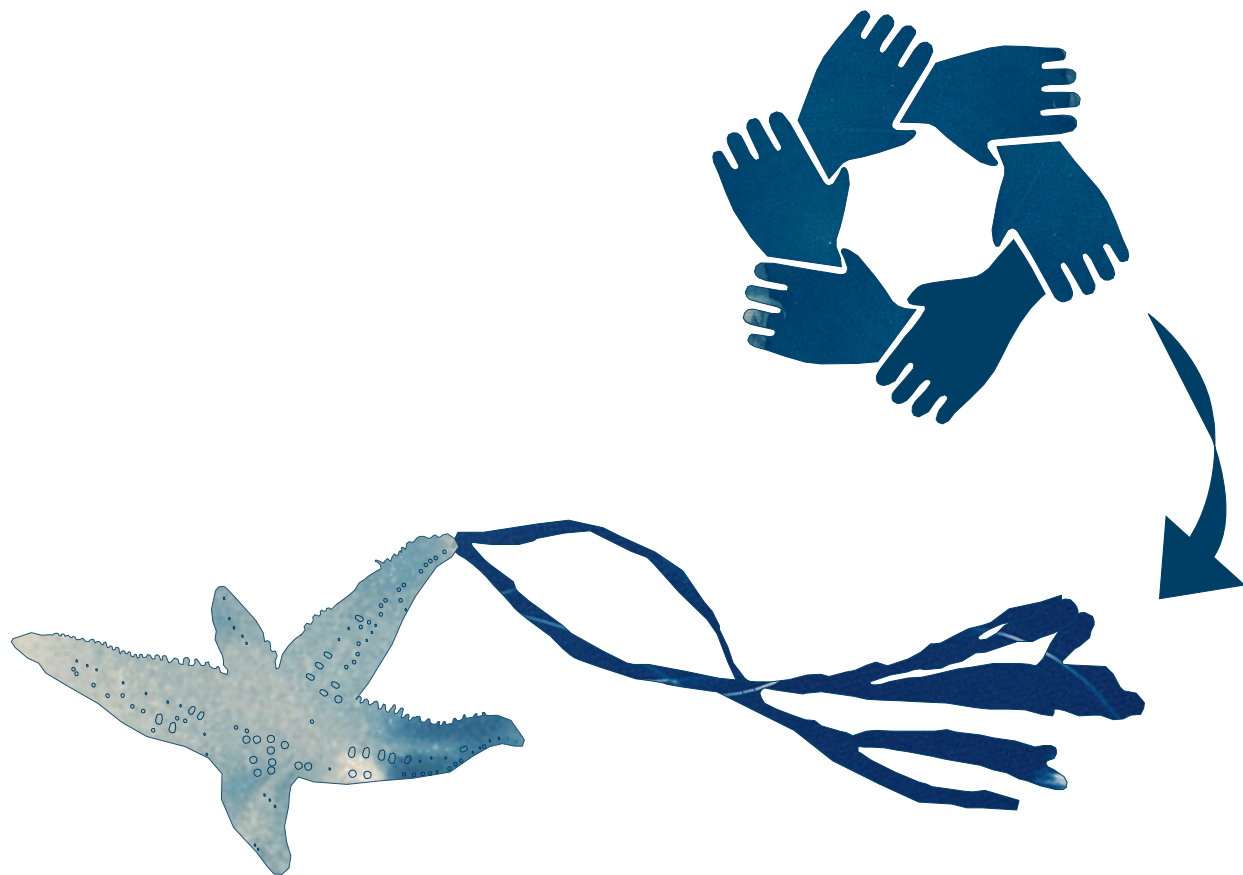
Manualen presenterer fem steg for å oppnå urban villgjøring som bygger på å bruke det lokale landskapet og naturen som læremester og som modell for løsningene:

1. ***Etabler en tverrfaglig og samskapende arbeidsgruppe***
2. ***Kartlegg villgjøringspotensialet gjennom stedsspesifikk kunnskap om landskap og naturmangfold:***
Bruk det lokale landskapet og naturen som læremester
Samle kunnskap om stedegne arter og naturtyper
Sett steder med «intakt» natur på kartet og beskytt disse
3. ***Uttred og velg naturbaserte løsninger på riktig sted og på rett skala:***
Kartlegg egnede soner for etablering av marine nabolag
Tilrettelegg for sameksistens og positive ringvirkninger
4. ***Lag naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og flerartslige nabolag:***
Bygg marint-livvennlige boliger som;
— etterligner stedegen habitatstruktur og tekstur for lokale arter og naturtyper
— gir livsløpsstandard for nøkkelartene
— lages i marint-livvennlige materialer
Formgi sunne livsmiljø og landskapsøkologiske sammenhenger som;
— gir tilstrekkelig rom til naturens utvikling over tid
— dekker nøkkelroller og økologiske funksjoner i det marine nabolaget
— tilrettelegger for positive ringvirkninger mellom artene
— bidrar til klima- og værbestandig utbygging og restaurering

5. ***Overvåk og juster ved behov***

Villgjøring må inkluderes fra planlegging av et prosjekt, og følge utviklingen sammen med andre utredningstemaer, planer og formgivning av landskap og bygg. For å lykkes må løsningene tilpasses lokale forhold. Villgjøringen må foregå som en tverrfaglig samskapingsoppgave mellom fagfolk og lokale aktører som bidrar i prosjektutviklingen.

Urban villgjøring krever også et helhetlig og langsiktig perspektiv. **Steg 3, 4 og 5** bør derfor kunne utføres og endres over tid i lys av resultatene fra overvåking av effektene av de naturbaserte løsningene. Ut fra observasjoner, målinger og eventuelle endringsbehov må det marine nabolaget kunne justeres. Dette innebærer at det lages en tilpasningsdyktig skjøtselsyklus. Her er det viktig å kartlegge mulig bistand fra lokale ressurser som interessegrupper, naturbaserte yrkesgrupper, grunneiere, innbyggere, utdanningsinstitusjoner, miljøorganisasjoner, næringsliv, etc.



Steg 1 | Etabler en tverrfaglig og samskapende arbeidsgruppe

En ny praksis for å fremme et bærekraftig marint biologisk mangfold i urbane sjøområder i et langsiktig perspektiv, krever at det etableres et reelt tverrfaglig samarbeid. Dette må utføres av en *samskapende arbeidsgruppe*.

Samskapingsprosesser går lengre enn tradisjonelt tverrfaglig samarbeid fordi det innebærer å komme fram til nye og lokalt egnede løsninger gjennom felles arbeidsmøter der arbeidsgruppen jobber fram løsningene sammen. Det betyr at kjernekompetansen i prosjektet tegner på planene og formulerer prosjektmål og beskrivelser sammen, og ikke kun leverer hver sin fagrapport. For å inkludere bredest mulig tverrfaglig kompetanse i løsningsforslagene må det settes av nok tid til tverrfaglig samskaping i alle prosjektfasene; fra idéutvikling og planlegging, mulighetsstudier, i utforming, etablering og overvåking av de naturbaserte løsningene.

Målet på dette første steget er å identifisere nødvendig kompetanse som sikrer tverrfaglig samskaping. Like viktig er det å identifisere nyskapende virksomhet innen eksempelvis naturbaserte løsninger og materialteknologi. Lokale entreprenører og andre ressurspersoner som utvikler aktuelle innovative løsninger bør inviteres inn til å bidra med sine forslag som en del av kompetansekartleggingen for den samskapende arbeidsgruppen.

For villgjøring av urbane sjøområder anbefales det at følgende fagområdene dekkes: Marin landskapsarkitektur; marin- og landbasert biologi, økologi, og landskapsøkologi; oseanografi og hydrologi; geologi; arkitektur og materialteknologi. Det er viktig at prosjekteier/utbygger er med i samskapingsprosessen. Faggruppesammensetningen bør være dynamisk i henhold til prosjektets mål og gjennomføring, og det er naturlig at ulike fag kommer inn i ulike prosjektfaser. Det må tilrettelegges for at den aktuelle kjernekompetansen får mulighet til å jobbe reelt tverrfaglig i samskapingsprosesser gjennom alle prosjektfaser.

Steg 2 | Kartlegg villgjøringspotensialet gjennom stedsspesifikk kunnskap om landskap og naturmangfold

En god vurdering av hvilke løsninger som vil skape de beste forutsetningene for det marine nabolaget i planområdet må bygge på kunnskap om nærområdets habitatkvaliteter og arts mangfold. Habitatkvaliteter omfatter naturgitte leverom for marine arter som landskap, terrengformasjon, det geologiske mangfoldets kvaliteter og egenskaper, bølge- og strømpåvirkning, samt hvilke tilstander de stedegne leveområdene har. Etablering av marint liv i planområdet vil skje ved at larver og individer sprer seg fra sjøområdet omkring. Kunnskap om de stedegne artenes nødvendige levestandard og hvilken tilstand leveområdene er i, er nødvendig grunnlag for å formgi egnede marine nabolag i det konstruerte landskapet.

Målet for dette steget er å identifisere hvilke arter og naturtyper som det bør etableres naturbaserte løsninger for, og kravene disse har til leveområder og livsmiljø gjennom hele livsløpet.

Bruk det lokale landskapet og naturen som læremester

Stedsspesifikk kunnskap gir grunnleggende oversikt over områdets potensiale for marint liv. Dette gir retningslinjer for hvordan landskapet under vann kan formes slik at stedegne arter kan trives i et konstruert landskap i samspill med menneskelig bruk. For å danne seg et riktig bilde må arbeidsgruppen skaffe seg grundig oversikt over lokale arter, naturtyper og landskapstrekk. I tillegg må habitatkrav og miljøforhold som de stedegne artene har for å overleve identifiseres.

For kartlegging av områdets villgjøringspotensiale må følgende tema beskrives:

1. Lokale landskapstrekk og gebiotoper; det vil si terregegenskaper og substrattyper som gir grobunn for de marine nabolagene
2. Forekomst av marine naturtyper og arter
3. Tilstanden til de marine naturtypene og forekomst av «intakt» natur
4. Grad av menneskelig påvirkning

Når villgjøringspotensialet er beskrevet og kartfestet må det skaffes oversikt om:

5. Stedegne arter og naturtypers krav til leveområder og miljøforhold
6. Artene og naturtypenes egenskaper som habitat for andre arter
7. Artene og naturtypenes økologiske funksjoner som rensing av vann, binding av sedimenter, vaktmestertjenester, med mere.

Kunnskap om ovennevnte kan høstes gjennom å kombinere søk i ulike databaser, innhenting av kunnskap om og fra lokalmiljøet, og ved feltbefaring. Forskrift om konsekvensutredninger, kapittel 5: «Innholdet i konsekvensutredningen» (2017), gir flere krav til kunnskapshøsting som må følges: «Konsekvensutredningen skal identifisere og beskrive de faktorer som kan bli påvirket og vurdere vesentlige virkninger for miljø og samfunn» som naturmangfold, landskap, med mere. I KU-er for utbygging i sjø i urbane områder har det likevel ikke vært tradisjon for å utrede sjøbunnen og det marine landskapet. Resultatet er at kunnskapsmangel fortsatt bidrar til at det marine landskapet får mindre oppmerksomhet og ivaretagelse enn planleggingsområder på land. En viktig barriere for å ta hensyn til det marine landskapet er mangelen på detaljerte dybdedata. Dette skyldes både manglende kartlegging av sjøbunnen, men også Forsvarets krav til hemmeligholdelse av denne type informasjon. Når formålet er forskning, næringsutvikling og/eller planlegging frigir Forsvaret vanligvis detaljert terrengdata for mindre avgrensede sjøbunnsareal.

Kunnskap om arter og naturtypers tilstedeværelse og utbredelse i et område, artenes livssyklus, samt habitat- og trivselsbehov, brukes videre som modell for stedsspesifikke naturbaserte løsninger. Denne type kunnskap kan skaffes på to måter; ved innhenting av eksisterende lokalkunnskap, og gjennom oppdatert og ny kunnskap fra befaring i felt. For å få oversikt over et områdes villgjøringspotensial er begge deler nødvendig. I utvelgelsen av hvilke lokale naturtyper som bør inkluderes, kan NIVAs oversikt over viktige marine naturtyper i norske kystområder (Bekkby mfl. 2021) være til god hjelp.

Samle kunnskap om stedegne arter og naturtyper | Eksisterende kunnskap

Lokalkunnskap om marin natur kan hentes fra en rekke kilder. Data om miljøforhold som dybde, terreng, bølgepåvirkning og strøm finnes i tilgjengelige modeller fra NIVA og andre forskningsinstitusjoner som Akvaplan-niva, Havforskningsinstituttet og SINTEF. Flere av NIVAs modeller er utviklet i «Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst» (Rinde mfl. 2006; Bekkby mfl. 2011). Norges geologiske undersøkelses (NGU) nettsider har kart over geologi. Relevant stedfestet informasjon, som kart over flom og klimaendringer, kan lastes ned fra Norge digitalt. NiN gir en god og grundig oversikt over hva som er de viktige påvirkningsfaktorene for de ulike naturtypene, både på land, i ferskvann og i sjø (Halvorsen mfl. 2016).

Miljødirektoratets *Naturbase* inneholder en god del informasjon om forekomst av marine naturtyper som er kartlagt i henhold til DN-håndbok 19. Håndboka retter søkelyset på naturtyper som er ansett som kjerneområder for marint biologisk mangfold, som tareskog, ålegrasenger, ruglbunn (en type blå skog dannet av skorpeforma rosa kalkalger) og grunne bløtbunnsområder. Fra og med 2019 skal marine naturtyper kartlegges i henhold til NiN^[2]. Siden det ikke er etablert veiledere for kartlegging av marin natur etter NiN, har det vært et opphold i kartlegging av marine naturtyper etter 2019. Det er nylig kommet et forslag til hvilke naturtyper som er forvaltningsrelevante og som derfor bør prioriteres for kartlegging (Bekkby mfl. 2021). Dette er naturtyper som enten er truet, viktige for mange arter, dekker sentrale økosystemfunksjoner, eller som er spesielt dårlig kartlagt. Med tanke på valg av naturbaserte løsninger, aktuelle arter og naturtyper, er dette naturtyper som utbyggere, planleggere og formgivere må være spesielt oppmerksomme på.

Artsdatabankens innsynsløsning *Artskart* gir informasjon om observasjoner av marine arter. For å vite om disse artene er truet eller sårbare, og derfor bør vies særskilt oppmerksomhet i vurderingen av områdets villgjøringspotensiale for marint liv, må en sjekke ut artenes status i siste oppdaterte versjonen av *Norsk rødliste for arter* (gjeldende utgave ble publisert i 2021). Tilsvarende informasjon om truede og sårbare naturtyper er gitt i *Norsk rødliste for naturtyper* (2018). Utbyggere, planleggere og formgivere må gjøre seg kjent med arter på *Fremmedartslisten* (2018). Dette er arter som det ikke bør legges til rette for spredning av.

Annen relevant lokalkunnskap kan hentes fra konsekvensutredninger eller relevante doktorgradsavhandlinger og masteroppgaver. Det er også svært nyttig å snakke med lokale yrkesgrupper som kjenner kysten og naturen, som fiskere, BirdLifes lokallag (tidligere Norsk Ornitologisk Forening), lokale geoparker og nasjonalparker o.a.



[2] NiN er ifølge Sørensen & Ullerud 2018 lite egnet til å beskrive urbane naturtyper.

Samle kunnskap om stedegne arter og naturtyper | Feltbefaring

Detaljert kunnskap om landskapskvaliteter og forekomst av marint liv må undersøkes i felt, fra land, ut i fjæresona og ned i sjøsona. For å få best mulig oversikt over arters forekomst og miljøkrav anbefales det å utføre feltundersøkelsene til ulike årstider.

Kartleggingen bør ha søkelys på områdets muligheter og begrensninger for marint liv, knyttet til de fire faktorene: *Terreng, vekstflater, menneskelig påvirkning* og *artenes livsmiljø*. Oversikt over viktige begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i urbane sjøområder er beskrevet av Rinde & Sørensen mfl. (2019), og gjengitt i **Vedlegg 2**.

Marinbiologisk feltbefaring kan utføres ved hjelp av droppkamera og undervannsdrone (ROV) der det filmes under vann fra båt, samt ved å sende ROV-en ut fra land. Oversikt over forekomst av marine naturtyper i grunne sjøområder kan også kartlegges ved bruk av luftbårne droner med kamera. Undersøkelser med droppkamera og ROV bør utføres langs flere transekter. Dette innebærer at det undersjøiske landskapet og naturen som man ønsker informasjon om, undersøkes langs flere avgrensede linjer. Plasseringen av transektene må tilpasses lokale forhold. Målet med undersøkelsene er å få et godt overblikk over hvordan naturen varierer langs viktige miljøgradienter som dyp, skråningsforhold og påvirkning av bølger og strøm, Eksempelvis gikk ROV-transektene fra land og ca. 50 m ut i sjø i Litangen-prosjektet i Kragerø. Med videoopptak av undervannsnatur kan forekomst av arter, dybde, substrattype, og terrengforhold registreres langs transektene. Dataene analyseres og sammenstilles med andre inntrykk fra befaringen og kunnskapsinnhenting fra databaser. Til sammen gir dette oversikt over hvilke marine arter og nabolag som finnes i nærområdet, og hvilke dyp de marine organismene lever på. Lokalkunnskapen er nødvendig for å bestemme hvilke arter og vekstbetingelser det kan og bør tilrettelegges for i prosjektets planområde. Utfra det samlede grunnlaget lager arbeidsgruppen prinsippskisser for utforming av planområdets marine nabolag.

Litangen Lagune i Kragerø

For *Litangen Lagune* ble det identifisert egnede soner for marine nabolag. Med etableringen av hytter omkring saltvannslagunen foreslås tilrettelegging for tre hovedtyper marine nabolag basert på fjellformasjonens terrengegenskaper og dybdesoner. Diagrammet til høyre viser prosjektets prinsippskisse for de marine artenes soner. Figur: Sørensen & Rinde 2022; 3D visualisering av hummer-steinrøyshabitat: Sørensen & Kjellmo © BONO 2020.

Tangsonen, fra tidevannssonen til ca. 2 m dyp

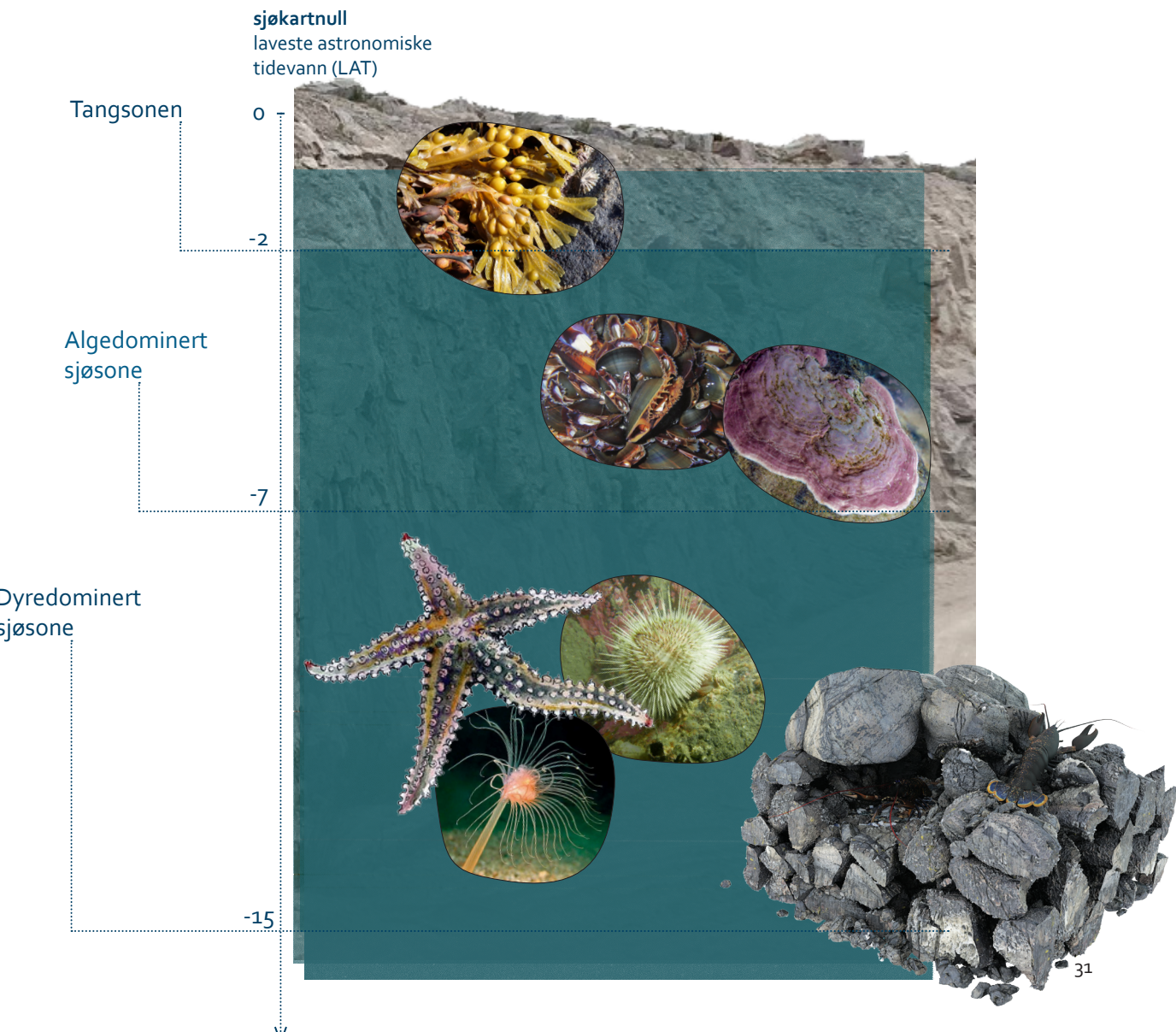
Marint nabolag på bratt til svakt skrånende terreng: Blæretang (*Fucus vesiculosus*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og sekddyr (Ascidiacea). Frittlevende arter: Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), tangkutling (*Gobiusculus flavescens*), strandreker (*Palaemon adspersus*).

Dyredominert sjøsone, fra ca. 7 til ca. 15 m dyp

Skrånende fjell: Rødalgebunn, som kan bli dekket av sediment og lurv.
Bratte fjellvegger: Skorpeforma kalkalger, sjørosen *Prothantha simplex*, den solitære hydroiden *Corymorpha nutans*, begerkorall (Anthozoa). Frittlevende arter: Sjøstjerner (Asteroidea), piggkorstroll (*Marthasterias glacialis*), kråkebollen *Echinus acutus*.
Marint nabolag i steinrøyser: Skjulesteder for fisk og hummer. Hummer (*Homarus gammarus*) kan leve fra 5 m dyp og ned til de dypste partiene i lagunen.

Algedominert sjøsone, fra ca. 2 til 7 m dyp

Marint nabolag på svakt skrånende fjell: Trådforma alger og noe tang. Frittlevende arter: Strandkrabbe, tangkutling, strandreker.
Marint nabolag på bratte fjellvegger: Skorpeforma kalkalger, blåskjell og sekddyr.



Sett steder med «intakt» natur på kartet

Det globale målet om å stoppe og reversere tap av biologisk mangfold tilsier at intakt natur må få stå urørt. Dette hensynet er ivaretatt i Forskrift om konsekvensutredning, kapittel 5, § 23 om forebygging av virkninger: «Konsekvensutredningen skal beskrive de tiltakene som er planlagt for å unngå, begrense, istandsette og hvis mulig kompensere for vesentlige skadevirkninger for miljø og samfunn både i bygge- og driftsfasen». Manualens flytdiagram viser derfor at utbygging av intakt natur må unngås. Dersom intakt natur påvirkes, bør lokalitetsvalget revurderes. Hvis utbyggingen medfører at intakt natur tapes eller forringes, bør det iverksettes villgjøringsløsninger som oppveier for tapet av naturmangfold. Det vil si at området repareres på måter som tilgodeser de marine artenes behov og trivselsgrunnlag. Det gis kriterier for dette i *Verktøykasse for marine nabolag* under **steg 4**.

Nødvendigheten av å kompensere for tapt natur er fanget opp av begrepet *arealnøytralitet* (Sabima 2013). Det betyr at man gjør opp for seg når man bygger ut i naturen ved å restaurere tilsvarende naturverdier et annet sted, og på denne måten gjør opp for seg for benyttelsen av fellesskapets goder. Dette kan sammenlignes med å lage en «budsjettplan» for forvaltning av «naturkapitalen» som bør forankres i kommuneplanen. Målet er null netto tap av natur. Det er viktig at det kompenseres med tilsvarende areal. I tillegg må kompensasjonskravet stå i forhold til naturområdets innhold, alder, artssammensetning med mer.

Et verdidilemma

I prosessen med å ta riktig veivalg for villgjøring kan det oppstå et dilemma knyttet til hvordan vi skal verdsette «intakt» natur versus det å reetablere eller nyskape natur ved hjelp av naturbaserte løsninger. Naturrestaurering kan anvendes som kompenserende tiltak for å bøte på en skade eller et tap av et område med viktig marin natur. Naturrestaurering har dermed potensiale for å kunne gi et netto positivt resultat for naturmangfoldet i tiltaksområdet, dvs. en økning i naturmangfoldet. Det innebærer at restaureringen må gi en større naturmangfold-verdi enn det som tapes gjennom skade eller tapt natur. Dette er imidlertid veldig vanskelig å vurdere, og krever svar på blant annet:

- 1. Etter hvor lang tid skal effekten av restaureringen vurderes?
- 2. Hvordan skal verdien av naturmangfold og økologiske funksjoner kvantifiseres?
- 3. Hvordan kan man avveie tiltak som garantert gir en negativ påvirkning på intakt natur mot en mulig positiv effekt av et restaureringsforsøk?

Her er det ingen fasit: Det er ikke etablert et sett allmenngyldige retningslinjer for verdisetting av hverken intakt eller rekonstruert natur. Et viktig grunnprinsipp for en slik vurdering er å følge Naturmangfoldlovens føre-var-prinsipp, samt Bio-konvensjonens mål om å stoppe tap av biologisk mangfold. Vi har tilstrekkelig kunnskap til å anta at intakt natur inneholder en rekke selvregulerende mekaniser som vi ikke har oversikt over og som det vil være vanskelig å erstatte gjennom rekonstruert natur. Hovedprinsippet bør derfor være å ta vare på intakt natur fremfor kompenserende restaurering. Et annet viktig spørsmål er om det holder å etablere null-utslippsløsninger uten særskilt tilrettelegging for marint liv i utbyggingsprosjekter. Miljøsertifiseringsverktøy som BREEAM og FutureBuilt mangler i dag kriterier for å ta hensyn til marint landskap, marin nærnatur og artene under vann.



Steg 3 | Utred og velg naturbaserte løsninger på riktig sted og på rett skala

I dette steget identifiseres etablering av aktuelle leveområder på riktig sted og riktig skala. Valgene bygger på innhentet kunnskap om nøkkelarter og naturtyper fra steg 2.

Hvor og på hvilken skala det er mulig å forme leveområder som kan oppfylle nøkkelarters behov gjennom hele deres livssyklus beskrives i mulighetsstudier. Her beskrives også hvordan de marine nabolagene bør plasseres for å skape sameksistens og positive ringvirkninger. Det er hensiktsmessig å arbeide parallelt på de to nivåene *landskapsskala* og *liten skala* (jf. Rinde & Sørensen mfl. 2019):

- **Landskapsskala** (fra meter til kilometer): Det nye marine landskapet bør i størst mulig grad etterligne den naturlige strandlinjas mangfold av strukturer og vekstflater, både i fjæresona, sjøsona og på sjøbunnen. Manualen kaller en utforming som hermer og/eller inspireres av lokale geobiotoper for *diversitetsfremmende landskap* og *naturlignende strandlinjeformasjon*. Restaurering av marine naturtyper som ålegrasenger og tidevannssumper må utvikles på dette nivået.
- **Liten skala** (mm, cm, m): Manualen kaller utvikling av småskala leveområder tilpasset det lokale artsmangfoldet for *tredimensjonale marine habitater*. Denne utformingen tar utgangspunkt i lokale arters behov i ulike livsfaser og kan omfatte utsetting av kunstige rev, etablering av marine hengende hager, og modifisering av overflater og teksturer til bygninger.

Etablering av *diversitetsfremmende landskap* og *naturlignende strandlinjeformasjon* (m, km), samt *tredimensjonale marine habitater* (mm, cm, m), kan oppnås ved å etterligne stedegne kvaliteter som det lokale arts mangfoldet er tilpasset. Naturlige fjellformasjoner kan sammenlignes med boligkomplekser der ulike hulrom og irregulariteter fungerer som «leiligheter» og bergartens grunnstoff og mineraler tilsvarende «byggets materialbruk». Flere marine organismer lever i tillegg et symbiotisk og/eller interaksjonsbasert forhold til vekstflatene de lever på. I kontrast tilbyr standardiserte menneskeskapte miljø, som ofte er laget i betong, stål og glass, lite variasjon. Bygningsmaterialene som vanligvis brukes er ofte lite egnet, og kan være giftige for marine arter. Ser vi på naturens egen utforming og artenes egen arkitektur, tilbys stor variasjon både i horisontale og vertikale plan, retninger og materialkvaliteter.

Verktøykassa som presenteres under **steg 4** gir tips til løsninger på begge skalanivåene, og tar for seg hvordan bygge opp og forme naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og et *flerartslig nabolag*.

Kartlegg egnede soner for etablering av marine nabolag

Som nevnt trenger naturen tilstrekkelig plass for å kunne utvikle seg over tid. Dette tilsier at de naturbaserte løsningene må få utfolde seg i egnede soner på samme måte som det planlegges for ulike bruksområder for menneskelige behov og aktiviteter i et boligkvartal. Etablering av tilstrekkelige buffersoner mellom leveområdene for marine arter og intensiv menneskelig bruk kan være hensiktsmessig. Dette fordi marine arter og sjøfugl også har behov for ro og «privatliv». For sjøfugl er dette spesielt viktig i hekketiden siden fuglene er sårbare for forstyrrelser da. Vegetasjonsbuffere i overgangen mellom land og vann er også viktig for å bremse og ta opp partikler og forurensing fra land. I tillegg bidrar slike soner til å binde sedimenter som en naturlig erosjonssikring.

Tommelfingerregelen er at det må settes av tilstrekkelig med plass til områder der marin nærnatur får de best mulige miljøbetingelsene til å kunne utvikle seg. For å øke andelen vekstflater og skjulesteder for marint liv anbefales det at konstruksjoner i sjø planlegges som tredimensjonale marine habitat, i form av eksempelvis hengende marine hager og/eller teksturerte overflater på bygnings-elementer (jf. Sørensen 2020; Rinde & Sørensen mfl. 2019).

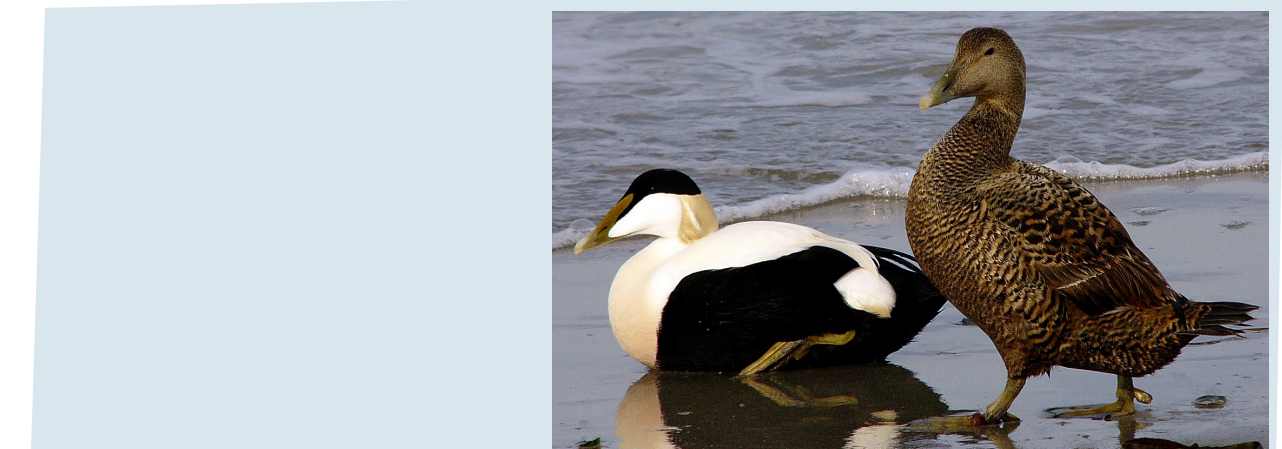
Eksempler på *bløtbunns-* og *hardbunnshager* tilpasset stedegne arter og naturtyper er illustrert i **Figur 2**. Slake skråninger — med bløtt sediment som silt, sand og grus — danner egnet terreng og vekstflater for ålegrasenger, brakkvannsbunn, tidevannseng og tidevannssump. Tang og blåskjell bosetter seg som nevnt på fjell og stein. Sonene som etableres i planområdet må derfor tilby en variert utforming med både bløtbunn og harde vekstflater.

Hovedprinsippet er en utforming som gir de aktuelle nøkkelartene best mulig trivsel. Noen arter forekommer på grunt vann, andre på dypere vann. Noen arter krever kraftig påvirkning av bølger, andre trives best der det er beskyttet. Dette er viktige undersøkelsestema i identifiseringen av egnede soner for marin nærnatur. Når det først lages gode levesteder for nøkkelartene, som i seg selv skaper leveområder for andre, så tiltrekkes mange andre organismer. På dette viset styrkes potensialet for å skape et livskraftig økosystem.

Ulike roller og interaksjon mellom individene i det marine nabolaget er like viktige som å skape husrom i sunne materialer. Et selvopprettholdende økosystem

må inneholde primærprodusenter, som tang, tare og ålegras. Disse nøkkelartenes rolle er å bygge leveområder gjennom å forme skoger og enger basert på solenergi, karbondioksid og vann fra fotosynteseprosessen. Primærprodusentene skaffer også mat til smådyrene som igjen er mat for større dyr. Primærprodusentene danner dermed det første trinnet i næringskjedene i det marine nabolaget, tilsvarende som planter på land. For å skape et rent og trivelig miljø i nabolaget spiller «vaktmesterne» en like sentral rolle. Renholdsarbeidet gjøres av åtseletere som hummer og krabber som spiser døde dyr som faller til bunns, eller børstemarkere som Nereis som spiser dødt plantemateriale. Både på landskaps- og liten skala må det lages husrom og leveområder for alle nøkkelartene som fyller viktige «arbeidsoppgaver» i nabolaget.

Akkurat som utbygging på land baseres på markedsundersøkelser og innbyggernes behov gjennom livet må det sannes kunnskap om artenes livsløpsbehov. Marine arter bruker miljøet ulikt gjennom sine oppvekststadier. Mange arter starter som fritt svømmende larver i vannmassene før de slår seg ned på vekstflaten eller fortsetter å leve fritt på bunnen; til de blir kjønnsmodne, formerer seg, og til slutt dør. Manualen anbefaler derfor at det utarbeides en lokal livsløpsstandard på individ/artsnivå for planområdet som fanger opp artenes krav til livsmiljø gjennom de ulike generasjonene. Men fordi det i dag er få eksisterende undersøkelser om marine arters livsløp, bør det marine nabolaget kunne tilby varierte vekstflater og terrengformer som sikrer nøkkelartenes trivsel.



Ærfuglene og menneskene på Vegaøyen

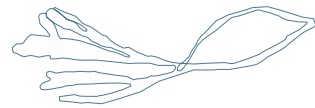
På Vegaøyene i Nordland lever ærfuglen (*Somateria mollissima*) i et sammenvevd og gjensidig fordelaktig forhold til lokalbefolkningen: Et enestående samspillet mellom ærfugl og mennesker som har utviklet seg gjennom mange hundre år — fra generasjon til generasjon. Her vokter menneskene ærfuglene i hekketiden og hjelper dem med bolig og vakthold for rovdyr, mens ærfuglene legger igjen sine verdifulle dun som menneskene kan høste når ungene forlater redet. Ved å tilegne seg kunnskap om de marine artenes behov kan man også tilrettelegge for et godt samspill i det marine nabolaget. Foto av ærfugl: Andreas Trepte, www.avi-fauna.info (CC BY-SA 2.5); foto av ærfuglhus fra Bremstein: Eli Rinde.

Skap sameksistens og positive ringvirkninger

For å oppnå sammenheng og positive ringvirkninger mellom marine nabolag må eventuelle barrierer på landskapsnivå identifiseres. Det kan dreie seg om øyer, rygger, eller andre landskapsutforminger som endrer strømmønstre og vannbevegelser. Eksempelvis kan landskapstrekk påvirke spredning av larver slik at larvenes bevegelsesmønstre reduseres eller uteblir. Hvis det oppstår oksygentap på bunnen på grunn av dårlig vannsirkulasjon og tilførsler av næringssalter, er dette også en barriere for spredning og bevegelse av marint liv. Det samme kan oppstå ved sterk lagdeling av vann som skjer dersom det dannes et ferskere og lettere vannlag øverst i vannsøylen. De store forskjellene i vannkvalitet mellom lagene kan skape en sperre for bevegelige dyr og for deres daglige vandringer opp og ned i vannsøylen.

Ved å skape marine nabolag som rommer flere økologiske funksjoner kan det bygges opp et høyt biologisk mangfold. Som nevnt spiller de lokale nøkkelartene en sentral rolle i etablering av mest mulig selvopprettholdende økosystem. Mange internasjonale og nordiske forskningsstudier forteller at sameksistens mellom marine nabolag som blåskjellbanker og ålegrasenger resulterer i positive ringvirkninger (som Gagnon mfl. 2020). Filtrerende organismer som blåskjell danner kolonier som kan rense store mengder sjøvann. Renere vann gir gode lysforhold for ålegrasets fotosyntese. Ålegraset produserer oksygen som tilføres sjøvannet og som fraktes ned i bløtbunnen de lever på. Dette er positivt for artene som lever nede i sjøbunnen. Rent og klart vann er et trivselselement for både planter, dyr og mennesker. Slike tilretteleggingskaskader kan styrke den marine naturen på sikt. Mer mangfoldige og levedyktige økosystemer har større motstandsdyktighet mot framtidige endringer, som blant annet varmere og surere hav.

Det er nødvendig å tilpasse de naturbaserte løsningene til kapasiteten et utbyggingsområde har til å ta hånd om den biologiske produksjonen som løsningene gir. Dette var relevant å vurdere for *Litangen Lagune*, der høy produksjon av trådalger, blåskjell og sekkyr kan overstige lagunens kapasitet for å bryte ned denne produksjonen uten at det dannes oksygenfattig bunnvann. I slike tilfeller kan det være mer gunstig å tillegge for filtrerende dyresamfunn på bratt fjell, i stedet for å forme grunne flater med stort potensiale for høy produksjon av trådalger i stedet for tang. Slike tema må utredes i mulighetsstudiene i manualens **steg 3**.



STEG 4 → Lag naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og flerartslige nabolag

bygg marint-livvennlige boliger
formgi sunne livsmiljø og landskapsøkologiske sammenhenger

STEG 5 → Overvåk og juster ved behov



Steg 4 | Lag naturbaserte løsninger som fremmer marint mangfold og flerartslige nabolag

Lokalkunnskap som er sanket i **steg 2** og mulighetsstudiene i **steg 3** danner grunnlaget for samskaping av naturbaserte løsninger og marint-livvennlige boliger som:

- Etterligner stedegen habitatstruktur- og tekstur for lokale arter og naturtyper
- Gir livsløpsstandard for nøkkelarter
- Lages i marint-livvennlige materialer

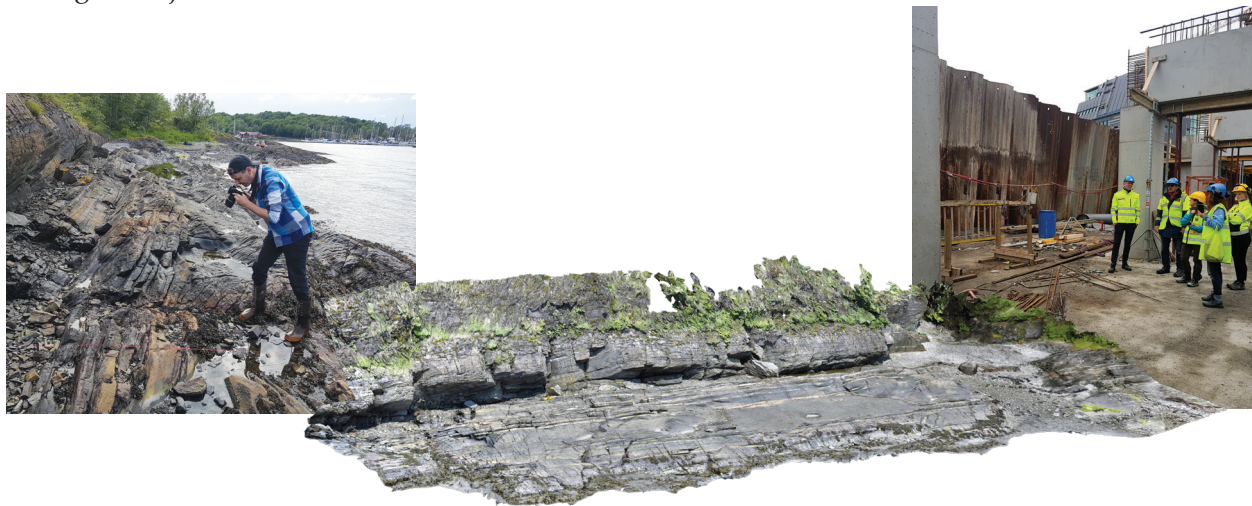
Løsningene må skape sunne livsmiljø og landskapsøkologiske sammenhenger som:

- Gir tilstrekkelig rom til naturens utvikling over tid
- Dekker nøkkelroller og økologiske funksjoner i det marine nabolaget
- Tilrettelegger for positive ringvirkninger mellom artene
- Bidrar til klima- og værbestandig utbygging og restaurering

Med naturbaserte løsninger etterlignes naturens egen «teknologi»: Ved å bruke lokale naturtyper og økosystemer som forbilder i en naturhermende utforming kan viktige leveområder og økologiske funksjoner gjenskapes.

Sammenstilt kunnskap fra **steg 2** og **3** bidrar til å klargjøre hvilke terreng og vekstflater de valgte artene og naturtypene trenger for å trives samt egnet plassering av soner. Dette blir igjen veiledende for formgivningen i **steg 4**.

I formgivningsfasen omsettes mulighetsstudiene til praktiske løsninger som skaper sammenheng mellom nabolagene, tilrettelegger for livsløpsstandard, som igjen fremmer livsmiljøkvaliteten gjennom sine økologiske funksjoner. Dette tilsvarer utviklingen av en god boligstandard for mennesker med bruk av sunne, det vil si, ikke-skadelige materialer, varierte arbeidsplasser og flerbruksområder for ulike generasjoner.



Overføring av naturkompleksitet til arkitektur via digital fabrikasjon for å kunne berike glatte, rette betongflater—som i Bispevika, Fjordbyen Oslo (t.h.) der byggene utformes uten hensyn til livet under vann. Konsept: Elin T. Sørensen. 3D-isualisering: Ivar Kjellmo. Sørensen © BONO 2020.

Verktøykasse for marine nabolag

De marine artenes krav til leveområder og livsmiljø kan knyttes til de fire faktorene: **Terreng, vekstflater, menneskelig påvirkning, og livsmiljø**. Manualens verktøykasse gir tips for bygging av marine nabolag som er basert på dette. I forutgående mulighetsstudier (**steg 3**) bør ulike scenarier for plassering av naturbaserte løsninger (**steg 4**) beskrives. Rinde & Sørensen mfl. (2019) gir oversikt over en rekke forslag til tiltak som kan bidra til *re-etablering* og *nyetablering* av marin nærmatur i urbane sjøområder. Både muligheter og begrensninger er gjengitt i **Vedlegg 3**. Gjennom den tverrfaglige samskapingsprosessen vil det sannsynligvis også utvikles nye og innovative løsninger.

Bygging av marint-livvennlige boliger

Terrengegenskaper som fremmer lokale arter og naturtyper omhandler landskapets skråning- og dybdeforhold, samt geologisk utforming og variasjon. Det er dette som gir husrom til både marine og landbaserte planter og dyr. *Vekstflater* er knyttet til det geologiske mangfoldet som plantene og dyrene er tilpasset. Det kan være fjellformasjonenes kvalitet og utforming som steinrøyser, grus, sand og silt, samt geomangfoldets kjemiske egenskaper. Terrengegenskaper og vekstflater påvirker stedegne arters habitat, som kartlegges i **steg 2**.

Utbygging i sjø bør tilrettelegge for etablering av *diversitetsfremmende landskap* og en *naturliggende strandlinjeformasjon*, på landskapsskala. Dette omfatter *re-etablering* eller *nyetablering* av naturtyper som ålegras-, tidevanns- og brakkvannssenger, samt tidevannssump i det nye tidevannslandskapet.



Tilførsler av partikler og næringssalter, er et økende problem langs Norskekysten og særlig i Sør-Norge (Frigstad mfl. 2020; Guerrero & Sample 2022). Etablering av naturtyper som motvirker disse negative faktorene for marint biologisk mangfold er derfor svært gunstig og viktig for å oppnå god økologisk tilstand i kystområdene. I andre områder kan det være andre problemer som truer det biologiske mangfoldet. Eksempler på dette er kråkebollers nedbeiting av tareskog i Nord-Norge (Rinde mfl. 2014). Følgelig bør utbygginger i sjø i disse områdene legge til rette for restaurering av tareskog som et avbøtende tiltak. For forslag til restaureringstiltak for tareskog, se Verbeek mfl. (2021).

Gjenbruk av materialer som lokale sprengsteinsmasser kan egne seg for å etablere biotophermende landskapstrekk som gir en variert romlig inndeling og 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 påpekte utfordringer knyttet til terreng- og kantutforming, dybder og substrattyper for prioriterte arter og naturtyper. Glatte, bratte flater er ofte uegnet for marine arter å slå seg ned på. I formgivningen av det bygde miljøet i sjø, spiller materialenes overflatetekstur og mineralsammensetning, bygningselementenes struktur og tekstur en viktig rolle for å fremme marint liv. Her er det fullt mulig å finne gode alternativer til gjeldende utbyggingspraksis som resulterer i ensartede og fragmenterte landskap og habitater som kan føre til marine ørkensamfunn. Kanter, bæresøyler, vegger og gulv under sjø, kan istedenfor formes til mangfoldige og sammenhengende tredimensjonale marine landskap og naturtyper, på mindre skala.

Et annet grep for å fremme marint liv er etablering av *hengende marine hager*. Det vil si å tilby vekstflater som gir feste til tang, tare, blåskjell, østers og andre filtrerende organismer som kan henges under utkragede bygg, marinaer og flytebrygger. Tau som henges ut fra slike bygningselementer koloniseres ofte raskt av for eksempel blåskjell og sekkdyr. Det er også mulig å så ut «tareplantefrø» på tau eller andre vekstflater som så settes i sjø, slik som det gjøres i taredyrkingsanlegg eller i restaurering av tareskog (Verbeek mfl. 2021; Eger mfl. 2022). Da må det benyttes stedegne morplanter. Tau av plast må unngås da det fører til marin plastforsøpling, som er et stort globalt problem, og alternativ til plasttau er derfor et svært viktig innovasjonstema. Slike filtrerende hager kan ha positiv innvirkning på vannkvaliteten til en lokalitet. Det er imidlertid viktig å sørge for at «vaktmesterrollen» oppfylles da døde organismer som faller til bunns må fjernes. Hummer, krabber og andre bunnlevende arter fyller som nevnt en slik vaktmesterrolle.



Tidevannssump. Foto: Eli Rinde.
Marin hengende hage i marg. Figur: Elin T. Sørensen.

Formgivning av sunne og beboelige livsmiljø

Løsningene som velges for etablering av marine nabolag må bestemmes ut fra det lokale sjøområdets naturtilstand og hvilke *menneskelige påvirkninger* det planlegges for i området. Dette gjelder alle måter som våre handlinger og bruk virker inn på lokalmiljøet; som utslipp, fiske, båttrafikk, friluftsliv og ikke minst utbygging.

Livsmiljø knyttes til leveområdets fysiske og kjemiske egenskaper som bølger og strøm, saltholdighet, temperatur, oksygen og lys. Alt dette er essensielle faktorer som bestemmer hvilke marine arter som kan leve i et gitt område. Både menneskelig påvirkning og livsmiljøet må kartlegges i **steg 2**. Det er sentralt at effekten det modifiserte landskapet og planlagt bebyggelse har på det marine livsmiljøet blir tilstrekkelig undersøkt i **steg 3**; som utbyggingens effekt på strømhastigheter, vannutskifting, oksygenforhold, temperatur og saltholdighet (jf. Walday mfl. 2020 og Rinde & Sørensen mfl. 2022).

Etablering av velfungerende marine nabolag handler om å forbedre livsmiljøet for marine arter gjennom tiltak som sikrer god vanngjennomstrømning, lys og andre nødvendige trivselsfaktorer. Det vil si at formgivingen må omfatte hensyn til følgende essensielle forhold:

- **Gode lysforhold:** Når bygg og brygger anlegges ut i sjø må skyggeeffekten av disse kartlegges slik at utbygging i minst mulig grad skyggelegger viktige leveområder for marine planter og dyr. God lystilgang ned i vannsøylen er livsnødvendig for at alger og ålegras kan trives. Gode lysforhold kan oppnås ved å løfte sjøbunnen og forme et variert sjøbunnslandskap. I tillegg kan det innlemmes lysluker i det bygde miljøet.
- **God vannsirkulasjon:** Utbygging i sjø, som pilarer og/eller flytende elementer, påvirker vannsirkulasjonen i et område. Dette kan skape dårlig livsmiljø for de marine artene ved at en svekket vannsirkulasjon gir lave oksygenverdier. Tilstrekkelig vannutskifting kan oppnås ved stor- og/eller småskala vannutvekslingsløsninger. Dette innebærer at det ikke dannes lommer med stagnerende vann som utvikler oksygenvinn over tid, og at det skapes varierte strømforhold som passer til de stedegne artenes behov. Bygg og det konstruerte landskapet kan planlegges og bygges som *vannutvekslingsvennlig arkitektur*.
- **Rent livsmiljø:** Ett sentralt tema knyttet til vannkvalitet er å stoppe tilførsler av partikler og forurensing fra land. Menneskers beslagleggelse av areal er ofte i form av tette flater som medfører at regnbyger skyller store mengder partikler og forurensing ut i sjø. Med et endret klima vil nedbør øke i intensitet og hyppighet (IPCC 2014). Tilførsler av partikler skaper dårlige levevilkår for både alger, ålegras og dyr. *Integrert urban vannhåndtering* eller *lokal overvannsdiskonering* (LOD) benytter velkjente naturbaserte løsninger som gjenåpning av bekker og elver, etablering av buffersoner langs elver, vann og kystlinjer, samt rensing og fordrøyning av overflatevann før det går ut i sjø. Rensende buffersoner langs sjø kan dannes av tidevannssenger, tidevannssumper og ålegrasenger. Andre eksempler på naturbaserte løsninger er fangdammer og buffersoner i jordbrukslandskap og langs motorveianlegg.

- **Naturbaserte løsninger** kan med fordel innlemmes i bygnings- og infrastruktur som biotoptak, regnbed og uterom med mest mulig andel av permeable flater.
- Bruk av **marint-livvennlige materialer** er helt sentralt for utbyggingsprosjekter i sjø. De marine artene må trives på materialene som settes ut. Materialene må være giftfrie og ikke produsere mikroplast. Materialene må også egne seg som substrat for marine bunnlevende arter.

Arkitekturen og de naturbaserte løsningene må ta hensyn til framtidige klimautfordringer. Dette er også påpekt i forskriften om konsekvensutredningen (kapittel 5, § 21), der en i forarbeidet til KU-en skal vurdere hvor sårbar planen eller tiltaket er for klimaendringer og naturfarer som flom, skred, stormflo og stigning i havnivået. Gjennom en *vannutvekslingsvennlig arkitektur* tilpasses landskaps- og bygningsstrukturene til en naturdynamikk i endring. Dette krever utvikling av en **klima- og værbestandig formgivning** i et langsiktig perspektiv. Her tas det høyde for naturfarene nevnt over, men også framskrivninger av ekstremvær som hetebølger og styrtregn. En slikt framtidrettet utforming der landskap og bygg tåler naturdynamikken og kan fungere både i vann og på land kalles **amfibisk formgivning** (*amphibious architecture*). Det går blant annet ut på å lage byggverk som følger med flom og tidevannsforskjeller ved at byggene flyter på vannflaten (*buoyant architecture*). Også landskapet i overgangen mellom land og vann kan fungere amfibisk ved at det tilrettelegges for å tåle flom gjennom etablering av naturbaserte løsninger som rause vegetasjonssoner langs bekker, elver og i strandsona. Slike løsninger beskrives av Sørensen (2020) og English (2009).



Amfibisk formgivning og arkitektur der byggene spiller på lag med naturdynamikken.
Figur: Elin T. Sørensen.

Formgivning med naturen som læremester

Sørensen og Kjellmo har utviklet en metode for å overføre naturens kompleksitet til vårt bygde miljø. Denne marine landskapsarkitekturen baseres på digital registrering av lokale geotoper og marine naturtyper. Via digital fabrikasjon kan det deretter lages marint-livvennlige bygningsmoduler på liten og/eller stor skala.

Overføringsmetoden videreføres med kunstprosjektet *Undersjø* og *Oslofjordens blå skoger*. Her utvikles et marint boligbyggesett som hermer formvariasjonen hos den marine naturtypen ruglbunn. Rugl dannes av rosa kalkalger som skaper hulrom og skjulesteder gjennom måten de vokser på. Ruglkuler kan koble seg sammen og danne en lagdelt «marinarkitektur» som gir husrom og skjulesteder for et mangfold av arter. Kalkalger kan også danne ruglete overflater på stein og fjell. Det marine boligbyggesettet framstilles også ved digital fabrikasjon for å overføre ruglens kompleksitet til moduler som støpes i marint-livvennlige materialer. Her er det skoleelever som støper sitt eget skolesett av rugl-formasjoner som de deretter skal sette sammen til en skulpturell fri form. Slik involveres elevene i å skape et skulpturelt restaureringsobjekt som settes ut i sjø. Ute i fjæra kan de følge med på hvilke marine dyr og planter som flytter in i boligen, eller bosetter seg på skulpturens overflate over tid. Byggesettet tilrettelegges for å kunne forankres i marine bløtbunns- og hardbunns habitat.



Eksempler på overføring av naturkompleksitet til arkitektur via digital fabrikasjon for å kunne berike glatte, rette urbane overflater: Fra foto, til 3D-modell, til 3D-utskrift av ruoverflaten i marint-livvennlig materiale. Konsept: Elin T. Sørensen. 3D-visualisering: Ivar Kjellmo. Sørensen © BONO 2020.



Eksempler på 3D printing og støp av ruglmoduler som kan kobles sammen til marine boliger. På sjøbunn ligger rugl, dannet av kalkalger, som løstliggende rosa kuler i en arkitektur som gir leveområde for mange marine arter. Prosessfoto fra marint boligbyggesett: Kåre A. Grundvåg. Foto av rugl: Eli Rinde.

Skalldyrenes egen byggemetode som naturbasert løsning

En lovende metode for å skape varierte vekstflater på eksisterende og nye bygningsstrukturer som settes ut i sjø er såkalt *mineralakkresjonsteknologi*. Dette ble utviklet på 70-tallet av arkitekten Wolf Hilbertz og biokjemiker/marinbiolog Thomas J. Goreau. Oppfinnelsen fikk navnet *Biorock-teknologi* og dette går ut på å sende lavspente elektriske strømmer gjennom sjøvann slik at oppløste mineraler i sjø, som kalsium, kan krystallisere seg på utplasserte strukturer (Hilbertz 1976; 1977; 1979). Krystallene vokser til en hvit kalkstein som ligner på den som korallrev og rugl er dannet av. Mineralakkresjonsteknologi brukes i dag til å lage kunstige rev som fremmer vekst av koraller og andre kalkproduserende organismer. Materialet er påvist å ha tilsvarende styrke som betong. De elektriske strømmene fremskynder dannelsen og veksten av både kjemisk kalkstein og av skjelettene til koraller og de andre kalkskall-dannende organismene. Akkresjonsprosessen gir dermed både forming av varierte overflater og teksturer samtidig som den danner materialet som strukturene selv er laget av. Billedkunstner Kåre Aleksander Grundvåg har utforsket mineralakkresjon i lang tid og bidrar med sin erfaring i uttesting av dette i *Undersjø* og *Oslofjordens blå skoger* (Sørensen, Rinde & Grundvåg 2022-2023).

Steg 5 | Overvåk og juster ved behov

I Norge og Norden har vi lite erfaring og få forbildeprosjekter for utforming av marint-livvennlige leveområder i sjø. Etablering av nye menneskeskapte leveområder for marin nærnatur er uforutsigbart både fordi naturen i seg selv, samt klima- og miljøforholdene er i stadig endring. Nyskapning og/eller restaurering av marin nærnatur må derfor bygge på en vilje til å teste ut løsninger gjennom erfaringsbasert læring. Dette kan oppnås gjennom jevnlig overvåking over tid, samt gjennom en tilpasset skjøtsel og modifikasjoner. For å oppnå en sirkulær bærekraftig byutvikling har vi også et ansvar og behov for å teste ulike naturbaserte løsninger på land og i sjø.

Manualens oppfordrer derfor til at det lages en tilpasningsdyktig skjøtselplan som tilrettelegger for at løsningene kan modifiseres ved behov. Dette svarer med Forskrift om konsekvensutredning, kapittel 5 § 23, om forebygging av virkninger av et tiltak som påpeker at beskrivelsen skal omfatte planlagte overvåkningsordninger.

Kunstige strukturer satt ut i sjø vil kunne være særlig attraktive for fremmede arter som stillehavssøsters, japansk drivtang og japansk spøkelseskreps. For å unngå at det bygde området blir en «hot-spot» for uønsket spredning av slike arter er det nødvendig med skjøtelsplaner for det marine nabolaget tilsvarende det som er vanlig for blågrønn infrastruktur på land. På lik linje med fremmede arter på land, må fremmede marine arter fjernes løpende. Andre problemer som en bør være forberedt på å løse omfatter dannelsen av matter av trådalger og dårlige oksygenforhold i bunnvannet, som kan oppstå i beskytta og innelukka, bebygde områder.

Utbygging i sjø som levende laboratorium

Urban villgjøring kan og bør ses som en læringsarena ved at stedsutviklingen brukes som et levende laboratorium. Det vi si en samarbeidsform der både fagfolk og lokalbefolkningen involveres i gjennomføring, testing og overvåking av løsningene. Et levende laboratorium kan bidra til havkunnskap (jf. kap. 1) og bevisstgjøring av viktigheten av å ta vare på naturen. Prosjektet kan dermed bidra til å bygge opp en lokal felles læringsplattform. Fordelen med å tenke på planleggingen og formgivingen som et læringslandskap er at det bygger opp lokalt eierskap og en tilpasningsdyktig skjøtsel med et langsiktig tidsperspektiv.

Systematisk overvåking av hvordan landskapets dynamikk og de marine artene utvikler seg over tid vil gi kunnskap om hvordan artene responderer på vår utforming og bruk av området. Denne læringsprosessen vil også kunne fange opp tidlige signaler på en negativ utvikling som kan stoppes eller motvirkes gjennom nye og/eller forbedrede løsninger. Hvis ikke naturbaserte metoder er tilstrekkelig for å opprettholde en god tilstand, bør andre supplerende løsninger komme inn. Det kan være i form av bobleanlegg, strømsetting, samt neddykking av ferskvann for å skape omrøring og oksygen i vannmassene. Det er også mulig å sette ut hummer for å utføre vaktmestertjenester, eller steinbit for å kontrollere kråkebollebestanden i områder der blå skog trues av kråkebollers nedbeiting.



For Litangen-prosjektet ble Jomfruland nasjonalpark pekt ut som en aktuell samarbeidspartner med hensyn til innhenting av kunnskap og for lokal forankring av overvåking av tilstanden i lagunen. Et samarbeid mellom nasjonalparken og lokalsamfunnet vil kunne fange opp tidlige faresignaler om dårlig tilstand. Lokale ressurser som Jomfruland fuglestasjon som drives av BirdLife Telemark, ble også ansett som en relevant ressurs for overvåking av bestandsutviklingen til fugl.

Testing og overvåking av naturbaserte løsninger kan dermed egne seg som en medvirkningsarena der lokalbefolkning involveres. I all nyetablering av nærnatur er det som nevnt nødvendig med skjøtselstiltak som fjerning av fremmede arter, eller fjerning av problematiske trådalger. Det å involvere lokalbefolkningen i slike opprydningsaksjoner kan bidra til å skape lokalt eierskap til stedet og naturen, og bidra til utvikling av et godt miljø for både mennesker og andre arter.



Konklusjon

Villgjøring av urbane sjøområder handler om å bygge med og ikke imot naturen ved å følge naturens dynamiske sykluser. Her er manualens prinsipper og stegvise framgangsmåte veiledende. Dersom de naturbaserte løsningene lykkes vil de flerartslike nabolagene bidra til økt mangfold, trivsel og viktige økosystemfunksjoner, som rensing av næringssalter, produksjon av oksygen, og binding av substrat som naturlig erosjonssikring.

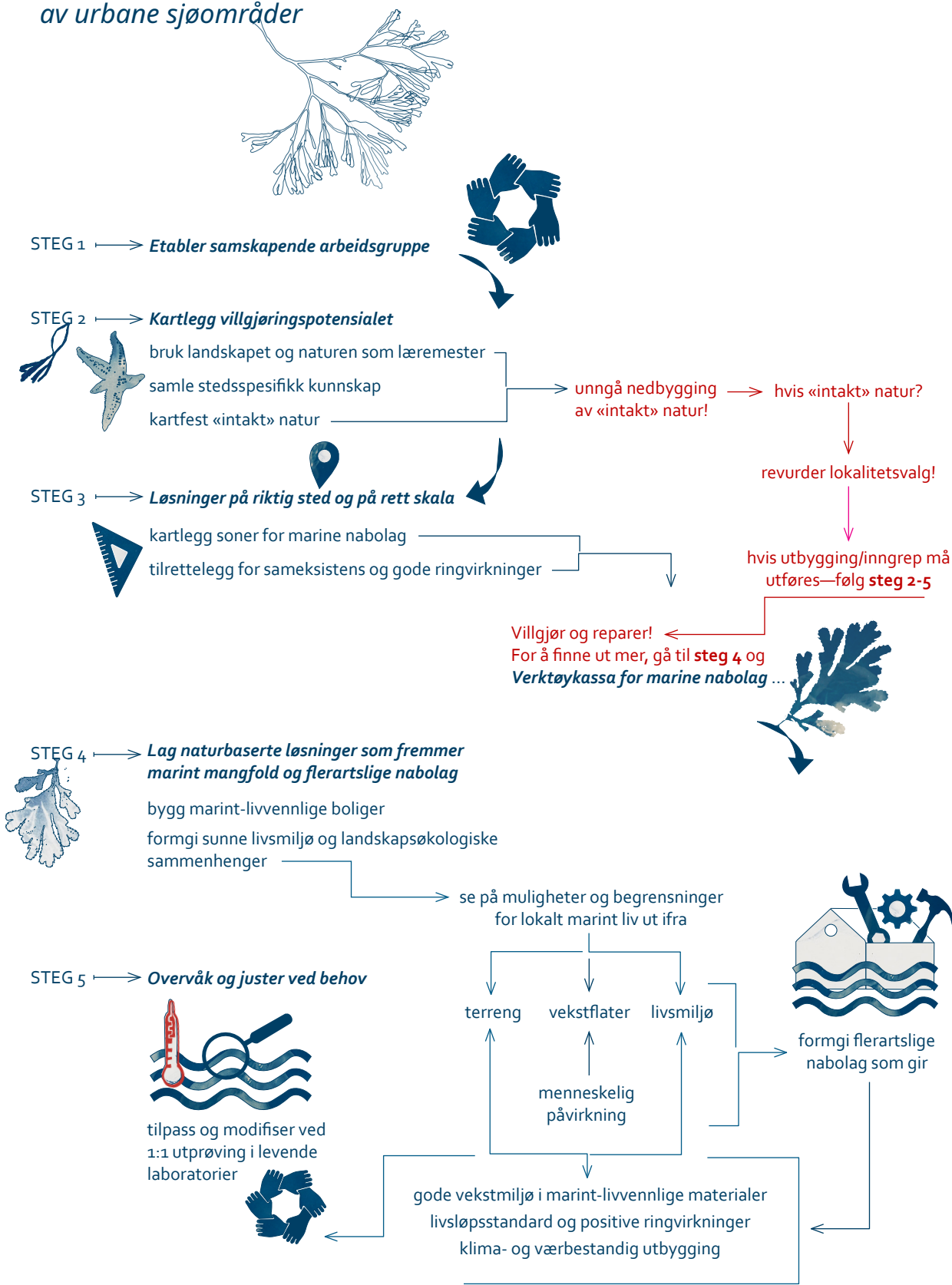
En viktig faktor for å lykkes er at det etableres et tverrfaglig arbeidslag, som følger byggeprosessen fra planlegging til slutføring. Like viktig er det at løsningene utformes på riktig sted og skala. Hvilke arter og marine nabolag som det kan tilrettelegges for er avhengig av lokale forutsetninger og hvordan landskapet omkring byggeområdet utformes og brukes. Planlagte menneskelige aktiviteter i området vil også påvirke de marine artenes trivsel. For å lykkes kreves det løpende tverrfaglig dialog og samskaping mellom oppdragsgiver, marin landskapsarkitekt, biologer/økologer, oseanografer og geologer, arkitekter, ingeniører og andre involverte fagfolk. For å inkludere bredest mulig tverrfaglig kompetanse i løsningsforslagene må det settes av nok tid til jevnlig arbeidsmøter. Det må tenkes langsiktig med hensyn til framtidig skjøtsel slik at løsningene kan justeres underveis. Dette er særlig viktig med tanke på naturens og klimaendringenes uforutsigbarhet som gjør det vanskelig å kunne forutsi hvordan naturen vil utvikle seg og «svare» på endringene som skjer i framtida.

For å styrke stedets landskapsøkologiske sammenhenger er innføring av naturbaserte løsninger på en landskapsskala svært sentralt. Utformingen av landskapet gir de grunnleggende rammene for artene, naturtypene og samspillet mellom arter og miljø. Dette kan handle om å forme sjøbunnen og kanter mot vann og sjø slik at naturens «egen teknologi» slipper til. I tillegg bør det iverksettes løsninger på liten skala, som å innlemme lysluker i tette brygger og flater som skygger på sjøen, ved hengende hager på flytende strukturer, og variert utforming av vekstflater på bygg og bryggepilarer.

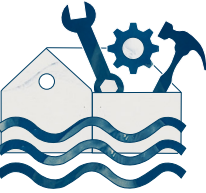


Grisetangskog på Møre.
Undervannsfoto: Eli Rinde.

Manual for villgjøring
av urbane sjøområder



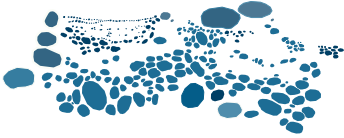
Verktøykasse for marine nabolag



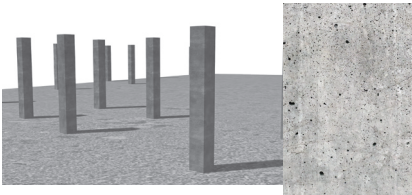
Fra ensartede og fragmenterte landskap til mangfoldige tredimensjonale habitater ...



ensartet kantutforming



varierte størrelser og materialer

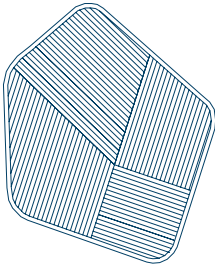


glatte konstruksjoner og overflater

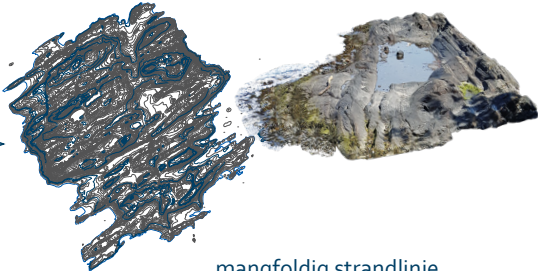


varierte strukturer og teksturer

Terregegenskaper og vekstflater på landskapsskala (m, km)



ensartet strandlinje (kunstig øy)



mangfoldig strandlinje med bløtbunn- og hardbunnshager

Terregegenskaper og vekstflater på liten skala (mm, cm, m)



fra ensartede konstruksjoner til tredimensjonale marine habitater



hengende marine hager



fra grumsete til rent vann



fra ensartet sjøbunn til diversitetsfremmende landskap og naturlignende strandlinjeformasjon

steinrøys-habitat



... fra begrensende livsmiljø til blå beboelige løsninger!

Menneskelig påvirkning

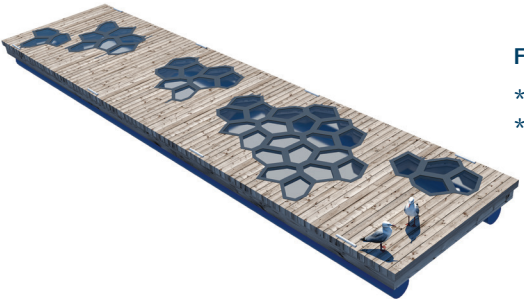
- * utbygging
- * båttrafikk
- * fiske
- * marin forspøpling
- * erosjon
- * sedimentasjon og oppvirvling av partikler
- * tilførsel av næringssalter
- * forurensing
- * fremmede arter

Livsmiljø

- * lite lys i vannmassene
- * grumsete vann
- * nedslamming av planter og fastsittende dyr
- * tap av leveområder
- * oksygenvinn
- * redusert vannutskifting
- * overgjødning
- * global oppvarming
- * ekstremværhendelser

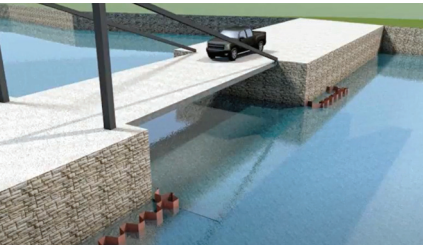


begrensende livsmiljø med betongkyst og marin ørken



Forbedring av lysforhold

- * lysluker
- * «løfte» sjøbunn



Vannutskiftingstiltak

- * løsninger på stor- og/eller liten skala
- * arkitektur som fremmer vannutskifting som tidevannsport (t.v.)



Urban vannhåndtering

- * blågrønne buffersoner og naturlig erosjons sikring
- * grønne vegger, biotop-tak, permeable overflater, regnbed og andre naturbaserte løsninger



Klima- og værbestandig formgivning

- * naturbaserte løsninger
- * amfibiske landskap og arkitektur





Solstjerne. Undervannsfoto: Eli Rinde.

Referanser

Artsdatabanken (2021). *Norsk rødliste for arter 2021*. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021>

Artsdatabanken (2018). *Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.artsdatabanken.no/rodlistefornaturtyper>

Artsdatabanken (2018). *Fremmedartslista 2018*. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/fremmedartslistaz018>

Nicolas Bauduceau, Pam Berry, Claudio Cecchi, Thomas Elmqvist, Marta Fernandez, Terry Hartig, Wilhelm Krull, Eva Mayerhofer, Sandra N, Luise Noring, Kalina Raskin-Delisle, Egbert Roozen, William Sutherland & Jürgn Tack (2015). *Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-based Solutions & Re-naturing Cities: Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and Re-naturing Cities'*. Publications Office of the European Union. 76 sider.

Trine Bekkby (NIVA), Eli Rinde (NIVA), Eivind Oug (NIVA), Pål Buhl-Mortensen (HI), Jonas Thormar (HI), Margaret Dolan (NGU), Marit Mjelde (NIVA), Janne K. Gitmark (NIVA), Siri R. Moy (NIVA), Susanne Schneider (NIVA), Genoveva Gonzales-Mirelis (HI), Geir Systad (NINA), Thijs Christiaan van Son (HI) (2021). «Forslag til forvaltningsrelevante marine naturenheter». *Miljødirektoratet rapport M-2153* | 2021. 40 sider.

Trine Bekkby (NIVA), Torjan Bodvin (HI), Reidulv Bøe (NGU), Frithjof E. Moy (HI), Heidi Olsen (NGU) & Eli Rinde (NIVA), (2011). «Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold—marint». *Sluttrapport for perioden 2007-2010. NIVA, NGU & HI rapport 6105-2011*. 31 sider.

Gunhild Borgersen, Eli Rinde, Siri Moy & Hege Gundersen (2020). «Har vi saltmarshes i Norge? «En vurdering av begrepet opp mot norske naturtyper». *NIVA rapport 7558-2020 / M-1858*. 50 sider.

Fabio Bulleri, Britas Klemens Eriksson, Ana Queirós, Laura Airoidi, Francisco Arenas, Christos Arvanitidis, Tjeerd J. Bouma, Tasman P. Crowe, Dominique Davoult, Katell Guizien, Ljiljana Iveša, Stuart R. Jenkins, Richard Michalet, Celia Olabarria, Gabriele Procaccini, Ester A. Serrão, Martin Wahl & Lisandro Benedetti-Cecchi (2018). «Harnessing positive species interactions as a tool against climate-driven loss of coastal biodiversity». *PLOS Biology* 16:e 2006852: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2006852>

Richard T. Corlett (2016). «Restoration, Reintroduction, and Rewilding in a Changing World». *Trends in Ecology & Evolution* 31. Sider 453–462.

Direktoratet for naturforvaltning (2007). *DN Håndbok 19: Kartlegging av marint biologisk mangfold*. Utgitt 2001, revidert 2007. 51 sider.

C. Josh Donlan, Joel Berger, Carl E Bock, Jane H. Bock, David A. Burney, James A. Estes, Dave Foreman, Paul S. Martin, Gary W. Roemer, Felisa A. Smith, Michael E Soulé & Harry W. Greene (2006). «Pleistocene Rewilding: An Optimistic Agenda for Twenty-First Century Conservation». *The American Naturalist* 168. Sider 660–681.

Carlos M. Duarte, Jean-Pierre Gattuso, Kasper Hancke, Hege Gundersen, Karen Filbee-Dexter, Morten F. Pedersen, Jack J. Middelburg, Michael T. Burrows, Kira A. Krumhansl, Thomas Wernberg, Pippa Moore, Albert Pessarrodona, Sarah B. Ørberg, Isabel S. Pinto, Jorge Assis, Ana M. Queirós, Dan A. Smale, Trine Bekkby, Ester A. Serrão & Dorte Krause-Jensen (2022). «Global estimates of the extent and production of macroalgal forests». *Global Ecology and Biogeography*. Sider 1422–1439.

Aaron M. Eger, Ezequiel M. Marzinelli, Hartvig E. Christie, Camilla W. Fagerli, Daisuke Fujita, Alejandra P. Gonzalez, Seok Woo Hong, Jeong Ha Kim, Lynn C. Lee, Tristin Anoush McHugh, Gregory N. Nishihara, Masayuki Tatsumi, Peter D. Steinberg & Adriana Vergés (2022). «Global kelp forest restoration: past lessons, present status, and future directions». *Biol Rev* 97. Sider 1449–1475.

Elizabeth C. English (2009). «Amphibious foundations and the buoyant foundation project: Innovative strategies for flood-resilient-housing». Presentasjon til den internasjonale konferansen *Urban Flood Management* arrangert av UNESCO-IHP & COST Action C22: *Road Map Towards a Flood Resilient Urban Environment*, 25-27 november, 2009, Paris, Frankrike. Sider 1–8.

Marianne Evju, Torbjørn Høitomt, Per Gerhard Ihlen, Per Arild Aarrestad & John-Arvid Grytnes (2018). *Fjell og berg*. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken. Tilgjengelig fra: https://www.artsdatabanken.no/Pages/258605/Fjell_og_berg

Karine Gagnon, Eli Rinde, Elizabeth G. T. Bengil, Laura Carugati, Marjolijn J. A. Christianen, Roberto Danovaro, Cristina Gambi, Laura L. Govers, Silvija Kipson, Lukas Meysick, Liina Pajusalu, İnci Tüney Kızılkaya, Johan van de Koppel, Tjisse van der Heide, Marieke M. van Katwijk & Christoffer Boström (2020). «Facilitating foundation species—the potential for plant-bivalve interactions to improve habitat restoration success». *Journal of Applied Ecology*. Sider 1161–1179.

Rune Halvorsen med medarbeidere og samarbeidspartnere (2016). «NiN—typeinndeling og beskrivelsessystem for natursystemnivået. Natur i Norge, Artikkel 3 (versjon 2.1.0)». Artsdatabanken. 528 sider. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/Pages/200242>

Rune Halvorsen, Tom Andersen, Hans H. Blom, Arve Elvebakk, Reidar Elven, Lars Erikstad, Geir Gaarder, Asbjørn Moen, Pål Buhl Mortensen, Ann Norderhaug, Kari Nygaard, Terje Thorsnes & Frode Ødegaard (2009). «Naturtyper i Norge—Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. Naturtyper i Norge versjon 1.0 Artikkel 1». Artsdatabanken. 210 sider.

Hans Martin Hanslin (NIBIO), Elin T. Sørensen (Urbant HAV) & Eli Rinde (NIVA), (2022). «Landskapsøkologiske vurderinger for Grønlikaia». *NIBIO, Urbant HAV & NIVA rapport Vol. 8, nr. 77*. 37 sider.

HAV Eiendom (2022). «Utvikling og testing av ny metode for planlegging av sosial og økologisk bærekraft, lokalt og globalt». *Rapport til ENOVA for DEiG-Doughnut economics i Grønlikaia*. 91 sider.

Wolf Hilbertz (1979). «Electrodeposition of Minerals in Sea Water: Experiments and Applications». *IEEE Journal on Oceanic Engineering*. Vol. *OE-4*, No. 3. Sider 94–113.

Wolf Hilbertz, Desmond Fletcher & Carolyn Krausse (1977). «Mineral Accretion Technology: Applications for Architecture and Aquaculture». *Industrialization Forum*. Vol. *8*, No. 4–5. Sider 75–113.

Wolf Hilbertz (1976). «Marine Architecture: an Alternative». *Architectural Science Review*. Volume 19, 1976. Issue 4. Sider 84–86.

Eduardo Infantes, Eli Rinde & Kristina Øie Kvile (2022). «Restaurering av ålegrasenger. En praktisk veileder utviklet for Oslo kommune». *NIVA-rapport 7693-2022*. 38 sider.

The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES, 2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Redaktører: Eduardo S. Brondizio, Josef Settele, Sandra Díaz, & Hien T. Ngo. IPBES sekretariat, Bonn, Germany. 1148 sider.

Kartverket (2022). *Se havnivå, tidevann og vannstand*. Tilgjengelig fra: <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva>

Kristina Øie Kvile, Eduardo Infantes, Solrun Figenschau, Skjellum Froukje, Maria Platjouw & Eli Rinde (2022). «Potensial for restaurering og reintroduksjon av ålegrasenger i Oslofjorden, og mulighetene dette kan gi for klimatilpasning, karbonopptak og lagring». *NIVA-rapport 7692-2022. Miljødirektoratet 2019*. 32 sider.

Miljødirektoratet (2019). *Vurdere naturbaserte løsninger*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/vurdere-naturbaserte-losninger/>

Solveig Nygaard Langvad (2019). *Vega scene, blågrønt tak. Biotop på taket*. Arkitektur N nr. 5–2019. Tilgjengelig fra: <https://arkitektur-n.no/prosjekter/vega-scene-blagront-tak>

Lovdata (2009). *Lov om forvaltning av naturens mangfold*. Kap. I. Formål og virkeområde mv. § 1. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100> Artsdatabanken (2022). *Natur i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.artsdatabanken.no/NiN>

Liv Jorun Hind (2020). *Blomstereng og regionale frøblandinger*. Publisert av NIBIO 13. juni 2020. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/nyheter/blomstereng-og-regionale-froblandinger>

Jari Niemelä, Jürgen H. Breuste, Thomas Elmqvist, Glenn Guntenspergen, Philip James & Nancy E. McIntyre (2011). *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications*. Oxford: Oxford University Press. 392 sider.

Julie Alexandra Lie Pau (2022). *Vil få tilbake livet i Oslofjorden med ålegrasenger*. Nettartikkel på KlimaOslo publisert 11. februar 2022. Tilgjengelig fra: <https://www.klimaoslo.no/2022/02/11/vil-fa-tilbake-livet-i-oslofjorden-med-alegrasenger/>

Kate Raworth (2017): *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. Vermont, USA: Chelsea Green Publishing. 320 sider.

Rewilding Europe (2022). *What is rewilding?* Tilgjengelig fra: <https://rewildingeurope.com/what-is-rewilding/>

Eli Rinde (NIVA) & Elin T. Sørensen (NMBU/Urbant HAV), Mats G. Walday, Camilla W. Fagerli, Hartvig C. Christie, André Staalstrøm, Line J. Barkved, Harold Simmons, Harald B. Borchgrevink (NIVA), (2019). «Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder». *NIVA & NMBU/ Urbant HAV rapport nr 7426-2019*. 68 sider.

Eli Rinde (NIVA), Elin T. Sørensen (NMBU/Urbant HAV) & Trond Haraldsen (NIBIO), (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/ Urbant HAV & NIBIO rapport 7419-2019*. 18 sider.

Eli Rinde, Hartvig C. Christie, Camilla W. Fagerli, Trine Bekkby, Hege Gundersen, Kjell Magnus Norderhaug &

Dag Ø. Hjermann (2014). «The influence of physical factors on kelp and sea urchin distribution in previously and still grazed areas in the NE Atlantic». *Plos One*. DOI: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0100222>

Sabima (2013). *Et arealnøytralt Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.sabima.no/et-arealnoytralt-norge/>

Elin T. Sørensen, Eli Rinde & Kåre Aleksander Grundvåg (2022–2023). Utvikling av et marint boligbyggesett med kunstprosjektet *Undersjø* og forskningsprosjektet *Oslofjordens blå skoger*. Støttet av Kunst i offentlige rom (KORO), Sparebankstiftelsen DNB & Sabima.

Elin T. Sørensen (Urbant HAV), Eli Rinde, Janne K. Gitmark & Maia R. Kile (NIVA), (2022). «Litangen lagune—marin landskapsarkitektur og naturbaserte villgjøringsløsninger». *En tverrfaglig rapport laget av Urbant HAV og NIVA, rapport 7776-2022*. 47 sider samt vedlegg.

Elin T. Sørensen (2020). *Multiartslige nabolag i urbane sjøområder / Multispecies Neighbourhoods in Urban Sea Areas*. Doktorgradsavhandling 2020:38, akseptert versjon. Norges miljø-og biovitenskapelige universitet NMBU, Ås. 220 sider.

Elin T. Sørensen (NMBU), Eli Rinde, Camilla W. Fagerli, Hartvig C. Christie, Mats G. Walday, (NIVA), Karl Jon Sørli (OSU), Anne Beate Hovind & Sindre Langaas (NIVA), (2019). «Urban underwater landscape and tidal gardens—is it possible to transform seafloor deserts in Oslo Harbour to underwater oasis?» *Poster, 8th January 2019 at 12th International Temp Reef symposium, Hong Kong, China*.

Elin T. Sørensen & Heidrun A. Ullerud (2018). «Byen—natur eller antinatur? En tverrfaglig refleksjon om byutvikling med Natur i Norge [NiN] som verktøy». *Arkitektur N nr. 2/2018*. Sider 54–63.

Jan Verbeek, Inês Louro, Hartvig C. Christie, Pernilla M. Carlsson, Sanna Matsson & Paul E. Renaud (2021). «Restoring Norway’s underwater forests». *SeaForester & NIVA, Akvaplan-niva*. Tilgjengelig fra: <https://www.niva.no/en/reports/restoring-norways-underwater-forests>

UN Environment Programme (UNEP 2019). *A new deal for Nature*. Publisert 21. mai 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.unep.org/resources/policy-and-strategy/new-deal-nature>

The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO 2022). *Ocean Literacy Portal: About the portal*. Tilgjengelig fra: <https://oceanliteracy.unesco.org/about/>

Mats G. Walday (NIVA), Jarle Molvær (Molvær resipient analyse), Eli Rinde (NIVA), Elin T. Sørensen (Urbant HAV), Hartvig C. Christie & Øyvind Leikvin (NIVA), (2020). «Bispevika. Vurdering av vannutskiftning og miljøforhold i vannbasseng B6b». *NIVA, Molvær resipient analyse & Urbant HAV rapport 7563-2020*. 38 sider.

Verdens naturfond (WWF 2021). *FNs naturavtale—en ny global avtale for mennesker og natur*. Tilgjengelig fra: <https://www.wwf.no/dyr-og-natur/fns-naturavtale-en-ny-global-avtale-for-mennesker-og-natur>

Vedlegg 1
Trine Bekkby (NIVA), Eli Rinde (NIVA), Eivind Oug (NIVA), Pål Buhl-Mortensen (HI), Jonas Thormar (HI), Margaret Dolan (NGU), Marit Mjelde (NIVA), Janne K. Gitmark (NIVA), Siri R. Moy (NIVA), Susanne Schneider (NIVA), Genoveva Gonzales-Mirelis (HI), Geir Systad (NINA), Thijs Christiaan van Son (HI) (2021). «Forslag til forvaltningsrelevante marine naturenheter». *Miljødirektoratet rapport M- 2153|2021*. 40 sider.

Vedlegg 2
Eli Rinde (NIVA) & Elin T. Sørensen (NMBU/Urbant HAV), Mats G. Walday, Camilla W. Fagerli, Hartvig C. Christie, André Staalstrøm, Line J. Barkved, Harold Simmons, Harald B. Borchgrevink (NIVA), (2019). «Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder». *NIVA & NMBU/ Urbant HAV rapport nr 7426-2019*. 68 sider.

Eli Rinde, Janne Kim Gitmark, Dag Ø. Hjermann, Camilla W. Fagerli Maia Røst Kile, Hartvig E. Christie (2017). «Utvikling av metodikk for overvåking av fremmede marine arter». *NIVA rapport nr. 7131-2017 / Miljødirektoratet M-723*. 65 sider.

Vedlegg 3
Eli Rinde (NIVA) & Elin T. Sørensen (NMBU/Urbant HAV), Mats G. Walday, Camilla W. Fagerli, Hartvig C. Christie, André Staalstrøm, Line J. Barkved, Harold Simmons, Harald B. Borchgrevink (NIVA), (2019). «Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder». *NIVA & NMBU/ Urbant HAV rapport nr 7426-2019*. 68 sider.

Anne Beate Hovind & Elin T. Sørensen (NMBU/Urbant HAV), (2019). *Oslo trenger en undervannsgartner*. Dagsavisen Debatt, publisert 21. juli 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.dagsavisen.no/debatt/2019/07/21/oslo-trenger-en-undervannsgartner/>

Eli Rinde (NIVA), Hartvig E. Christie (NIVA), Morten Clemetsen (NMBU), Jon Guttu (NIBR), Viggo Jean-Hansen (TØI), Tone Kroglund (NIVA), Martin Lund-Iversen (NIBR), Anders Often (NINA), Knut Bjørn Stokke (NMBU), (2011). «Helhetlig planlegging og utvikling av miljøvennlige småbåthavner. Kunnskapsstatus». *CIENS-rapport: 2-2011*. 99 sider.

Eli Rinde (NIVA), Tone Kroglund (NIVA), Hartvig E. Christie (NIVA), Anders Often (NINA), Jon Guttu (NIBR), Martin Lund-Iversen (NIBR), Viggo Jean-Hansen (TØI), Knut Bjørn Stokke (NMBU), Morten Clemetsen (NMBU), (2012). «Helhetlig planlegging og utvikling av miljøvennlige småbåthavner. Et tverrfaglig CIENS-prosjekt». Innlegg på fagtreff i Norsk vannforening 27. august 2012. *VANN 04: 2012*. Sider 569–574.

Vedlegg

Vedlegg 1 | Oversikt over forvaltningsrelevante naturtyper som villgjøringen bør ha et særlig søkelys på, i tillegg til arter på *Norsk rødliste*, som er Artsdatabankens liste over arter med risiko for å dø ut i nær framtid. Bekkby mfl. (2021) gir utfyllende beskrivelser av de forvaltningsrelevante marine naturtypene i tabellen under.

Forvaltningsrelevante naturtyper		
1 Littoralbassengbunn		16 Nordlig stortareskog
2 Blåskjellbunn		17 Sørlig stortareskog
3 Tangsamfunn		18 Nordlig fingertarebunn
4 Bergvegg i fjæresonen		19 Sørlig fingertarebunn
5 Tidevannsmudderflate		20 Sørlig butarebunn
6 Grunne sandområder		21 Ruglbunn
7 Flatøstersbunn		22 Samfunn i grotter og overheng
8 O-skjellbunn		23 Hardbunnskorallskog
9 Tidevannseng og tidevannssump		24 Bløtbunnskorallskog
10 Ålegrasbunn		25 Svampsamfunn
11 Dvergålegrasbunn		26 Korallrev
12 Kransalgebunn		27 Sjøfjærsamfunn
13 Brakkvannsundervannseng		28 Dyp slambunn i Skagerrak
14 Nordlig sukkertareskog		29 Bergvegg i sublittoralen
15 Sørlig sukkertareskog		30 Samfunn i sterke tidevannsstrømmer

Vedlegg 2 | Begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i urbane sjøområder, fra Rinde & Sørensen mfl. (2019).

Faktor	Hvorfor er forholdet begrensende?
TERRENG	
Dybde	Havneutvikling omdanner naturlige fjell- og bløtbunnsfjærer til bratte harde kanter, med dyptliggende, bløt sjøbunn. Når terrenget gjøres dypere, blir lysforholdene på sjøbunnen redusert. Økt dyp gir dermed dårligere vekstforhold for alger som trenger lys for å drive fotosyntese. Alger lager produktive og artsrike skoger/enger tilsvarende planter på land. Store dyp har lite lys og dårlige vekstforhold for alger. Dette gir fravær av blå skoger og enger, som innebærer negative ringvirkninger for dyr i form av mangel på skjulesteder og mat.
Skråning/overheng	Bratte flater skaper generelt dårligere betingelser for planter enn slakere flater. Bratte flater og undersiden av overheng blir i liten grad begrodd av alger, de blir i mindre grad sedimentert, og har ofte svært høy dekningsgrad av filtrerende dyr.
Kantutforming	Glatte strukturer gir lite variasjon i leveområder som dermed resulterer i et sparsomt biologisk mangfold. Store, tunge steinblokker bygget opp til en solid kaikant gir begrensninger for restaureringstiltak ved at det er omfattende og kostnadsdrivende å omgjøre disse til et mer naturhermende habitat.
Landskapsdiversitet	Fasader og kanter mot sjø som er rettet ut og forenklet med utbygging, har en glatt, vertikal og loddrett karakter som ikke tilbyr samme landskapsvariasjon som den naturlige strandlinja. Dette gjelder både horisontalt og vertikalt og på ulike skalanivå, fra landskap til mikrohabitat.
Fragmentering	Endring og ødeleggelse av naturlige habitater som følge av utbygging fører til fragmentering og mangel på nødvendige koblinger mellom viktige deler i kystøkosystemet. Eksempelvis er grunne områder i sjø svært produktive, og viktige oppvekststeder for fisk. Nedbygging av gruntvanns-områder reduserer derfor fiskens oppvekstområder i nærheten av gyteområder i sjø og i elver.

Vedlegg 2 fortsetter | Begrensende faktorer for marinbiologisk mangfold i urbane sjøområder (ibid.).

Faktor	Hvorfor er forholdet begrensende?
VEKSTFLATER	
Tilgang	Mangel på vekstflater, enten harde overflater eller bløtbunn, på ulike dyp, gir fravær av leveområder for planter og dyr som er tilpasset geologisk diversitet og varierte husrom.
Type	Ulike typer vekstflater fremmer ulike organismer og ulike nivåer av diversitet. Eksempelvis gir naturstein med uregelmessig overflate og hulrom mellom steinene flere nisjer enn glatte, rette byggepillarer, og bedre feste for artene til å slå seg ned.
Kornstørrelse	Kunstige urbane strender har som regel kun en eller få kornstørrelser. Denne ensartede utformingen reduserer mangfoldet sammenlignet med en naturlig strand der det som regel er stor variasjon i steinstørrelser, fra kampesteiner til små steiner, fin sand, skjell, sneglehus med mer.
Kompleksitet	Ensartede overflater og strukturer (glatt/rett) hemmer biologisk mangfold. Motsatt bidrar komplekse overflater og strukturer med rugler, sprekker og hulrom i ulike størrelser til et økt og mer variert tilbud av leveområder.
FORSTYRRELSER	
Båttrafikk	Fysisk løsrivelse av organismer på grunn av bølgeslag fra store båter.
Fremmede arter	Kunstige, menneskeskapte strukturer som settes ut i sjø fremmer forekomst av fremmede marine arter, som gjerne er generalister og mindre kresne på bosted. Det samme gjør havnevirksomhet gjennom spredning av fremmede arter på skipsskrog og via ballastvann (jf. Rinde mfl. 2017).
Fiske	Fiske fra kaiene er en viktig del av rekreasjonstilbudet i byer ved sjø. Samtidig representerer hummerfiske en trussel for biologisk mangfold i urbane sjøområder. Eksempelvis økte hummerstammen ved Tjuvholmen i Oslo som følge av at det ble satt ut blåskjelltau og kunstige rev. Da folk oppdaget dette, medførte hummerfiske til at bestanden ble borte. Uten hummer, som er en åtseleter, var det ingen til å fylle “vaktmesterrollen” med å rense bunnen for blåskjell og andre organismer som faller til bunnen når de dør. For å tilrettelegge for balanse i denne type restaureringstiltak er hummerfredningssoner nødvendig.
Forsøpling	Sjøområdene er utsatt for forsøpling, eksempelvis gjennom lekkasjer/svinn av råstoffet til industriell plastproduksjon, slik som små plastkuler også kalt “havfruetårer”. Havfruetårer finnes i store mengder på strendene, og ligner sand og matbiter, sammen med fiskesnøre, Q-tips, poser, drikkeflasker, sneiper, sykler, bildekk etc.
Erosjon	Ved store nedbørshendelser fraktes eroderte landmasser fra land ut i sjøen, både fra elver og fra kystområder.
Sedimentering	Det er omfattende transport av partikler til flere kystområder. Sedimentene slammer ned både fjell, steiner og organismer. Man kan si at sedimenteringen i mange tilfeller “kveler” muligheten for at planter og dyr får feste, lys og oksygen.
Byggevirksomhet	Byggevirksomhet skaper støy, og tilførsler av søppel og sedimenter. Lyd forsterkes under vann siden lydhastigheten i vann er raskere enn i luft. Det betyr at støyet fra byen, og fra menneskelige aktiviteter til sjøs, forstyrrer marint liv. Ikke minst er dette problematisk for sjøpattedyr som kommuniserer med lydbølger under vann.
Næringssaltbelastning	Tilførselen av nitrogen fra befolkningen som lever nær kysten øker. Selv om avløpsvann går til renseanlegg kommer dette ut i sjø ved styrtregn og overløp. For mye næringssalter fører til oppblomstring av planteplankton, dårlige lysforhold, og oksygensvikt når algene brytes ned på sjøbunnen.

Faktor	Hvorfor er forholdet begrensende?
FORSTYRRELSER	
Miljøgifter	Miljøgifter fra jordbruksavrenning og overvann ender i sjø via elvene og styrtregn på harde flater. Tilstedeværelse og lekkasje av miljøgifter fra gamle fyllinger, spredt avløp, vegtrafikk og gammel industri ender opp i havet. Andre eksempler er tilførsler av bunnstoff fra båthavn, båtbruk, båttrafikk. Miljøgifter i vann er mest kritisk for vannlevende dyr.
MILJØVARIABLER	
Lystilgang	Brunt og grumsete vann bidrar til dårlige lysforhold som hemmer vekst av alger og ålegras, som er avhengig av fotosyntese.
Partikler	Partikler som følge av avrenning fra land bidrar til grumsete vann og redusert siktedyp
Oppvirvling	Oppvirvling av sedimenter på grunn av båttrafikk reduserer siktedypet i tillegg til å skape dårlige levevilkår for planter og dyr i sjø.
Konstruksjoner i sjø	Brygger og flytende konstruksjoner i sjø skygger og bidrar til reduserte lysforhold for livet i vann.
Oksygenmangel	
Liten grad av vannutskifting	På grunn av liten grad av utskifting av bunnvannet i kombinasjon med høye næringssaltnivåer, kan det periodevis bli problemer med lavt oksygennivå på sjøbunnen i urbane sjøområder.
Tilførsler av næringssalter	Tilførsler av næringssalter stimulerer framvekst av planktonalger og trådalger som krever oksygen for å brytes ned.
Global oppvarming	Varmere vann på grunn av global oppvarming øker stoffskiftet og oksygenbehovet til planter og dyr slik at oksygen i vannet “brukes opp”. Dette kan bidra til å forsterke problemet med dårlige oksygenforhold framover, tilknyttet forventet endret klima.
Redusert vannutskifting	Bygg og brygger ut i sjø kan redusere vannsirkulasjonen og gi dårligere oksygenforhold hvis vannutskiftingen reduseres for mye. Under slike forhold vil det oksygenfattige vannet i liten grad ha mulighet til å bli byttet ut med oksygenrikt vann.

Faktor	... fra problem til mulighet	
TERRENG	For dypt	Der det er mulig kan sjøbunn bygges opp og “løftes opp i lyset” slik at det kan skapes leverom for planter som trenger lys slik at de blå skogene kan danne sine egne berikende økosystemer. Etablering av hengende marine hager fra strukturer som går ut i sjø bidrar også til å “løfte” vegetasjonen opp i lyset og forbedre vekst- og trivselsforhold.
	For bratt	Bygge variert terreng som ligner den naturlige strandsonens variasjon av bratt, skrånende og slakt terreng. Variasjon gjelder i både horisontal og vertikal retning.
	Kantutforming	Sterkt modifiserte eller ødelagte kanter og sjøbunn kan repareres kanter slik at det fremmer biologisk mangfold ved å <i>tilby tredimensjonale habitater i sjø</i> ved terreng-forming eller innlemmet i byningsmoduler. <i>Naturbaserte løsninger</i> i overgangen land/vann øker livsgrunnlaget for mange arter og gjør byene mer motstandsdyktige mot flom og ekstremvær.
	Landskapsdiversitet	Bygge opp nye marine landskap som etterligner den naturlige strandlinjas mangfold av strukturer, vekstflater og geomangfold—både i fjæresona og på dypere sjøbunn. <i>Naturbaserte løsninger</i> kan anvendes for etablering av <i>naturlignende strandformasjon</i> .
	Fragmentering	Løsninger som gir økologiske og landskapsmessige sammenhenger i urbane sjøområder kan utvikles på lignende vis med hvordan det i dag jobbes med pollinatorpassasjer og pollinatorstrategier på land.
VEKSTFLATER	Mangel på vekstflater	Utplassering av ulike typer vekstflater på flere dyp. Steinmateriale, med eller uten tang, kan flyttes fra nærliggende miljø til restaureringsområdet. Det er mulig å etablere urbane undervannshager ved å flytte ålegrasplanter med rot, sedimenter, og dyr som lever i ålegrassamfunnet. Det kan tilbys <i>tre-dimensjonale habitater i sjø</i> , og andre <i>naturbaserte løsninger</i> .
	Ingen egnede vekstflater	Velge typer av vekstflater som fremmer marinbiologisk mangfold: Eksempelvis er stål mindre egnet enn lokal naturstein og/eller marinvennlig betong.
	Ensformige steinstørrelser	Ensformig kornstørrelse gir lav diversitet. For å fremme biomangfoldet vil stor variasjon av steinstørrelser—fra store blokker til fin sand og silt—bidra positivt. Ved etablering av nye marine landskap bør finere sand og sedimenter demmes opp av større steiner for å forebygge sedimentflukt og erosjon.
	Ensformige overflater	Reparere etablerte ensformige strukturer og overflater som byggepilarer, kai-kanter, fasader ved å <i>tilby tre-dimensjonale habitater i sjø</i> og <i>naturbaserte løsninger</i> .

Faktor	... fra problem til mulighet	
FORSTYRRELSER	Bølgeslag fra båttrafikk	Bølgeslag fra båttrafikk kan bidra positivt for planter og dyr i fjæresonen ved å skape vannbevegelser som øker næringstilførselen til alger og matpartikler til filtrerende dyr. For mye bølgeslag (som tsunamieffekten fra store båter) kan medføre løsrivelse av arter og oppvirvling av sedimenter (se nedenfor).
	Støy på og i sjø	Støy under vann er et problem som vies større oppmerksomhet i senere år, og som anses som mest problematisk for sjøpattedyr og fisk. Støy som når land er sjenerende for folk. Elektrifisering av motorbåter og seilbåter uten motor er noen støyreducerende muligheter. Det samme er å redusere/ begrense tid for aggregatbruk til båter som ligger til kai.
	Oppvirvling av sediment og spredning av miljøgifter pga. båttrafikk	Færre og mindre båter i småbåthavner vil avhjelpe oppvirvling av sedimenter med miljøgifter i båthavnene. Ved utbygging i sjø er tildekking av sedimenter med ren sand og bruk av siltgardiner etablerte metoder. Bruk av <i>naturbaserte løsninger</i> og erosjonssikring som ålegrasenger og kantvegetasjon som binder sedimenter motvirker oppvirvling av sedimenter. Blåskjell/sekkdyr-gardiner kan filtrere og fange opp partikler. Båtdelingsordninger vil kunne redusere antall båter og dermed oppvirvling av sedimenter i småbåthavner (Sørensen, Rinde & Haraldsen, 2019). E-båter vil forebygge utslipp av fossilt brensel fra småbåter. Egne tiltak i båthavner som tar hånd om forurensning fra båtpuss er sentrale (Rinde mfl. 2011, 2012).
	Fremmede arter	Tilsvarende som på land må det i sjø gjøres tiltak for å unngå spredning av fremmede arter på bekostning av stedegne arter.
	Fiske	Hummerfredningssoner og begrensinger på fangst av nøkkelarter med sentrale funksjoner i de konstruerte og reetablerte økosystemene: Krabber og hummer hjelper det marine nabolaget med å rense bunnen for døde blåskjell og andre organismer.
	Forsøpling	Formidling, opprydningsaksjoner, og skjøtsel for å løse ulike avfallsproblemer. Det kan utdannes undervannsgartnere med hovedansvar for opprydding og skjøtsel i sjø (Hovind & Sørensen, 2019). Det kan utvikles hente- og panteordninger for marint avfall: Eksempelvis «Sluket» (PortBin) ved Sørenga i Oslo—en aggregatdrevet avfallsløsning der det skapes en kunstig strøm som drar til seg avfall.
	Erosjon	Bruke vegetasjon på land og i sjø for å stabilisere sand/grus og sedimenter. En slik stabilisering av løsmasser er en <i>naturbasert løsning</i> som kalles <i>naturlig erosjonssikring</i> .
	Sedimentering	Skånsom mudring slik at spredning av sedimenter reduseres. En effektiv urban vannhåndtering på land motvirker problemer med sedimentering i sjø. <i>Naturlige erosjonssikringsløsninger</i> vil bidra til at færre partikler når sjøen.
	Byggevirksomhet	Avbøtende tiltak som bidrar til å unngå og redusere støy, samt tilførsler av avfall og sedimenter fra byggevirksomhet. Reduksjon av plast må skje på produksjonsnivå. Bruk av siltgardin ved utfylling, mudring og aktiviteter som gir oppvirvling av sedimenter. Avfall fra land og i sprengsteinsmasser må fjernes manuelt. I kritiske faser bør vannkvaliteten overvåkes visuelt og ved bruk av eksempelvis turbiditetsmålere. Fisk og fuglers gyte/hekkeperioder må ikke forstyrres av utbyggingsaktiviteter. Ved å lage et årtidshjul kan hensyn til natur og arter legges inn som en del av byggeplanen.

Faktor	... fra problem til mulighet	
FORSTYRRELSER	Næringssaltbelastning	Oppgradere og øke kapasiteten til avløpsrenseanlegg i takt med befolkningsveksten. Urban vannhåndtering på land er nødvendig slik at partikler og næringsstoffer fanges opp og ikke slipper ut i sjø: Det er laget flere strategier og veiledere for dette, inkludert etablering av naturlige erosjonssikringstiltak. De urbane elveutløpene må gis tilstrekkelig areal til kantvegetasjon på begge sider slik at de kan avbøte og håndtere styrtregn og flom.
	Miljøgifter i avrenning fra land	<i>Urban vannhåndtering</i> og <i>naturbaserte løsninger</i> bidrar til å redusere avrenning fra harde flater på land. Bruk løsninger som permeable overflater, biotoptak, regnbed, sandkummer, naturlig erosjonssikring, konstruert våtmark, fangdammer i jordbruk og langs motorveier, med mer.
	Miljøgifter fra «gamle synder»	Opprydding av avfall og ulovlige utfyllinger. Tildekking av forurensa sedimenter er en etablert metode for å unngå spredning av miljøgifter fra gamle utslipp på bunnen.
MILJØVARIABLER		
Lystilgang	Brunt vann og mye partikler	Redusere tilførsler av humus og partikler i avrenning fra land gjennom <i>urban vannhåndtering</i> og <i>naturbaserte løsninger</i> , som i tillegg reduserer tilførsler av næringssalter som stimulerer oppblomstringer av planktonalger. Da må kloakkrør og renseanlegg oppgraderes. Det må satses på naturens «egen renseteknologi» som regnbed, fangdammer, sandfang, konstruert våtmark, blå skog og filtrerende muslinger.
	Skyggende konstruksjoner	Sørge for lysnedslipp til sjøbunnen ved å innlemme lysluker i konstruksjoner. Det kan settes krav til minimum lysnedslipp fra brygger og flytende konstruksjoner i sjø. Skygge fra høyhus på vannflaten må vurderes i hver utbygging, tilsvarende som sol/skyggeanalyser for landareal. Det kan tilbys <i>tre-dimensjonale habitater i sjø</i> , og andre <i>naturbaserte løsninger</i> knyttet til flytende strukturer som flytende øyer, bruer for fotgjengere, båtbrygger etc.
Oksygenmangel	Dårlig vannsirkulasjon	Det kan brukes fysiske/mekaniske installasjoner som skaper bølger, strøm, og omrøring av vannmasser og som gir økt vannsirkulasjon. <i>Naturbaserte løsninger</i> som å etablere og fremme blå skog vil forbedre oksygen forholdene.
	Global oppvarming	Satse på arter som er i stand til å tåle forventede temperaturøkninger de nærmeste 20-50 årene. Blå skoger har en klimadempende effekt. I tillegg bufrer blå skog for forsuring ved å produsere oksygen. Etablering av vegetasjon har en dempende effekt under hetebølger tilknyttet global oppvarming.
	Redusert vannsirkulasjon pga. utbygging	Sette krav om modellering av bygg og konstruksjoners påvirkning på bølger, strøm og oksygenforhold. Tilby <i>tre-dimensjonale habitater</i> og/eller utforme bygg og strukturer i sjø slik at bølger og vannstrømmer ikke påvirkes negativt. Sette i verk tiltak som øker vannsirkulasjonen hvis nødvendig.

