

Bangavågen – Overvåking av tildekket sjøbunn, årsrapport 2023



Hans Olav Sømme

Bangavågen – Overvåking av tildekket sjøbunn, årsrapport 2023

Ecofact rapport: 981

www.ecofact.no

Referanse til rapporten:	Sømme, H.O. Bangavågen – Overvåking av tildekket sjøbunn, årsrapport 2023. Ecofact rapport 981.
Nøkkelord:	Ålegress, sedimentfeller, erosjonssikring, opprydning, økologisk tilstand
ISSN:	1891-5450
ISBN:	978-82-8262-980-5
Oppdragsgiver:	Stavanger kommune
Prosjektleder hos Ecofact AS:	Hans Olav Sømme
Prosjektmedarbeidere:	Ole Kristian Larsen
Kvalitetssikret av:	Ole Kristian Larsen
Forside:	Ålegraseng, kant i kant med tildekkingslag i Bangavågen.

www.ecofact.no

Postadresse:
Ecofact AS
Stokkamyrveien 13
4313 SANDNES

Besøksadresse:
Ecofact AS
Luramyrgården Inngang D, 4. etasje
Stokkamyrveien 13
4313 SANDNES

INNHOOLD

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
1 INNLEDNING	4
2 METODE	4
2.1 OMRÅDEBESKRIVELSE.....	4
2.2 OVERVÅKINGSPLAN.....	5
2.3 SEISMIKKUNDERSØKELSER.....	6
2.4 VIDEOFILMING.....	6
2.5 SEDIMENTFELLER	6
2.6 KARTLEGGING OG TILSTANDSKLASSIFISERING AV ÅLEGRAS	8
2.7 REETABLERING AV LOKAL BUNNFAUNA	10
3 RESULTATER OG VURDERINGER.....	10
3.1 ER TILDEKKINGSLAGET INTAKT?.....	10
3.1.1 <i>Seismikkundersøkelser</i>	10
3.1.2 <i>Videofilming med ROV</i>	13
3.2 ER TILSTANDEN I TILDEKKINGSLAGET KLASSE 3 ELLER BEDRE?.....	13
3.2.1 <i>Sedimentprøvetaking</i>	13
3.2.2 <i>Sedimentfeller</i>	14
3.3 HVORDAN ER UTVIKLINGEN AV UTBREDELSE OG TILSTAND AV ÅLEGRASENGENE?	16
3.3.1 <i>Utbredelse</i>	16
3.3.2 <i>Tilstand</i>	18
3.4 HVA ER STATUS PÅ REETABLERING AV BUNNFAUNA?	20
3.4.1 <i>Infauna</i>	20
3.5 FREMTIDIG OVERVÅKING	21
3.5.1 <i>Sedimentprøvetaking</i>	21
3.5.2 <i>Sedimentfeller</i>	21
3.5.3 <i>Ålegraskartlegging</i>	21
3.5.4 <i>Videofilming av bunnfauna</i>	21
3.5.5 <i>Passive prøvetakere</i>	21
4 KONKLUSJON	22
5 REFERANSER.....	23

FORORD

Foreliggende årsrapport for overvåkingsprogrammet for Bangavågen er utført i samarbeid med Norkyst, på oppdrag fra Stavanger kommune. Rapporten er basert på feltundersøkelser og øvrig datainnsamling. Vi takker oppdragsgiver for godt samarbeid.

Sandnes, 03.10.2023



Hans Olav Sømme

SAMMENDRAG

Beskrivelse av oppdraget

På grunn av tidligere tiders forurensning ble sjøbunnen i Bangavågen i Stavanger kommune tildekket i 2017. Tiltaket ble gjennomført som del av opprydningen av Stavanger havn. For å følge opp tildekkingslagets miljøtilstand, fysiske tilstand og tilknyttede biologiske parametere ble det i 2022 utarbeidet et overvåkingsprogram. Norkyst og Ecofact ble engasjert til å gjennomføre første overvåkingsrunde.

Datagrunnlag

For å undersøke miljøtilstand, fysisk tilstand og biologiske parametere ble det utført seismiske kartlegginger, filming med undervannsdrone, kartlegging av ålegrasforekomster, utført undersøkelser med sedimentfeller, og gjort forsøk med grabbprøvetaking.

Resultat

På bakgrunn av utførte undersøkelser og vurderinger konkluderes det med følgende:

- Tykkelsen på erosjonssikringslaget og tildekkingslaget er begge <1 m og begge lag er ca. 0,5 m tykke i gjennomsnitt. Undersøkelsene tyder på at begge lag er intakte.
- Den synlige delen av erosjonssikringslaget består for det meste av stein i fraksjon 5-15 cm.
- På grunn av erosjonssikringslaget er det svært krevende å hente ut sedimentprøve av tildekkingslaget under, og dermed vanskelig å få et direkte mål på forurensningstilstanden. På bakgrunn av innsamlet materiale i sedimentfeller vurderes det som sannsynlig at akkumulert sediment i perioden fra utlegging til i dag, ikke har forverret tilstanden i tildekkingslaget til høyere enn tilstandsklasse 3.
- I to av ålegraslokalitetene i Bangavågen var utbredelsen større i 2023 enn hva som var tilfellet i 2015. Én lokalitet var utgått, trolig på grunn av senere tids anleggsarbeider. Den økologiske tilstanden i de to undersøkte lokalitetene tilsvarer svært god.
- På grunn av erosjonssikringslaget vil det underliggende tildekkingslaget ikke kunne koloniseres av bunnfauna. På erosjonssikringslaget ble det observert hesteaktinier og rørdannende børstemark.

1 INNLEDNING

På grunn av tidligere tiders forurensning ble sjøbunnen i Bangavågen i Stavanger kommune tildekket i 2017. Tiltaket ble gjennomført som del av opprydningen av Stavanger havn. For å følge opp tildekkingslagets miljøtilstand, fysiske tilstand og tilknyttede biologiske parametere ble det i 2022 utarbeidet et overvåkingsprogram (Multiconsult, 2022). Programmet hadde oppstart i 2023. Norkyst og Ecofact ble engasjert til å gjennomføre første overvåkingrunde.

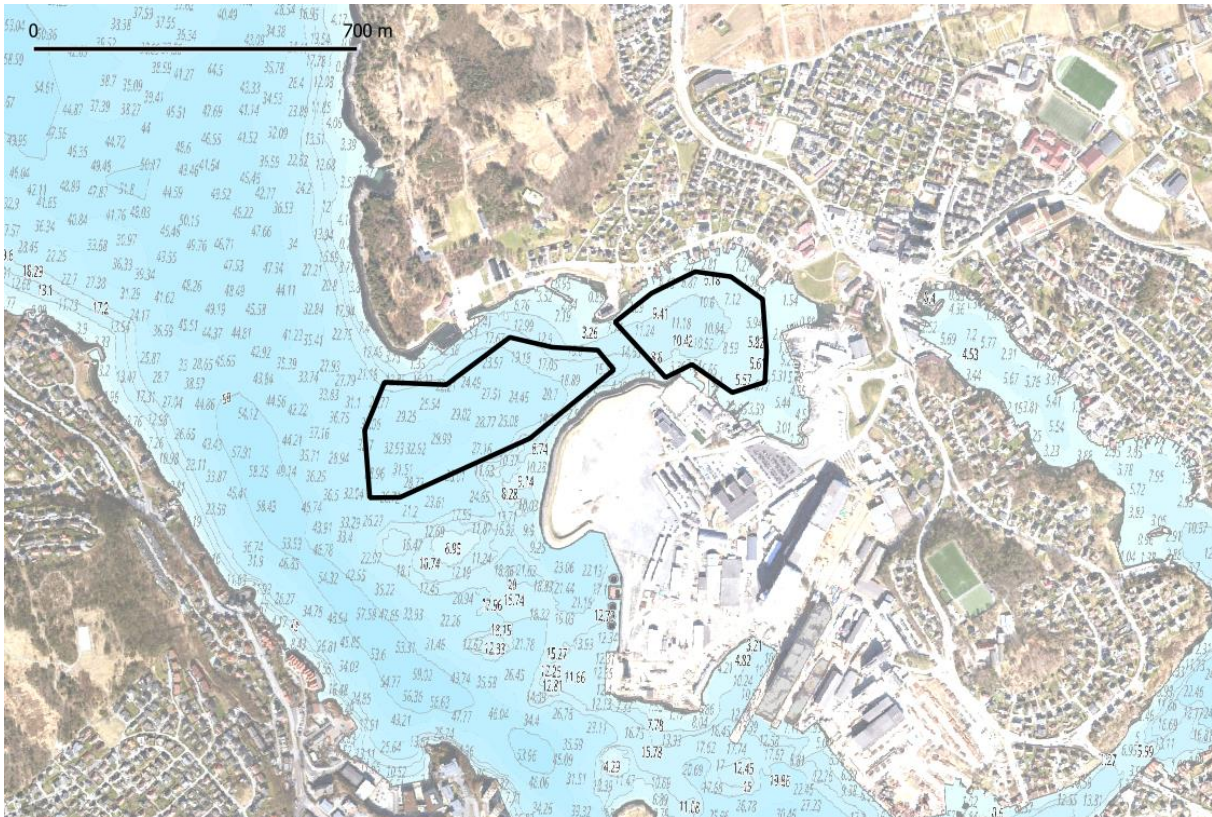
2 METODE

2.1 Områdebeskrivelse

Tiltaksområdet er lokalisert på Hundvåg i Stavanger (figur 1) og består av to delområder; indre Bangavågen og ytre Bangavågen.

Indre Bangavågen er avgrenset av sundet mellom Kuholmen og Tømmerodden. Området er delvis skjermet, og kun i kontakt med ytre Bangavågen gjennom det overnevnte sundet. Området indre Bangavågen er relativt grunt, med det dypeste punktet på kote -15,0, mens ca. 75% av området er grunnere enn kote -10,0.

Området ytre Bangavågen er dypere enn indre Bangavågen, med det dypeste punktet på kote -35,0 og grunneste på kote -16,0. Havneområdene her har historisk sett vært preget av industri. Forsvaret har også et anlegg på Ulsnes. Det var tidligere et kommunalt deponi (søppelfylling), samt bl.a. maling- og lakkfabrikk på Buøy. I tillegg var Norges første oljebase i noen år lokalisert i Bangavågen.



Figur 1. Tiltaksområdene Ytre og Indre Bangavågen på Hundvåg i Stavanger kommune.

2.2 Overvåkingsplan

Utført overvåking ble gjennomført i tråd med overvåkingsprogrammet (Muticonsult, 2022). Den utførte overvåkingen skal svare ut sentrale spørsmål knyttet til tildekkingslagets tilstand, grad av forurensning og rekontaminering, og biologisk tilstand. Oppsummert overvåkingsprogram er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Oppsummert overvåkingsprogram hentet fra Multiconsult (2022).

Kontroll av	Undersøkelse	Spørsmål overvåkingen skal gi svar på
Tildeckingslagets fysiske tilstand	Seismikkundersøkelse for å kontrollere tykkelsen på tildeckingsmassene og tykkelsen på erosjonssikringen	Er tildeckingslaget intakt (heldekkende og rett tykkelse)?
	Videofilming (ROV) av sjøbunnen for å kontrollere om erosjonssikringslaget er heldekkende og intakt.	
Tildeckingslagets miljøtilstand	Videofilming (ROV) av sjøbunnen i utvalgte profiler for å avklare om erosjonssikringslaget: -Består av knust stein i fraksjon 30-90 mm. -Er heldekkende og intakt.	Er tilstanden til tildeckingslaget klasse III eller bedre?
	Prøvetaking og kjemisk analyse av finstoffholdige sedimenter dersom behov, jf. resultatene fra videofilmingen (ROV).	
	Sedimentfeller i tre stasjoner, hhv. to stasjoner i indre Bangavågen og én stasjon i ytre Bangavågen.	
Biologiske parametere	Kartlegge utbredelse og tilstand ålegrasenger i indre Bangavågen i sommersesongen.	Utvikling av utbredelse og tilstand ålegrasenger?
	Videofilming (ROV) av sjøbunnen for å vurdere reetablering av lokal bunnfauna.	Status reetablering av bunnfauna?

2.3 Seismikkundersøkelser

For beskrivelse av metodikk for seismikkundersøkelser henvises det til Norkysts rapport *Bangavågen – Overvåking av tildekket sjøbunn. Sjøbunnskartlegging, sedimentkartlegging og miljøundersøkelse* (Norkyst, 2023).

2.4 Videofilming

For å kontrollere om erosjonssikringslaget er heldekkende og intakt ble det utført filming med undervannsdrone av typen Blueye Pioneer. Dronen sender høyoppløselig film til personellet på land. Innsamlet filmmateriale dannet deler av grunnlaget til å vurdere om tildeckingslaget virker å være heldekkende og intakt.

2.5 Sedimentfeller

Sedimentfeller ble plassert ut ved tre lokaliteter (Rigg1 – Rigg 3) i april 2023. Fellene sto ute i to måneder og ble innhentet 22. juni 2023. Sedimentert materiale ble fotografert, beskrevet og overført diffusjonstette rilsanposer og sendt til Eurofins for analyse. Prøvene ble analysert for standard analysepakke bestående av metaller, PAH16, PCB7, TBT og kornstørrelse. På grunn av den lille mengden prøvemateriale var det ikke mulig for laboratoriet å utføre analyser av TBT og kornstørrelse.



Figur 2. Stasjonsplassering for de tre sedimentfellene i Bangavågen.



Figur 3. Innhenting av sedimentfelle fra Bangavågen.

Analyseresultatene ble sammenliknet med grenseverdier i Miljødirektoratets veileder *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota M-608* (Miljødirektoratet, 2016) og fargekodet iht. tabell 2. Grenseverdiene er satt ut fra antakelser om eksponeringsveier, biotilgjengelighet og spredningsfare til andre deler av økosystemet.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for miljøgifter i sedimenter og vann, iht. veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2016).

Tilstandsklasse	1 Bakgrunn	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig
Effekt på vann- og sedimentlevende organismer	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense styres av	Bakgrunnsnivå	AA-QS, PNEC	MAC-QS, PNEC _{akutt}	PNEC _{akutt} * sikkerhetsfaktor	

2.6 Kartlegging og tilstandsklassifisering av ålegras

Feltkartlegging ble utført 8. og 13. september 2023 med hjelp av undervannsdrone og observasjoner fra land. Innsamlet data ble benyttet til å finne utbredelse og tilstand av ålegrasengene i Bangavågen. Selv om ålegraset i Bangavågen forekommer i adskilte enger, er de i Naturbase registrert som én forekomst. I et forvaltningsperspektiv er dette hensiktsmessig, men i dette tilfellet, hvor en søker å avdekke eventuell påvirkning på ålegraset, er det valgt å tilstandsklassifisere hver enkelt eng.

Veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* presenterer metodikk for økologisk tilstandsklassifisering av ålegras. Fordi plantene er fastsittende og responderer på miljøgifter, og på endringer i næringssaltkonsentrasjoner, er ålegras en god biologisk indikatorart. For eksempel vil økte næringssaltkonsentrasjoner kunne påvirke plantetetthet og gi økt vekst av hurtigvoksende trådalger slik at ålegraset kan bli utkonkurrert. For å fange opp slik påvirkning er parametere som beskriver begroing og tetthet en viktig del av klassifiseringen. Parametere for tilstandsklassifisering av ålegras er

1. begroing - måles på en skala fra 1 til 4 (dårlig-svært god)
2. tetthet - måles på en skala fra 1 til 4 (dårlig-svært god)
3. nedre voksegrense - finnes ved å følge ålegrasforekomsten til dypet hvor planten dekker kun 10 % av sjøbunnen
4. tilleggsparemetere: høyde på eng - måles på en skala fra 1 til 3 (<20 cm, 20-60 cm, >60 cm) ved hjelp av kameraets dybdesensor. Indikerer økologisk funksjon og sier noe om hvor stort leverom ålegrasforekomsten skaper for andre organismer.

Det ble registrert verdier for hver klassifiseringsparameter (se over) som igjen ble tilegnet en poengverdi, jf. tabell 3-5.

Tabell 3. Poengverdier for mengden begroingsalger for beregning av EQR. Verdiene er hentet fra veileder 02:2018.

Poeng			
4	3	2	1
Lite trådformede alger, frisk grønt gress	<15 % trådformede alger	>15 % trådformede alger	>50 % trådformede alger

Tabell 4. Poengverdier for tetthet av ålegras for beregning av EQR. Verdiene er hentet fra veileder 02:2018.

Poeng			
4	3	2	1
Tett eng	Flekkvis tett eng	Glissen eng	Enkelte planter

Tabell 5. Poengverdier for referanseverdier og klassegrenser for ålegrasets nedre voksegrense for beregning av EQR. Bangavågen tilhører vanntype 3 Beskyttet fjord/kyst. Verdiene er hentet fra veileder 02:2018.

Vann-type	Referanse-dyp	5 poeng	4 poeng	3 poeng	2 poeng	1 poeng	0 poeng
3 Beskyttet fjord/kyst	>8	>8	>6-8	>5-6	>3-5	>2-3	0-2

For hver ålegraseng ble det beregnet en EQR-verdi (Ecological Quality Ratio) etter følgende formel:

$$EQR = \frac{0,5 * poeng NV}{RefNV} + \frac{0,3 * poeng T}{RefT} + \frac{0,2 * poeng B}{RefB}$$

hvor NV = nedre voksedyp, T = skuddtetthet og B = grad av begroing, Ref = referanseverdi (naturligstand).

EQR-verdien ble deretter sammenliknet med forslaget til grenseverdier for ålegras (tabell 6)

Tabell 6. Grenseverdier for økologisk tilstand i ålegrasenger basert på beregnet EQR-verdi. Grenseverdier er hentet fra veileder 02:2018.

Naturtilstand, Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
1,0 – 0,9	0,9 – 0,75	0,75 – 0,6	0,6 – 0,5	0,5 – 0

2.7 Reetablering av lokal bunnfauna

Vurdering av reetablering av lokal bunnfauna, da fortrinnsvis epifauna (bunnfauna som lever på sjøbunnen og ikke i sjøbunnen) ble utført på bakgrunn av innsamlet videomateriale (se kap. 2.4).

3 RESULTATER OG VURDERINGER

Utførte undersøkelser har hatt som mål å svare ut følgende spørsmål fra overvåkingsprogrammet (Multiconsult, 2022):

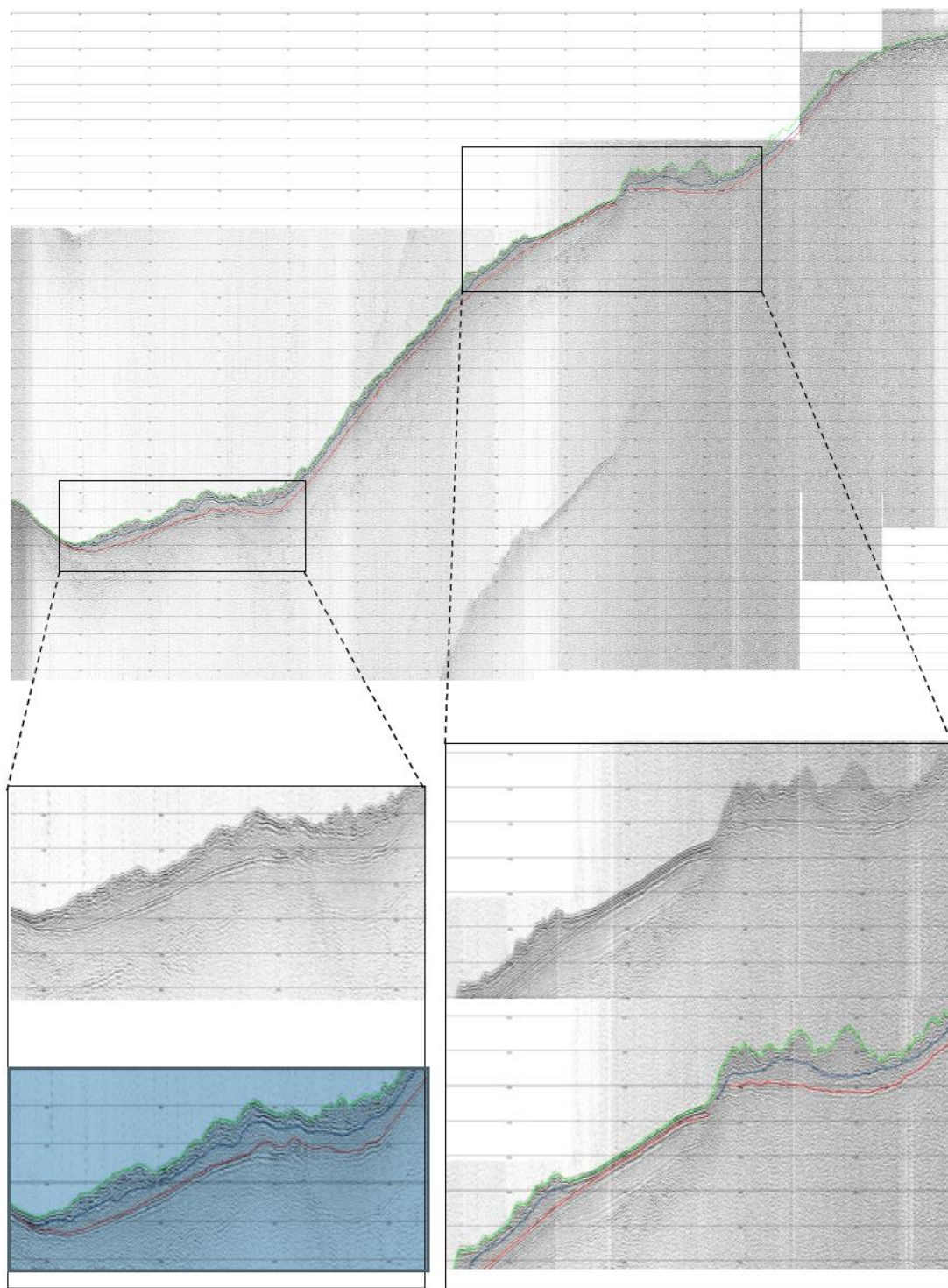
- Er tildekkingslaget intakt?
- Er tilstanden til tildekkingslaget klasse III eller bedre?
- Hvordan er utviklingen av utbredelse og tilstand av ålegrasengene?
- Hva er status på reetablering av bunnfauna?

Resultater og vurderinger er i det videre presentert med mål om å svare ut spørsmålene over. Avslutningsvis er det også presentert vurderinger knyttet til innholdet i gjeldende overvåkingsplan.

3.1 Er tildekkingslaget intakt?

3.1.1 Seismikkundersøkelser

Tildekkingslaget og erosjonssikringslag ble identifisert ved prosessering og fortolkning av innsamlede penetrerende ekkolodd-data (figur 4).

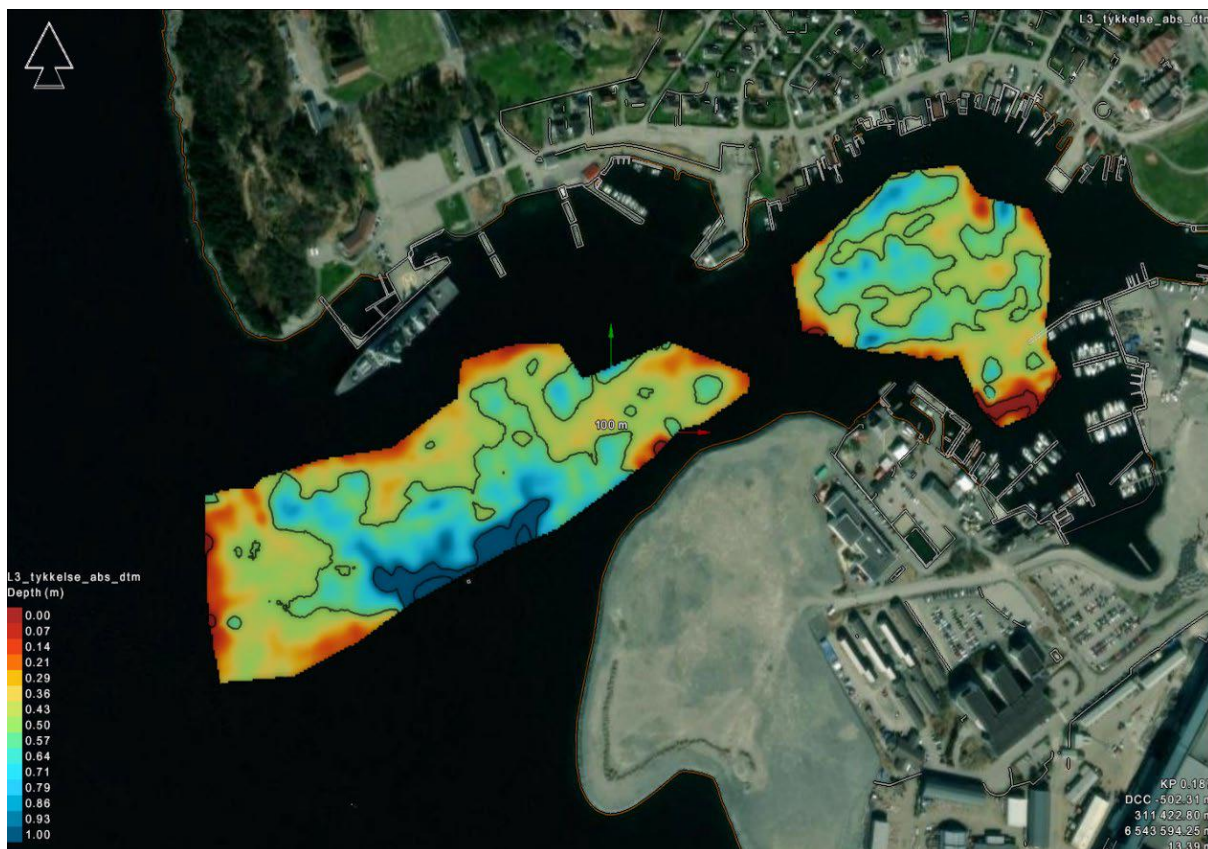


Figur 4. Eksempel på SBP-profil med forstørrede utsnitt. Blått lag = erosjonssikringslag, rødt lag = tildekningslag. Figur hentet fra Norkyst (2023).

Figur 5 og 6 viser Isopach-kart som oppsummerer tykkelsen på erosjonssikringslaget og tildekningslaget. Figurene viser at begge lag generelt har tykkelse under 1 m og at gjennomsnittstykkelsen for begge lagene er ca. 0,5 m. Skanninger utført i 2017 viste at selve tildekningslaget var ca. 40 cm tykt og at erosjonssikringslaget var ca. 10-30 cm tykt. De nye målingene fra 2023 stemmer altså godt overens med tidligere data. For ytterligere detaljer rundt seismikkartleggingen henvises det til Norkyst (2023).



Figur 5. Isopach-kart som viser tykkelsen på erosjonssikringslaget. Figur hentet fra Norkyst (2023).



Figur 6. Isopach-kart som viser tykkelsen på tildekkingslaget. Figur hentet fra Norkyst (2023).

3.1.2 Videofilming med ROV.

Utført videofilming samsvarer med seismikkundersøkelsen og gir inntrykk av at erosjonssikringslaget er heldekkende og intakt. Det ble ikke funnet områder hvor erosjonssikringslaget var tynt, fraværende eller hvor tildekkingslaget var blottlagt. Eksempelbilde fra erosjonssikringslaget er vist i figur 7.



Figur 7. Nærbilde av typisk utseende av erosjonssikringslaget i Bangavågen. Rød sirkel viser trolig rørdannende børstemark på stein.

3.2 Er tilstanden i tildekkingslaget klasse 3 eller bedre?

3.2.1 Sedimentprøvetaking

Som tidligere beskrevet har utførte seismikkundersøkelser og videofilming vist at erosjonssikringslaget er intakt og at det er svært begrenset med sediment som er akkumulert i perioden fra 2017 til 2023. For å verifisere dette ble det ved innhenting av sedimentfeller utført en test med grabbprøvetaking av sjøbunnen, dette for å få en indikasjon på «hvor enkelt» det er å hente inn sedimentprøver fra området. Ved alle anledninger var det kun pukk som kom med i grabben (figur 8). Steinen hadde fraksjoner mellom 7-12 cm. På bakgrunn av denne informasjonen ble det besluttet å ikke forsøke å samle inn sedimentprøver for kjemiske analyser.



Figur 8. Bilder fra forsøk med grabbprøvetaking. Det lyktes kun å hente inn materiale fra erosjonssikringslaget.

3.2.2 Sedimentfeller

Ved innhenting av sedimentfeller var alle sylindre intakt og det var sedimentert materiale i samtlige. Det sedimenterte materialet utgjorde i gjennomsnitt 9 mm ved Rigg 1, 5,5 mm ved Rigg 2 og 8,5 mm ved Rigg 3. Eksempel på oppsamlet materiale er gitt i figur 9.



Figur 9. Sedimentert materiale over to måneder fra sedimentfelle i Bangavågen.

Tilstandsklassifiserte analyseresultater (iht. grenseverdier i M-608) er gitt i tabell 7. Resultatene viser at materialet som ble sedimentert i fellene i løpet av de to månedene generelt har miljøgiftkonsentrasjoner tilsvarende bakgrunnsverdi og god tilstand, hhv. klasse 1 og 2. Det sedimenterte materialet ved rigg 2 hadde imidlertid konsentrasjoner av naftalen tilsvarende klasse 3, moderat tilstand.

Siden det ikke var mulig å utføre sedimentprøvetaking er det vanskelig å vurdere tilstanden i selve tildekkingslaget. Utførte undersøkelser med sedimentfeller tyder imidlertid på at sedimentasjonen i området kun i liten grad bidrar til rekontaminering av tildekkingslaget. Videre, dersom det innsamlet prøvemateriale legges til grunn tilsvarer tilstanden i akkumulert materiale ved rigg 2 tilstandsklasse 3, mens det ved rigg 1 og 3 tilsvarer hhv. tilstandsklasse 1 og 2. Det er ingen indikasjoner i resultatene som tyder på at det er forskjell i forurensningstilførsel mellom lokalitetene.

Det legges til grunn at massene i tildekkingslaget var reine (uten forurensning) ved utlegging. Det vurderes derfor som sannsynlig at akkumulert sediment i perioden fra utlegging til i dag, ikke har forverret tilstanden til høyere enn tilstandsklasse 3.

Ved sammenlikning med resultatene fra 2017 (COWI, 2017) ses det en generell nedgang i konsentrasjoner. I det sedimenterte materialet innsamlet i 2023 er det kun kvikksølv i Rigg 2 som forekommer i høyere konsentrasjoner enn i 2017. Forskjellen er heller ikke stor (0,17 mg/kg) og ved Rigg 1 var konsentrasjonen langt lavere i 2023 enn i 2017.

Tabell 7. Tilstandsklassifiserte analyseresultater for sedimentfeller i Bangavågen fra 2017 (COWI, 2017) og 2023. Resultatene er fargekodet etter grenseverdiene i veileder M-608.

Parameter	COWI 2017		Ecofact 2023		
	Rigg 1	Rigg 2	Rigg 1	Rigg 2	Rigg 3
Arsen (As)	11	13	< 9,7	< 15	< 12
Bly (Pb)	39	42	< 9,7	< 15	< 12
Kadmium (Cd)	0,51	0,46	< 0,20	< 0,30	< 0,23
Kobber (Cu)	71	71	17	< 15	84
Krom (Cr)	26	26	< 9,7	< 15	< 12
Kvikksølv (Hg)	0,23	0,24	0,032	0,41	0,031
Nikkel (Ni)	30	29	< 9,7	< 15	< 12
Sink (Zn)	199	206	< 43	< 66	< 51
Naftalen	0,19	i.a.	< 0,086	0,14	< 0,10
Acenaftylen	<0,025	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Acenaften	<0,025	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Fluoren	0,04	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Fenantren	0,079	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Antracen	0,041	i.a.	< 0,039	< 0,060	< 0,047
Fluoranten	0,13	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Pyren	0,16	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Benzo[a]antracen	0,098	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Krysen/Trifenylen	0,091	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10

Benzo[b]fluoranten	0,13	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Benzo[k]fluoranten	0,064	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Benzo[a]pyren	0,11	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0,025	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Dibenzo[a,h]antracen	0,09	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Benzo[ghi]perylene	0,083	i.a.	< 0,086	< 0,13	< 0,10
Sum PAH(16) EPA	1,31	i.a.	nd	0,14	nd
Sum 7 PCB	0,0169	0,0263	nd	nd	nd
TBT	0,081	0,065	i.a.	i.a.	i.a.

3.3 Hvordan er utviklingen av utbredelse og tilstand av ålegrasengene?

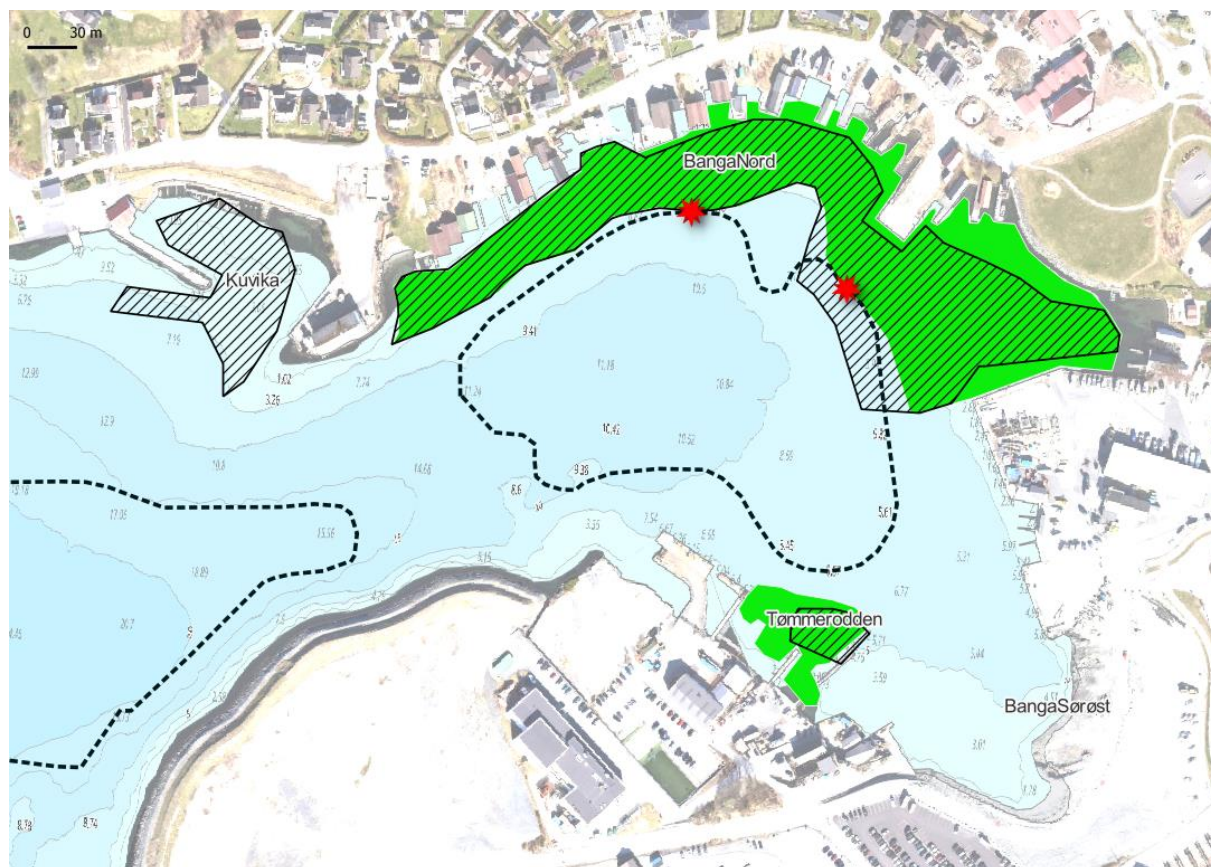
3.3.1 Utbredelse

Forrige kartlegging (Ecofact, 2015) viste at ålegrasforekomsten i Bangavågen består av 4 adskilte lokaliteter; lokalitet i Kuvika ved forswarets anlegg på Ulsnes (Kuvika), stor lokalitet nord i indre Bangavåg (BangaNord), liten lokalitet sørøst i indre Bangavåg (BangaSørøst), og mindre lokalitet på østsiden av Tømmerodden (Tømmerodden).

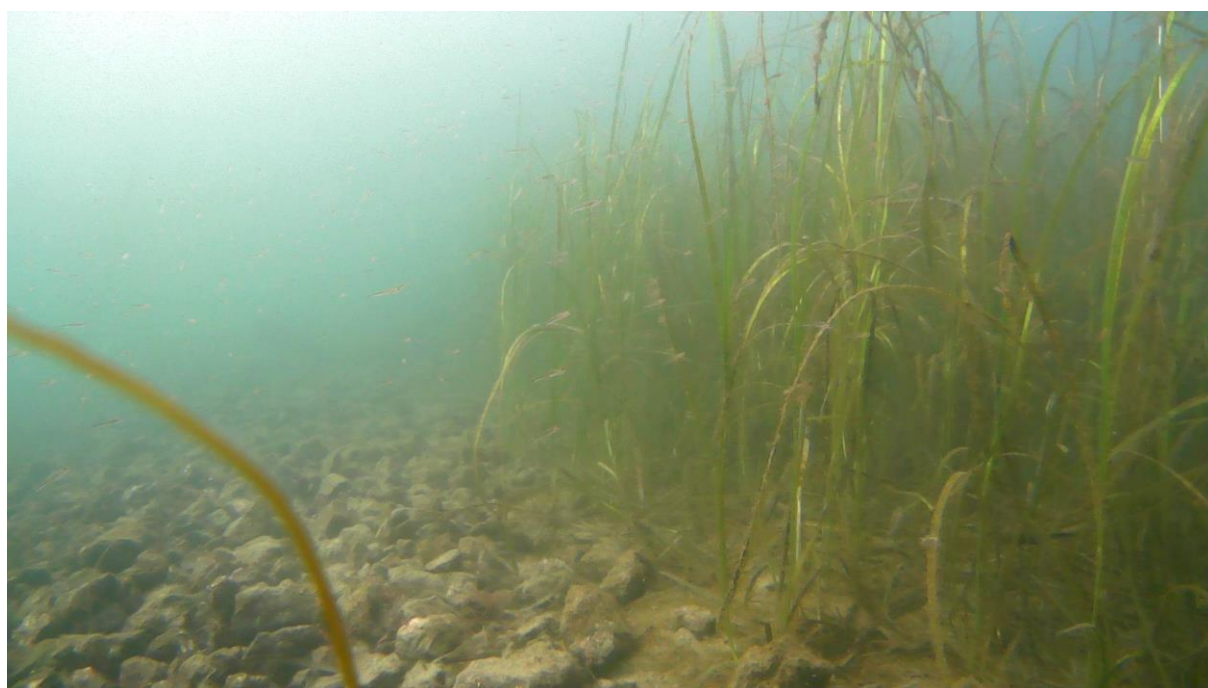
Den nye kartleggingen viste at lokalitet BangaSørøst ikke lengre eksisterer, trolig på grunn av utfyllingsarbeidene som har foregått der i løpet av de siste årene. Lokaliteten Kuvika er i skrivende stund ikke kartlagt, dette på grunn av den trolig skal kartlegges av Forsvarsbygg seinere i 2023.

Den nye kartleggingen viste også at lokalitetene BangaNord og Tømmerodden har en noe annerledes avgrensning enn i 2015 (figur 10). Feltobservasjoner viste at BangaNord går lengre opp i fjæresonen i de nordlige områdene enn hva som ble funnet i 2015. I de dypeste områdene av lokaliteten ligger avgrensningen noen steder kant i kant med erosjonssikringslaget (figur 11). Total utbredelse i 2023 var 25 700 m² kontra 23 350 m² i 2015.

Lokalitet Tømmerodden hadde også en større utbredelse i 2023 enn i 2015 (figur 2). Total utbredelse i 2023 var 2700 m² kontra 1027 m² i 2015.



Figur 10. Avgrensning av ålegraslokalteter i Bangavågen etter feltkartlegging utført september 2023 (grønt, heldekkende fyll). Avgrensning fra 2015 er vist med streket skravur. Lokaliteten i Kuvika er enda ikke kartlagt, dette skal utføres av Forsvarsbygg seinere i 2023. Lokaliteten BangaSørøst er utgått. Svartstiplet linje er avgrensningen av tildekkingslaget og røde stjerner er områder hvor ålegraseng og tildekkingslag ligger kant i kant (se også figur 11).



Figur 11. Dybdeutbredelsen av lokalitet BangaNord går noen steder kant i kant med tildekkingslaget. På bilde ses erosjonssikringslaget til venstre.

3.3.2 Tilstand

De undersøkte ålegraslokalitetene i Bangavågen var tette, virket friske og yret av liv. Det var generelt svært lite begroing, selv om det enkelte steder viste noe redusert kvalitet. Figur 12-14 viser utvalgte bilder fra lokalitetene.



Figur 12. Yrende liv i lokalitet BangaNord. På bildet ses større fisk som beiter på yngel imellom plantene. Ålegraset i bildet viser her noe tegn til begroing.



Figur 13. Ålegrassjørøser i lokalitet BangaNord.



Figur 14. Fiskeyngel og ålegrassjørøse i lokalitet Tømmerodden. Denne lokaliteten viste i noe større grad tegn til begroing enn lokalitet BangaNord.

Innsamlede parametere for nedre voksedyp, høyde og begroing ble benyttet til å klassifisere lokalitet BangaNord og Tømmerodden til økologisk tilstand. Tabell 8 viser at den største lokaliteten, BangaNord, oppnår en EQR-verdi på 0,92 og lokalitet Tømmerodden en EQR-verdi på 0,90. Den noe lavere verdien for Tømmerodden skyldes at deler av forekomsten hadde noe tegn til begroing. Sammenliknet med klassegrensene i tabell 5 oppnår begge lokaliteter *svært god* økologisk tilstand.

Det er ikke kjent om dettidligere er blitt utført økologisk tilstandsklassifisering av ålegraslokalitetene i Bangavågen. Det er derfor vanskelig å vurdere om tilstanden er endret sammenliknet med tilstanden før sjøbunnen ble tildekket. Det kan likevel konkluderes med at tildekkingsarbeidet, per 2023, ikke har redusert den økologiske tilstanden til lavere enn svært god.

Tabell 8. Lokalitetsnavn, poeng for registreringsparametere og beregnet EQR-verdi/økologisk tilstand til de undersøkte ålegrasengene i Bangavågen 2023. Klassifiseringen er basert på metodikk gitt i veileder 02:2018. Merk at begroing her ikke er benyttet i tilstandsklassifiseringen, men er inkludert i tabellen som informasjon.

Sted	Dyp NV	Tetthet	Høyde	Begroing	Ref:	DypNV	Tetthet	Begroing	EQR
						8	4	4	
BangaNord	Dyp NV	Tetthet	Høyde	Begroing					
Oppsummert:	7	4,00	3,00	3,70		0,88	1,00	0,93	0,92
Tømmerodden	Dyp NV	Tetthet	Høyde	Begroing					
Oppsummert:	7	4,00	3,00	3,33		0,88	1,00	0,83	0,90

3.4 Hva er status på reetablering av bunnfauna?

Eventuell bunnfauna i tildekkingsområdet vil bestå av epifauna, det vil si fauna som lever *på* sjøbunnen. Det ble gjort svært få funn av makroskopisk fastsittende epifauna ved søk med undervannsdrone. Like ved ålegraslokaliteten BangaNord ble det imidlertid observert fastsittende dyr som trolig er anemoner av typen hesteaktinie (figur 15). Det vil mest sannsynlig også være til stede mobil epifauna som for eksempel sjøstjerner, krabber, hummer og kråkeboller.



Figur 15. På tildekkingslaget ble det observert to individer av det som trolig er anemonen hesteaktinie.

3.4.1 Infauna

I tillegg til epifauna ville det i naturlige omstendigheter også vært bunnfauna tilstede i sedimentene (infauna). I Bangavågen er det imidlertid et erosjonslag av grov pukk som gjør at levevilkårene i tildekkingslaget er svært begrensede:

- egg og larver finner ikke veien til de finere massene under (kolonisering),
- det danner seg et høyt trykk over tildekkingslaget som vil påvirke livsmiljøet til infaunaen,
- vannutskiftningen, og dermed oksygentilførselen reduseres,
- tilførsler av organisk materiale reduseres,
- diffusjon mellom tildekkingslag og vannmasser reduseres.

Av denne grunn vurderes det som lite hensiktsmessig å utføre undersøkelser av infaunaen innenfor tildekkingsområdet. I tillegg gjør erosjonslaget det tilnærmet umulig å hente inn grabbprøver for slike undersøkelser.

3.5 Fremtidig overvåking

Gjeldende overvåkingsplan har som mål å avdekke om tildekkingen av Bangavågen fungerer etter hensikten. Resultatene fra første overvåkingsrunde (denne rapporten) antyder at noen elementer i overvåkingsplanen (Multiconsult, 2022) kan vurderes å tas ut, eventuelt redusere overvåkingsfrekvens.

3.5.1 Sedimentprøvetaking

Utført overvåking viser at erosjonssikringslaget består av grov pukk og at det ikke er mulig å hente opp sedimentprøver fra tiltaksområdene. Filming med ROV og målinger utført med sedimentfeller viser at det vil ta lang tid før det er akkumulert et tilstrekkelig tykt sedimentlag som muliggjør prøvetaking. Det foreslås derfor at prøvetaking av sedimenter med grabb utgår fra neste overvåkingsrunde. Dersom en ønsker å prøveta selve tildekkingsmassene må dette utføres av dykker som først må fjerne erosjonssikringsmasser før prøve kan tas ut f.eks. med håndholdt kjerneprøvetaker.

3.5.2 Sedimentfeller

Målinger med sedimentfeller er en nyttig måte å estimere hvor mye sedimenter som tilføres området, og om disse sedimentene er forurensede og dermed bidrar med rekontaminasjon. Det foreslås at målinger med sedimentfeller videreføres i overvåkingsplanen.

3.5.3 Ålegraskartlegging

Arealbeslag, nedslamming og eutrofiering er de største påvirkningene på utbredelse og økologisk tilstand av ålegrasenger (f.eks. Direktoratet for naturforvaltning 2007). Naturtypen er trolig mindre påvirket av utlekking av forurensning fra sjøbunnen. Forekomstene er likevel vitale deler av økosystemet i Bangavågen og det er viktig utbredelse og tilstand ikke svekkes. Det foreslås derfor at overvåking av ålegrasforekomstene videreføres i overvåkingsplanen.

3.5.4 Videofilming av bunnfauna

Siden det ikke er akkumulert et tilstrekkelig tykt sedimentlag er det svært begrenset med infauna i tiltaksområdene. Eventuell bunnfauna vil være fauna som lever *på* erosjonssikringslaget. Det foreslås at kontroll av bunnfauna videreføres i overvåkingsprogrammet. Registreringene kan utføres med ROV som del av ålegraskartleggingen. Overvåkingsplanen bør presisere at det her er snakk om bunnfauna som lever *på* sedimentene.

3.5.5 Passive prøvetakere

For å vurdere utlekking gjennom tildekkingslaget foreslås det at fremtidig overvåking inkluderer målinger med passive prøvetakere. Passive prøvetakere kan plasseres i sedimentflukskamre som settes på sjøbunnen og måler utlekking over tid, eller på annen målerigg i vannmassene.

4 KONKLUSJON

På bakgrunn av utførte undersøkelser og vurderinger konkluderes det med følgende:

- Tykkelsen på erosjonssikringslaget og tildekkingslaget er begge <1 m og begge lag er ca. 0,5 m tykke i gjennomsnitt. Undersøkelsene tyder på at begge lag er intakte.
- Den synlige delen av erosjonssikringslaget består for det meste av stein i fraksjon 5-15 cm.
- På grunn av erosjonssikringslaget er det svært krevende å hente ut sedimentprøve av tildekkingslaget under, og dermed vanskelig å få et direkte mål på forurensningstilstanden. På bakgrunn av innsamlet materiale i sedimentfeller vurderes det som sannsynlig at akkumulert sediment i perioden fra utlegging til i dag, ikke har forverret tilstanden i tildekkingslaget til høyere enn tilstandsklasse 3.
- I to av ålegraslokalitetene i Bangavågen var utbredelsen større i 2023 enn hva som var tilfellet i 2015. Én lokalitet var utgått, trolig på grunn av senere tids anleggsarbeider. Den økologiske tilstanden i de to undersøkte lokalitetene tilsvarer svært god.
- På grunn av erosjonssikringslaget vil det underliggende tildekkingslaget ikke kunne koloniseres av bunnfauna. På erosjonssikringslaget ble det observert hesteaktinier og rørdannende børstemark.

5 REFERANSER

- COWI, 2017. Forurensset sjøbunn i Indre Bangavågen, Stavanger. Risikovurdering trinn 1-3 og tiltaksvurderinger. Rapportnummer: RAP-A099602-001.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN Håndbok 19-2001 Revidert 2007. 51 s.
- Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018. Klassifiseringsveileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Miljødirektoratet, Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Veileder M-608.
- Multiconsult, 2022. Overvåkingsplan etter tildekking av forurensset sjøbunn i Bangavågen. Dokumentkode: 10246456-01-RIGm-NOT-001.
- Norkyst, 2023. Bangavågen – Overvåking av tildekket sjøbunn. Sjøbunnskartlegging, sedimentkartlegging og miljøundersøkelse. Dok.id.: 23003-230042.