

BERGEN KOMMUNE

SIDE 1/15

RENERE HAVN BERGEN

FØRMÅLINGSPROGRAM FOR VÅGEN



OPPDAGSNR.	DOKUMENTNR.
A109463	A109463-2021-15

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
002	08.12.21	Miljøovervåking	AMG, AVSU, ARMI	AVSU	BCKV

Innhold

1 Bakgrunn.....	3
1.1 Tiltaksområdet	3
1.2 Mål.....	4
2 Prøvelokaliteter.....	5
3 Målemetoder	6
3.1 Sedimentfeller.....	7
3.2 Vannprøver og passive prøvetakere	8
3.3 Blåskjell	9
3.4 Bentiske flukskammer	9
3.5 Bløtbunnsfauna	10
4 Måleprogram	12
4.1 Prøvetakingsplan	12
4.2 Framdrift.....	13
4.3 Kostnadsoverslag	13
5 Referanser	14
6 Vedlegg	15

1 Bakgrunn

Renere havn Bergen er et samarbeidsprosjekt mellom Bergen kommune, Bergen Havn og Miljødirektoratet som arbeider med å hindre spredning av miljøgifter fra en forurensset sjøbunn og skape et renere miljø i Bergen havn. Sjøbunnen i Vågen er sterkt forurensset. For å redusere spredning av miljøgifter til mennesker og miljø er sjøområdet prioritert for opprydding (Bergen kommune, 2021).

I forbindelse med forberedelse til tiltak skal det gjennomføres kartlegging av førtilstanden med hensyn til spredning av forurensning i og ut av tiltaksområdet. Resultatene skal benyttes som referansedata underveis i anleggsfasen og ved vurdering av måloppnåelse etter tiltak og miljøeffekt over tid.

Prøvetakingsprogrammet bygger på Miljødirektoratets veiledning for håndtering av sedimenter (Miljødirektoratet, 2015), erfaringer fra tilsvarende førmålinger og etterkontroll av tiltak i Puddefjorden (COWI AS, 2017) (COWI, 2020), tidligere undersøkelser av miljøtilstanden, tiltaksplan og miljømål for Vågen (COWI, 2021) samt forventede vilkår i tillatelse til tiltak i Vågen etter forurensningsloven. Det er også tatt hensyn til samlokalisering av prøvestasjoner med Byfjordsundersøkelsen som har pågått i fjordområdet utenfor Bergen siden 1970-tallet.

1.1 Tiltaksområdet

Vågen ligger i Bergen sentrum og er omkranset av bybebyggelse og kaier. Tiltaksområdet har et areal på ca. 275 000 m² og er avgrenset av 20 m dybdekoten i den ytre delen av Vågen (Figur 1). Vågen er en travelt havn og et viktig element i bybildet. Sjøbunnen er vernet av kulturminneloven på grunn av stort marina- arkeologisk potensiale.

Vågen er en 1,3 km lang terskelfjord. En terskel med ca. 9 m dybde skiller det indre fjordbassenget fra de ytre delene av Vågen. Sjøbunnen er sterkt forurensset av tungmetaller og organiske miljøgifter. Dybdene varierer mellom 3 meter ved de grunneste kaifrontene til ca. 17 meter i det dypeste bassenget rett innenfor terskelen. Størstedelen av det indre fjordbassenget og deler av området utenfor terskelen har relativt bløt sjøbunn med mye finstoff. På terskelen og langs de fleste kaiene er sjøbunnen hardere med mer sandige og grove sedimenter. Ingen elver eller bekker av betydning har utløp til Vågen, men området tilføres urbant overvann og enkelte overløp i avløpsnettets har utløp i Vågen.

Nasjonalt Institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har gjennomført flere undersøkelser av fisk og sjømat fanget i Byfjorden. På bakgrunn av nivåene av kvikksølv, PCB og dioksinliknende PCB har Mattilsynet gitt kostholdsråd for dette fjordområdet og fraråder inntak av fiskelever og ål i tillegg til dypvannsfisk og brunmat i krabbe (Mattilsynet, 2013). Vågen ligger innenfor området som er omfattet av kostholdsrådene.

Planlagte miljøtiltak og tidligere undersøkelser i tiltaksområdet er beskrevet i *Tiltaksplan for forurensset sjøbunn i Vågen, Bergen* (COWI, 2021).

1.2 Mål

Formålet med førmålingsprogrammet er at det skal:

- gi et godt sammenlikningsgrunnlag for vurdering av miljøpåvirkning under tiltaksgjennomføring, mål-oppnåelse og miljøutviklingen i Vågen over tid.
- gi mulighet for å spore kilder til eventuell ny tilførsel av forurensning etter opprydding.
- fange opp variasjoner mellom ulike lokaliteter i og utenfor tiltaksområdet og i ulike dyp i vannsøylen.
- fange opp årstidsvariasjoner og endringer i aktivitetsnivået i havnen.

Miljømål for Vågen fremgår av tiltaksplanen (COWI, 2021) og Vannforskriften.

Følgende miljømål er vedtatt av Bergen kommune for tiltaket i Vågen:

- Spredning av miljøgifter fra sedimentene i Vågen skal reduseres med 80%.
- Ny tilførsel av miljøgifter fra land skal minimaliseres.
- Tiltak skal utføres skånsomt for å bidra til bevarelse av kulturminner i området.
- Tiltak skal planlegges og gjennomføres på en måte som er minst mulig til hinder for daglig havnedrift og til minst mulig sjenanse for nærmiljøet.

Det er foreslått følgende tiltaksmål for tiltaket som er rettet mot utførende entreprenør og danner grunnlag for kontroll med tiltaksgjennomføringen:

- I inntil fire uker etter at tiltaket er gjennomført skal innholdet av PAH₁₆ (både sum PAH₁₆ og enkeltforbindelser), PCB₇ og tungmetaller (As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni, Zn) i de øverste 10 cm av sjøbunnen være i tilstandsklasse II eller lavere i henhold til veileder M-608/2016.
- Tiltaket skal ikke medføre uakseptabel spredning av forurensede partikler til Byfjorden/Puddefjorden.

Vannforskriftens miljømål er at alle vannforekomster skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand. I *Regional vassforvaltningsplan for Vestland vassregion 2022-2027*, er Byfjorden indre del angitt med moderat økologisk tilstand og miljømålet om god tilstand har tidsfrist i 2027/33 (vannforekomst ID: 0261010800-4-C)

2 Prøvelokaliteter

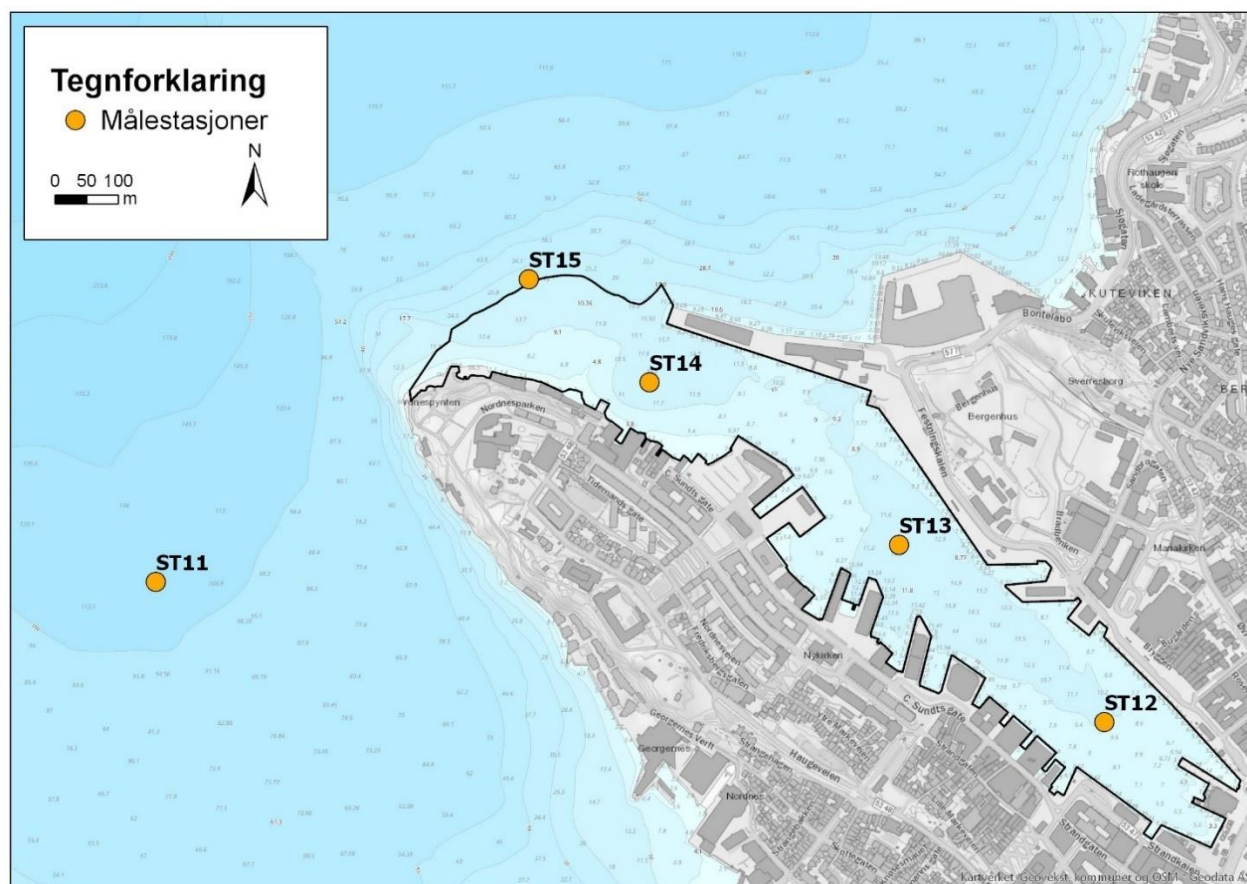
Med bakgrunn i målsettingen for førmålingsprogrammet er det etablert 4 målestasjoner i Vågen (ST12-ST15). Disse føyer seg inn i et nett av målestasjoner som benyttes av Renere havn Bergen. Førmålingene skal gjennomføres i stasjonene i Vågen (ST12, ST13, ST14 og ST15) og ST11 (Figur 1) (vedlegg 1).

ST 11 ligger vest for tiltaksområdet og kan påvirkes både fra Puddefjorden og Vågen. ST11 inngår også i langtidsovervåkingsprogrammet for Puddefjorden (COWI, 2019).

To av stasjonene er lokalisert nært stasjoner i Byfjordsundersøkelsen der det foreligger historiske målinger for blant annet bløtbunnsfauna (ST11= Byfjordens St.14 og ST12= Byfjordens St. Vågen) (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2017). Disse stasjonene skal etter planen for Byfjordsundersøkelsen prøvetas igjen i 2023 (Bergen kommune, 2021).

ST13 er lokalisert nært Festningskaiaen som ble benyttet som prøvepunkt ved kostholdsrådundersøkelsen i 2007 (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), 2008).

Stasjonene er etablert etter avtale med Bergen Havn AS (Bergen Havn AS, 2021). Lokalitetene er meldt inn til etterretninger for sjøfarende (EfS).



Figur 1 Lokalisering av målestasjoner og omriss av tiltaksområdet i Vågen. Stort kart og koordinater er gitt i (vedlegg 1)

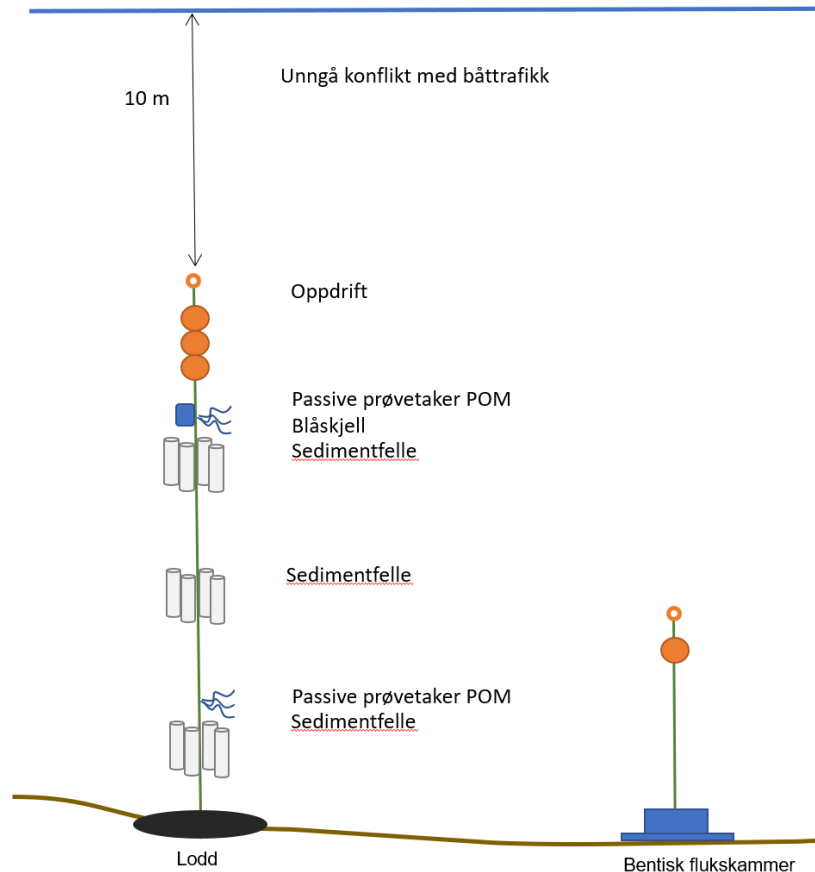
3 Målemetoder

Førmålingsprogrammet skal dokumentere status for spredning av partikkelbundet forurensning, vannkvalitet, opptak av miljøgifter i biota, fluks fra sediment til vannfase og økologisk tilstand. Tabell 1 oppsummerer hvilke metoder som skal benyttes for undersøke de ulike miljøforholdene.

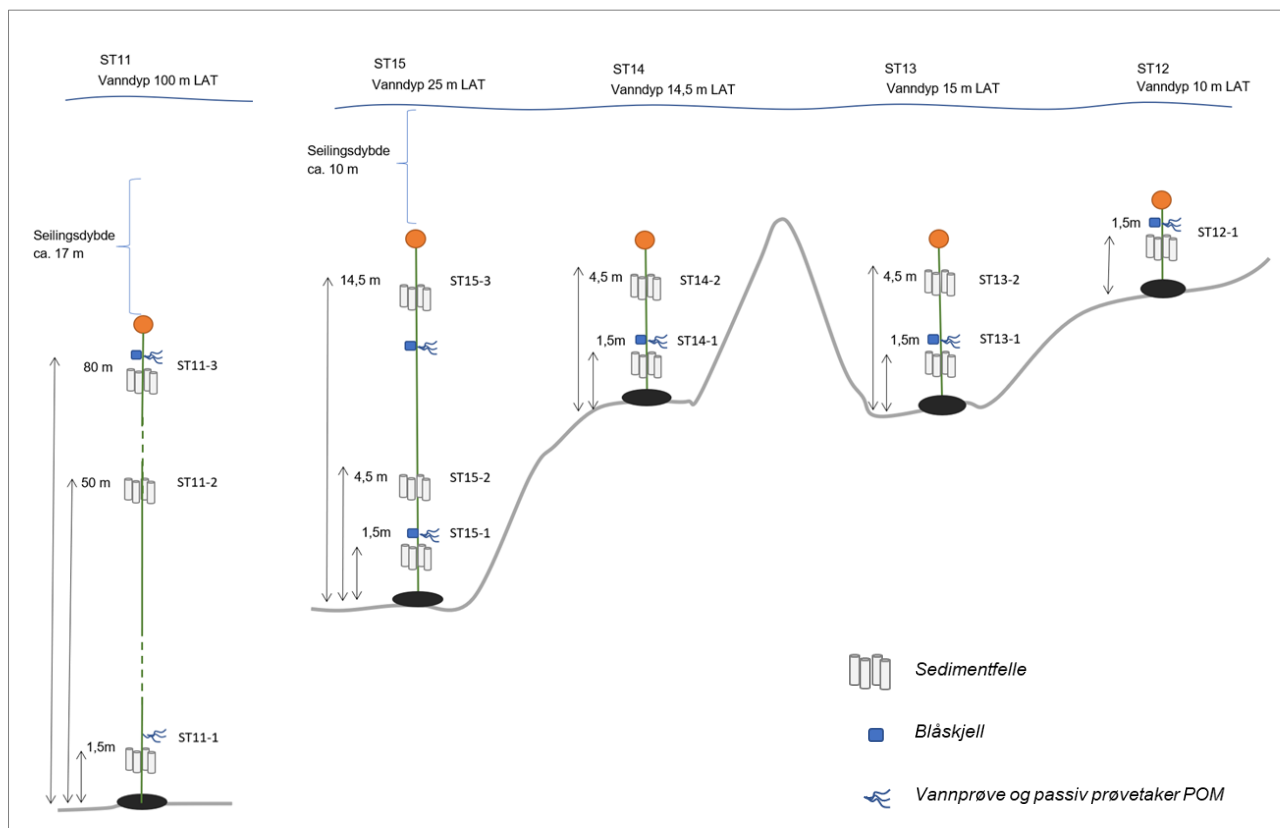
Tabell 1 Oversikt over miljøforholdene som skal undersøkes og valg av metoder.

Miljøforhold	Undersøkelsesmetode
Spredning av partikkelbundet forurensning	Sedimentfeller
Vannkvalitet	Vannprøver, POM
Opptak av miljøgifter i biota	Blåskjell, støtteparametere CTD
Spredning av forurensning ved utlekking fra sjøbunnen	Bentiske flukskammer
Økologisk tilstand	Bløtbunnsfauna, støtteparametere miljøgifter i sediment

Undersøkelsene utføres ved en kombinasjon av stikkprøver og eksponering av måleutstyr/prøvetakere over tid. For å unngå konflikt med båttrafikk må måleriggene med prøvetakingsutstyr stå dykket (Bergen Havn AS, 2021). Prinsippet for oppsett av målerigger er vist i Figur 2. Skjematisk framstilling av oppsettet for målestasjonene og vanndyp for innsamling av prøver er vist i Figur 3.



Figur 2 Prinsipp for oppsett av målerigger.



Figur 3 Skisse med oppsett for plassering av utstyr på måleriggene og navngiving av prøvepunkt (ST15-1, ST15-2 etc). Lokalisering av stasjonene er vist i Figur 1. Figuren er ikke i skala.

3.1 Sedimentfeller

Sedimentfeller er godt egnet til å fange partikler som transporteres med vannmassene og dokumenterer både mengde og type forurensing som spres med vannmassene over tid og i ulike dyp. Sedimentfeller plasseres i fra ett til tre nivå per målestasjon, som angitt i Figur 3.

Partikler i vannet sedimenterer i fellene, og de kan videre samles inn og analyseres for total mengde tørrstoff og innhold av miljøgifter. Alt prøvemateriale i fellene må samles inn for å kunne beregne sedimentasjonsraten.

Kjemiske analyser utføres i prioritert rekkefølge dersom det ikke er tilstrekkelig materiale til alle analysene: 1) metallene arsen, bly, krom, kobber, kadmium, kvikksølv, nikkel og sink 2) PCB₇; 3) PAH₁₆; 4) TBT. Resultatene skal sammenliknes innbyrdes mellom prøvepunktene og klassifiseres i henhold til tilstandsklasser for sjøbunn i M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (Miljødirektoratet, 2020).

Det benyttes sedimentfeller med 4 rør per felle med innvendig diameter Ø104 mm og totalareal 340 cm² (Figur 4). Sedimenfellene har stått ute og samlet materiale i to omganger i 2020. Erfaringsmessig må fellene eksponeres i ca 3 måneder for å samle tilstrekkelig prøvemateriale, men også det kan gi knapt med materiale. Et system med trakter som monteres på toppen av sedimentfellerørene er under utvikling for å øke sedimenteringsarealet og øke prøvemengden. I ulike situasjoner, for eksempel under anleggsarbeid,

vil det være nyttig å kunne samle inn tilstrekkelig prøvemateriale ved kortere eksponeringstid. Det er derfor ønskelig å test ut traktene på et utvalg stasjoner for å kunne sammenlikne sedimentasjonsraten med og uten trakt.



Figur 4 Innhenting av sedimentfeller i Vågen, mai 2021.

3.2 Vannprøver og passive prøvetakere

Det benyttes en kombinasjon av passive prøvetakere og vannprøver. Vannkvalitet måles 1,5 m over sjøbunnen i alle stasjoner og i tillegg ved 15-20 meters dyp i stasjoner med større vanddyp (ST11 og ST15) som vist i Figur 3.

For analyse av de organiske miljøgifter benyttes passiv prøvetaker, POM (PolyOxyMethylene) som festes på måleriggene. PolyOxyMethylene er et plastmateriale som over tid oppnår likevekt med organiske miljøgifter i vannet den eksponeres for. Ved å måle innholdet i POM kan man beregne konsentrasjonene av organiske miljøgifter i vannet prøvetakeren har vært eksponert for. Passiv prøvetaking med POM er en robust målemetode som gir svært lave deteksjonsgrenser. Prøvetakerne skal eksponeres i minimum 4 uker og analyseres for PCB₇ og PAH₁₆.

Vannprøver for analyse av tungmetaller og turbiditet tas som stikkprøver med vannhenter, da det ikke er noen hensiktsmessig passiv prøvetaker tilgjengelig for langtidseksponering i sjøvann. Prøvene tas i forbindelse med utsetting/innhenting av målerigger med POM. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-14:2016. Vannprøvene oppbevares mørkt og kjølig frem til levering på laboratorium. Prøvene skal analyseres for turbiditet og metallene arsen, bly, krom, kobber, kadmium, kvikksølv, nikkel og sink. Metallanalyser utføres direkte (ikke oppsluttet eller filtrert).

Resultatene sammenliknes innbyrdes mellom prøvepunktene og skal vurderes mot EQS_{vann} (Environmental

Quality Standard) og tilstandsklasser i M-608 *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota* (Miljødirektoratet, 2020). Selv om EQS_{vann} i hovedsak gjelder for hele vannfasen for de organiske miljøgiftene (inkludert partikulær fraksjon) er det grunn til å tro at de økotoksikologiske data som EQS_{vann} bygger på ikke er avledet fra hele vannfasen men fra løst fraksjon, og dermed kan bruk av passive prøvetaking være relevant (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018).

3.3 Blåskjell

Bruk av organismer for miljøovervåking er fordelaktig for miljøgifter som akkumuleres, og metoden kan beskrive belastning over tid og indikere belastningen på fisk og sjømat i området. Retningslinjer for overvåking av miljøgifter ved utplassering av blåskjell er gitt i NS 9434 (Norsk Standard, 2017). Blåskjell (*Mytilus edulis*) er godt egnet og en art som ofte brukes i overvåking ned mot 15-20 meter dyp. Skjellene må hentes fra en ren lokalitet der skjellene har lave konsentrasjoner for de aktuelle miljøgiftene. Det skal tas ut nullprøver som ikke eksponeres men fryses ned og senere analyseres sammen med de eksponerte skjellene.

Rene skjell i nett plasseres ut 1,5 m over sjøbunnen og ved 15-20 meters dyp i stasjoner med større vann-dyp (ST11 og ST15) som vist i *Figur 3*. I ST11 settes det ikke ut blåskjell nært sjøbunnen fordi det er for dypt. Blåskjell skal, i henhold til NS 9434, eksponeres i minimum 2 måneder. Av hensyn til sedimentfeller på samme rigg blir skjellene eksponert i 3 måneder. For å unngå gyteperioden, bør prøvetakingen utføres i prøvetakingsomgang 1 og 2 som er planlagt i perioden oktober-mars (Tabell 3). Ved utplassering av blåskjell skal temperatur og salinitet måles minimum ved utsetting og innhenting. Dette utføres i hver stasjon ved hjelp av en CTD-sonde som måler salinitet, temperatur og oksygen i hele vannsøylen.

Etter innhenting skal en blandprøve fra hver stasjon og minimum en ikke-eksponert nullprøve analyseres for PCB₇, dioksiner og dioksinliknende PCB, PAH₁₆ og metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink, tørrstoff og kondisjonsindeks.

Resultatene skal sammenliknes innbyrdes mellom stasjonene, med den ikke-eksponerte null-prøven, med resultater fra kostholdsrådotsundersøkelsen (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), 2008) og med miljøkvalitetsstandarder i M-608 *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota* (Miljødirektoratet, 2020).

3.4 Bentiske flukskammer

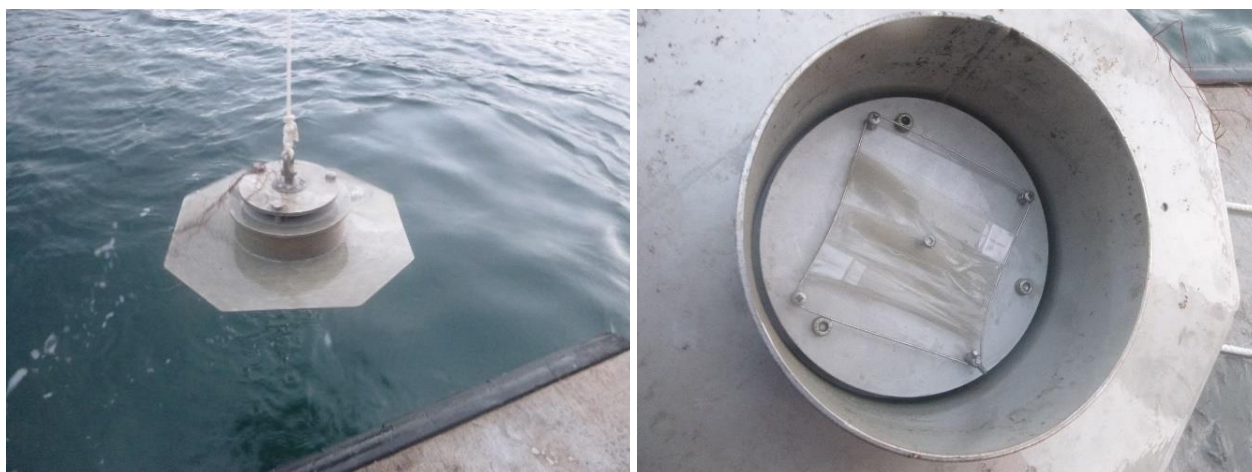
Bentiske flukskammer med SPMD (Semi Permeable Membrane Device) benyttes for å kvantifisere fluks av miljøgifter fra sediment til vannfase pr arealenhet og tid i stasjonene i Vågen (ST12-ST15). Tilsvarende undersøkelse kan gjentas etter tiltak for å vurdere reduksjon i utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen.

SPMD er en følsom passiv prøvetaker som monteres inni flukskammeret og adsorberer organiske miljøgifter som eventuelt lekker ut fra sjøbunnen i løpet av eksponeringstiden. Membranene skal eksponeres i 4 uker og deretter analyseres for PCB₇ og PAH₁₆.

Parallelt med utsetting av flukskammer må det også benyttes en blank-prøve som gis samme håndtering som de membranene som står ute og måler. SPMD er egnet for målinger i luft og vann, og vil begynne å ta opp miljøgifter i det de eksponeres for luft eller vann. Særlig lette forbindelser tas opp raskt. Blankprøven monteres i et flukskammer som senkes ned på sjøbunnen for deretter å umiddelbart bli tatt opp igjen og demontert. Blankprøven oppbevares til prøvetakerne som har stått ute er hentet inn, og analyseres

samtidig med disse. Analyseresultatet av blankprøven trekkes fra analyseresultatene for SPMD som har stått ute.

Ved utsetting av flukskammer bør det benyttes ROV eller undervannskamera for visuell kontroll av plassering. Det må utvises nøyaktighet slik at SPMD-ene ikke kommer i kontakt med sedimentene og at kamrene står korrekt plassert på sjøbunnen. Prinsippskisse for plassering er vist i Figur 2.



Figur 5 Bentisk flukskammer (venstre) og SPMD montert inne i flukskammeret (høyre).

3.5 Bløtbunnsfauna

Tildekking av forurenset sjøbunn med rene masser innebærer som regel en nullstilling av bunndyrsamfunnet ved at eksisterende bunnfauna begravnes og ny bunnfauna må reetablere seg i området. For å undersøke rekolonisering av bunndyrsamfunnet etter tildekking benyttes vanligvis standard metodikk for analyse av bløtbunnsfauna. Denne metoden omfatter en vurdering av artssammensetning og individtetthet. Resultatene gir også en klassifisering av økologisk tilstand for kvalitetselementet bløtbunnsfauna basert på artsmangfold (diversitet) og ømfintlighet (sensitivitet) i henhold til grenseverdier i klassifiseringsveilederen 02:2018.

For å skaffe informasjon om status for bløtbunnsfauna før tiltak skal det utføres undersøkelse i stasjonene ST13, ST14 og ST15 i Vågen på samme årstid i 2023 som Byfjordsundersøkelsen planlegger prøvetaking av bløtbunnsfauna i ST11 og ST12 (Bergen kommune, 2021). Prøvetakingen skal utføres med grabb og i henhold til ISO 16665:2014 *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*. Sedimentet siktes, konserveres og kan deretter analyseres av taksonom som systematiserer og teller arter og antall individ.

Resultatene skal klassifiseres i henhold til ømfintlighets- og diversitetsindekser og det skal beregnes en samlet nEQR (normalised ecological quality radio) som angitt i Veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018). Resultatene skal også sammenliknes med tidligere resultater fra Byfjordsundersøkelsen (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2017).

Det utføres standard støtteundersøkelse av sedimentet som er analyse av andel TOC (totalt organisk karbon) i toppsedimentet 0-1 cm og andel finstoff i fraksjonene leire ($<2\mu\text{m}$) og silt ($2-63\mu\text{m}$) i 0-5 cm av sedimentet. Sensitivitetsindeksene for bløtbunnsfauna er utarbeidet med tanke på organisk belastning (som fra kloakkutslipp), og generelt responderer bunndyrsindeksene dårlig på miljøgifter. Det vil derfor være nyttig å også utføre kjemisk analyse av sedimentet.

Støtteparametere i vann, salinitet og temperatur, skal måles i hele vannsøylen med CTD-sonde.



Figur 6 Sediment og sikteprøve, illustrasjonsbilde fra etterkontroll i Puddefjorden 2019.

4 Måleprogram

4.1 Prøvetakingsplan

Prøvetakingsplanen for førmålinger i Vågen er oppsummert i Tabell 2. I stasjonene tas det prøver fra ett, to eller tre vanddyp som vist i *Figur 3*.

Kjemisk analyse av innsamlet prøvemateriale samt taksonomi og indeksering av bløtbunnsfauna, skal utføres av akkreditert laboratorium.

Tabell 2 Oppsummering av prøvetakingsplanen for Vågen med prøvetyper, målestasjoner, antall prøver og analyser pr målerunde samt totalt antall prøveomganger.

Prøvetyper	Lokaliteter	Prøver/nivå pr omgang	Prøveomganger	Analyseparametere
Sedimentfeller	5 (ST11-15)	11	4	Totalt mengde materiale (g TS), 8 metaller, PCB ₇ , PAH ₁₆ , TBT
Vannprøver	5 (ST11-15)	7	4	8 metaller, turbiditet
Passiv prøvetaker POM	5 (ST11-15)	7	4	PCB ₇ , PAH ₁₆
CTD	5 (ST11-15)	5	4	Temperatur, salinitet, oksygen
Blåskjell	5 (ST11-15)	6 + 2 null	2	8 metaller, PCB ₇ , PAH ₁₆ , dioksiner, dioksinliknende PCB, TS, kondisjonsindeks
Bentiske flukskammer, med passiv prøvetaker SPMD	4 (ST12-15)	4 + 1 null	2	PCB ₇ , PAH ₁₆
Bløtbunnsfauna	3 (ST13-15)	3	1	Antall individer, taksonomi og indeksering
Bunnsediment	3 (ST13-15)	3	1	Miljøpakke sediment (miljøgifter, finstoff, TOC), DR Calux

I første måleomgang vil det bli gjort forsøk med trakter som øker sedimenteringsarealet i sedimentfellene i ST12 og ST15, tilsammen 4 feller (se beskrivelse i kap.3.1).

Når det gjelder analyseparametere for skjell og sediment er standard parametere supplert med dioksiner og dioksinliknende PCB i blåskjell og DR CALUX i sediment på grunn av at kostholdsrådet i området er gitt med bakgrunn i dioksinliknende PCB i tillegg til kvikksølv og PCB.

Det samles inn ekstra prøvemateriale for evt analyse av andre aktører/prosjekt.

4.2 Framdrift

Det er lagt opp til å gjennomføre fire målerunder med sedimentfeller og vannprøver for å fange opp årstidsvariasjoner og aktivitetsendring i Bergen havn som følge av redusert havneaktivitet under/etter korona-pandemien. Førmålinger gjennom et år vil også gjøre etterkontrollen mer fleksibel med hensyn til årstid. Det er vurdert som tilstrekkelig å gjennomføre målinger med blåskjell, bentiske flukskammer i to omganger og bløtbunnsfauna i en omgang. Tidspunkt for bløtbunnsfauna samkjøres med tilsvarende undersøkelser i regi av Byfjordundersøkelsen slik at resultatene blir sammenliknbare.

Måleprogrammet bør evalueres og om nødvendig justeres etter hver måleomgang.

Tabell 3 Framdriftsplan for førmålinger i Vågen. Prøvetakingsmåned og eksponeringsperioder.

Metode	Prøvetakingsomganger				
	1	2	3	4	5
Basis: sedimentfeller, vannprøver, POM	okt-des 21	jan-mars 22	april-juni 22	juli-sept 22	
Blåskjell og støtteparametere	okt-des 21	jan-mars 22			
Bentiske flukskammer	okt 21		apr 22		
Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sediment og vann					2023 ¹

4.3 Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslaget (Tabell 5) inkluderer mobilisering, feltarbeid, analyse, ustyrsleie, databearbeiding og rapportering. Det er basert på leie av lokalt prøvetakingsfartøy med skipper og ROV-pilot, analyser ved akkrediterte laboratorier og øvrig arbeid utført av miljørådgiver.

Tabell 4 Kostnadsoverslag for skissert førmålingsprogram for Vågen per måleomgang i antall stasjoner og prøvedyp som vist i tabell 2.

Metoder	Estimat pr måleomgang (NOK eks mva)
Basis målerunde (sedimentfeller, vannprøver, POM)	345 000
Blåskjell og støtteparametere	114 000
Bentiske flukskammer	85 000
Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sediment og vann	100 000

Tabell 5 Kostnadsoverslag for skissert førmålingsprogram for Vågen pr år og totalsum.

År	Estimat pr år (NOK eks mva)	Hele programmet (NOK eks mva)
2021	544 000	
2022	1 234 000 ²	
2022	100 000	
Sum 2021 og 2022 (hele programmet)		1 878 000

¹ årstid for prøvetaking samkjøres med undersøkelser i regi av Byfjordsundersøkelsen.

² kostnadene samsvarer ikke med årsbudsjett angitt i arbeidsplanen 2022-24

5 Referanser

- Bergen Havn AS. (2021). *Pers.med. Arild Hestetraet.*
- Bergen kommune. (2021). *Pers.med. Anne Cornell, VA-etaten.*
- Bergen kommune. (2021). *Renere havn Bergen. Nettside*
<https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/tema/renere-havn-bergen>.
- COWI. (2019). *Overvåkingsprogram for Puddefjorden 2018-2028. Program for langtidsovervåking av miljøtilstand etter mudring og tildekking av sjøbunnen i Puddefjorden. A095679-002.*
- COWI. (2020). *Rapport 1-årskontroll etter tiltak mot forurenset sjøbunn i Puddefjorden. A109463-2020-01.*
- COWI. (2021). *Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Vågen, Bergen. Rapport nr A109463-2021-02.*
- COWI AS. (2017, Februar). *Forundersøkelse - Spredning av miljøgifter i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann. Fagrapport A079577-2017-02.*
- Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. (2018). *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.*
- Miljødirektoratet. (2015). *Veileder for håndtering av sedimenter. M 350, revidert 25.mai 2018.*
- Miljødirektoratet. (2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, Veileder M608/2016, revidert 30.10.2020.*
- Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES). (2008). *Kostholdsrådundersøkelse Bergen Byfjord 2007.*
- Norsk Standard. (2017). *NS 9434:2017 Vannundersøkelse. Overvåking av miljøgifter i blåskjell (Mytilus spp.) Innamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling.*
- Uni Research Miljø SAM-Marin. (2017). *Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2016. Samlerapport 2011-2016. SAM e-rapport nr. 06-2017.*

6 Vedlegg

Vedlegg 1 Koordinater for målestasjonene

Stasjoner sedimentfeller Vågen				
Stasjon	Område	DDMLat	DDMLon	Ca. dybde (m)
ST11	Puddefjorden	60 23.85411917N	005 17.65084639E	100
ST12	Vågen, indre del	60 23.78043212N	005 19.28971349E	10
ST13	Vågen, midtre del	60 23.92101994N	005 18.92110388E	15
ST14	Vågen, ytre del	60 24.04704158N	005 18.47804264E	14,5
ST15	Vågen, ytre del	60 24.12871375N	005 18.26141998E	25