

Resipientundersøkelse for deponiet ved Svartasmoget

Fitjar kommune, 2019





STIM Miljø Bergen



Tittel: Resipientundersøkelse for deponiet ved Svartasmoget, Fitjar kommune 2019	
Forfattere: Ragni Torvanger og Silje Hadler-Jacobsen	Rapport nr.: 4-2020
Prosjektleder: Ragni Torvanger	Dato rapport: 10.02.2020
Oppdragsgiver: Sunnhordaland Interkommunale miljøverk IKS	Antall sider inkl. vedlegg: 77
Konfidensiell: Nei	Prosjektnummer: 1520

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Bløtbunnsprøvetaking	Test 157	Silje Hadler-Jacobsen
Hydrografi v/CTD	Nei	Silje Hadler-Jacobsen
Prøvetaking biota	Nei	Øydis Alme
Fjæreundersøkelse	Test 157	Øydis Alme
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten, Linda Jensen
Artsbestemming bløtbunnsfauna	Test 157	Øydis Alme, Morten Stokkan, Frøydis Lygre
Faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Kristin Hatlen og Øydis Alme

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 10.02.2020	Signatur
Prosjektansvarlig	Dato 10.02.2020	Signatur

Aktiviteter utført av underleverandør

Aktivitet	Akkrediteringsnummer	Båt og båtfører
Båt med båtfører	Nei	Osedax v/Leon Pedersen
Kjemiske analyser – metaller	SWEDAC 1125	Eurofins Environment Testing Sweden
Kjemiske analyser – TOC	COFRAC	Eurofins Environment Testing France
Kjemiske analyser – PAH, PCB	Test 003	Eurofins Environment Testing Norway
Analyse av kornfordeling og TOM	Test 003	Eurofins Environment Testing Norway

STIM Miljø Bergen Thormøhlens gt. 55 5006 Bergen, Norway	E-post: miljo.bergen@stim.no Internett: www.stim.no/tjenester/miljotjenester Organisasjonsnr. NO 964 873 755 MVA
--	--

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.

Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra STIM AS

SAMMENDRAG

Rapporten presenterer resultatene fra marinbiologiske og kjemiske undersøkelser utført i resipienten for Sunnhordaland Interkommunale Miljøverk IKS (SIM) i Svartasmoget, Fitjar kommune. Hensikten med undersøkelsene har vært å undersøke mulige miljømessige effekter driften av anlegget kan ha påført de nærliggende sjøområdene. Denne rapporten presenterer resultatene fra årets miljøovervåking, samt setter resultatene i kontekst med tidligere funn. Kjemisk og økologisk tilstand er satt i henhold til Vannforskriften på de undersøkte stasjonene.

Bløtbunnsundersøkelse

Sediment er samlet inn fra tre stasjoner i Stokksund, og analysert mht. bløtbunnsfauna, miljøgifter i sediment og tilhørende støtteparametere. Analyse av bløtbunnsfauna gir informasjon om diversiteten og forekomsten av sårbare/sensitive arter i forhold til mer hardføre arter. Kjemiske analyser av sedimentet gir informasjon om forekomst av aktuelle miljøgifter i sedimentet.

Strandsoneundersøkelse

Det er utført strandsoneundersøkelse på en historisk stasjon, samt samlet inn biota til analyser i forskjellige områder slik som ved tidligere undersøkelser. Forekomsten av arter i strandsoneundersøkelsen gir informasjon om eventuell eutrofiering eller annen påvirkning.

Klassifisering av tilstand iht. vanndirektivet - Kjemisk tilstand

Miljøgifter - Prioriterte

Sediment: Sediment-stasjonene Stor 1 og Stor 4 oppnår god kjemisk tilstand og stasjon Stok 3 oppnår ikke god kjemisk tilstand basert på nivå av prioriterte miljøgifter. Det ble ikke funnet nivåer av prioriterte tungmetaller i sediment over grenseverdi EQS_{sediment} i 2019, men tre prioriterte PAH-forbindelser er funnet i forhøyet konsentrasjon på stasjon Stok 3. Dermed oppnås ikke god kjemisk tilstand på stasjonen.

Biota: I 2019 ble grisetang analysert for tungmetaller. Disse skal gi en indikasjon på avrenning og eventuell annen forurensing sluppet til de øvre vannmassene. Det er ikke forhøye verdier av prioriterte tungmetaller i grisetang. Mengden av kvikksølv overskrider ikke grenseverdien (EQS_{biota}).

Plansje 2: Kjemisk klassifisering på stasjonsnivå. EQS: Environmental Quality Standard.

Kvalitetselement		Miljøgifter - Prioriterte	
Stasjon	Indeks	Sediment	Biota
	Stor 1	God	
	Stor 4	God	
	Stok 3	Ikke god Indeno[1,2,3-cd]pyren > EQS _{sediment} Benzo[ghi]perylene > EQS _{sediment} Antracen > EQS _{sediment}	
	Område 1		God
	Område 2		God
	Område 3		God

Klassifisering av tilstand iht. vanndirektivet - Økologisk tilstand:*Biologiske kvalitetselement*

Bløtbunnsfauna: Analysen viser uforstyrret fauna med tilstandsklasse I – Svært god, eller II – God på stasjonene. Bløtbunnsfaunaen bidrar ikke til å forringe økologisk tilstand på noen av de undersøkte stasjonene.

Makroalger: RSLA-analysen av makroalger i 2019 viste gode forhold i det undersøkte området, med tilstandsklasse II – God. Fastsittende alger bidrar dermed ikke til å forringe økologisk tilstand ved noen av de undersøkte stasjonene.

Miljøgifter - Vannregionsspesifikke

Sediment: Sedimentstasjonene oppnår god økologisk tilstand basert på nivå av vannregionsspesifikke miljøgifter. Det ble ikke funnet nivåer av vannregionsspesifikke stoffer i sediment over grenseverdi EQS_{sediment} i 2019.

Plansje 1: Økologisk klassifisering på stasjonsnivå.TK: Tilstandsklasse.

	Kvalitetselement	Bløtbunnsfauna	Makroalger	Miljøgifter - Vannregionsspesifikke
	Indeks	nEQRgrabbsnitt	nEQR RSLA	Sediment
Stasjon	Lokalitet 2		God	
	Stor 1	God		God
	Stor 4	Svært god		God
	Stok 3	Svært god		God

INNHOOLD

Sammendrag	2
Innhold	4
1 Innledning	5
1.1 Akkreditering	6
1.2 Vannforekomst	6
1.3 Stasjonsplassering 2019	7
1.4 Årets undersøkelse	8
Bløtbunnsundersøkelse	8
Makroalger	8
Biota	8
1.5 Avvik med potensiell påvirkning på resultater	8
2 Materiale og metode	9
2.1 Vurderingsgrunnlag og relevante veiledere	9
Kjemisk og økologisk tilstandsklassifisering	9
2.2 Utvalg av kjemiske parametere	11
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)	11
Tungmetaller	11
Polyklorerte bifenylar – PCB	12
2.3 Kjemiske analyser og behandling av data	12
2.4 Bløtbunnsundersøkelse	13
Støtteparametere	14
Sedimentkjemi	15
Bløtbunnsfauna	15
2.5 Biotaundersøkelse	15
2.6 Fjæreundersøkelse: Fastsittende alger - Makroalger	16
Semikvantitativ strandsoneundersøkelse med multimetriske indeks	16
Tilstandsklassifisering	17
3 Resultat og diskusjon	19
3.1 Bløtbunnsundersøkelse	19
Støtteparametere	19
Sedimentkjemi	22
Diskusjon sedimentkjemi	26
Bløtbunnsfauna	27
3.2 Biotaundersøkelse	33
3.3 Fjæreundersøkelse: Fastsittende alger - Makroalger	35
4 Konklusjon	38
5 Anbefaling for vidare overvåking	39
6 Referansar	40
7 Vedlegg	41
Vedlegg 1 Metodebeskrivelser	41
Vedlegg 2 Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrdata	45
Vedlegg 3 Hydrografi	48
Vedlegg 4 Kornfordeling og glødetap (TOM) i sediment	49
Vedlegg 5 Analyserapport sediment	53
Vedlegg 6 Prøverapport bunndyr	67
Vedlegg 7 Prøverapport strandsone	74
Vedlegg 8 Stasjonsskjema strandsone	76

1 INNLEDNING

STIM AS, Miljø Bergen har på oppdrag fra Sunnhordaland Interkommunale Miljøverk IKS (SIM) gjennomført den marine miljøovervåkingen av resipienten for deponiet ved Svartasmoget i vannforekomsten Stokksund i september/oktober 2019. SIM er ei avfalls- og gjenvinningsbedrift som ble stiftet i 1990 og er eid av kommunene Austevoll, Bømlo, Fitjar, Kvinnherad, Stord, Sveio og Tysnes. SIM sin hovedaktivitet er innsamling og håndtering av kommunalt avfall og tømning av slamtanker og handsaming av avvatnet slam. I tillegg tar selskapet imot avfall fra næringslivet til slutthåndtering ved komposteringsanlegg eller deponi. I Svartasmoget er der deponi og komposteringsanlegg.

Årlig avfallsmengde til deponiet steg gradvis fra 26 800 tonn i 1994 til 122 515 tonn i 1998. I de to påfølgende årene sank årlig avfallsmengde til 27 157 tonn i 2000, og holdt seg på dette nivået i fire år før det økte gradvis til 41 028 tonn i 2008. I 2009 ble det innført deponiforbud for avfall som er organisk nedbrytbart, og mengden deponert dette året var 13 248 tonn. I 2012 ble det deponert minst av alle år med 5 185 tonn. Etter dette har det økt gradvis til 18 831 i 2018. Dette er en økning på 30,2 % fra året før. Grunnen til dette er at de har tatt imot større mengder fra næringslivet (SIM Årsmelding 2018).

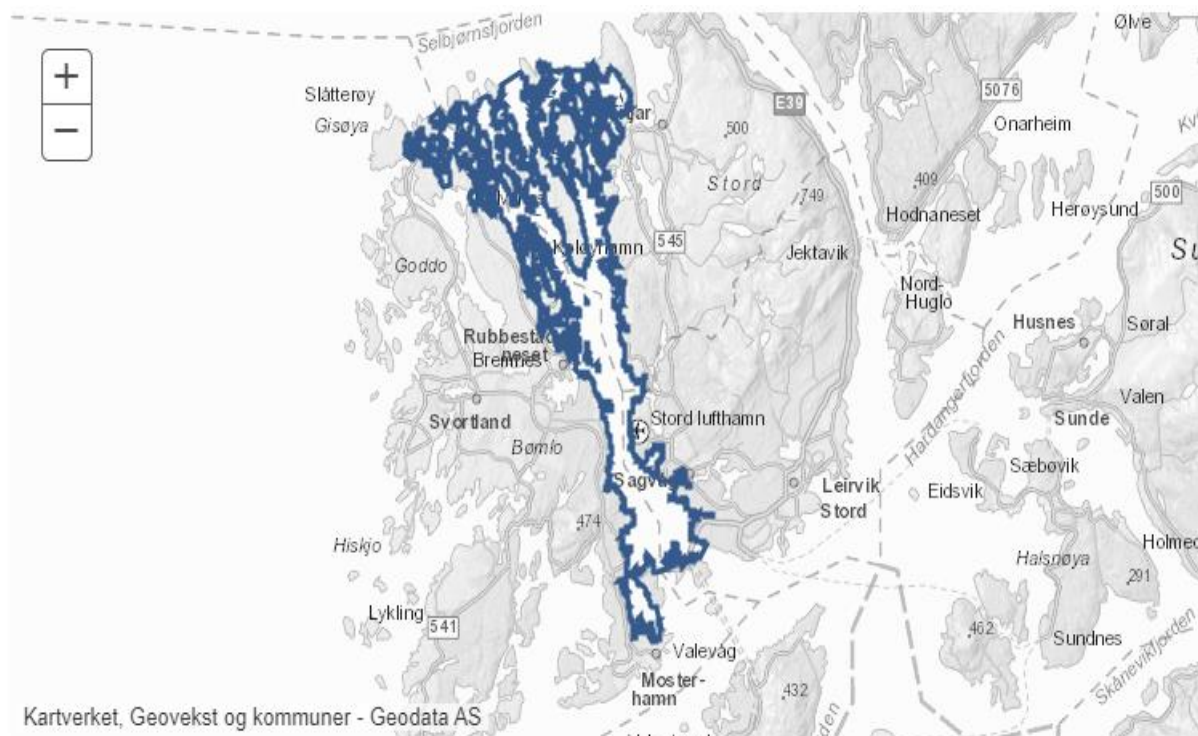
Det er tidligere foretatt seks innsamlinger på stasjonene; 1989 (UIB/IMB Rapport), 1996 (UIB/IMF Rapport 22-1997), 2000 (UIB/IFM Rapport 4-2001), 2004 (Rådgivende Biologer Rapport 768), 2008 (SAM Marin eRapport 1-2008) og 2014 (SAM Marin eRapport 39-2014). Overvåkingen er i 2019 gjennomført etter Vannforskriftens bestemmelser, og viser påvirkning fra pågående og tidligere utslipp fra anlegget. Overvåkingen belyser deponiets bidrag til samlet tilstand i vannforekomsten. Tre historiske bunnstasjoner, en historisk makroalgestasjon samt biota-innsamling fra tre historiske områder er fulgt opp fra tidligere undersøkelser.

1.1 Akkreditering

STIM AS Miljø avd. Bergen er sertifisert i henhold til miljøledelse NS-EN ISO 14001:2015 av Kiwa AS og akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer «TEST 157». Fjæreundersøkelse, bløtbunnsprøvetaking, analyse av bløtbunnsfauna og faglige vurderinger og fortolkninger er utført akkreditert av STIM Miljø avd. Bergen. Kjemiske analyser er utført akkreditert av Eurofins Environment AS (akkrediteringsnummer Test 003) og deres underleverandører. Grisetang ble samlet siden der ikke var forekomst av blåskjell, og disse er samlet inn ikke-akkreditert, men innsamling og prøvebehandling er i henhold til NS9434 for kvalitetssikring.

1.2 Vannforekomst

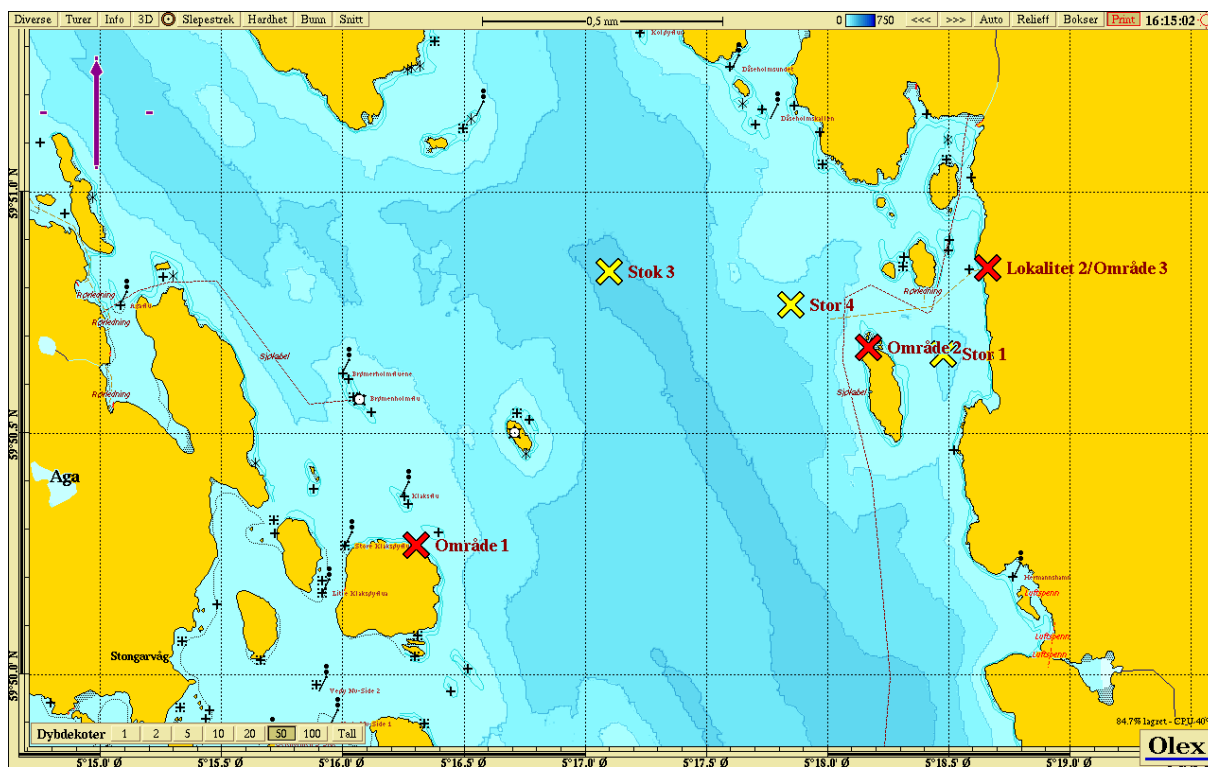
Resipienten ligger i nord-østlig del av vannforekomsten Stokksund (0260010501-6-C) (figur 1.1). Stokksund beskrives i Vann-nett som beskyttet kyst/fjord, med moderat oppholdstid for bunnvann, moderate strømforhold (1-3 knop) og delvis blandet vannsøyle. Bunnen utenfor Svartasmoget skrår relativt jevnt nedover mot ca. 162 m dyp i Stokksund. Deretter går det slakt ned til ca. 277 m sørover før Stokksund munner ut i Bømlofjorden. I nordlig retning møter man raskt på terskler på begge sider av øya Ålforø. Nærmeste industri som er registrert i Vannmiljø er på Rubbestadneset, Wartsila Norway AS. Der er flere oppdrettsanlegget i umiddelbar nærhet, slik som Storevikholmen like sør for Søre Storevikholmen, Koløy N like nord for Koløy, samt Aga Ø tvers over fjorden ved Austneset, samt flere anlegg både nordover og sørover i Stokksund.



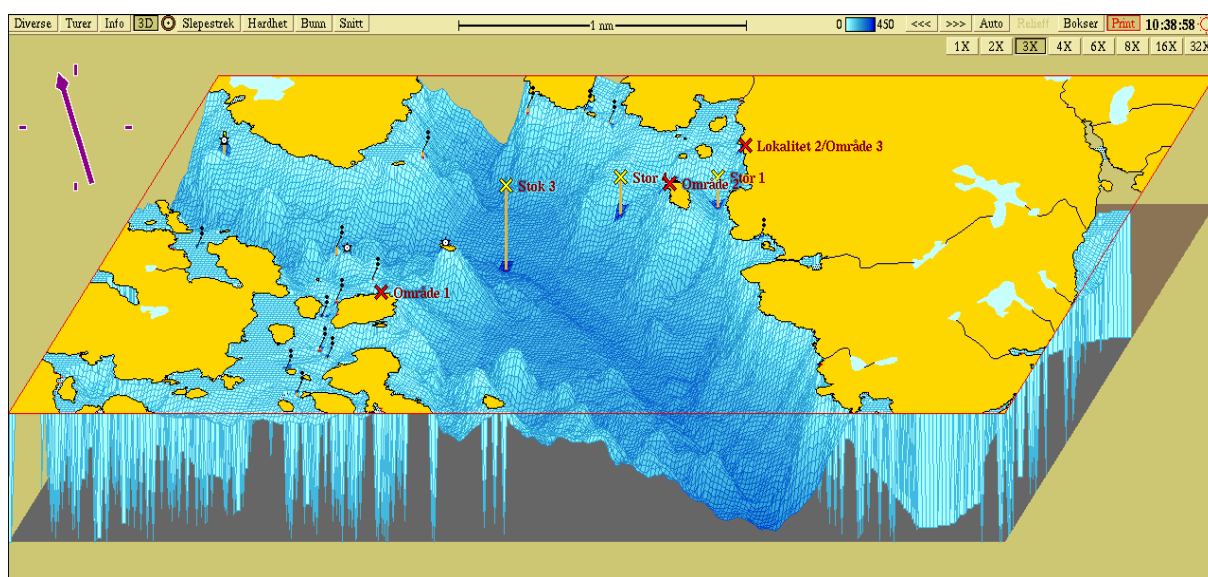
Figur 1.1 Vannforekomsten Stokksund 0260040800-C markert med blått. (Kilde: Kartverket og vann-nett.no).

1.3 Stasjonsplassering 2019

For å overvåke om utslippet påvirker livet på sjøbunnen, er det tatt prøver av sedimentet. Disse historiske bunnstasjonene er fulgt opp: Stor 1, Stor 4 og Stok 3. Dersom utslippet når havoverflaten kan næringssalter og miljøgifter påvirke strandsonen. Dette overvåkes ved hjelp av en strandsonundersøkelse på stasjon Lokalitet 2, samt analyser av biota fra Område 1, 2 og 3 (figur 1.2).



Figur 1.2 Oversikt over miljøovervåkingsstasjoner rundt SIM undersøkt i 2019. Gule kryss er bunnstasjoner, røde kryss er innsamlingsområder for biota, der rødt kryss for Område 3 er kombinert med stasjon Lokalitet 2 for strandsonundersøkelse. Stiplet linje fra Lokalitet 2/Område 3 og ut til Stor 4 viser utløpsledningen fra deponiet. Kartkilde: Olex.



Figur 1.3 Tredimensjonalt kart med miljøovervåkingsstasjoner inntegnet rundt SIM undersøkt i 2019. Kartkilde: Olex.

1.4 Årets undersøkelse

Resipientundersøkelsen gjennomført i 2019 består av følgende elementer:

Bløtbunnsundersøkelse

Det ble samlet inn sediment fra 3 stasjoner, plassert i transekt vest fra land ved Svartasmoget, Stokksund. Sedimentet er analysert for prioriterte og vannregionsspesifikke miljøgifter i kjemikaliegruppene tungmetall, PAH-16 og PCB7. Bløtbunnsfauna er identifisert og klassifisert. I tillegg er støtteparametere for sediment og vannsøyle undersøkt.

Makroalger

En semikvantitativ strandsoneundersøkelse (RSLA) er gjennomført på en stasjon, Lokalitet 2 som tidligere. Resultatene er vurdert mot fjærepotensialet og klassifisert iht. Veileder 02:2018.

Biota

Biota er samlet fra tre områder som tidligere og analysert for tungmetaller, både prioriterte og vannregionsspesifikke. Biota i denne undersøkelsen er grisetang (*Ascophyllum nodosum*), siden man ikke fant forekomst av den foretrukne arten blåskjell (*Mytilus edulis*).

1.5 Avvik med potensiell påvirkning på resultater

- Ved strandsoneundersøkelsen er det iht. Veileder 02:2018 benyttet 6-delt skala for multimetrisk klassifisering iht. Veileder 02:2018. Dette avviker fra akkreditert metode tilknyttet NS EN-ISO 1949:2007. Metoden beskrevet i Veilederen er foretrukket da det er utviklet vannregion og vanntype-spesifikke tilstandsklasser med tanke på næringspåvirkning (eutrofiering).
- Krevende bunnforhold ved Stor 1 og Stor 4 mtp mye stor stein i sedimentet gjorde at det ikke lot seg gjøre å få opp like mange hugg til analyser som ønsket. Se tabell 2-1.
- De krevende bunnforholdene ved Stor 1, med mye stein i sedimentet, gjorde at to av de beholdte prøvene hadde lekkasje fra grabb (stein i åpning av grabb), men prøvene såg fine ut/uberørte ut og ble beholdt i tilfelle man ikke fikk nok prøver med lukket grabb.

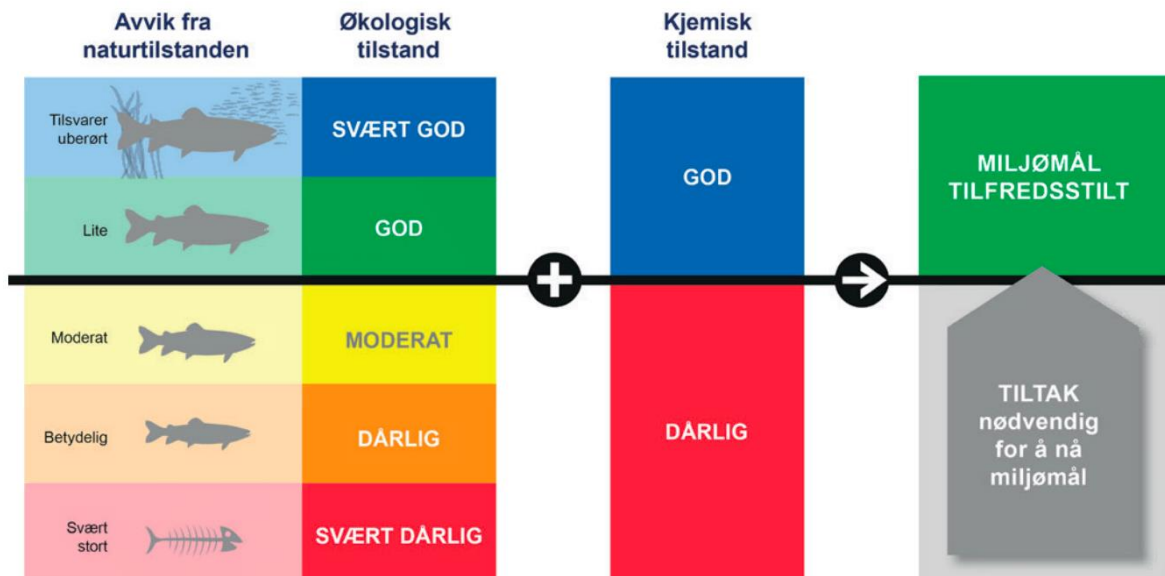
2 MATERIALE OG METODE

Undersøkelsen er gjennomført i tråd med anbefalinger gitt i overvåkingsveileder til Vannforskriften (Direktoratgruppas veileder 02:2009 "Overvåkning av miljøtilstand i vann"), som er Norges håndheving av EUs vanndirektiv. Klassifisering er gjort i henhold til Vanndirektivets: Klassifisering av miljøtilstand i vann, veileder 02:2018. Målene og klassifiseringen er delt i to hoveddeler: Økologisk tilstand og Kjemisk tilstand. Miljømålet for kystvann er at det skal oppnå minst «god» økologisk og kjemisk tilstand og at tilstanden ikke skal forringes.

2.1 Vurderingsgrunnlag og relevante veiledere

Kjemisk og økologisk tilstandsklassifisering

I henhold til klassifiseringssystem for vann i Vannforskriften, beskrevet i Vanndirektivets Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa) skal alle vannforekomster få fastsatt en økologisk og kjemisk tilstand.



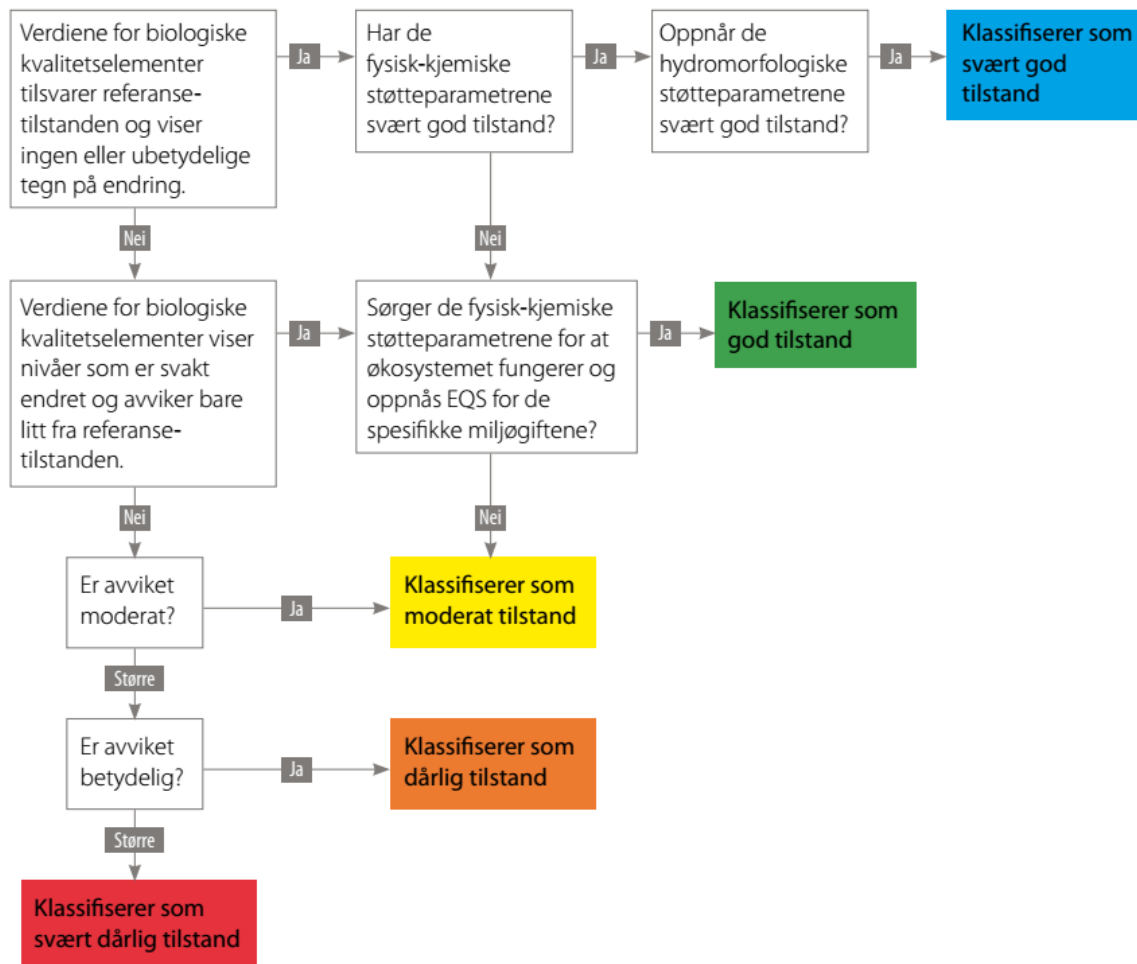
Figur 2-1 Skematisk oversikt over tilstandsklassifisering. Hentet fra Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa).

Klassifiseringen i dataverktøyet Vann-nett oppdateres etter at nye overvåkingsdata tilføres miljøforvaltningen sitt Vannmiljøsystem. Miljøklassifiseringen av vannforekomstene, og målet om hvilken miljøklasse de bør nå, er delt i to hoveddeler: Økologisk tilstand og Kjemisk tilstand. Nivå av miljøgifter påvirker begge tilstandene, prioriterte stoffer inngår i klassifiseringen av den kjemiske tilstand og vannregionsspesifikke stoffer i den økologiske tilstand. For å klassifisere tilstand med hensyn på disse stoffene er det utviklet et system med miljøkvalitetsstandards (Environmental Quality Standards =EQS) for vann, sediment og biota. For de prioriterte og vannregionsspesifikke miljøgiftene tilsvarer grensen mellom «god» og «moderat» tilstand EQS grenseverdi. Miljømålet for alle norske vannforekomster er at de skal oppnå minst «god» økologisk og kjemisk tilstand innen 2021, og at tilstanden ikke skal forringes. Vannforskriften tillater en utsatt frist for å nå målet med inntil 12 år dersom det foreligger særskilte grunner for det. Det er miljømyndighetenes ansvar å velge ut data fra relevante stasjoner for fastsettelse av vannforekomsten økologiske og kjemiske tilstand. I denne rapporten vil de enkelte kvalitetselementene på de enkelte stasjonene gis en tilstand basert på nEQR eller EQS, men en samlet tilstand vil ikke gis for hverken kvalitetselement eller vannforekomst.

Økologisk tilstand klassifiseres etter innsamling av informasjon om «biologiske» og «fysisk-kjemiske» kvalitetselementer. I denne undersøkelsen vil følgende kvalitetselementer bidra til samlet tilstand:

- Biologiske kvalitetselementer
 - Bløtbunnsfauna (med de fysisk-kjemiske støtteparametrene Organisk innhold og kornfordeling i sediment)
 - Fastsittende alger
- Fysiske-kjemiske kvalitetselementer
 - Vannregionsspesifikke miljøgifter i sediment

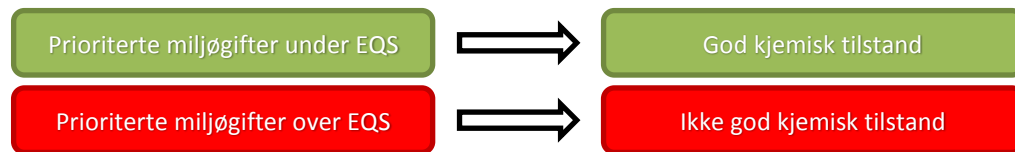
De ulike parameterne vurderes etter systemet nEQR (økologisk kvalitetskvotient) hvor avvik fra en referansetilstand beregnes, og EQS for kjemiske kvalitetselementer. Det beregnes et gjennomsnitt av hvert kvalitetselement. Ved sammenslåing av tilstandene til de ulike kvalitetselementene, gjelder «det verste styrer» - prinsippet. Det vil si at den laveste nEQR verdien styrer. Økologisk tilstand for vannforekomsten settes til slutt av miljømyndighetene i henhold til «det verste styrer» -prinsippet, men de fysisk/kjemiske støtteparametrene kan kun nedgradere tilstanden til God eller Moderat.



Figur 2-2 Flytdiagrammet viser hvordan de ulike kvalitetselementene påvirker den endelige økologiske klassifiseringen. Miljøgiftene som inngår i denne klassifiseringen er de nasjonalt spesifiserte prioriterte stoffene. Hentet fra Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa).

Kjemisk tilstand klassifiseres med hensyn på 66 prioriterte miljøgifter som er valgt ut basert på deres spesielt skadelige egenskaper, som giftighet, hvor nedbrytbare de er og i hvilken grad de konsentreres oppover i næringskjeden. Til disse er det utviklet et system med grenseverdier (EQS). For å oppnå «god» kjemisk tilstand, kan ingen av de prioriterte miljøgiftene overskride EQS. Etter planen skal disse

stoffene og stoffgruppene fases ut fra bruk innen 2020. I 2019 vil konsentrasjonen av prioriterte miljøgifter i sediment sette samlet kjemisk tilstand.



Figur 2-3 Oversikt over hvordan kjemisk tilstand settes til god/ikke god i forhold til miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards =EQS). Miljøgiftene som inngår i denne klassifiseringen er de prioriterte stoffene i henhold til Vanddirektivet. Hentet fra Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa).

2.2 Utvalg av kjemiske parametere

Deponier har ofte en kompleks blanding forbindelser i utslippsvann eller sigevann. Utvalget av miljøgifter er basert på virksomhetens egne utslippsmålinger, utslippstilatelse, bestemmelser i vanddirektivet og iht. Forespørsel. Prøvetakingsprogrammet skal dermed kunne fange opp prioriterte og vannregionsspesifikke stoffene som er sannsynlig å kunne være tilstede i resipienten.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)

PAH-16 er i 2019 analysert i sediment.

PAH er en gruppe på flere hundre ulike forbindelser, hvorav mange forekommer naturlig i miljøet. PAH-16 er 16 hydrokarbonforbindelser med to til seks aromatiske ringer, som er valgt ut på grunn av deres egenskaper, som giftighet, nedbrytbarhet og/eller evne til å bioakkumulere. I denne listen er det giftige, genskadelige, kreftfremkallende, forplantningsskadelige og fosterskadelige forbindelser. Vannforskriften har satt grenseverdi for sediment (EQS_{sediment}) for prioriterte PAH-forbindelser. I tillegg kan Benzo(a)pyren benyttes som en markør for de andre prioriterte PAH'ene (Veileder 02:2018). For de vannregionsspesifikke finnes det EQS_{sediment} for Benzo(a)antracen, Acenaften, Fluoren, Fenanten, Pyren, Krysen og Dibenso(ah)antracen.

Tungmetaller

Tungmetaller er i 2019 analysert i sediment og grisetang.

Prøvene er analysert for tungmetallene kvikksølv, sink, nikkel, krom, kobber, kadmium, bly og arsen. Tungmetaller finnes naturlig i miljøet og enkelte er essensielle næringsstoffer. I forhøyede konsentrasjoner har likevel mange toksiske og miljøskadelige egenskaper (Beiras, 2018). På den nasjonale prioritetslista står miljøgiftene kadmium, bly, kvikksølv og nikkel. I tillegg er miljøgiftene kobber, sink, arsen og krom vannregionsspesifikke miljøgifter gjennom implementeringen av vanddirektivet. Samtlige er tildelt grenseverdi i sediment; EQS_{sediment} . Krom, kobber og arsen finnes i impregnert treverk eldre enn 2002. Blyutslipp fra norsk industri stammer i hovedsak fra mineral- og kjemisk industri. Kadmiumforurensing stammer i stor grad fra langtransport, men kan også lekke ut fra offeranoder på skip og installasjoner tilknyttet olje og gass produksjon. Krom og kadmium kan også forekomme i maling og lakk. Gammel industri er den viktigste årsaken til kvikksølvforurensning i grunnen og på sjøbunnen i norske fjorder og havneområder (miljostatus.no).

Metallene finnes i ulike former og er inkludert som bestanddel i ulike molekyler. Organiske former er biotilgjengelige og kan krysse membraner inkludert blod/hjerne-barrieren, samt blod/morkake-barrieren, mens uorganiske forbindelser er mer stabile og vil i mindre grad påvirke organismer. Det

mest kjente eksempelet er organisk kvikksølv Hg (metylkvikksølv, MeHg) som er svært skadelig, mens elementært Hg i svært liten grad tas opp i organismen. Elementært Hg kan derimot oksideres til Hg-kation som kan danne uorganiske forbindelser med andre komponenter. Deretter kan Hg-kation danne MeHg ved hjelp av bakterier. Prosessen kan også skje fotokjemisk eller ved transmetylering (Beiras 2018).

Det lokale miljøet har stor påvirkning på hvilken fase metaller befinner seg i. Eksempelvis vil andel organisk materiale, temperatur, tilstedeværelse av sulfider, andel leire, samt pH påvirke potensialet for utlekking av eksempelvis sedimenter (Voie, 2005). Andel metaller i utslippsvann eller sediment reflekterer dermed ikke nødvendigvis konsentrasjonen man kan finne i næringskjeden. Det finnes en rekke modeller for beregning av biotilgjengelighet av metaller i miljøet (Garmo *et.al.*, 2015), men målinger av konsentrasjon i blåskjell og fisk er en mer direkte metode for overvåking. Kvikksølv er det eneste metallet som biomagnifiserer, dvs. øker over trofiske nivåer. Flere av de andre, blant annet bly, bioakkumulerer, dvs. oppkonsentreres i organismer relativt til omgivelsene.

Polyklorerte bifenyl – PCB

PCB7 er i 2019 analysert i sediment.

Prøvene er analysert for syv PCB-forbindelser, samt sum PCB7. PCB er et vannregionspesifikt stoff, og er tildelt grenseverdi i sediment for sum PCB7. PCB kan finnes i forurenset sjøbunn og kan lekke ut til omgivelsene. PCB er giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann, særlig for marine organismer. Miljøgiften er tungt nedbrytbar og har høy fettløselighet. Dette gjør at PCB lagres og dermed konsentreres oppover i næringskjeden. PCB er syntetiske forbindelser som er benyttet i alt fra maling og plast til isolasjonsmateriale og elektrisk utstyr. Forbindelsene har blant annet kjølede og flammehemmende egenskaper. PCB ble delvis forbudt i 1980, men kan fortsatt finnes i deponeringsmasser, annen forurenset grunn og forurenset sediment. Isolerglass, elektrisk utstyr, maling og fugemasse m.m. fra 60-70 tallet kan inneholde PCB. PCB består av to ringstrukturer med kloratomer festet på. Totalt sett finnes det 209 ulike forbindelser, men de som inngår i gruppen PCB-7, listet i tabell, er ansett som en standard og summen av disse er tildelt egne grenseverdier. De dioksinlike PCB'ene er gruppe på 12 forbindelser med flat struktur som gjør at de ligner og oppfører seg som dioksiner og furaner i møtet med biologiske reseptorer. PCB oppkonsentreres over trofiske nivå, og fettløselighet og nedbrytningstid øker med kjedelengden.

2.3 Kjemiske analyser og behandling av data

De kjemiske analysene ble administrert av Eurofins Environment Testing Norway AS (Avdeling Bergen), som er akkreditert under Test 003 og analysene er utført akkreditert av underleverandører. Detaljer knyttet til analysene er gitt i vedlagt analyserapport. Analysene er utført i henhold til Veileder 02:2018 og etter NS EN ISO 17025. Vannforskriftens krav til kvantifikasjonsgrenser (Limit of Quantification: LOQ) og måleusikkerhet er i den grad det er laboratorieteknisk mulig møtt. LOQ er nedre grense for å angi konsentrasjonen av en forbindelse ved analyse. En forbindelse som ikke finnes i mengder over LOQ kan likevel være tilstede i prøven i mengder like under LOQ, og dermed bidra til total belastning. I henhold til Vannforskriften er LOQ/2 benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av måleverdiene som inngår i et gjennomsnitt er under kvantifikasjonsgrensen. Dette gjelder ikke for grupper av stoffer hvor konsentrasjonsverdien oppgis som sum av flere stoffer. For disse er konsentrasjonsverdien av det enkelte stoffet under kvantifikasjonsgrensen satt til null.

2.4 Bløtbunnsundersøkelse

Innsamling av sediment ble utført 29. oktober 2019 av Silje Hadler-Jacobsen fra STIM AS, Miljø Bergen og båten «Osedax» samt båtfører Leon Pedersen. Det ble hentet inn sedimentprøver fra tre stasjoner presentert i tabell 2-1. Innsamlingen ble gjort i henhold til gjeldende standarder (NS-EN-ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665:2013). Sedimentkjemi og bløtbunnsfauna ble analysert, samt støtteparametere for disse analysene.

Tabell 2-1 Stasjonsopplysninger for bløtbunnsstasjoner og strandsonestasjoner. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. båtens ekkolodd. Det er benyttet 0,1 m² van Veen grabb (KC Denmark, grabb nr. XII. Volum 16,5 liter, maks 18 cm bitedybde).

Stasjon	Sted	Dyp	Hugg	Prøve-volum (l)	Analysert og sedimentbeskrivelse
Dato	Posisjon (WGS-84)	(m)			
29.10.2019	Stor 1 Storavikholmane 59° 50.663'N 05° 18.479'Ø	65	1	4	Bunndyr (Grabb XII)
			2	6	Bunndyr (Grabb XII)
			3	6	Bunndyr (Grabb XII)
			4*	5	Bunndyr (Grabb XII)
			6*	ok*	TOM, kornfordeling, TOC , Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
			7	ok	Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
					Forkastet: 8 (stein i grabbåpning)
					Hydrografimålinger/O2 (CTD 204 1193)
					Grå sand med mye stein (1-10 cm)
29.10.2019	Stor 4 Storavikholmane 59° 50.766'N 05° 17.847'Ø	76	1	7	Bunndyr (Grabb XII)
			2	6	Bunndyr (Grabb XII)
			3	7	Bunndyr (Grabb XII)
			6	ok	TOM, kornfordeling, TOC , Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
			7	ok	Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
					Forkastet: 5 (tom grabb/stein i grabbåpning)
					Grå sand, noe silt. En del stein.
29.10.2019	Stok 3 Stokksundet 59° 50.833'N 05° 17.098'Ø	166	1	11	Bunndyr (Grabb XII)
			2	8	Bunndyr (Grabb XII)
			3	12	Bunndyr (Grabb XII)
			4	10	Bunndyr (Grabb XII)
			5	11	Bunndyr (Grabb XII)
			6	ok	TOM, kornfordeling, TOC , Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
			7	ok	Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
			8	ok	Metaller, PAH og PCB (Grabb XII)
					Forkastet: 1
					Hydrografimålinger/O2 (CTD 204 1193)
					Grønn/grått leire silt. Bløtt og seigt sediment.

*avvik mtp lekkasje fra grabb. Se avsnitt ang. avvik

Tabell 2-2 Utstyrstabell

Utstyr	Beskrivelse	Kontrollert (dato)
Grabb(er)	Van Veen grabb #XII	
Sikt m/runde hull 1mm	FG #VIII	
Sikt m/runde hull 5mm	FG #VIII	
CTD 204	#1193	28.10.2019
Utstyr for å koordinatfeste stasjoner	Garmin eTrex10 GPS FG #04 og Olex, dybder registrert ved båtenes ekkolodd	
Kamera	Olympus FG #05	
Annet:	Hevert, tommestokk, prøveskeier	

Støtteparametere

Som støtteparametere for tolkningen av resultater fra kjemisk analyse i sedimentet samt analysen av bløtbnnsfauna, er det i henhold til vanndirektivet gjort vurdering og analyse av sedimentets kornfordeling og organiske innhold og vannsøylens hydrografi.

Sedimentets kornfordeling og organiske innhold

Bunnstrømsforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. På denne måten har avfallsstoffer og forurensende partikler lettere for å sedimentere i områder med lite strøm. Finkornet sediment kan også påvirke miljøkvaliteten ved at finpartikulært sediment i større grad binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN-ISO, 16665:2013): leire / silt (<63 µm), sand (meget fin sand (63–124 µm), fin sand (125–249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500–2000 µm)) og grus (>2000 µm). Organisk innhold i sedimentet er målt som totalt organisk karbon (TOC) og glødetap. Forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og er ikke direkte sammenlignbare (Veileder 02:2018).

Vannsøyleforhold

Hydrografiske målinger av vannet i de øverste vannlag er viktig for å karakterisere vannmassene i området. Saltholdighet, temperatur og oksygen vil påvirke hvilken sammensetningen av flora og fauna i området. Oksygeninnholdet i vannet er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god utskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som oftest tilfredsstillende. Dersom det tilføres store mengder organisk materiale kan imidlertid oksygeninnholdet bli lavt. I mer innestengte områder, på innsiden av terskler der sirkulasjonen er dårlig, kan vannet fra bunnen og oppover bli helt fritt for oksygen, noe som betegnes som anoksiske forhold. Det vil da utvikles hydrogensulfid (H₂S) med karakteristisk lukt (som råtne egg), og svært få organismer vil være tilstede i slike vannmasser og i bunnsedimentene. Høy organisk aktivitet som følge av organisk belastning fra bl.a. næringssalter, såkalt eutrofiering (overgjødning) vil føre til at oksygenet i vannsøylen fortere vil bli brukt opp. Oksygen kan enten oppgis i absolutt konsentrasjon (ml/l) eller som prosentvis metning. Er vannet mettet med oksygen er metningen 100 %. Oksygenmengden i et oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Noen ganger kan det være overmetning, det vil si over 100 % metning. Miljødirektoratets klassifisering av tilstand for næringssalter og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet, ved saltholdighet over 18 ‰ (Veileder 02:2018). Oksygeninnholdet i bunnvannet, samt hydrografien i vannsøylen ble målt på tre stasjoner (S4, S5 og S6) i mars 2019 med

CTD-sonde tilkoblet oksygensensorer. Oksygensensor på CTD gir en oksygenprofil i vannsøylen som gjør det mulig å se oksygensjiktninger i vannsøylen.

Sedimentkjemi

En del forbindelser som er lite vannløselige kan finnes igjen i sedimentet. Det ble tatt tre replikate prøver av den øverste cm av sedimentet fra stasjon Stok 3, og to replikate prøver fra Stor 1 og Stor 4 (se tabell 2-1, samt avsnitt ang avvik). Disse prøvene ble analysert for tungmetaller, PAH-16 og PCB7. Eurofins Environment Testing AS med underleverandører utførte analysene.

Bløtbunnsfauna

Bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene i sedimentet ved de undersøkte stasjonene i mars 2019. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Det ble forsøkt tatt 4 replikate prøver til analyse av bunnfauna fra hver stasjon (se tabell 2-1). Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere (NS-EN ISO 16665:2013, Veileder 02:2018). For mer detaljert beskrivelse, se Vedlegg 1 og 2.

2.5 Biotaundersøkelse

Hovedformålet med innsamlingen av biota er å bruke resultatene som en indikator for spredning av stoffene, og ikke med hensyn til menneskelig helse med tanke på inntak av fisk og sjømat. Resultatene er derfor sammenlignet med grenseverdien EQS_{biota}. Der det finnes historiske data på tilgjengelig format er disse inkludert.

Blåskjell (*Mytilus edulis*) er en mye brukt organisme for å måle vannkvaliteten og miljøgiftbelastningen i et område. Blåskjell filtrerer vannmassene for å ta opp næring og vil akkumulere og lagre både fettløselige miljøgifter og tungmetaller. Tradisjonelt sett har blåskjell vært foretrukket for overvåking av PAH og metaller i organismer. Grisatang (*Ascophyllum nodosum*) er, sammen med flere andre arter, nevnt i klassifiseringsveilederen som overvåkningsorganisme for metaller. Både grisatang og blåskjell er brukt i tidligere undersøkelser og var derfor ønskelig å følge opp som organismer i denne undersøkelsen. Pga. manglende tilstedeværelse av blåskjell på stasjonene ved årets undersøkelse, er det kun grisatang som er analysert i år. Årsskuddene ble lagt kjølig i rilsanposer, og frosset få timer senere. Analysene på grisatang ble utført på en blandprøve per stasjon av årsskuddene på makroalgen.

Tabell 2-3 Prøvetakingsstasjon for innsamling av biota med koordinater (Område 1, 2 og 3).

Stasjon	N	WGS84	Ø	Innsamlet biota
Område 3	59°50.842 N		05° 18.662 Ø	Grisatang
Område 2	59°50.676 N		05° 18.168 Ø	Grisatang
Område 1	59°50.267 N		05° 16.301 Ø	Grisatang

2.6 Fjæreundersøkelse: Fastsittende alger - Makroalger

Strandsoneundersøkelsen ble utført 20. september 2019 av Øydis Alme fra STIM AS, Miljø Bergen og båten «Osedax» samt båtfører Leon Pedersen. Det ble utført en RSLA-undersøkelse på en historisk stasjon (Lokalitet 2) ved utslippet, og innsamling av biota fra 3 områder der dette har vært utført før. Strandsoneundersøkelsen er utført iht. NS-EN ISO 19493:2007. Fauna fra undersøkelsen er analysert, og biota sendt til analyse hos våre akkrediterte underleverandører.

Fjæren (litoralsonen) kan generelt defineres som strandsonen mellom høy- og lavvann. I områder med fjell eller større steiner er fjæren ofte dekket av makroalger og dyr. Flere av artene vokser i bestemte nivå i fjæren og danner karakteristiske soner. Sammensetningen av arter i fjæren blir bestemt ut fra ulike abiotiske forhold, som for eksempel eksponeringsgrad, salinitet og substrat. I beskyttede områder med fjell eller større steiner, finner en ofte en tett vegetasjon av tang. Innimellom og under tangen lever mange andre alger og dyr, f.eks. snegler, krepsdyr, mosdyr og hydroider. I områder som er mer eksponerte for bølger, er tangvegetasjonen mindre tett og består delvis av andre arter enn i beskyttet fjære. Store flater er ofte fri for tang og dekket av fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*).

Mange litoralarter er sårbare, og vil ofte forsvinne i områder påvirket av økt næringstilgang. Fjæresonen blir da gradvis mer dominert av hurtigvoksende grønn- og brunalger (opportunist), som utnytter de bare partiene etter tangplantene og fastsittende dyr. Samtidig vil det være færre snegl som beiter på algene. Fjæresoneundersøkelser er dermed en naturlig komponent i å kartlegge miljøtilstanden rundt potensielle utslippskilder.

Stasjonen undersøkt er Lokalitet 2, som er plassert i Område 3 (for innsamlingen av biota), og er like ved der sigevannsledningen går ut i sjøen (Figur 1-2 og Tabell 2-3). Undersøkelsen ble gjennomført i september 2019 av Øydis Alme fra STIM AS og er utført i henhold til NS-EN ISO 19493:2007.

Tabell 2-4 Prøvetakingsstasjon for semikvantitativ litoralundersøkelse på Lokalitet 2. Typifisering av vannforekomst for semikvantitativ strandsoneundersøkelser etter vanndirektivet. Vanntype angir hvilken av de reduserte artslistene som brukes i beregningene (Veileder 02:2018).

Stasjon	N	WGS84	Ø	Vannforekomst	Økoregion	Eksponering	Vanntype
Lokalitet 2	59°50.842 N	05°	18.662 Ø	Stokksund (0260040800-C)	Nordsjøen Sør (N)	Beskyttet kyst/fjord	3

Semikvantitativ strandsoneundersøkelse med multimetrisk indeks

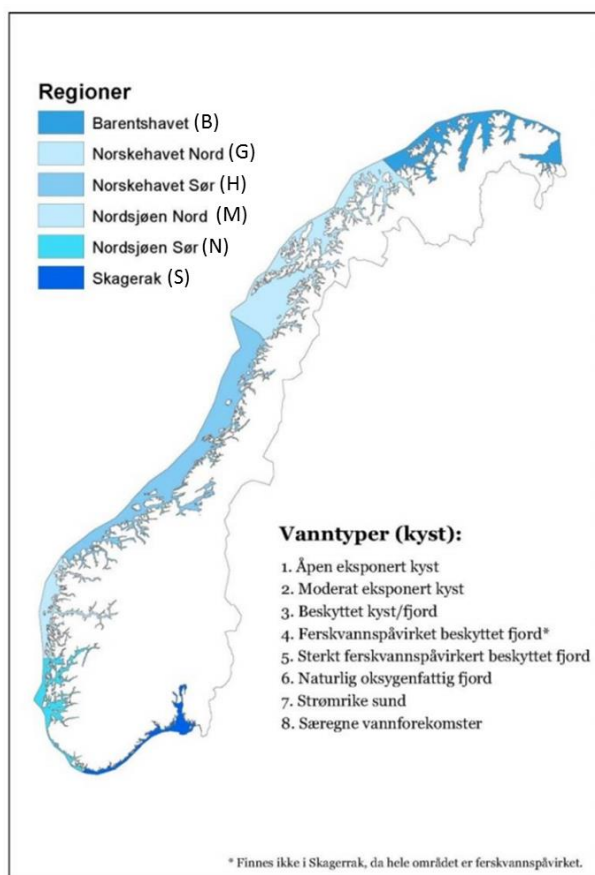
Ved en semikvantitativ undersøkelse blir forekomsten av alle makroalger og makrofauna innenfor et ti til tolv meter bredt belte av strandlinjen registrert (NS-EN ISO19493:2007). For overvåking av makroalgesamfunn i Stokksund er det benyttet metoden multimetrisk indeks basert på semikvantitativ kartlegging av alger og dyr tilpasset økoregion og vanntype iht. Veileder 02:2018 (se avvik delkapittel 2.6.) I tillegg blir fjærens habitat og fysiske forhold registrert i et stasjonsskjema. Skjemaet brukes til å regne ut et fjærepotensial, som sier noe om forventet artsrikhet på stasjonen. Fjærepotensialet brukes til å justere det faktiske artsantallet på stasjonen. Stasjonene og strandsonen blir fotografert, og fotodokumentasjonen oppbevares hos STIM AS, Miljø Bergen.

Tabell 2-5 Seks-delt mengdeskala benyttet ved semikvantitativ undersøkelse. For alger og fastsittende dyr benyttes dekningsgrad, mobile dyr registreres etter antall per m². Algeregistreringene blir gjort om til en firedelt skala før indeksberegninger, i henhold til Veileder 02:2018.

Kartleggingsskala	Dekningsgrad	Antall per m ²	Skala for indeksberegninger
1	Enkeltpunkt	Enkeltpunkt	1
2	< 5 %	< 5	2
3	5 – 25 %	5 – 25	
4	25 – 50 %	25 – 75	3
5	50 – 75 %	75 – 125	
6	75 – 100 %	> 125	4

Tilstandsklassifisering

Norske vannforekomster er delt inn i seks økoregioner (Figur 2-4) basert på klimatiske og fysiske forhold, oseanografi og biologiske kvalitetselementer (Veileder 02:2018). Stasjonene undersøkt ligger i økoregion Nordsjøen Sør (N). Økologisk tilstand er klassifisert etter Veileder 02:2018 ved utregning av multimetrisk indeks/fjæresoneindeks. Indeksen er basert på en redusert artsliste tilpasset økoregion og et utvalg parametere som er tilpasset økoregion og vanntypen ved den undersøkte stasjonen. RSLA 1-2 benyttes for vanntype 1 (åpen, eksponert kyst) og 2 (moderat eksponert kyst), RSLA 3 benyttes for vanntype 3 (beskyttet kyst/fjord) og RSL4 benyttes for vanntype 4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord) (se Vedlegg 4). Verdiene for de ulike parameterne blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1 (Tabell 7), og tilstandsklasse er basert på gjennomsnittet av disse verdiene. Resultatene presenteres ved fotodokumentasjon og den multimetriske indeksen (RSLA/RSL) med økologisk kvalitetskvotient (nEQR) samt en faglig vurdering av artssammensetningen strandsonen. Metoden er relativt grov, og det må store endringer i algeforekomster til før det gjør klare utslag på resultatene. Så mye som mulig av den forventede naturlige variasjonen er ment å bli fanget opp av metoden gjennom inndeling i økoregioner og vann typer med tilpassede klassegrenser samt justering basert på stasjonenes fysiske forhold (fjærepotensiale), men det vil nok alltid være mer variasjon innad i en vannforekomst enn det som kan fanges opp av en slik metode grunnet. f.eks. variasjoner i eksponeringsgrad. Tilstandsklassen vil imidlertid være relativt robust mot avvik i enkeltparametere da den er satt sammen av mange ulike parametere. Enkelte arter kan trekke indeksen i både negativ og positiv endring. Grønnalger som vanlig grønndusk (som er svært vanlig i undervegetasjonen på lokaliteter med tett tangdekke) og pollpryd vil f.eks. bidra negativt til «sum forekomst grønnaalger» og «% antall grønnaalger» selv om de ikke er et tegn på dårlige forhold. Dette ser man spesielt på stasjoner hvor det er tett undervegetasjon av grønndusk. Men disse artene vil samtidig trekke indeksene «%-andel opportunist» og «normalisert artsantall» i positiv retning, slik at de ikke bør trekke stasjonsgjennomsnittet mot dårligere tilstandsklasse. Det er derfor viktig å se på algesamfunnet som en helhet, noe tilstandsklassifiseringen også gjør.



Figur 2-4 Områdeinndeling av økoregioner og vanntyper for kystvann. Kart fra Veileder 02:2018.

Tabell 2-6 nEQR verdier for fjæreindeksen hentet fra Veileder 02:2018

Tabell 9.14. Oversikt over EQR og nEQR verdi for fjæreindeks (RSLA/RSL).	
EQR/nEQR verdi	Tilstand
1,00-0,80	Svært god
0,80-0,60	God
0,60-0,40	Moderat
0,40-0,20	Dårlig
0,20-0,00	Svært dårlig

3 RESULTAT OG DISKUSJON

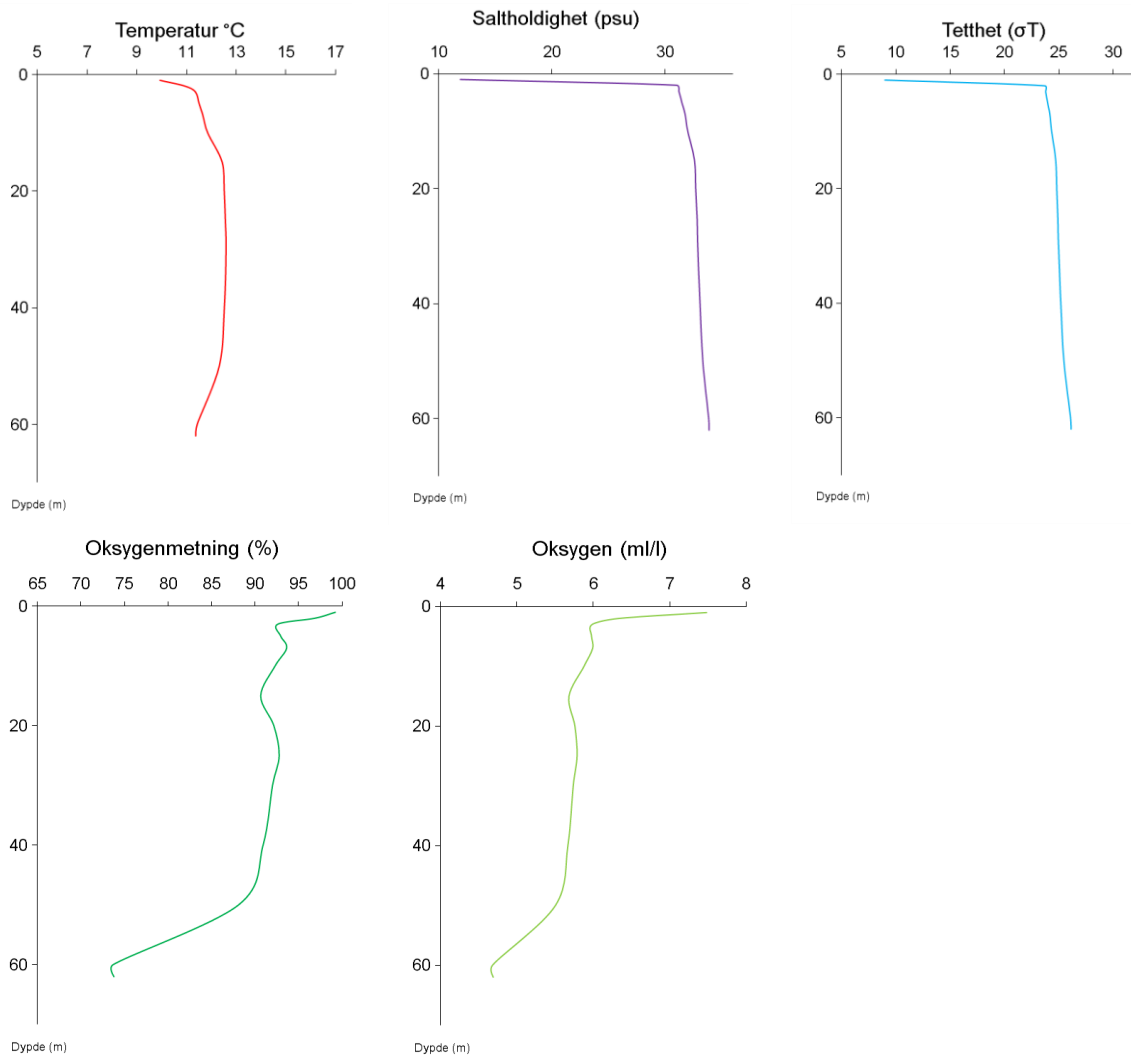
3.1 Bløtbunnsundersøkelse

Støtteparametere

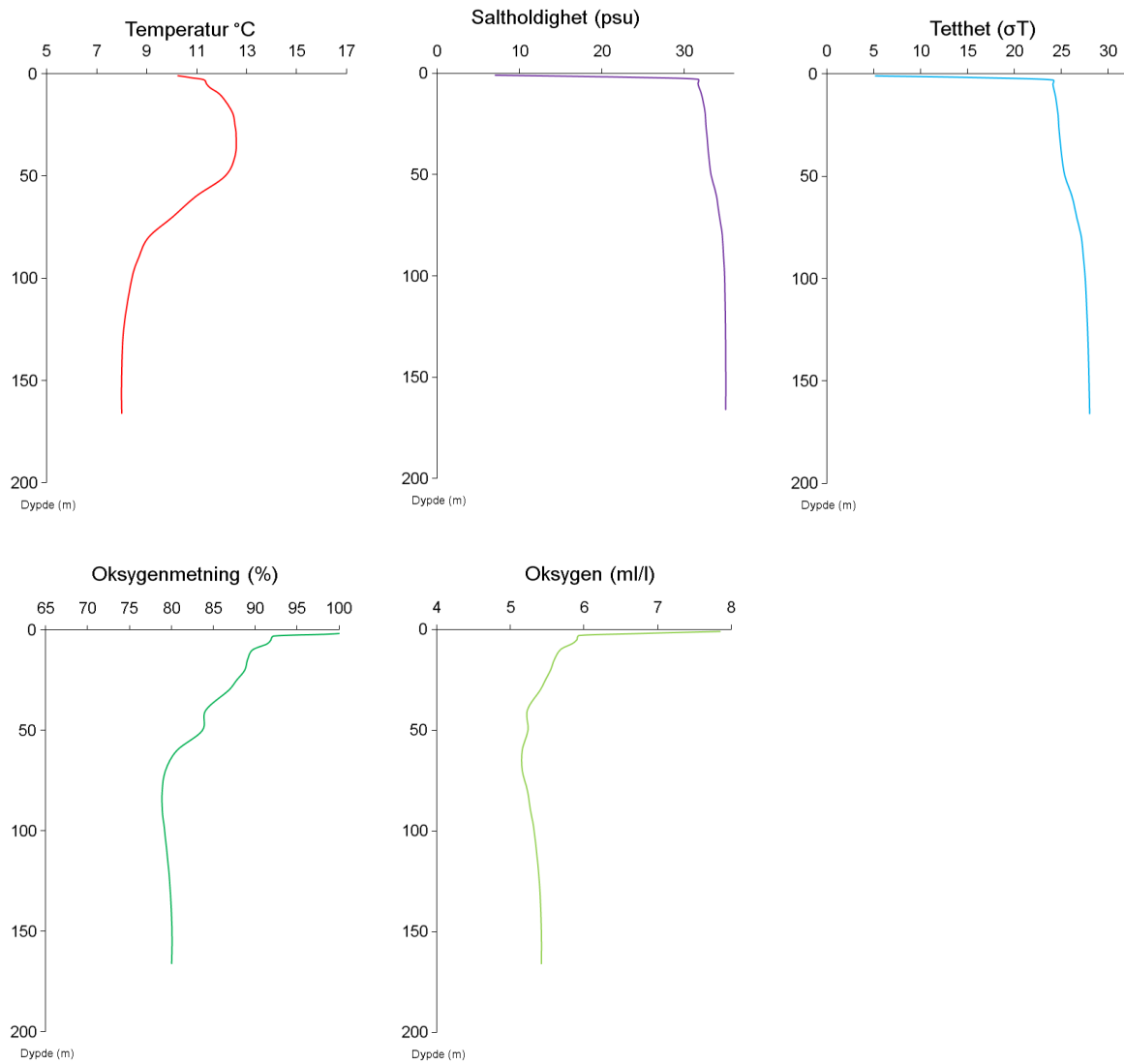
Hydrografi

Det ble utført målinger av vannsøylen med tanke på oksygeninnhold, temperatur og saltholdighet på stasjonene Stor 1 og Stok 3. Resultatene er presentert i figur 3-1a og b og i Vedlegg 3. Stok 3 ligger midtfjords, og er mye dypere enn Stor 1.

Begge stasjonene har et overflatelag med lav saltholdighet og høy oksygenmetning, noe som tyder på at dette er et ferskvannslag. Ned mot ca. 5 meter øker saltholdigheten og holder seg stabil mot bunn. Oksygeninnholdet synker ned mot 5 meter på Stor 1. Deretter holder det seg stabilt på ca. 90 % (5,7 ml/L O₂) ned til ca. 50 m og deretter synker det raskt mot bunnen (73,4 % O₂-metning og 4,7 ml/l O₂ innhold). På Stok 3 sank oksygeninnholdet jevnt ned mot ca. 70 m dyp, for deretter holde seg stabilt mot bunnen (80 % O₂-metning og 5,4 ml/L O₂). Begge stasjoner har oksygennivå i bunnvannet tilsvarende tilstandsklasse I – Svært god.



Figur 3-1a Oksygenmetning (%), temperatur og saltholdighet (psu) i vannsøylen fra overflaten til bunnen ved Stor 1. Målingene er utført 29. oktober 2019.

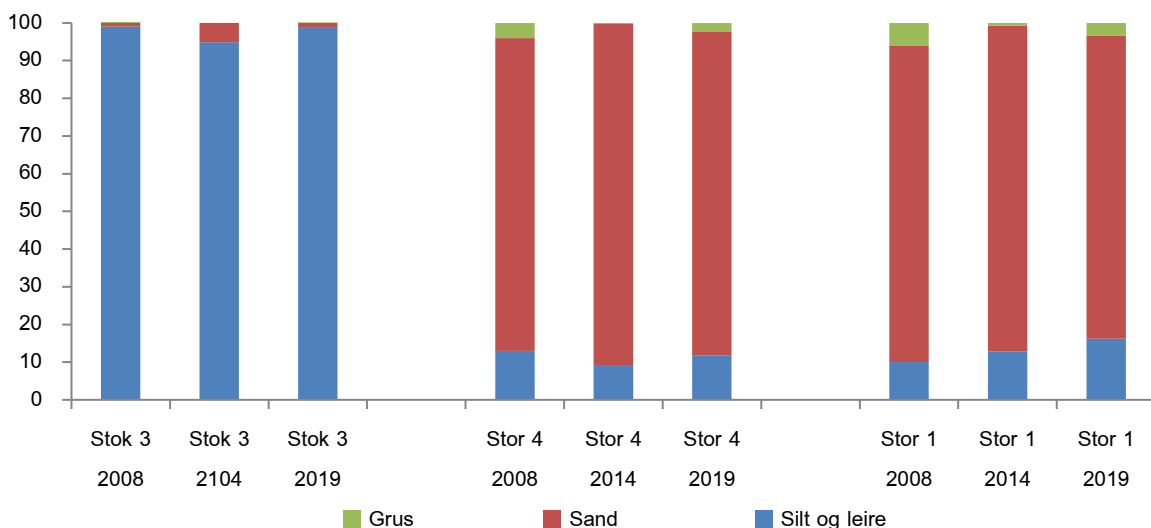


Figur 3-1b Oksygenmetning (%), temperatur og saltholdighet (psu) i vannsøylen fra overflaten til bunnen ved Stok 3. Målingene er utført 29. oktober 2019.

Kornfordeling og organisk innhold i sedimentet

Resultatene fra analyser av kornfordeling og glødetap er vist i Fig. 3-2, Tab. 3-1 og Vedlegg 4. Sedimentet ved stasjon **Stor 1** besto for det meste av sand (80 %), som samsvarer godt med samtlige historiske undersøkelser. Sedimentet ved stasjon **Stor 4** (opprettet i 2004) besto også som tidligere for det meste av sand (86 %). Resultatene ved disse to stasjonene viser at det er relativt god strømhastighet over bunnen i området. Fordelingen mellom grus, sand og leire/silt i sedimentet (Figur 3-2) er som forventet relativt finpartikulært på stasjon **Stok 3** som er den dypeste stasjonen i undersøkelsen. Stasjonen har en leire/silt-fraksjon på 98,7 %, som samsvarer med tidligere undersøkelser i 2000, 2008 og 2014. I 2004 ble det målt 77 % silt/leire.

Finkornet sediment indikerer lite strøm og at der er sedimenterende forhold i dypet. Sediment med høy andel finstoff har større total overflate som miljøgifter kan feste seg på. Klassifiseringssystemet for miljøgifter i sediment er beregnet for finkornet sediment som leire/silt (Veileder 02:2018). Av stasjonene i undersøkelsen har stasjon Stok 3 den mest fordelaktige kornfordelingen for analyse av miljøgifter og bløtbunnsfauna.



Figur 3-2 Andel grus, sand og leire/silt i sedimentet fra stasjonene i Stokksund i 2008, 2014 og 2019. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN-ISO, 16665:2013): leire / silt (< 63 µm), sand (meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm)) og grus (> 2000 µm). Mengder av de ulike fraksjonene av sand er tilgjengelig i analyserapporten i Vedlegg 4.

Nivå av organisk innhold i sedimentet er målt ved parameteren glødetap (TOM) (Tabell 3-1). Målingene ved Stor 1 og Stor 4 karakteriseres som lave/normale for norske fjorder (< 10%). I forhold til tidligere undersøkelser er der bare ubetydelige endringer i organisk innhold. Den høyeste konsentrasjonen av organisk innhold målt som TOM er funnet i sediment fra Stok 3, der nivået er moderat (12,9 %) som samsvarer med tidligere undersøkelser (har variert fra 10-14 %).

Tabell 3-1 Andel organisk innhold i sedimentet på de ulike sediment-stasjonene undersøkt i Stokksund, mars 2019 målt som TOM (%), sammenlignet med 2014 og 2008.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)		
		2019	2014	2008
Stor 1	65	2,2	2,85	1,74
Stor 4	76	2,7	3,87	3,67
Stok 3	166	12,9	14,2	13,9

Sedimentkjemi

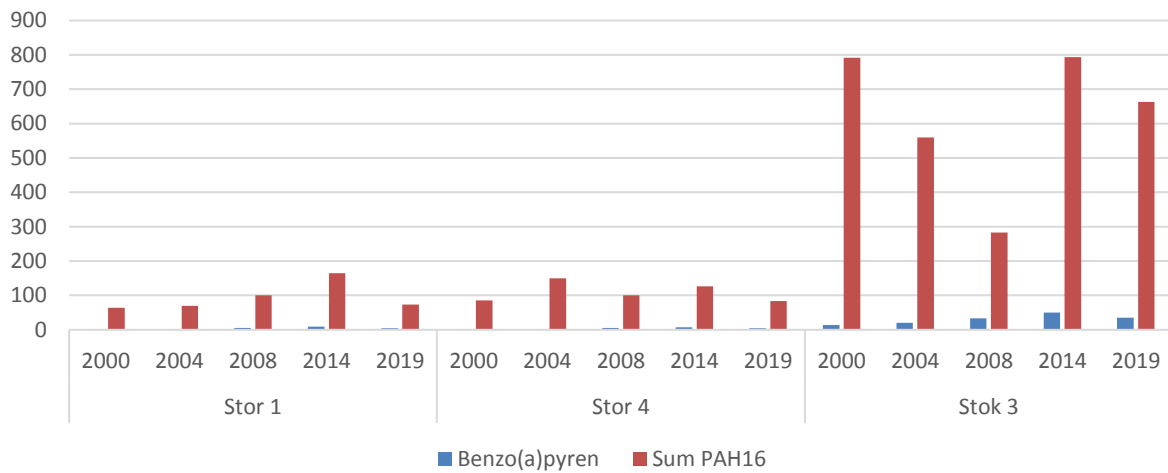
Det ble samlet inn 3 parallelle prøver for kjemisk analyse fra stasjon Stok 3 og 2 parallelle prøver fra stasjonene Stor 1 og Stor 4 (se avsnitt ang avvik). Tabellene presenterer et stasjonsgjennomsnitt med standard avvik, mens figurene presenterer gjennomsnitt.

PAH-16

Gjennomsnittet for de prioriterte PAH-forbindelsene Indeno[1,2,3-cd]pyren, Benzo[ghi]perylene og Antracen overgår grenseverdi for sediment (EQS_{sediment}) på stasjon Stok 3. Samtlige parallelle prøver fra stasjonen hadde verdi over EQS_{sediment} for alle disse tre forbindelsene. Siden 2014 har det vært en nedgang i konsentrasjonen av fleste parameterne. Unntakene er Benzo[ghi]perylene (Stok 3 og Stor 4), Fenantren (Stok 3) og Fluoren (Stok 3). Selv om konsentrasjonen av disse har økt, er de fortsatt under EQS_{sediment}. Som i tidligere år, ble det høyest innhold av Benzo(a)pyren målt i sediment fra Stok 3. Nivået var noe lavere i 2019 sammenlignet med 2014, og klassifiseringen er uendret. Det samme ser man for den summerte mengden av PAH-16 som er nesten 10 ganger så stor på Stok 3 sammenlignet med de to andre stasjonene.

Tabell 3-2 PAH-forbindelser i sediment ved stasjonene i Stokksund undersøkt i oktober 2019 (µg/kg TS). Snittet er av to paralleller for stasjon Stor 1 og Stor 4, og 3 paralleller fra Stok 3 i 2019. Se avsnitt ang avvik. Klassifisering iht. Veileder 02:2018.

Klassifisering	PAH-16 (µg/kg TS)	Stor 1		Stor 4		Stok 3	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Prioriterte stoffer	Naftalen	1,32	0,11	1,61	0,42	6,5	0,91
	Fluoranten	7,40	2,05	6,16	1,30	47,9	4,52
	Benzo[k]fluoranten	4,05	0,64	4,53	1,25	38,2	1,64
	Benzo[a]pyren*	4,16	0,63	4,59	1,15	35,4	2,05
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	11,15	0,55	14,90	3,60	119,3	4,99
	Benzo[b]fluoranten	10,02	0,78	12,81	3,00	103,7	3,77
	Benzo[ghi]perylene	15,35	0,35	21,05	4,15	161,3	6,13
	Antracen	1,03	0,34	0,80	0,12	6,5	1,20
Vannregionsspesifikke stoffer	Acenaftylen	0,33	0,06	0,42	0,08	2,6	0,12
	Fluoren	0,84	0,27	0,77	0,30	5,7	1,63
	Fenantren	4,93	1,73	3,85	0,99	29,1	6,84
	Pyren	4,83	1,37	4,32	0,93	33,3	3,48
	Benzo[a]antracen	3,03	0,71	2,92	0,73	26,1	1,27
	Krysen	2,85	0,87	2,19	0,50	22,8	1,27
	Dibenzo[a,h]antracen	1,55	0,11	2,18	0,50	23,0	0,57
	Acenaften	0,52	0,22	0,42	0,11	2,1	0,23
Ikke klassifiserbar	Sum PAH(16)		10,8		19,3		25,0



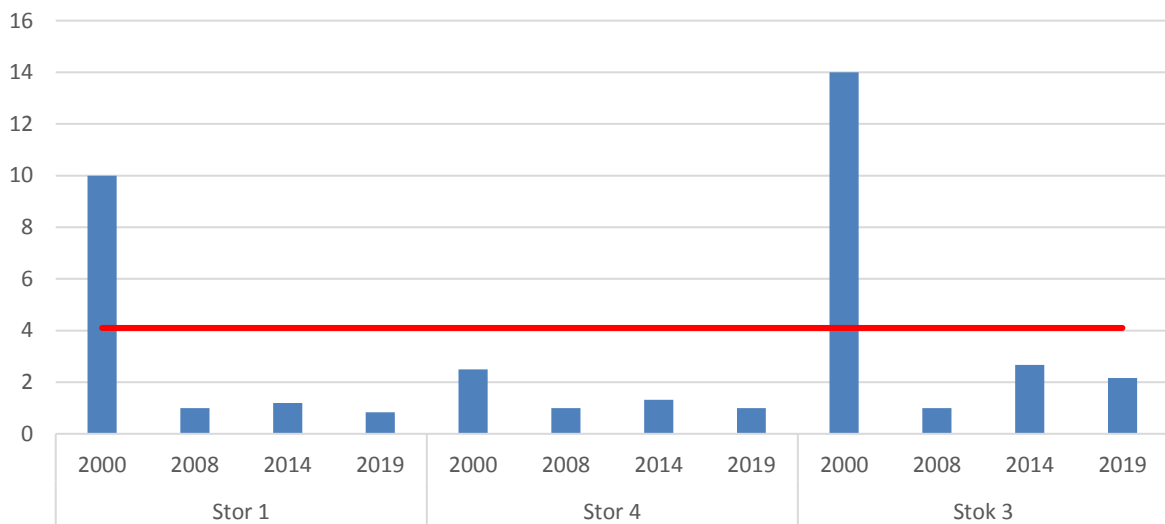
Figur 3-3: Konsentrasjon (µg/kg TS) av SumPAH16 (EPA) og Benzo (a)pyren i sediment fra bunnstasjoner ved SIM i perioden 2000-2019. Halv kvantifiseringsgrense (LOQ) er benyttet for enkelte målinger av Benzo(a)pyren i figur. Åpne felter betyr at det ikke ble tatt prøve det aktuelle året.

PCB

Sum PCB7 er lavere i 2019 enn i 2014, og ligger under EQS_{sediment} i sedimentet på samtlige stasjoner. PCB har tidligere vært analysert i sediment fra samme område i de tidligere undersøkelsene med unntak av i 1996. Målinger fra 2004 er utelatt fra figur under pga. høy usikkerhet rundt analyseresultatene (Rådgivende biologer, 2004).

Tabell 3-3 Konsentrasjon (µg/kg TS) for 7 PCB-forbindelser samt Sum PCB7 i sediment fra tre stasjoner i Stokksund, oktober 2019. Verdiene er snittet 2 parallelle prøver for stasjon Stor 1 og Stor 4 i 2019, samtlige ellers er snittet av 3 parallelle prøver. Se avsnitt ang avvik. Klassifisering iht. Veileder 02:2018.

PCB (µg/kg TS) 2019	Stor 1		Stor 4		Stok 3	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
PCB 28	0,08	0,03	0,05	0,00	0,18	0,01
PCB 52	0,19	0,03	0,13	0,02	0,20	0,01
PCB 101	0,09	0,04	<0,2	0,00	0,22	0,01
PCB 118	0,08	0,03	<0,2	0,00	0,21	0,02
PCB 138	0,15	0,01	<0,2	0,00	0,48	0,01
PCB 180	0,08	0,03	<0,2	0,00	0,19	0,01
PCB 153	0,25	0,08	0,13	0,02	0,70	0,01
Sum 7 PCB	0,83	0,33	<2	0,00	2,16	0,04



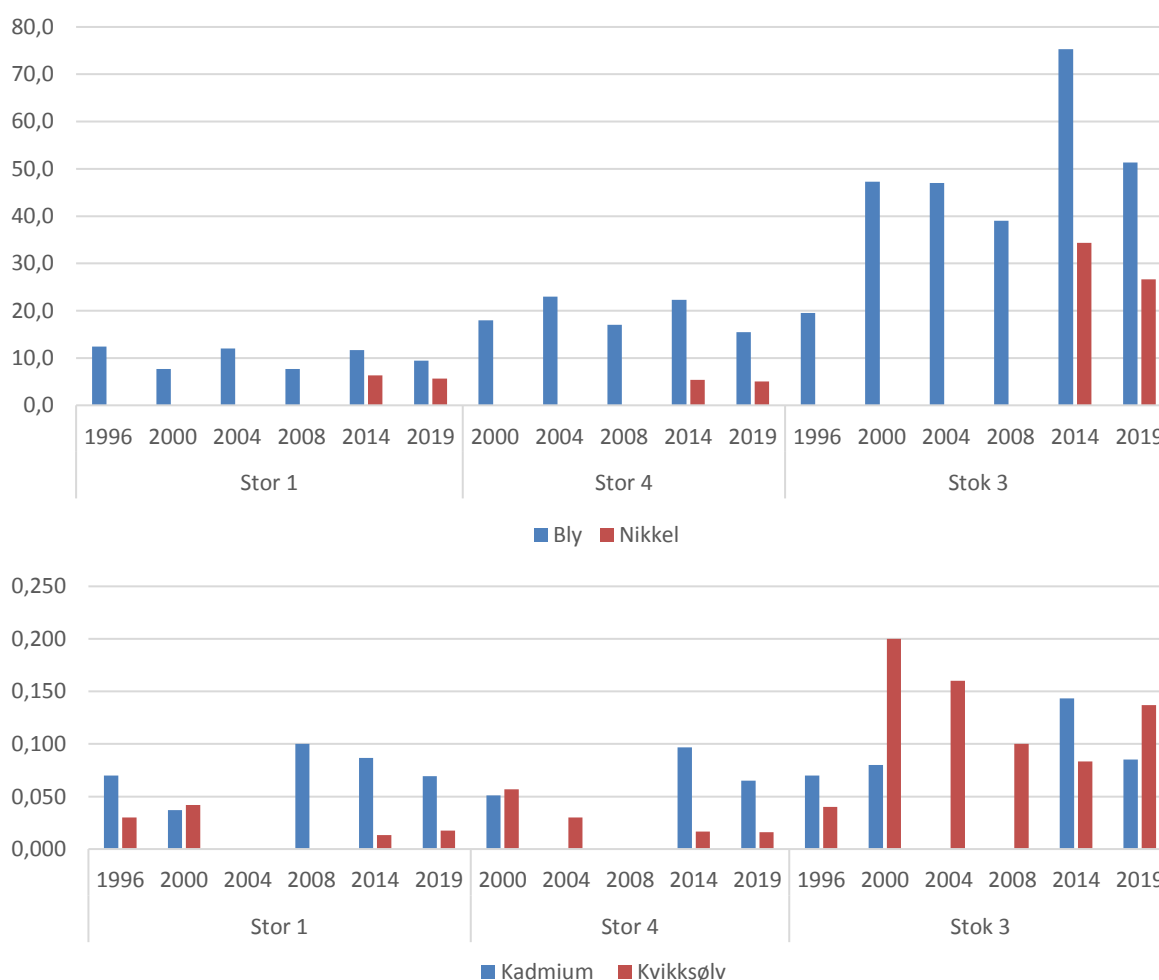
Figur 3-4: Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/kg TS) av sum PCB7 i sediment fra bunnstasjoner ved SIM i 2000-2019 (ikke analysert i 1996). Grenseverdi EQS_{sediment} er markert med rød strek.

Metaller

Tungmetaller ble analysert i sediment på stasjonene Stor 1, Stor 4 og Stok 3. Sink ble funnet med verdi over EQS_{sediment} i 2014, men denne lå under grenseverdi i årets undersøkelse. Generelt sees det en nedgang i metallkonsentrasjoner på samtlige stasjoner sammenlignet med 2014. Unntaket er kvikksølv på stasjon Stor 1 og Stok 3 som har økt, men som fremdeles ligger under grenseverdi (figur 3-5).

Tabell 3-4: Konsentrasjon (mg/kg TS) av prioriterte forbindelser av tungmetaller i sediment fra tre stasjoner i Stokksund, oktober 2019. Verdiene vist i tabellen er snitt av 2 parallelle prøver for stasjon Stor 1 og Stor 4 i 2019, og snittet av 3 parallelle prøver på Stok 3. Tidligere år er det snitt av 3 parallelle prøver på samtlige stasjoner (figur under). Se avsnitt ang avvik. Klassifisert iht. Veileder 02:2018.

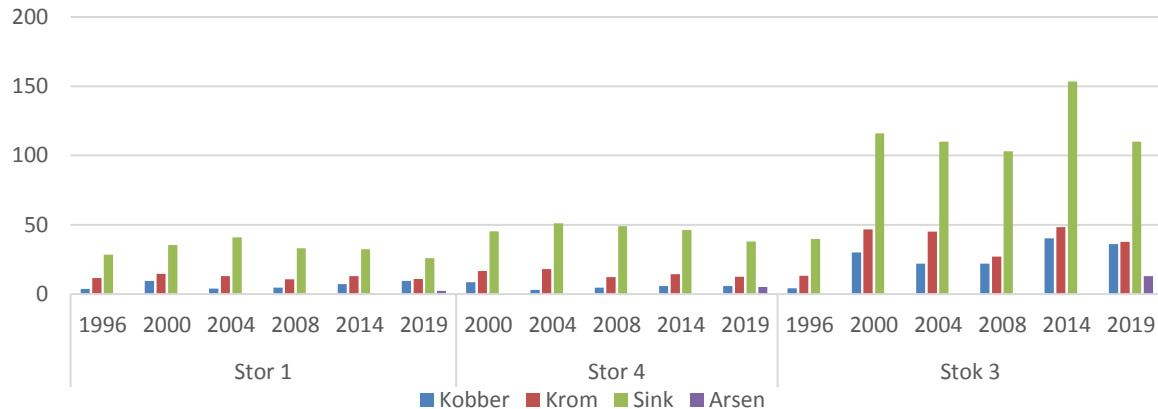
(mg/kg TS)		Bly		Kadmium		Kvikksølv		Nikkel	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Stor 1	2019	9,5	0,2	0,070	0,004	0,018	0,001	5,7	0,1
Stor 4	2019	15,5	0,7	0,065	0,013	0,016	0,000	5,1	0,5
Stok 3	2019	51,3	4,0	0,085	0,011	0,137	0,011	26,7	2,5



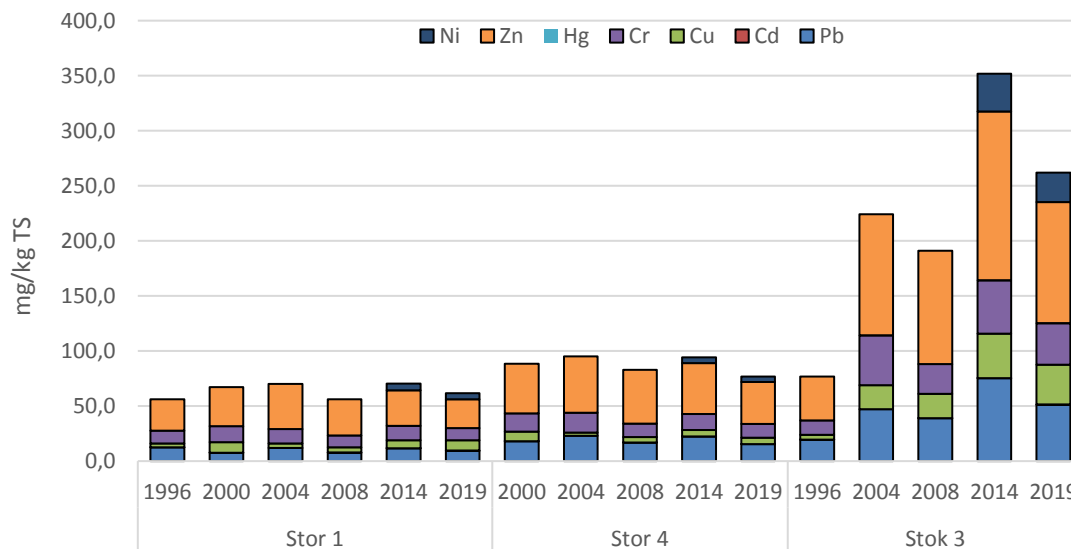
Figur 3-5 Prioriterte forbindelser av tungmetaller (mg/kg TS) i sedimentet 1996-2019 ved Svartasmoget.

Tabell 3-5: Konsentrasjon (mg/kg TS) av vannregionsspesifikke forbindelser av tungmetaller i sediment fra tre stasjoner i Stokksund, oktober 2019. Verdiene vist i tabellen er snitt av 2 parallelle prøver for stasjon Stor 1 og Stor 4 i 2019, og snittet av 3 parallelle prøver på Stok 3. Tidligere år er det snitt av 3 parallelle prøver på samtlige stasjoner (figur under). Se avsnitt ang avvik. Klassifisert iht. Veileder 02:2018.

(mg/kg TS)		Kobber		Krom		Sink		Arsen	
		Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Stor 1	2019	9,5	0,0	11,0	0,0	26,0	1,4	2,4	0,1
Stor 4	2019	5,7	0,1	12,5	3,5	38,0	2,8	5,2	0,1
Stok 3	2019	36,0	4,6	37,7	3,5	110,0	10,0	13,0	1,7



Figur 3-6 Vannregionsspesifikke forbindelser, tungmetaller (mg/kg TS) i sedimentet 1996-2019 ved Svartasmoget.



Figur 3-7 Samlet konsentrasjon og relative bidrag fra enkeltmetaller i sediment ved bunnstasjoner ved SIM IKS i periode 1996-2019.

Diskusjon sedimentkjemi

Det er som tidligere høyere nivåer av PAH'er, PCB'er og metaller i prøvene fra Stok 3 enn de to øvrige stasjonene. Det er flere mulige forklaringer på dette. Finpartikulært sediment har større overflate og vil derfor ofte ha høyere konsentrasjon av miljøgifter. Lavere strømforhold, som man kan forvente på en dyp stasjon som denne, fører også til at partikler i større grad sedimenterer i stedet for å transporteres bort. På denne måten vil det i større grad hope seg opp partikler på dype stasjoner enn på grunne. Stasjonen ligger midtfjords, hvilket kan bety at det er andre potensielle kilder som bidrar i tillegg til SIM.

Bløtbunnsfauna

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.6- 3.11, Figur 3.8-3.11 og i Vedlegg 6. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene i resipienten. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til tilstandsklasser basert på beregnede indekser gitt i Veileder 02:2018. Siden sist undersøkelse er det endringer i Veilederen mtp. beregninger, slik at f.eks. tetthetsindeksen DI som var med i 2014 nå er utelatt fra beregninger (iht. Veileder 02:2018), og det har og over tid vært endringer mtp hva det klassifiseres ut i fra (H', NQI1, nEQRsum og nEQRsnitt). Beregningene i tabellene under er alle derfor utført iht. Veileder 02:2018 for å kunne sammenligne 2019-resultater med historiske resultater. Dette gir endre verdier dersom man sammenligner beregningene for historiske undersøkelser utført i denne rapporten med beregninger i tidligere rapporter.

Stor 1

På stasjon Stor 1 (65 m) ble det samlet i snitt 41 arter og 249 individer pr hugg. Den mest tallrike arten er børstemarken *Galathowenia oculata* (15,5 %) som er definert som en tolerant art (III - NSI EG). Blant de ti mest tallrike artene er to arter definert som forurensingssensitive eller nøytrale arter, fire er forurensingstolerante, to er opportunistiske (*Pseudopolydora cf. paucibranchiata*), og ingen av de ti artene er forurensingsindikerende. Ved sammenligning opp mot beregningene fra historiske undersøkelser, ser man at antall arter er på nivå med undersøkelsen i 2014 og 1996, men at antall individer er redusert i forhold til tidligere undersøkelser. I 2019 sammenlignet med tidligere undersøkelser ser man en forbedring for samtlige indekser på stasjonen, og nEQR-verdien i 2019 er høyest av alle undersøkelsene. Samlet vurdering av indeksverdier og normalisert EQR (0,773) for stasjon Stor 1 tilsvarer **Tilstandsklasse II – God**.

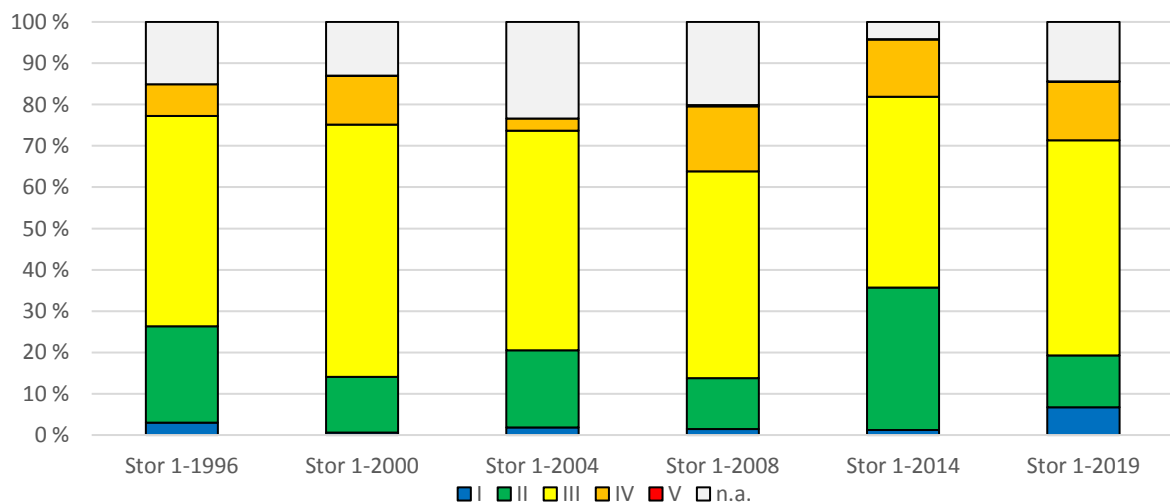
Tabell 3-6 De ti mest tallrike artene på stasjonene i Stokksund oktober 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,4 m². NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensingsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Stor 1-2019	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Galathowenia oculata</i>	154	15,5	15,5	III
<i>Thyasira flexuosa</i>	141	14,2	29,6	III
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	102	10,3	39,9	IV
<i>Chaetozone</i> sp.	101	10,2	50,1	III
<i>Owenia borealis</i>	95	9,5	59,6	n.a.
<i>Prionospio cirrifera</i>	70	7,0	66,6	III
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	33	3,3	69,9	n.a.
<i>Prionospio fallax</i>	31	3,1	73,1	II
<i>Glycera alba</i>	20	2,0	75,1	II
<i>Thyasira sarsii</i>	19	1,9	77,0	IV

Tabell 3-7 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Stor 1 i Stokksund, oktober 2019. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,4 m² i 2019 og 0,5m² i øvrige undersøkelser. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	TK
Stor 1 (1996)	Sum	73	1584	0,75	3,95	26	8	22	
	Snitt	42	317	0,74	3,76	25	8	22	
	nEQRsnitt			0,82	0,76	0,78	0,74	0,73	0,768
Stor 1 (2000)	Sum	68	2504	0,70	3,01	19	8	21	
	Snitt	37	501	0,69	2,90	19	7	21	
	nEQRsnitt			0,73	0,56	0,62	0,52	0,66	0,619
Stor 1 (2004)	Sum	41	886	0,72	3,33	19	9	22	
	Snitt	23	177	0,69	3,17	18	8	22	
	nEQRsnitt			0,74	0,62	0,602	0,66	0,70	0,664
Stor 1 (2008)	Sum	53	891	0,70	3,75	21	8	20	
	Snitt	28	178	0,68	3,52	21	7	20	
	nEQRsnitt			0,72	0,70	0,68	0,53	0,64	0,655
Stor 1 (2014)	Sum	73	3263	0,64	3,69	20	8	21	
	Snitt	42	653	0,62	3,56	20	8	21	
	nEQRsnitt			0,59	0,71	0,64	0,596	0,69	0,646
Stor 1 (2019)	1	47	270	0,71	4,22	28	9	22	
	2	40	283	0,67	3,94	24	8	21	
	3	34	163	0,69	4,16	27	9	21	
	4	42	279	0,67	4,28	28	9	21	
	Sum	75	995	0,70	4,34	27	9	21	
	Snitt	41	249	0,69	4,15	27	9	21	
	nEQRsnitt			0,72	0,82	0,81	0,81	0,70	0,773

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------



Figur 3-8 Fordeling av økologiske grupper (NSI-EG) på stasjonene undersøkt. Prøveareal er lik 0,4 m². I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Stor 4

På stasjon Stor 4 (76 m) ble det samlet i snitt 51 arter og 211 individer pr hugg. Den mest tallrike arten er skillet *Thyasira flexuosa* (21,8 %) som er definert som en tolerant art (III - NSI EG). Blant de ti mest tallrike artene er fem arter definert som forurensingssensitive eller nøytrale arter, fire er forurensingstolerante, én er opportunistisk, og ingen av de ti artene er forurensingsindikerende. Samtlige indekser på stasjonen er på nivå med tidligere undersøkelser og samlet vurdering av indeksverdier og normalisert EQR (0,838) for stasjon Stor 4 tilsvarer **Tilstandsklasse I – Svært god**.

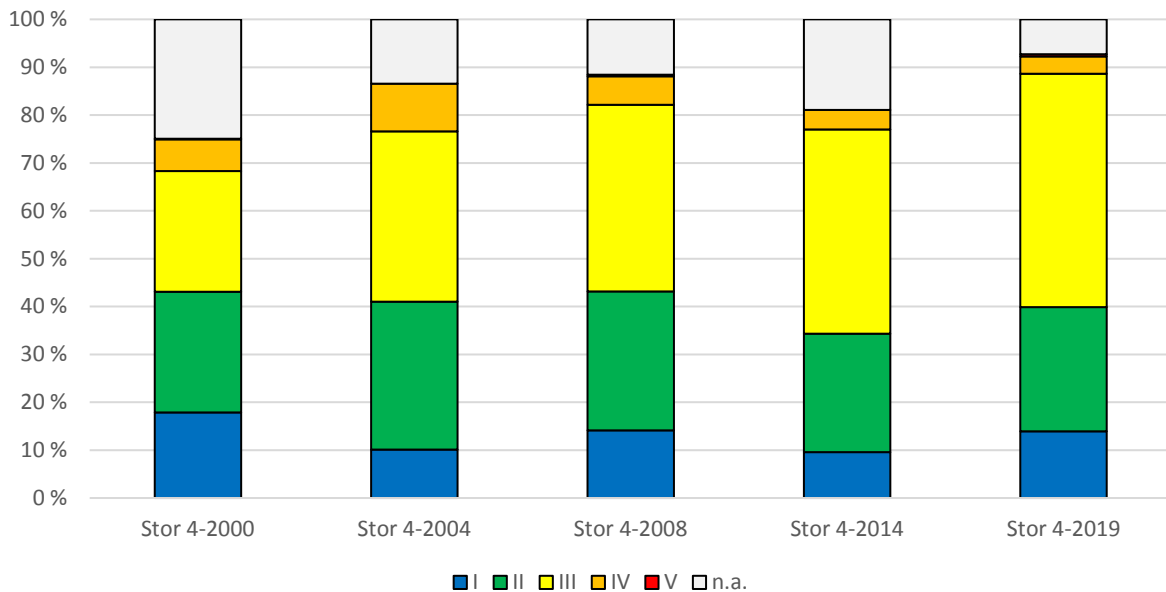
Tabell 3-8 De ti mest tallrike artene på stasjon Stor 4 i Stokksund oktober 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,4 m². NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensingsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Stor 4-2019	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Thyasira flexuosa</i>	136	21,8	21,8	III
<i>Prionospio cirrifera</i>	64	10,3	32,1	III
<i>Galathowenia oculata</i>	48	7,7	39,8	III
<i>Labidoplax buskii</i>	42	6,7	46,5	II
<i>Chaetozone</i> sp.	32	5,1	51,7	III
<i>Myriochele</i> sp.	32	5,1	56,8	II
<i>Ophelina cylindrica</i>	12	1,9	58,7	I
<i>Prionospio fallax</i>	12	1,9	60,7	II
<i>Aphelochaeta</i> sp.	11	1,8	62,4	II
<i>Cirratulus cirratus</i>	11	1,8	64,2	IV

Tabell 3-9 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Stor 4 i Stokksund, oktober 2019. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,3 m² i 2019 og 0,5m² i øvrige undersøkelser. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	TK
Stor 4 (2000)	Sum	95	666	0,83	5,21	41	10	24	
	Snitt	45	133	0,81	4,68	39	9	24	
	nEQRsnitt			0,90	0,88	0,90	0,84	0,81	0,866
Stor 4 (2004)	Sum	69	683	0,79	4,69	33	9	23	
	Snitt	34	137	0,77	4,22	29	9	23	
	nEQRsnitt			0,85	0,83	0,83	0,81	0,75	0,815
Stor 4 (2008)	Sum	83	716	0,78	5,15	37	10	23	
	Snitt	42	143	0,77	4,64	34	9	23	
	nEQRsnitt			0,85	0,87	0,86	0,82	0,77	0,837
Stor 4 (2014)	Sum	125	1733	0,76	5,20	37	10	23	
	Snitt	58	347	0,73	4,65	33	9	23	
	nEQRsnitt			0,81	0,87	0,86	0,83	0,76	0,828
Stor 4 (2019)	1	48	189	0,75	4,57	35	9	24	
	2	60	245	0,75	4,71	38	9	23	
	3	46	198	0,75	4,38	32	10	24	
	Sum	84	632	0,76	4,86	37	10	23	
	Snitt	51	211	0,75	4,55	35	10	23	
	nEQRsnitt			0,83	0,87	0,87	0,85	0,78	0,838

I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------



Figur 3-9 Fordeling av økologiske grupper (NSI-EG) på stasjonene undersøkt. Prøveareal er lik 0,3 m² i 2019, og 0,5 m² øvrige år. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Stok 3

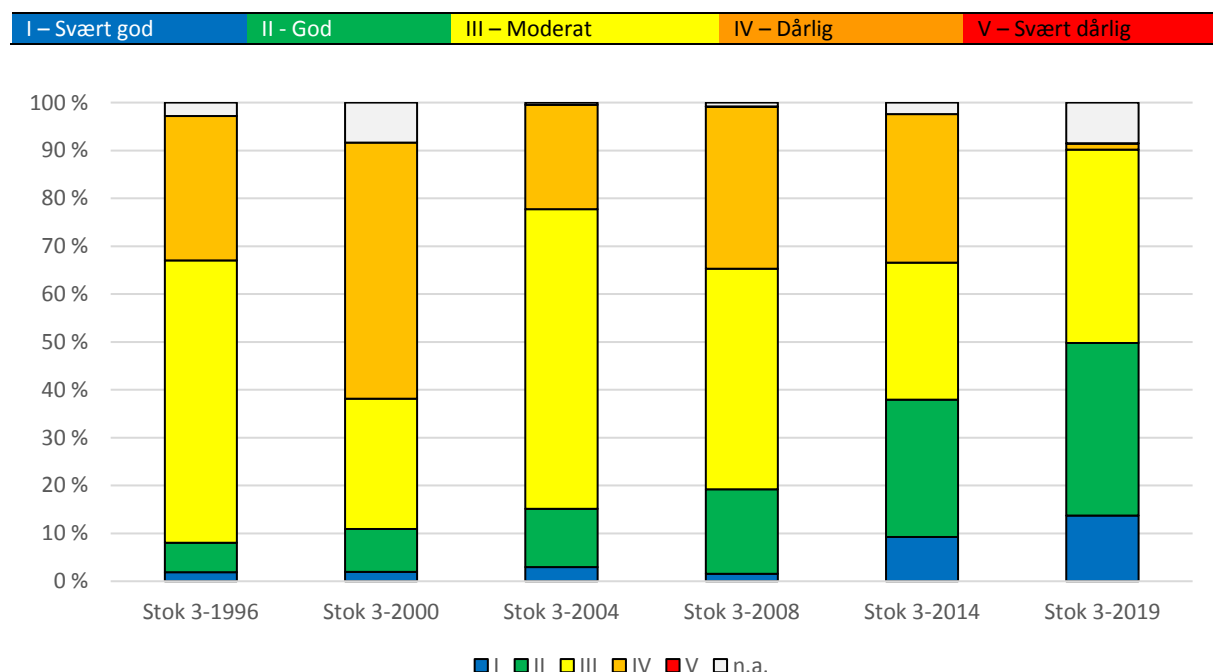
På stasjon Stok 3 (166 m) ble det samlet i snitt 55 arter og 463 individer pr hugg. Den mest tallrike arten er børstemarken *Paramphinoe jeffreysii* (23,9 %) som er definert som en tolerant art (III - NSI EG). Blant de ti mest tallrike artene er seks arter definert som forurensingssensitive eller nøytrale arter, fire er forurensingstolerante og ingen av de ti artene er opportunistiske eller forurensningsindikerende. Ved sammenligning opp mot beregningene fra historiske undersøkelser, ser man en jamn forbedring for samtlige indekser på stasjonen, og nEQR-verdien i 2019 er høyest av alle undersøkelsene. Samlet vurdering av indeksverdier og normalisert EQR (0,773) for stasjon Stok 4 tilsvarer **Tilstandsklasse I – Svært god**.

Tabell 3-10 De ti mest tallrike artene på stasjon Stok 3 i Stokksund oktober 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,5 m². NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Stok 3-2019	Antall individer	%	Kum %	NSI EG
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	551	23,9	23,9	III
<i>Prionospio fallax</i>	193	8,4	32,3	II
<i>Amphiura chiajei</i>	113	4,9	37,2	II
<i>Levinsenia gracilis</i>	90	3,9	41,2	II
<i>Lumbrineridae</i>	88	3,8	45,0	II
<i>Parathyasira equalis</i>	84	3,7	48,6	III
<i>Amphiura filiformis</i>	81	3,5	52,2	III
<i>Amphipholis squamata</i>	75	3,3	55,4	I
<i>Terebellides shetlandica</i>	75	3,3	58,7	n.a.
<i>Pholoe pallida</i>	71	3,1	61,8	I

Tabell 3-11 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Stok 3 i Stokksund, oktober 2019. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,5 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

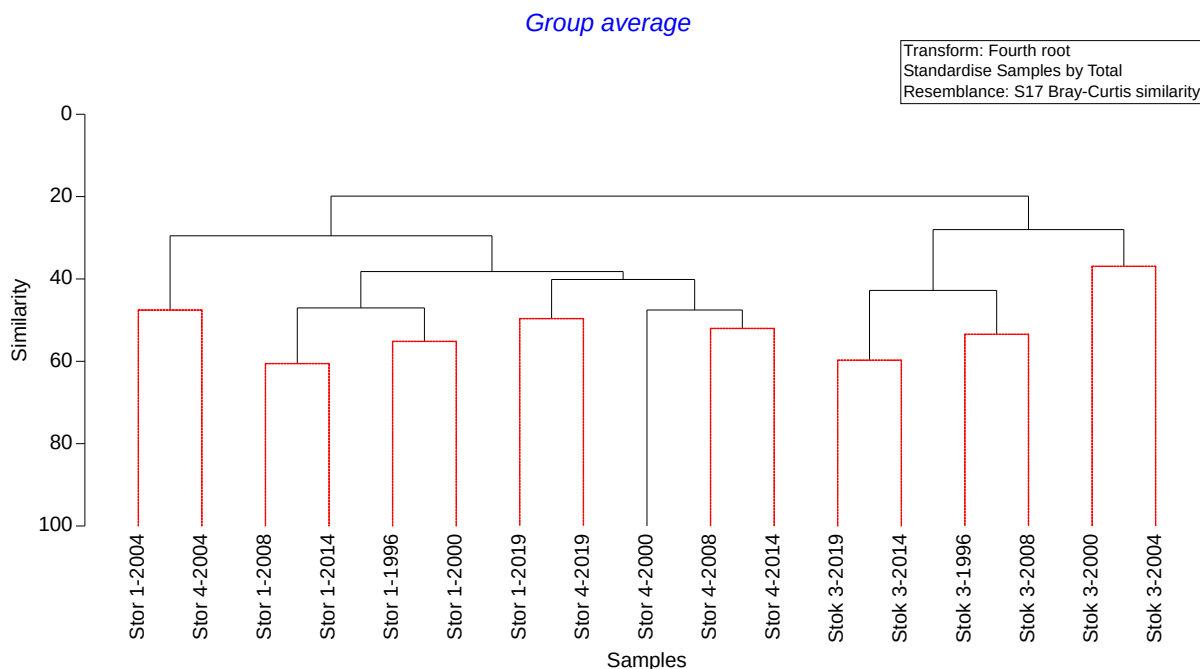
Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	TK
Stok 3 (1996)	Sum	55	2759	0,66	3,53	19	9	21	
	Snitt	35	552	0,65	3,34	18	8	21	
	nEQRsnitt			0,64	0,66	0,603	0,78	0,69	0,675
Stok 3 (2000)	Sum	18	312	0,56	2,43	13	8	20	
	Snitt	11	62	0,54	2,18	11	7	20	
	nEQRsnitt			0,48	0,43	0,41	0,57	0,66	0,509
Stok 3 (2004)	Sum	38	404	0,69	3,47	20	8	22	
	Snitt	18	81	0,66	3,14	18	7	22	
	nEQRsnitt			0,66	0,61	0,597	0,58	0,70	0,630
Stok 3 (2008)	Sum	50	1285	0,66	3,57	20	9	21	
	Snitt	28	257	0,64	3,40	20	8	21	
	nEQRsnitt			0,62	0,67	0,64	0,74	0,68	0,670
Stok 3 (2014)	Sum	80	3428	0,67	4,54	29	9	21	
	Snitt	51	686	0,68	4,46	29	9	21	
	nEQRsnitt			0,71	0,86	0,82	0,81	0,69	0,779
Stok 3 (2019)	1	55	556	0,76	4,62	31	9	24	
	2	51	443	0,76	4,61	31	9	24	
	3	59	364	0,78	4,91	34	10	24	
	4	51	498	0,72	4,07	28	9	23	
	5	58	456	0,74	4,42	33	9	23	
	Sum	91	2317	0,75	4,73	32	10	24	
	Snitt	55	463	0,75	4,53	31	9	24	
	nEQRsnitt			0,83	0,86	0,84	0,84	0,79	0,833



Figur 3-10 Fordeling av økologiske grupper (NSI-EG) på stasjonene undersøkt. Prøveareal er lik 0,5 m². I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt NSI EG verdi.

Cluster

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser at stasjonene deler seg i flere grupperinger, der Stok 3 (den dypeste stasjonen) som forventet er i en egen gruppering pga. dyp/plassering midt i fjorden, og de to andre, grunnere stasjonene grupperes sammen, med flere undergrupperinger. Disse undergrupperingene viser at Stor 1 og Stor 4 hadde stor faunalikhet seg imellom i 2004 og i 2019, men for øvrige år grupperer de seg pr stasjon.



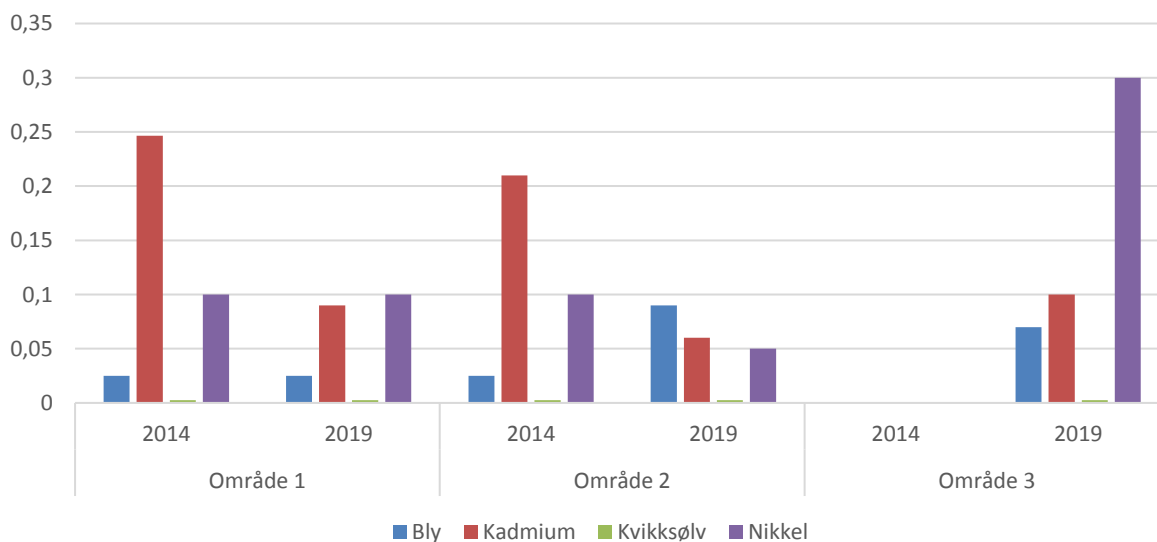
Figur 3-11 Cluster plot av stasjonene undersøkt, mars 2019. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og

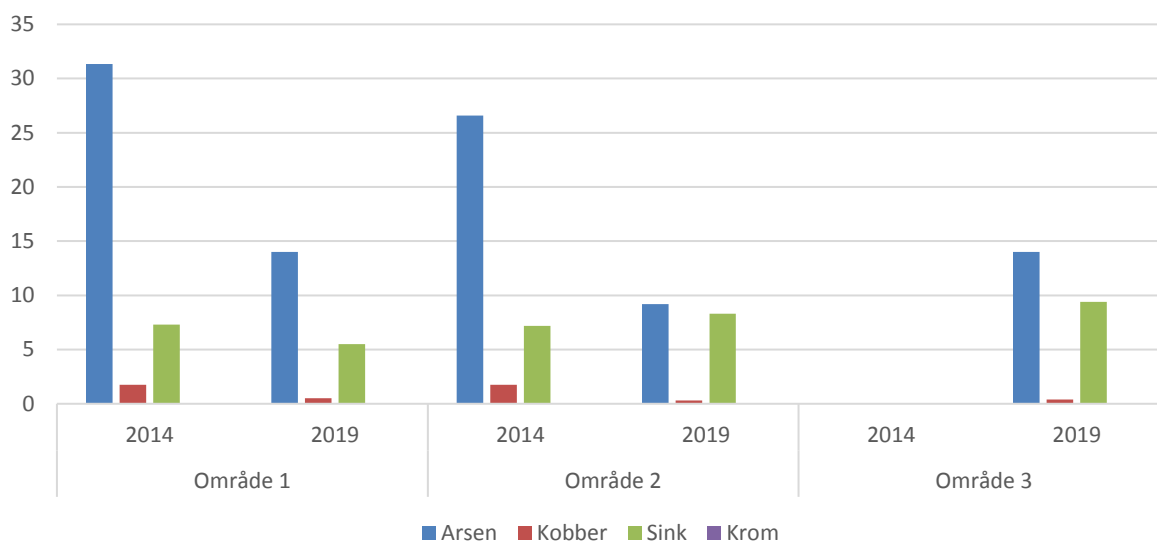
3.2 Biotaundersøkelse

Under følger resultater fra undersøkelser av miljøgifter i grisetang fra de tre områdene undersøkt i vannregion Stokksund 2019 for SIM IKS. Det ble ikke funnet forhøyede verdier av tungmetaller i grisetang fra noen av stasjonene. Det er kun det prioriterte stoffet kvikksølv som klassifiseres. Sammenligning med historiske analyser i grisetang fra Området 1 og 2, viser at det i år er funnet lavere mengde kadmium, nikkel, kobber, arsen enn ved undersøkelsen i 2014. Sink hadde lavere verdier i Område 1 i 2019 enn i 2014, men høyere i Området 2 i 2019 enn i 2014 (Figur 2-12). Konsentrasjonen av bly i grisetang er uendret i Området 1 i 2019 sammenlignet med 2014, mens det for Område 2 er funnet høyere verdier i 2019. Kvikksølv er ikke funnet i mengder over kvantifiseringsgrensen til analyselaboratoriet og ligger dermed langt under grenseverdien. De vannregionsspesifikke metallene er ikke tildelt grenseverdi i biota og vil derfor ikke bidra til økologisk tilstand.

Tabell 3-12 Konsentrasjon av tungmetall (mg/kg vv) i grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra 2014 til 2019. Merk at kun kvikksølv er tildelt grenseverdi EQS_{biota}.

2019	Parameter	Område 1	Område 2	Område 3
Prioriterte stoff	Bly	<0,05	0,09	0,07
	Kadmium	0,09	0,06	0,1
	Kvikksølv	<0,005	<0,005	<0,005
	Nikkel	0,1	<0,0,1	0,3
Vannregionsspesifikke stoff	Arsen	14	9,2	14
	Kobber	0,5	0,3	0,4
	Sink	5,5	8,3	9,4
	Krom	<0,05	<0,05	0,06





Figur 3-12 Prioriterte (øverst) og vannregionsspesifikke (under) stoffer i grisetang 2014 og 2019 for Område 1, Område 2 og Område 3.

3.3 Fjæreundersøkelse: Fastsittende alger - Makroalger

Lokalitet 2. Vannforekomst: Stokksund. Vanntype: Beskyttet kyst/fjord

Plasseringen av strandsonelokaliteten er vist i Figur 2.2. Stasjonen ligger like ved der sigevannsledningen går ut i sjøen.



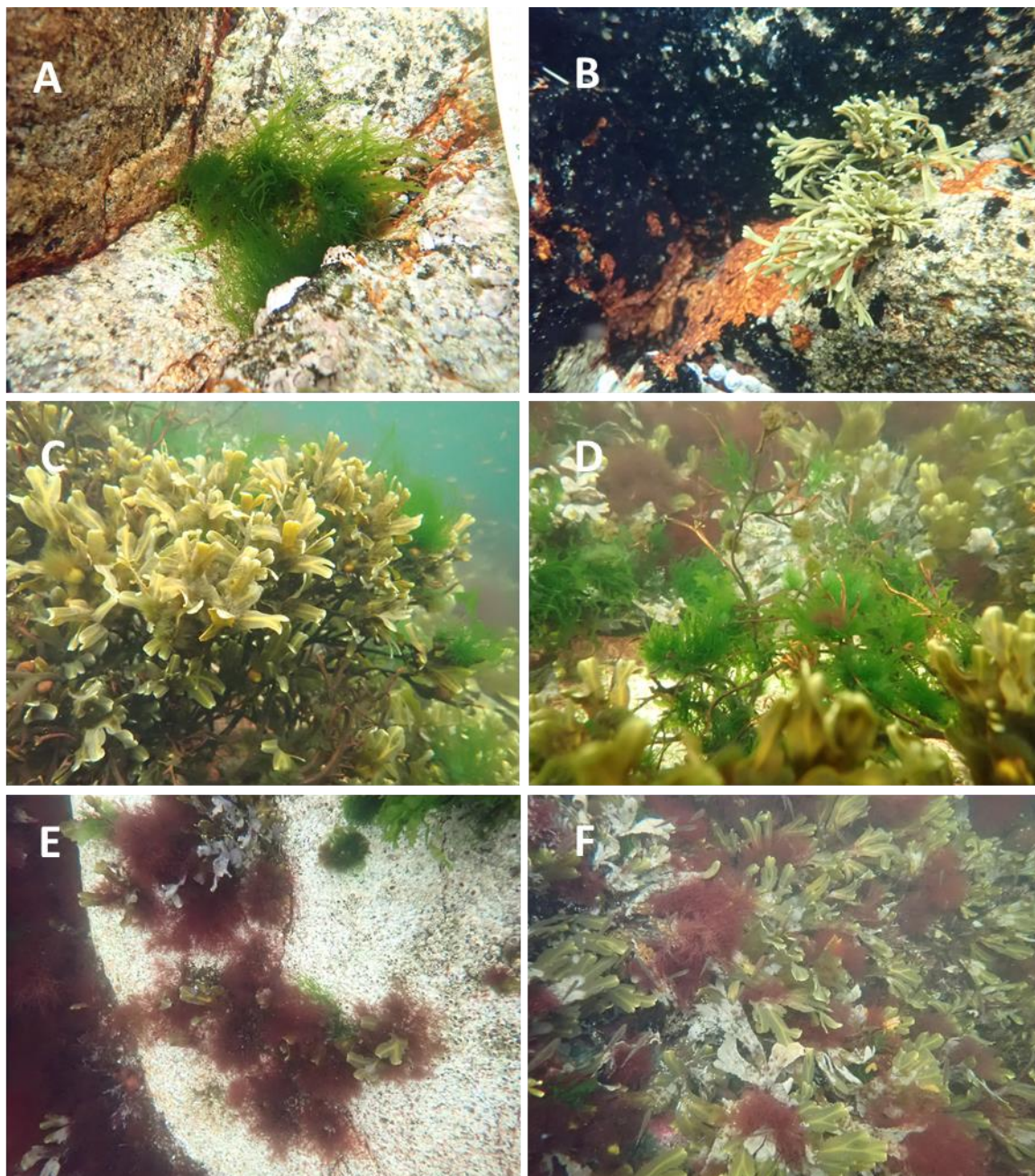
Figur 3-13. Lokalitet 2. Oversiktsbilde av stasjonen og det undersøkte området oppmålt med målebånd.

Strandsonen på stasjonen består av bratt og vertikalt fjell. Øvre del av fjæresonen er preget av stor rur-forekomst (*Semibalanus balanoides*) som begrenser algeveksten. I tillegg sees en del snegl, spesielt albuesnegl (*Patella vulgata*) og flekkvis forekomst av sauetang (*Pelvetia canaliculata*). Nedenfor rurbeltet er det fin vekst av blæretang- (*Fucus vesiculosus*), og videre nedover også sagtang (*Fucus serratus*). Et område med grisatang (*Ascophyllum nodosum*) i den ene enden av stasjonen. På tangen er det noe påvekst av hurtigvoksende opportunistar (*Ulva* spp.). Under tangen er det fin undervegetasjon av vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*), rødalger som rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*) vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), slettrugl (*Phymatolithon lenormandii*) og brunalger som strandtagl (*Chordaria flagelliformis*) og tvebendel (*Dictyota dicotoma*). Sublitoralt er et frodig tarebelte av fingertare (*Laminaria digitata*). Både på tang- og tarebeltet vokser det epifyttiske rødalger, de vanligste er stilkdokke (*Polysiphonia elongata*) og rekeklo (*Ceramim virgatum*). Det er også en del påvekst av mosdyr på alger og fjell.

Den multimetriske indeksen viser at stasjonen har god artsrikhet. Det er noe lav forekomst av brunalger, men forekomsten av grønналger er lavere enn i 2014. Det er god andel rødalger, svært lav andel opportunistar og få ettårige arter. Dette gir stasjonen samlet økologisk tilstand II – God (tabell 3-13). Sammenlignet med undersøkelsen i 2008 og 2014 er artssammensetningen relativt uforandret. Det ble imidlertid ikke observert trådformede grønналger ved undersøkelsen i 2014. I 2014 var forekomsten av grønналger moderat forhøyet, og dette har bedret seg ved denne undersøkelsen. Fjæresamfunnet på stasjonen fremstår derfor som upåvirket og noe forbedret siden forrige undersøkelse i 2014.

Tabell 3-13. Multimetrisk indeks og tilstandsklasse etter Vanndirektivets Veileder 02:2018, for stasjon Lokalitet 2 for 2019 og 2014. Utrekningene er basert på redusert artsliste for økoregion Nordsjøen Sør og vanntype «beskyttet kyst/fjord» (RSLA 3) og tilstandsklasse er basert på snittet av de normaliserte indeksverdiene (nEQR).

Parameter	2019		2014	
	Parameterverdier	EQR-verdier	Parameterverdier	EQR-verdier
Fjærepotensiale faktor	1,29		1,29	
Artsantall RSLA3	17		16	
Normalisert artsantall	21,9	0,64	20,6	0,61
% antall grøninalger	17,6	0,82	25,0	0,600
% antall rødalger	35,3	0,71	37,5	0,75
% antall brunalger	47,1	0,82	37,5	0,75
ESG I / ESG II	1,1	0,85	1,0	0,800
% andel opportunist	11,8	0,91	31,3	0,62
Sum forekomst grøninalger	22,2	0,68	42,3	0,43
Sum forekomst brunalger	79,8	0,67	82,4	0,67
nEQR-verdi og Tilstandsklasse (TK)		0,762 – TK II God		0,655 – TK II God



Figur 3-14. Algesamfunn fra stasjon Lokalitet 2. *Ulva* spp. (A), Sauetang og marbek (B) øverst i fjæren. Blæretang (C) og påvekst av grønnalger (D). Rur og rødalger (E). Sagtangbelte med påvekst av epifyttiske rødalger (F).

4 KONKLUSJON

Miljøgifter sediment:

Tre prioriterte PAH-forbindelse ble funnet i forhøyet konsentrasjon på den dypeste stasjonen (Stok 3) undersøkt i Stokksund. Det ble ikke funnet forhøyede verdier av hverken prioriterte metaller eller vannregion-spesifikke metaller over grenseverdi (EQS). Det er observert nedgang eller uendret nivå fra 2014 til 2019 for de fleste kjemiske forbindelsene undersøkt. Unntaket er konsentrasjonen av 3 PAH-forbindelser i sediment ved Stok 3, og en PAH-forbindelse ved Stor 4, samt kvikksølv på Stor 1 og Stok 3.

Miljøgifter i biota:

Det er ikke forhøyede verdier av metaller i grisetang og mengden av kvikksølv overskrider ikke grenseverdien (EQS_{biota}).

Bløtbunnsfauna:

Analysene av bunnfaunaen viser at det er gode til svært gode forhold ved de undersøkte stasjonene. Forholdene ved stasjonene er tilsvarende eller bedre enn det som ble rapportert ved forrige undersøkelse.

Semikvantitativ fjæresoneundersøkelse:

RSLA-analysen av makroalger i 2019 viser gode forhold på den undersøkte stasjonen, med tilstandsklasse II – God. Sammenlignet med forrige undersøkelse sees en forbedring med tanke på forekomst av grønnalger.

Kjemisk og økologisk tilstand

Stasjon Stok 3: Det oppnås **ikke god kjemisk tilstand** basert på nivået av tre PAH-forbindelsene som overgår grenseverdi for sediment, EQS_{sediment} ved stasjon Stok 3

Stasjon Stor 1, Stor 4 Område 1, Område 2 og Område 3: Det oppnås **god kjemisk tilstand** basert på prioriterte stoffer i sedimentet og biota.

Økologisk tilstand

Det oppnås **god økologisk tilstand** basert på bunnfauna, miljøgifter i biota, vannregionsspesifikke stoffer og strandsoneundersøkelser ved samtlige stasjoner undersøkt ved SIM IKS 2019.

5 ANBEFALING FOR VIDERE OVERVÅKING

Bløtbunnsundersøkelse

Ved neste undersøkelse anbefales det at stasjonene undersøkt i denne undersøkelsen følges opp. Det bør gjennomføres en ny vurdering av hvilke prioriterte og vannregionsspesifikke forbindelser som er aktuelle, basert på hva som tilføres resipienten fra renseanlegg og evt. andre kilder. Se eksempelvis TA-2636/2010 og M-176/2014. I tillegg bør valg av matriks for de valgte analysene gjennomgås. Det finnes EQS grenseverdier for vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Det er også mulig å bruke passive prøvetakere, som alternativ eller supplement for biota.

Fjæreundersøkelse

Det er gjort en vurdering av strandsonestasjonen og dens egnethet iht. Vanndirektivets Veileder 02:2018. Stasjonen ansees som egnet for klassifisering iht. Vanndirektivet og bør følges opp i fremtidige undersøkelser.

6 REFERANSER

Standarder og veiledere

NS EN ISO 19493:2007. *Vannundersøkelse – Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn*. Norsk Standard. 32 s.

NS-EN ISO 16665:2013. *Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna* (ISO 16665:2013), 33 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO/IEC 17025:2005. *Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse*. Standard Norge. 48 s.

Veileder 02:2018 *Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. 222 s.

Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann EUs avløpsdirektiv Versjon 3 – 2005. TA 1890/2005.

Rapporter og vitenskapelige artikler

Beiras, R. 2018. *Marine Pollution: Sources, Fate and Effects of Pollutants in Coastal Ecosystems*.

Botnen HB, Johansen P-O, Hjøhlman S, Vassenden G, Johannessen PJ. 2000. *Marinbiologisk miljøundersøkelse av sjøområdet ved Storavikholmane utenfor Svartasmoget avfallsplass i Fitjar kommune og i Stokksundet i 2000*. IFM Rapport nr. 4 - 2001. Universitetet i Bergen.

Garmo Ø., Hertel-Aas T., Rannekleiv S. B., Meland S. 2015 *Vurdering av biotilgjengelighetsmodeller som verktøy for karakterisering av resipienters sårbarhet for metallforurensing fra veg*. Vann|03:2015.

Johannessen P. Botnen H. 1989. *Resipientundersøkelse i Storviken ved Svartasmoget Fitjar kommune*. IMB rapport Universitetet i Bergen.

Johansen, P-O, Botnen, H. Hjøhlman, S. Johannessen, P. *Undersøkelse av miljøforholdene i Stokksundet 2000*. UIB/IFM Rapport
Johansen, P-O. 2000. *Undersøkelse av miljøforholdene i Innværfjorden, ved Rubbestadneset, i Bømlo kommune og i Stokksundet i år 2000*.

Heggøy, E., Vassenden G., Johansen P-O. 2008. *Marinbiologisk undersøkelse av miljøforholdene ved Svartasmoget avfallsplass i 2008*. SAM eRapport 1-2008

Kvalø, S.E. Dahlgren, T. *Marinbiologisk undersøkelse av miljøforholdene ved Svartasmoget avfallsplass i 2014*. SAM Marin eRapport 39-2014.

M-176/2014. *Screening program 2013 New bisphenols, organic peroxides, fluorinated siloxanes, organic UV filters and selected PBT substances*. NIVA, NILU.

Rueness, J. 1998. *Alger i farger. En felthåndbok om kystens makroalger*. Almater Forlag AS.

Voie Ø. A. 2005. *Biotilgjengelighet av tungmetaller fra ammunisjon*. FFI Rapport 2005/00443

TA-2636/2010. *Undersøkelse av miljøgifter ved fire norske renseanlegg PFOA, Bisfenol A, Triklosan, Siloksan (D5), Dodecylfenol og 2,4,6-Tri-tert.betylphenol*. Aquateam.

Tvedten FØ, Mjaavatten O, Botnen HB, Johannessen P. 1997. *Miljøundersøkelse i sjøen utenfor Svartasmoget, Sunnhordland Interkommunale Miljøverk, Fitjar kommune*. IFM Rapport nr. 22 - 1997. Universitetet i Bergen.

Tveranger B., Johnsen G.H., Soldal O. 2004. *Resipientundersøkelse i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune 2004*. Rådgivende biologer AS Rapport 768.

Årsmelding 2018. *Årsmelding 2018 Sunnhordland Interkommunale Miljøverk IKS*. www.sim.no

Nettsider

www.vann-nett.no

www.worms.com

www.Miljostatus.no

www.azti.ambi.es

7 VEDLEGG

Vedlegg 1 Metodebeskrivelser

Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen utføres med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data benyttes den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.22.10.245). Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold måles samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2016. Målingene er ikke utført akkreditert.

Måleusikkerhet

Måleusikkerhet for CTD presenteres Vedleggstabell 1. For pH og E_h ligger måleusikkerheten på henholdsvis $\pm 0,05$ pH og ± 5 mV E_h . For måleusikkerhet innen de kjemiske analysene og analyser av glødetap og kornfordeling, se analysebevis i Vedlegg 6.

Vedleggstabell 1 Måleområde, oppløsning og nøyaktighet for hydrografiske målinger gjort med CTD/STD 204.

Parameter	Måleområde	Oppløsning	Måleusikkerhet
Konduktivitet	0-70 mS/cm	0,01 mS/cm	$\pm 0,02$ mS/cm
Salinitet	0-40 ppt	0,01 ppt	0,02 ppt
Temperatur	-2 - 40 °C	0,001°	$\pm 0,01$ °
Trykk	1000 m	0,01 mbar	$\pm 0,02$ % av område
Løst oksygen	0-20 mg/L	0,01 mg/L	$\pm 0,2$ mg/L
Løst oksygen	0-200 %	0,01-0,04 %	± 2 % (ikke lineært)
Fluorescens	0-75 µg/L	0,03 µg/L	< 2 %

Bløtbunnsundersøkelse – Prøvetaking og analyser

Bløtbunnsundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av kornfordeling, glødetap, kjemiske forbindelser og bunndyr. Prøvetakingen utføres akkreditert i samsvar med NS-EN-ISO 16665:2014 «Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna» og NS-EN-ISO 5667-19:2004 «Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder».

Bunnprøver for kornfordeling, organisk innhold, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen-grabb med justerbare vekter. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Dersom volum av siktet prøve er mer enn 2 liter, splittes prøven iht. NS-EN-ISO 16665:2014 samt STIM Miljø's interne prosedyrer ved vårt laboratorium før videre analyse. Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 0-10 cm av sedimentet. Bitedybden til en grabbprøve må derfor være minst 5 cm (evt. prøvevolum på 5 liter) i sediment med fast konsistens eller minst 7 cm (evt. prøvevolum på 10 liter) i sediment med løs konsistens for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN-ISO 16665:2014). Prøver med mindre bitedybde kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene. Alle huggprøver kontrolleres med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabbhugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for analyser av biologi (bunnsfauna), kornfordeling, organisk innhold og kjemiske forbindelser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til analyse av kornfordeling, organisk innhold og kjemianalyser er uforstyrret (NS-EN-ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekman grabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) for innsamling av prøver til kornfordeling, organisk innhold og kjemi analyser. Tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder markeres i **Tabell 2-3** og oppgis i kapittel angående Avvik. Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparametrene (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

Sedimentets kornfordeling og organiske innhold

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN-ISO 16665:2014 er vist i Vedleggstabell 2.

Vedleggstabell 2 Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN-ISO 16665:2014).

Silt / leire	Svært fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en rått lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen. Det samles sedimentprøver fra hver stasjon i undersøkelsen. Prøvetaking og analyse utføres etter gjeldende standarder NS-EN-ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980.

Sedimentkjemi (metaller, PAH, PCB, organiske stoffer)

Det tas ut sediment fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN-ISO 5667-19:2004 og i samsvar med NS EN ISO 16665. Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Prøvene sendes til akkreditert lab for videre analyser. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veileder (Veileder 02:2018).

Bunndyr (biologi)

Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det normalt være ca. 25-75 arter i en grabbprøve. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN-ISO 16665:2014. For innsamling av bunnprøver er det brukt grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd-løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i STIM Miljø Bergens lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeidning av det biologiske materialet utføres i samsvar med vår akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedlegg 3). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen inkluderes i artslisten, utelates fra analysene. I Vedlegg 2 presenteres en kort omtale av metodene som benyttes for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 002:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sikt gjeldende SFT veileder TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ samt AMBI (komponent i NQI1). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Vedleggstabell 5. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Vedlegg 2: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksenenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 6.

Semikvantitativ strandsonundersøkelse med multimetrisk indeks

Det er to indekser utviklet for makroalger i Norge (Veileder 02:2018): Nedre voksegrense for et visst antall lett gjenkjennelige opprette alger (Nedre voksegrense-MSMDI) og Multimetrisk indeks som baserer seg på artssammensetningen i fjæresonen (Fjæresamfunn RSLA/RSL). Det er i denne undersøkelsen benyttet RSLA. Ved en RSLA-undersøkelse blir forekomsten av alle makroalger og makrofauna innenfor et ti til tolv meter bredt belte av strandlinjen registrert (NS-EN ISO19493:2007). Forekomsten registreres etter en seks-delt skala som reduseres til en fire-delt skala før beregning av indekser (Tabell 3). I tillegg blir fjærens habitat og fysiske forhold registrert i et stasjonsskjema etter Veileder 02:2018. Dette skjemaet brukes til å regne ut et fjærepotensial, som sier noe om forventet artsrikhet på stasjonen. Fjærepotensialet brukes til å justere det faktiske artsantallet på stasjonen. Stasjonene og strandsonen blir også fotografert, og fotodokumentasjonen oppbevares hos STIM Miljø Bergen. Metoden gir en oversikt over mengdeforholdet av organismene i strandsonen.

Vedleggstabell 3. Seks-delt mengdeskala benyttet ved semikvantitativ undersøkelse. For alger og fastsittende dyr benyttes dekningsgrad, mobile dyr registreres etter antall per m². Algeregistreringene blir gjort om til en firedelt skala før indeksberegninger, i henhold til Veileder 02:2018.

Kartleggingsskala	Dekningsgrad	Antall per m ²	Skala for indeksberegninger
1	Enkeltfunn	Enkeltfunn	1
2	< 5 %	< 5	2
3	5 – 25 %	5 – 25	
4	25 – 50 %	25 – 75	3
5	50 – 75 %	75 – 125	
6	75 – 100 %	> 125	4

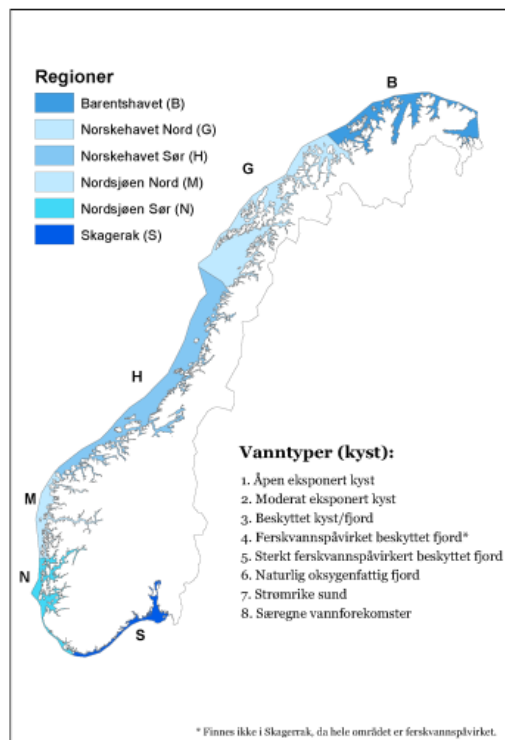
Tilstandsklassifisering RSLA

Norske vannforekomster er delt inn i seks økoregioner (Figur 6) basert på klimatiske og fysiske forhold, oseanografi og biologiske kvalitetselementer (Veileder 02:2018). Stasjonen undersøkt ligger i økoregion Nordsjøen Sør (N). Økologisk tilstand er klassifisert etter Veileder 02:2018 ved utregning av multimetrisk indeks/fjæresoneindeks. Indeksen er basert på en redusert artsliste tilpasset økoregion og et utvalg parametere som er tilpasset økoregion og vanntypen ved den undersøkte stasjonen. RSLA 1-2 benyttes for vanntype 1 (åpen, eksponert kyst) og 2 (moderat eksponert kyst), RSLA 3 benyttes for vanntype 3 (beskyttet kyst/fjord) og RSL4 benyttes for vanntype 4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord) (se Veileder 02:2018). Verdiene for de ulike parameterne blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1 (Vedleggstabell 6), og tilstandsklasse er basert på gjennomsnittet av disse verdiene.

Vedleggstabell 4 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Veileder 02:2018 for oksygen i bunnvann.

			Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
Parameter	Måleenhet		Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.*	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.



Vedleggsfigur 1 Områdeinndeling av økoregioner og vann typer for kystvann. Kart fra Veileder 02:2018.

Vedleggstabell 5 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i Økoregion Nordsjøen Sør (N) og Vanntype Beskyttet kyst/fjord (1-3). Grenseverdiene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier. Økoregion og vanntyper viser til Vedleggsfigur 1. Tabell hentet fra Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype H1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,90 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,5 - 3,7	3,7 - 2,9	2,9 - 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	46 - 23	23 - 16	16-9	9-5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15-10	10 - 0

Vedleggstabell 6 Klassegrenser for nEQR (Veileder 02:2018).

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse I (Svært god)	0,8
Klasse II (God)	0,6
Klasse III (Moderat)	0,4
Klasse IV (Dårlig)	0,2
Klasse V (Svært dårlig)	0,0

Tilstandsklassifisering av PAH, PCB og tungmetaller for sediment og biota
se Veileder 02:2018 for tabeller og klassegrenser.

Vedlegg 2 Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være mellom 25-75 arter.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Ut fra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2018).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver, 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i / N$, n_i = antall individer av art i, N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Hurlbert diversitetsindeks ES₁₀₀ viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel: hvor ES₁₀₀ = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier

$$ISI = \sum_i \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i, N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier

$$NSI = \sum_i \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som **NQI1 (Norwegian quality Index)** bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + S} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2018 (Vedleggstabell 6). Grenseverdiene brukes for gjennomsnitt av grabbverdier.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes

nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er vist i Vedleggstabell 5, der nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

1.1.1.1 Multivariate analyser

For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

1.1.1.2 Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS)) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkevann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment. For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøvearealer. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis, 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right) \quad \text{Hvor:} \quad \begin{array}{l} S_{jk} = \text{likheten mellom to prøver, } j \text{ og } k \\ y_{ij} = \text{antallet i } i\text{'te rekke og } j\text{'te kolonne i datamatriksen} \\ y_{ik} = \text{antallet i } i\text{'te rekke og } k\text{'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter} \\ p = \text{totalt antall arter} \end{array}$$

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvis likhet vises.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: $\hat{d}_{jk}$ = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left(\frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right) \quad \text{og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Direktoratsgruppa vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin **40** (12). 1100–1114 s.

Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.

Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.

Pearson, T.H. og Rosenberg, R. 1978. *Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. Oceanography and Marine Biology an Annual Review **16**. 229-311 s.

Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.

Rygg, B. 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.

Rygg, B. og Norling, K. 2013. *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*. NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.

Shannon, C.E. og Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Statens forurensningstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Vedlegg 3 Hydrografi

Tabellene under viser hydrografiske profilmålinger fra stasjonene Stor 1 og Stok 3 med parameterne salinitet (Sal.), temperatur (Temp.), tetthet (Density) og oksygen (O₂ % og ml/l) i Stokksund mars 2019.

Vedleggstabell 7 Oksygenmetning (%), temperatur og saltholdighet (psu) i vannsøylen fra overflaten til bunnen ved stasjon Stor 1 29. oktober 2019.

Depth(u)	Sal.	Temp	F (µg/l)	Ox %	Ox ml/l	Density
1	11,93	9,945	1,55	99,24	7,49	9,013
2	31,07	10,957	1,46	96,9	6,33	23,733
3	31,25	11,371	1,39	92,62	5,99	23,809
5	31,52	11,517	1,1	92,97	5,98	23,995
7	31,8	11,668	0,91	93,65	5,99	24,196
10	32,04	11,862	0,81	92,32	5,88	24,362
15	32,63	12,442	0,4	90,67	5,68	24,737
20	32,74	12,527	0,31	92,18	5,76	24,825
25	32,86	12,57	0,26	92,79	5,79	24,929
30	32,92	12,601	0,24	92,03	5,74	24,995
40	33,12	12,531	0,17	90,94	5,67	25,205
50	33,37	12,33	0,12	88,12	5,51	25,486
60	33,89	11,441	0,09	73,71	4,68	26,103
62	33,92	11,381	0,13	73,8	4,69	26,147

Vedleggstabell 8 Oksygenmetning (%), temperatur og saltholdighet (psu) i vannsøylen fra overflaten til bunnen ved stasjon Stok 3 29. oktober 2019.

Depth(u)	Sal.	Temp	F (µg/l)	Ox %	Ox ml/l	Density
1	7,05	10,261	1,53	101,92	7,85	5,183
2	23,33	10,802	1,49	98,99	6,80	17,749
3	31,66	11,301	1,24	92,23	5,94	24,138
5	31,66	11,403	1,25	91,89	5,91	24,128
7	31,79	11,559	1	91,39	5,85	24,208
10	32,06	11,927	0,72	89,67	5,68	24,364
15	32,34	12,252	0,56	89,09	5,60	24,546
20	32,54	12,473	0,39	88,77	5,55	24,684
25	32,61	12,539	0,38	87,8	5,48	24,746
30	32,73	12,588	0,23	86,85	5,41	24,847
40	32,95	12,551	0,14	84,11	5,23	25,069
50	33,24	12,153	0,14	83,71	5,24	25,417
60	33,88	10,972	0,09	80,67	5,16	26,177
70	34,24	10,05	0,07	79,31	5,16	26,67
80	34,62	9,079	0,06	78,92	5,23	27,175
90	34,76	8,683	0,06	78,93	5,27	27,393
100	34,89	8,415	0,06	79,21	5,32	27,582
125	35	8,084	0,05	79,81	5,39	27,834
150	35,04	7,999	0,05	80,09	5,42	27,986
166	35,03	8,005	0,06	80,05	5,42	28,059

Vedlegg 4 Kornfordeling og glødetap (TOM) i sediment



Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
 F. reg. 965 141 618 MVA
 Sandviksveien 110
 5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
 bergen@eurofins.no

STIM. AS, avd Bergen
 Thormøhlensgt. 55
 5008 BERGEN
Attn: Rapportmottaker

AR-19-MX-006355-01

EUNOBE-00037045

Prøvemottak: 11.11.2019
 Temperatur:
 Analyseperiode: 11.11.2019-20.11.2019
 Referanse: 1520 42/2019

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2019-1111-212	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 1 Hugg 6 65m	Analysesstartdato:	11.11.2019		
	02.60-29529				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	2.20	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	70.0	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Prøvenr.:	441-2019-1111-213	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 4 Hugg 7 76m	Analysestartdato:	11.11.2019		
	02.60-64305				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	2.72	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	66.0	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Prøvenr.:	441-2019-1111-214	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 6 166m	Analysesstartdato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	12.9	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	23.7	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AP-001 v 186

AR-19-MX-006355-01

EUNOBE-00037045



Bergen 20.11.2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Tommie Christensen", written over a horizontal dashed line.

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

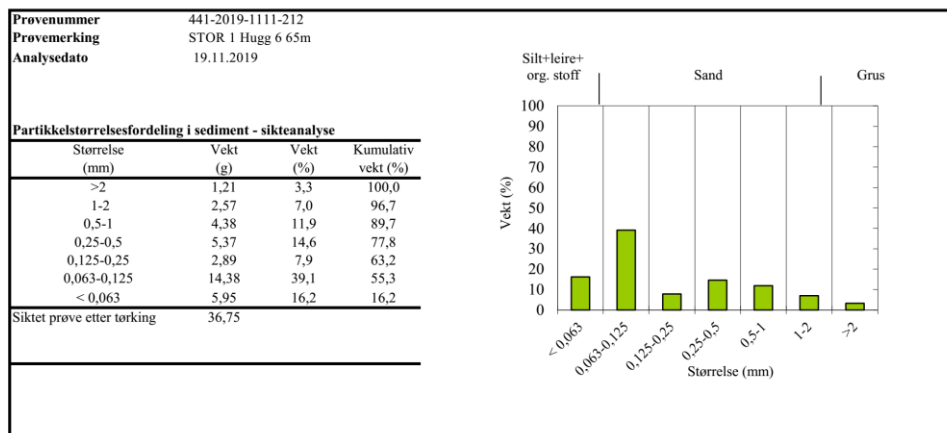
Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 2

AR-001 v 166



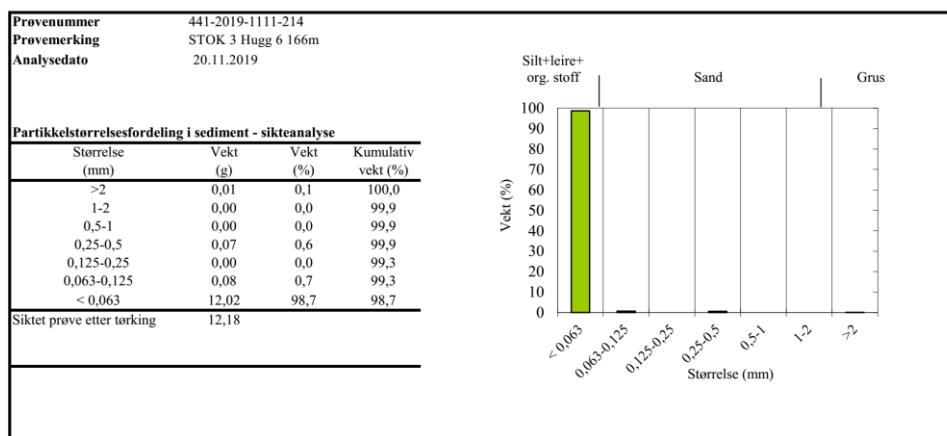
Resultat kornfordeling



Versjon 3

 Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018


Resultat kornfordeling



Versjon 3

 Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018



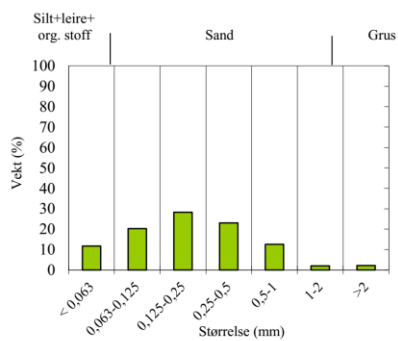
Resultat kornfordeling

Provenummer 441-2019-1111-213
 Provermerking STOR 4 Hugg 7 76m
 Analysedato 19.11.2019

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
>2	0,75	2,2	100,0
1-2	0,69	2,0	97,8
0,5-1	4,38	12,6	95,9
0,25-0,5	8,04	23,1	83,3
0,125-0,25	9,85	28,3	60,2
0,063-0,125	7,05	20,2	32,0
< 0,063	4,09	11,7	11,7

Siktet prøve etter tørking 34,85



Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018

Vedlegg 5 Analyserapport sediment



Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
 F. reg. 965 141 618 MVA
 Sandviksveien 110
 5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
 bergen@eurofins.no

STIM. AS, avd Bergen
 Thormøhlensgt. 55
 5008 BERGEN
Attn: Rapportmottaker

AR-19-MX-006466-01

EUNOBE-00037042

Prøvemottak: 11.11.2019
 Temperatur:
 Analyseperiode: 11.11.2019-25.11.2019
 Referanse: 1520 40/2019

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2019-1111-192	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 1 Hugg 6 65m	Analysestartdato:	11.11.2019		
	02.60-29529				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	1.43	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylene	0.39	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenafte	0.73	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	1.11	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	6.66	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	1.37	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	9.44	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	6.19	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	3.74	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	3.72	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	10.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	4.69	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	4.79	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	11.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.66	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	15.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	84.1	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.16	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	0.13	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 7

AR-001 v 106

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-193	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 1 Hugg 7 65m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29529				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	1.21	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	0.26	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.30	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.57	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	3.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	0.69	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	5.35	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	3.46	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	2.32	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	1.98	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	9.24	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	3.41	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	3.52	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	10.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.44	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	15.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	62.5	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	0.11	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.22	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.13	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.10	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.16	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.11	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.32	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	1.16	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-194	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 4 Hugg 6 76m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-64305				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	1.19	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	0.34	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.31	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.47	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	2.86	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	0.68	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	4.86	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	3.39	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	2.19	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	1.68	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	9.81	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	3.28	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	3.44	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	11.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.68	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	16.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	64.4	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.11	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	0.11	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 3 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-195	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 4 Hugg 7 76m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-64305				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	2.03	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	0.50	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.53	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	1.06	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	4.83	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	0.92	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	7.45	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	5.24	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	3.64	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	2.69	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	15.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	5.78	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	5.73	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	18.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	2.68	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	25.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	103	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.14	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	0.14	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 4 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-196	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 6 166m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	5.82	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	2.61	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.83	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	4.08	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	22.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	5.33	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	42.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	29.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	24.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	21.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	101	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	36.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	34.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	118	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	22.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	157	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	629	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.22	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.24	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.22	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.48	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.19	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.70	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.22	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 5 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-197	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 7 166m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	7.76	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylene	2.52	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	2.37	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	7.91	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	38.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	8.14	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	53.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	38.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	26.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	22.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	101	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	38.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	33.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	114	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	23.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	170	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	688	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.19	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.22	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.23	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.49	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.20	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.68	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.16	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 6 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006466-01



EUNOBE-00037042

Prøvenr.:	441-2019-1111-198	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 8 166m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
PAH 16					
Naftalen	5.86	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	2.80	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.96	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	5.05	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	25.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	6.02	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	47.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	32.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	27.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	24.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	109	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	40.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	38.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	126	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	23.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	157	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	673	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
PCB 7					
PCB 28	0.19	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.20	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.21	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.18	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.46	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.71	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.11	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

Bergen 25.11.2019

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 7 av 7

AR-001 v 166



STIM. AS, avd Bergen
Thormøhlensgt. 55
5008 BERGEN
Attn: Rapportmottaker

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Sandviksveien 110
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
bergen@eurofins.no

AR-19-MX-006477-01

EUNOBE-00037043

Prøvemottak: 11.11.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 11.11.2019-25.11.2019
Referanse: 1520 41/2019

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2019-1111-199	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 1 Hugg 6 65m 02.60-29529	Analysestartdato:	11.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrestoff	74.4	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	9.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	11	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	5.6	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	25	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	2.4	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	9.3	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.067	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.017	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	6200	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6590	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-200	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 1 Hugg 7 65m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29529				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	73.1	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	9.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	11	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	5.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	27	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	2.3	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	9.6	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.072	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.018	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	6400	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6770	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-201	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 4 Hugg 6 76m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-64305				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	74.7	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	5.6	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	15	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	5.4	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	5.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	15	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.074	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	11000	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6530	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 3 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-202	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOR 4 Hugg 7 76m	Analysedatidato:	11.11.2019		
	02.60-64305				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	71.8	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	5.8	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	10	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	4.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	36	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	5.2	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	16	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.056	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	7900	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9390	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 4 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-203	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 6 166m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	32.3	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	37	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	38	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	110	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	52	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.086	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.135	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	29000	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	31200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 5 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-204	Prøvetakingsdato:	29.10.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 7 166m	Analysedato:	11.11.2019		
	02.60-29565				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	30.7	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	31	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	34	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	24	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	100	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	11	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	47	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.074	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.127	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	27000	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	33400	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 6 av 7

AR-001 v 166

AR-19-MX-006477-01



EUNOBE-00037043

Prøvenr.:	441-2019-1111-205	Prøvetakingsdato:	29.10.2019
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	STOK 3 Hugg 8 166m 02.60-29565	Analysedato:	11.11.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	33.6	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	40	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	41	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	120	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	55	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.096	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikksølv (Hg)	0.149	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Jern (Fe)	31000	mg/kg TS	30	25%	EN ISO 11885:2009/SS 028311 ed. 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	30200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
 b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Bergen 25.11.2019

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 7 av 7

AR-001 v 166

Vedlegg 6 Prøverapport bunndyr

ID: 10728. Versjon: 16

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

STIM Miljø

Prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering
 Godkjent dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)
 Endret dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori Vedlegg



STIM Miljø Bergen
 Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen
 miljø.bergen@stim.no



Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.: 1520 Dato for prøvetaking: 29.10.2019
 Oppdragsgiver (navn/adresse): Sunnhordaland Interkommunale Miljøverk IKS, Meatjønnveien 43, 5412 Stord
 Prøvetakingssted (område): Svartasmoget/Stokksund Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
 Ansvarlig for prøvetaking (firma): STIM Miljø Bergen

	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Prøvetaking	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Sortering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Artsidentifisering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐

Artene er identifisert av: Øydis Alme Morten Stokkan Frøydis Lygre

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Prøverapporten skal ikke reproduseres annet enn i sin helhet, uten godkjenning fra STIM Miljø Bergen.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 6 sider.

Prøverapport godkjent av:

Dato:

14.01.2020

Station Date	Stor 1 29.10.2019	Stor 1 65	Stor 1 2	Stor 1 3	Stor 1 65	Stor 1 4	Stor 1 29.10.2019	Stor 4 76	Stor 4 29.10.2019	Stor 4 76	Stor 4 29.10.2019	Stok 3 29.10.2019	Stok 3 166	Stok 3 29.10.2019	Stok 3 166	Stok 3 29.10.2019
Depth (m)	65	65	65	65	65	65	65	76	76	76	76	166	166	166	166	166
Sample	1	2	3	4	4	4	4	1	2	3	3	1	2	4	5	5
AMPHIPODA																
Ampelisca brevicornis																
* Amphipoda							1									
Harpinia sp.										3						
Harpinia pectinata								5	2	2						
Liljeborgia sp.																
Oedicerotidae	1								1							1
* Paroediceros lynceus							1									
Westwoodilla brevicar								1								
ANTHOZOA																
* Anthozoa										1						
Stylatula elegans														1	1	1
ASCIDIACEA																
Ascidacea																
BIVALVIA																
Abra nitida							0/1					0/3	3	12/5	4	8/4
Abra prismatica									1/1	1						
Adontorhina similis																
Arctica islandica							1					2	2	7	4	4
Astarte sulcata									0/1							
Cardiomya costellata														0/1		
Corbula gibba	0/1	1/1					0/2									
Cuspidaria obesa												1		1		
Ennucula tenuis								3	2	2				1		1
Gari fervensis							0/1				1					
Hiatella sp.							0/1									
Kelliella miliaris												9	9	7	5	9
Kurtiella bidentata																
Kurtiella tumidula														2		
Lucinoma borealis	1								1							
Mendicula ferruginosa	2											2			2	5
Myrtea spinifera								3	2	3						
Mytilus edulis																
Nucula nucleus							1									
Nucula sulcata												6/1	8	6	3/1	3/1
Nucula tumidula												4/2	2	1	3/2	
Parathyasira equalis	2											13	9/1	12/2	17/3	25/2
Parvicardium minimum														1	1	
Tellimysia ferruginosa																
Thyasira flexuosa	34/7	42/3	23/1	29/2				38/3	53/2	33/7						
Thyasira obsoleta																
Thyasira sarsii	3	5/2	5	3/1								3	0/1	10	1	1/2

69

69

70

70

Prøverapport SIM 2019 s.4/6

Station Date	Stor 1 29.10.2019		Stor 1 29.10.2019		Stor 1 29.10.2019		Stor 4 29.10.2019		Stor 4 29.10.2019		Stor 3 29.10.2019		Stor 3 29.10.2019		Stok 3 29.10.2019	
	Depth (m)	65	65	65	65	65	65	76	76	76	166	166	166	166	166	166
Sample	1	2	3					1	2	3	1	2	3	4	5	
Cirratulus cirratus									10	1						
Diplocirrus glaucus									1	1						
Dipolydora coeca	1	2	1			2			1							12
Eumida bahusensis		1								1						
Eunereis elittoralis	1															1
Eupolyommia nesidensis								1								
Exogone sp.									1							
Exogone cf. verugera												2	2	1		4
Galathowenia oculata	ca. 40	ca. 60	14			ca. 40		17	18	13						
Glycera alba	7	4	3			6		1	1/1			1	2	1	1	2
Glycera lapidum																2
Glycera unicornis		1								1						
Goniada maculata	1	0/1	1			1		1	1	1						
Harmothoe glabra									1							
Harmothoe mariannae		1							1	1				1		
Heteromastus filiformis												1			1	1
Hyalinoscia tubicola										1						
Hydroides norvegica	2	3	2			4		3		1						
Lagis koreni		1														
Laonice sp.																
Levinisenia gracilis																0/1
Lipobranchius jeffreysii												43	17	11	10	9
Lumbrineridae												2	1	1	1	1
Lumbrineris sp.	1					1						21	11	9	24	23
Macrochaeta polyonyx																
Mediomastus fragilis	2					7			1							3
Myriochele sp.									9	23						
Neoglyptis rosea																
Nephtys hystricis																
Nereimyra punctata								1	1			1			1	
Nereimyra woodsholea																1
Notomastus latericeus		2	2			4		1	2	1						
Ophelina cylindricaudata	2	2	2			2		4	6	2		2	3	1	2	1
Orbinia sp.										1						
Owenia borealis	34	28	11			22		2/1	3	1						
Oxydromus flexuosus																
Paradoneis lyra								1		1		2	2			1
Paramphionome jeffreysii	1										117	97		28	166	143
Parexogone cf. hebes			2			4										
Parexogone hebes								1	2							
Pectinaria belgica																1
Pherusa plumosa											6			1	1	

72

72

Station	Stor 1	Stor 1	Stor 1	Stor 1	Stor 4	Stor 4	Stor 4	Stor 4	Stor 3	Stor 3	Stor 3	Stor 3	Stok 3	Stok 3
Date	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019
Depth (m)	65	65	65	65	76	76	76	76	166	166	166	166	166	166
Sample	1	2	3	4	1	2	3	3	1	2	2	3	4	5
<i>Entalina tetragona</i>									3					
<i>Pulsellum llofortense</i>									1	3			1	
SIPUNCULIDEA														
<i>Golfingia</i> (<i>Golfingia</i>) <i>vulgaris vulgaris</i>	3			2										
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>									2	2		1		
<i>Sipuncula</i>									3			1		
SOLENOGASTRES														
<i>Solenogastres</i>										5			1	
VARIA														
<i>Varia</i>		+	+							+			+	+

Station	Stor 1	Stor 1	Stor 1	Stor 1	Stor 4	Stor 4	Stor 4	Stor 4	Stor 3	Stor 3	Stor 3	Stor 3	Stok 3	Stok 3
Date	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019	29.10.2019
Depth (m)	65	65	65	65	76	76	76	76	166	166	166	166	166	166
Sample	1	2	3	4	1	2	3	3	1	2	2	3	4	5
<i>Entalina tetragona</i>									3					
<i>Pulsellum llofortense</i>									1	3			1	
SIPUNCULIDEA														
<i>Golfingia</i> (<i>Golfingia</i>) <i>vulgaris vulgaris</i>	3			2										
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>									2	2		1		
<i>Sipuncula</i>									3			1		
SOLENOGASTRES														
<i>Solenogastres</i>										5			1	
VARIA														
<i>Varia</i>		+	+							+			+	+

Vedlegg 7 Prøverapport strandsone

ID: 10727. Versjon: 12

Vedlegg SF-505 Prøverapport semikvantitativ fjæreundersøkelse

STIM Miljø

Prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering
 Godkjent dato 02.09.2019 (Ragni Torvanger)
 Endret dato 07.06.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori Vedlegg



STIM Miljø Bergen
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
 miljø.bergen@stim.no



Prøverapport semikvantitativ fjæreundersøkelse

Prosjekt nr.:	1520	Dato for prøvetaking:	11/10-19
Oppdragsgiver (navn/adresse):	Sunnhordaland interkommunale Miljøverk, Meatjønnveien 43, 5412 Stord		
Ansvarlig for prøvetakingsfirma:	STIM Miljø Bergen	Økoregion:	Nordsjøen Sør
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:	Nei		

Analysen er utført av Øydis Alme
 (godkjent taksonom):

Dato & signatur  18.12.2019

Opplysninger om artslisten:

Artslisten er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hardbunnprøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 19493:2007.

I undersøkelsen blir forekomsten av alger og dyr større enn 1 mm innenfor et 8-12 meter bredt belte av strandlinjen registrert, fra de øverste blågrønnalgene til de nederste tangplantene i fjæresonen.

- Mengden av hver art blir registrert etter **6-delt skala (Veileder 02:2018)**
- Cf. foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.
- ved art angir at det er knyttet avvik til prøven.
- Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra STIM AS.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 1 sider.

Prosjekt 1520 - Prøverapport RSLA s. 1/1

Stasjon: Lokalitet 2, Svartasmoget		Dato: 11/10-19
Art	Mengde	
BLÅGRØNNALGER/LAV		
Verrucaria	2	
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)		
Cladophora rupestris	2	
Ulva intestinalis	3	
Ulva lactuca	2	
Ulva spp. (tidl. Enteromorpha spp.)	3	
DYR, FASTSITTENDE		
Actinia equina	1	
Bryozoa, skorpe	3	
Dynamena pumila	3	
Semibalanus balanoides	5	
DYR, FRITTLIVENDE		
Littorina spp.	1	
Nucella lapillus	2	
Patella vulgata	4	
PHAEOPHYCEAE (brunalger)		
Ascophyllum nodosum	3	
Chordaria flagelliformis	2	
Dictyota dichotoma	2	
Elachista fucicola	3	
Fucus serratus	4	
Fucus spiralis	1	
Fucus vesiculosus	3	
Laminaria digitata	5	
Pelvetia canaliculata	2	
RHODOPHYTA (rødalger)		
Bonnemaisonia hamifera	1	
Calcareous encrusters	4	
Ceramium virgatum	4	
Hildenbrandia rubra	2	
Lomentaria clavelliosa	1	
Mastocarpus stellatus	3	
Phymatolithon lenormandii	4	
Polysiphonia brodiaei	1	
Polysiphonia elongata	4	
Polysiphonia/Polyostea/Vertebrata spp.	4	
Vertebrata lanosa	3	

Vedlegg 8 Stasjonsskjema strandsone

ID: 16494. Versjon: 2

Vedlegg SF-814 Stasjonsskjema Semikvantitativ RSLA

STIM Miljø

Prosess Test 157 / Prøvetaking / 1 felt / på tokt / Litoral
Godkjent dato 26.10.2018 (Frøydis Lygre)
Endret dato 25.10.2018 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori

Feltskjema - fjæresone - Stasjonsskjema					
P.nr 1520 – SIM resipientundersøkelse Svartasmoget 2019					
Stasjonsnavn og stasjonsnummer	Lokalitet 2	Dato:	11:10:19	dd:m m:yy	
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	10:30	hh:mm	
Koordinat type: (EU89,WGS84 etc.)	WGS 84	Vannstand over lavvann:	0,66	0,0 m	
Nord:	59°50.842	Tid for lavvann:	16:40	hh:mm	
Øst:	05°18.662	Observatør:	Øydis Alme		
Beskrivelse av fjæra - Fjærepotensial					
Turbid vann? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2		
Sandskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2		
Isskuring?	Ja = 0, Nei = 2	Svar:	2	Poeng:	6
Dominerende fjæretype (Habitat)					
Små kløfter/sterkt oppsprukket fjell/overheng/platformer	Ja = 4	Svar:			
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:			
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:			
Bratt/vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	2		
Uspesifisert hard substrat / Glatt fjell	Ja = 2	Svar:			
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:			
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:		Poeng:	2
Andre fjæretype (Subhabitat)					
Brede grunne fjærepytter (Rockpools: >3 m bred og <50 cm dyp)	Ja = 4	Svar:			
Store fjærepytter (>6 m lang)	Ja = 4	Svar:			
Dype fjærepytter (50 %>100 cm)	Ja = 4	Svar:			
Mindre fjærepytter	Ja = 3	Svar:			
Store huler	Ja = 3	Svar:			
Større overheng og vertikal fjell	Ja = 2	Svar:			
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:			
Ingen	Ja = 0	Svar:		Poeng:	8
Merknader			Justering for norske forhold:		
			Sum poeng:		
			FJÆREPOTENSIALE		
			1,29		

Artsregistreringsskjema for Fjæreindeksen (RSLA/RSL)

Feltskjema - fjæresone - Artsregistreringsskjema																
Stasjonsnavn og stasjonsnummer	Lokalitet 2	Dato: 11/10-19														
Semi-kvantitativ skala		Bredde av dominerende vegetasjonssoner														
1 - enkeltfunn 2 - spredt forekomst (0 - 5 % dekningsgrad) 3 - frekvent forekomst (>5-25 % dekningsgrad) 4 - vanlig forekomst (>25 - 50 % dekningsgrad) 5 - betydelig forekomst (>50 - 75 % dekningsgrad) 6 - dominerende forekomst (>75 - 100 % dekningsgrad)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Arter</th> <th>Meter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sagtang</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Arter	Meter	Sagtang	0,5										
Arter	Meter															
Sagtang	0,5															
Artsliste:																



STIM Miljø Bergen utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolkning under akkrediteringsnummer Test 157.

Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser.

www.STIM.no