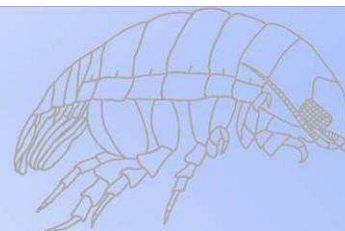


SAM e-Rapport



e-rapport nr. 11 – 2013

Resipientundersøkelse av fjorden ved Festningsdalen avfallsplass i 2012

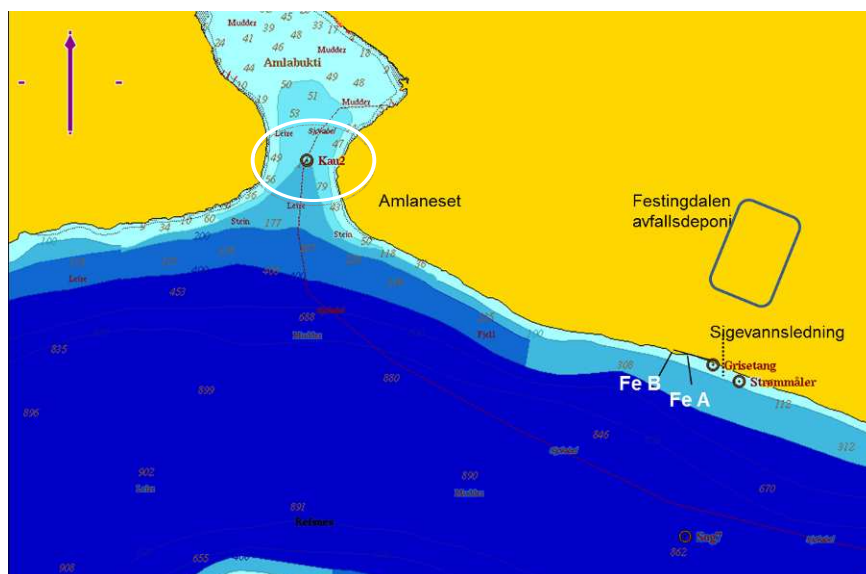
Silje Hadler – Jacobsen



Tone Vassdal

Tom Alvestad

Marte Haave

Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse av fjorden ved Festningsdalen avfallsplass i 2012	Dato: 19.4.2013 Antall sider og bilag: 65
Forfatter(e): Silje Hadler – Jacobsen, Tone Vassdal, Tom Alvestad, Marte Haave og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Tone Vassdal Prosjektnummer: 806708

Oppdragsgiver: SIMAS IKS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------	-----------------------

Abstract: On assignment from SIMAS IKS, SAM-marin investigated the marine environment at Festingdalen in 2012. The aim of this investigation was to describe the environmental state of this area of Sognefjorden based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, current measurements and hydrographical data of the sea water. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The oxygen content in the bottom sea water was high. The content of organic matter expressed as volatile total solids in the sediment was low. The content of heavy metals, PAH and PCB in the sediment was low. The concentration of heavy metals in kelp was also low and had improved from previous investigations. The soft bottom benthic fauna showed good conditions and had improved from 1999 and 2006 to 2012.

Keywords: Resipient Hydrography Landfill Benthos Pollutants Rocky shore	Emneord: Resipient Hydrografi Fyllplass Bunndyr Miljøgifter Hardbunn	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 11-2013
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	19.4.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	19.4.2013	<i>Tone Vassdal</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til kjemiske analyser, samlet av: SAM-marin

Litoralundersøkelse utført av: Tom Alvestad

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Føydis Lygre og Per Johannessen

Rapportering utført av: SAM-marin

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: SAM-marin

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført ved SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Leid fartøy fort av Peter Hovgaard

Kjemiske analyser utført av: Eurofins **akkrediteringsnummer** Test003

Akkreditert: Sediment: Metaller, PAH-16, PCB-7

Ikke akkreditert: Tang: Metaller

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Strømmåling	9
2.2.3 Modellering av spredning	9
2.2.4 Strandsonen	10
2.2.5 Sediment	10
2.2.6 Kjemiske analyser	11
2.2.7 Bunndyr	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Strømmåling	16
3.3 Modellering av spredning	18
3.4 Strandsonen	25
3.4.1 Befaring	25
3.4.2 Semikvantitativ undersøkelse	26
3.5 Kjemiundersøkelser	28
3.5.1 Grisetang	28
3.5.2 Sediment	29
3.6 Sedimentundersøkelser	30
3.7 Bunndyr	31
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	35
5 TAKK	36
6 LITTERATUR	37
7 VEDLEGG	38
Generell vedleggsdel	39
Vedleggstabell 1. Artsliste	49
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	57
Vedleggstabell 3. Analysebevis	58
Vedleggstabell 4. CTD Data	64
Vedleggstabell 5. Strømmåling, 35 meter	65

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra sjøområdet utenfor Festingsdalen avfallsdeponi i Sognefjorden ved Kaupanger i Sogndal kommune. Innsamlingene ble gjennomført i 25. september og 31.oktober 2012.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet utenfor Festingsdalen i 2012. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra avfallsdeponiet. Resipientundersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Resultatene er sammenlignet med to tidligere undersøkelser i det samme området, fra 1999 (Johansen et al. 2000) og fra 2006 (Johansen et al. 2007).

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) og Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra SIMAS IKS. SAM-Marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, geologiske analyser, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Det undersøkte området ligger ved Amlabukten i nærheten av Kaupanger i Sogndal kommune (Figur 2.1). Der hvor sigevannsledningen fra deponiet går ut i sjøen, skrår bunnen bratt nedover til ca. 850 m i dypbassenget av Sognefjorden (Figur 2.2). Det er ikke mulig å ta grabbprøver i den bratte skråningen ved utslippsledningen og derfor er grabbprøvene tatt ved innløpet til Amlabukten som er omlag 50 meter dyp. I innløpet hvor stasjon Kau 2 er plassert, er det 97 m dypt.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

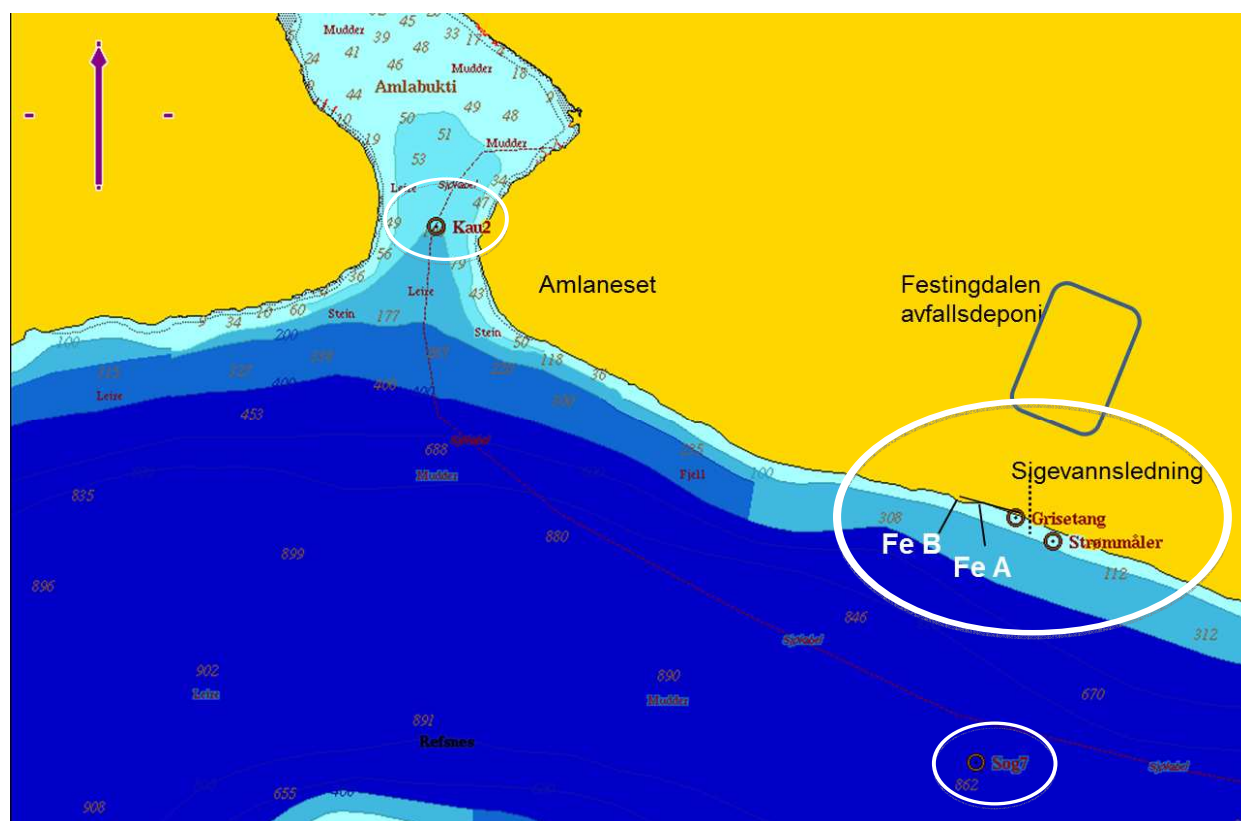
Innsamling av bunnprøver fra 97 meter ved stasjon Kau 2 ble foretatt 31. oktober 2012. Båtfører på toktet var Peter Hovgaard. Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (WGS84). Dypet på stasjonene ble målt med fartøyets ekkolodd. Plasseringen av stasjonene er vist i Figur 2.2 og stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2.1. Strandsonen i området omkring sigevannutslippet ble undersøkt 25. september 2012. Det ble satt ut strømmålere 25. september som målte strømhastighet og strømretning frem til 31. oktober 2012. Det ble også gjort målinger av hydrografi fra stasjon Sog 7 i Sognefjorden.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for prøver innsamlet 25. september og 31. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84, oppgitt som DMM). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (grabb 4). Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger			
Kau 2 31/10-2012	61° 10,371' N 07° 15,138' Ø	97	1	Full	Lyst sediment med leire og grus. Mye barnåler			
			2	Full				
			3	Full	Kjemi: Tungmetaller og PCB			
			4	Full				
			5	Full				
			6	Full				
						7	Full	Kjemi: Tungmetaller og PCB
						8	Full	Kjemi: Tungmetaller og PCB og geologi
Sog 7 25/9-2012	61° 08,994' N 07° 18,014' Ø	775	-	-	CTD			
Strømmåler Ut: 25/9-2012 Opp: 31/10-2012	61° 09,562' N 07° 18,423' Ø	-	-	-	Aqua Doppler			
Grisetang 25/9-2012	61° 09,620' N 07° 18,229' Ø	-	-	-	Tre paralleller med grisetang. Kjemi: Tungmetaller			



Figur 2.1. Oversiktskart av Sognefjorden med undersøkelsesområdet markert med firkantet boks. Kartkilde Fiskeridirektoratet



Figur 2.2. Kartutsnitt over det undersøkte området ved Festingdalen avfallsdeponi med inntegnede strandsonestasjoner (FeA og FeB), prøvepunkt for grisetang, punkt for strømmåler, bunnstasjon (Kau 2) og hydrografistasjon (Sog 7). Eksakte posisjoner for bunnstasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde Olex.

2.2.1 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 også føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

Målinger av hydrografi fra stasjon Sog 7 i Sognefjorden ble utført 25. september 2012.

Oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble målt vha. en STD/CTD-sonde SD204

med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

2.2.2 Strømmåling

Strømmåling er foretatt med en akustisk strømmåler av type Aquadoppler som ble satt ut på 41 meters dyp med måling av strøm fra bunnen og opp mot overflaten. Målefrekvens ble innstilt til måling hver 10. sekund. Måledybene kan deles inn i celler med måling i ulike dyp. Cellefrekvensen var satt til 20, med målinger hver 2,5 meter i dette oppsettet. Det kan tas ut strømmålinger for hver celle og totalt på 14 ulike godkjente måledyp på målestasjonen. I resultatdelen er det foretatt en sammenligning av strømstyrke og strømretning på 5, 15, 25 og 35 meters dybde. Måleperiode var fra 25.09-12 til 23.10-12. Strømretning og strømstyrke kan fortelle hvordan utslipp fra avfallsdeponiet kan spre seg i sjøen. Strømmålingen registrerte vannstrøm like utenfor sigevannsledningen som har utslipp på 30-40 meters dyp.

2.2.3 Modellering av spredning

Simuleringen ble utført vha. et dataprogram fra US-EPA (Environmental Protection Agency). Modellkonfigurasjonen er utført med UM3 modell som kan benyttes for simuleringer av neddykkete utslipp. UM3 er en Lagrange fortynningsstrømsky-modell hvor suksessive elementer følger den samme banen. For simulering av spredning over større avstander er ”Brooke’s far field”- modell inkludert. Brooke’s modell benytter en algoritme der spredning er en funksjon av tid og utgangsspredningsfeltet. Dataene som ble benyttet for utslippspunktet i simuleringene er vist i tabell 2.2.

Tabell 2.2. Bakgrunnsdata for simulering av spredning fra sigevannutslipp ved Festingdalen.

Data type	Verdier
Antall røråpninger	1
Rørdiameter	0,2 m
Utslippsdyp	35 m
Utslippshøyde over bunn	0,1 m
Rørvinkel i forhold til bunn	0 °
Utslipp himmelretning	200 °
Utslippsmengde	0,003171 m ³ /s
Utslippskonsentrasjoner	100 %
Utslippets saltholdighet	0 psu
Utslippets temperatur	5-15 ° C

I simuleringene er det benyttet tidsserier av målinger av strømhastigheter og strømretninger fra dopplermåleren som stod på ca. 41 meters dyp i nærheten av utslippspunktet fra 25.09-12 til 23.10-12. Dessuten ble hydrografiske data (temperatur og saltholdigheter) hentet fra CTD-målingen som ble utført i 25. september 2012. I simuleringene ble bakgrunns-konsentrasjonen antatt å være null og utgangskonsentrasjonen 100 %. Utslipet var estimert til å være i størrelsesordenen 50.000-100.000 m³ per år. I simuleringene er den maksimalt estimerte utslippsmengden benyttet og modellen beregnet spredning ved fortykning med to ulike fortykningsgrader av den opprinnelige konsentrasjonen. For estimering av strømforhold i fjernsonen, ble det forutsatt at strømforholdene var omtrent tilsvarende som ved strømmålingspunktet og det ble benyttet gjennomsnittsverdier fra seks dyp i sjiktet 0-38 meter. Simuleringen ble utført med 1 times intervaller over en periode på 679 timer. Strømhastigheter og strømretninger ble ekstrapolert for de verdiene som ikke ble målt i vannsøylen. Simuleringene ble utført for både 5 og 15 grader i utslippsvannet.

2.2.4 Strandsonen

Strandsonen er voksested for en rekke alger og dyr med ulike toleranse for de fysiske forholdene i fjæren, som tørrlegging, temperatur og saltholdighet. Mange av algene og dyrene finnes derfor i bestemte soner i fjæren. I tillegg er bølgepåvirkning, bunnssubstrat og tilgangen på næringssalter avgjørende faktorer for mengdefordelingen mellom de ulike dyre- og algegruppene. Økt tilførsel av næringssalter fører bl.a. til mer grønnalger i fjæren.

Ved fjære sjø 25. september 2012 ble det foretatt en befarings av strandsonen fra Amlaneset til omlag 100 meter forbi sigevannsledningen fra Festingdalen. Ved en befarings blir bare dominerende planter og dyr registrert. Det ble også foretatt en semikvantitativ undersøkelse like vest for sigevannsledningen, på samme sted som i august 1999 og august 2006. Ved en semikvantitativ undersøkelse blir alle alger og dyr større enn 1 mm innenfor 8 meter strandlinje registrert. Ved denne undersøkelsen ble det benyttet en firedelt skala: 1-tilstede, 2-spredd, 3-vanlig og 4-dominerende.

2.2.5 Sediment

Det ble tatt ut prøve fra det 8. hugget fra stasjonen i Amlabukten (Kau 2) til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for

gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøvene presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.6 Kjemiske analyser

Fra stasjon Kau 2 ble det samlet inn sediment til kjemiske analyser, fra den øverste centimeteren av sedimentet.

Analysene ble utført ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av bly (Pb), krom (Cr), nikkel (Ni), kobber (Cu), Jern (Fe) og sink (Zn) i sediment ble utført etter NS-EN ISO 11885, kvikksølv (Hg) ble analysert etter NS 12846, kadmium (Cd) etter NS-EN ISO 17294-2 og tørrstoff etter NS 4764. Analysene av polyklorete bifenyler (PCB_7) og polyaromatiske hydrokarboner (PAH_{16}) i sediment ble utført etter henholdsvis NS-EN 12766-2 og NS 9815. TBT ble ikke analysert i årets undersøkelse.

Fra en strandsonestasjon (Fe A) ble det samlet tre paralleller grisetang for analyse av tungmetallene bly (Pb), kadmium (Cd), Kobber (Cu), krom (Cr), sink (Zn), kvikksølv (Hg) og

nikkel (Ni). I årets undersøkelse ble det ikke samlet blåskjell til kjemiske analyser, ettersom det var utilstrekkelig forekomst av blåskjell på stasjonen.

I tang ble analysemetode EN ISO 17294-2 E29 benyttet for krom, EN 15763:2009 ble benyttet for kadmium, kvikksølv og bly, EN-ISO 11885, mod. for kobber, nikkel og sink. Tørrstoff i tang ble bestemt ved §64 LFGB L06.00-3.

2.2.7 Bunndyr

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 bløtbunnsartene 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 ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. 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 $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full $0,1 \text{ m}^2$ van Veen grabb eller en full $0,1 \text{ m}^2$ duograb har volumer på henholdsvis 17 og 21 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet ble vasket 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 ble fiksert ved tilsetting av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I

laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I generell vedleggsdel presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksen AMBI. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. Tabell 2.3 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se generell vedleggsdel. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.3. I generell vedleggsdel presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk

klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Tabell 2.3. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Bly	TA 2229/2007	mg Pb/kg	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
	Kadmium	TA 2229/2007	mg Cd/kg	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Krom	TA 2229/2007	mg Cr/kg	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
	Kvikksølv	TA 2229/2007	mg Hg/kg	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
	Nikkel	TA 2229/2007	mg Ni/kg	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	PCB7	TA 2229/2007	µg/kg	<5	5-17	17-190	190-1900	>1900
	PAH16	TA 2229/2007	µg/kg	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000
Benzo(a)pyren	TA 2229/2007	µg/kg	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200	
Tang ***	Bly	97:03	mg Pb/kg	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	Kadmium	97:03	mg Cd/kg	<1,5	1,5-5	5-20	20-40	>40
	Kobber	97:03	mg Cu/kg	<5	5-15	15-50	50-150	>150
	Krom	97:03	mg Cr/kg	<1	1-5	5-15	15-50	>50
	Kvikksølv	97:03	mg Hg/kg	<0,05	0,05-0,15	0,15-0,5	0,5-1	>1
	Nikkel	97:03	mg Ni/kg	<5	5-25	25-50	50-100	>100
	Sink	97:03	mg Zn/ kg	<150	150-400	400-1000	1000-2500	>2500

*Omregningsfaktoren til mg O₂ /l er 1,42

**Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰ C

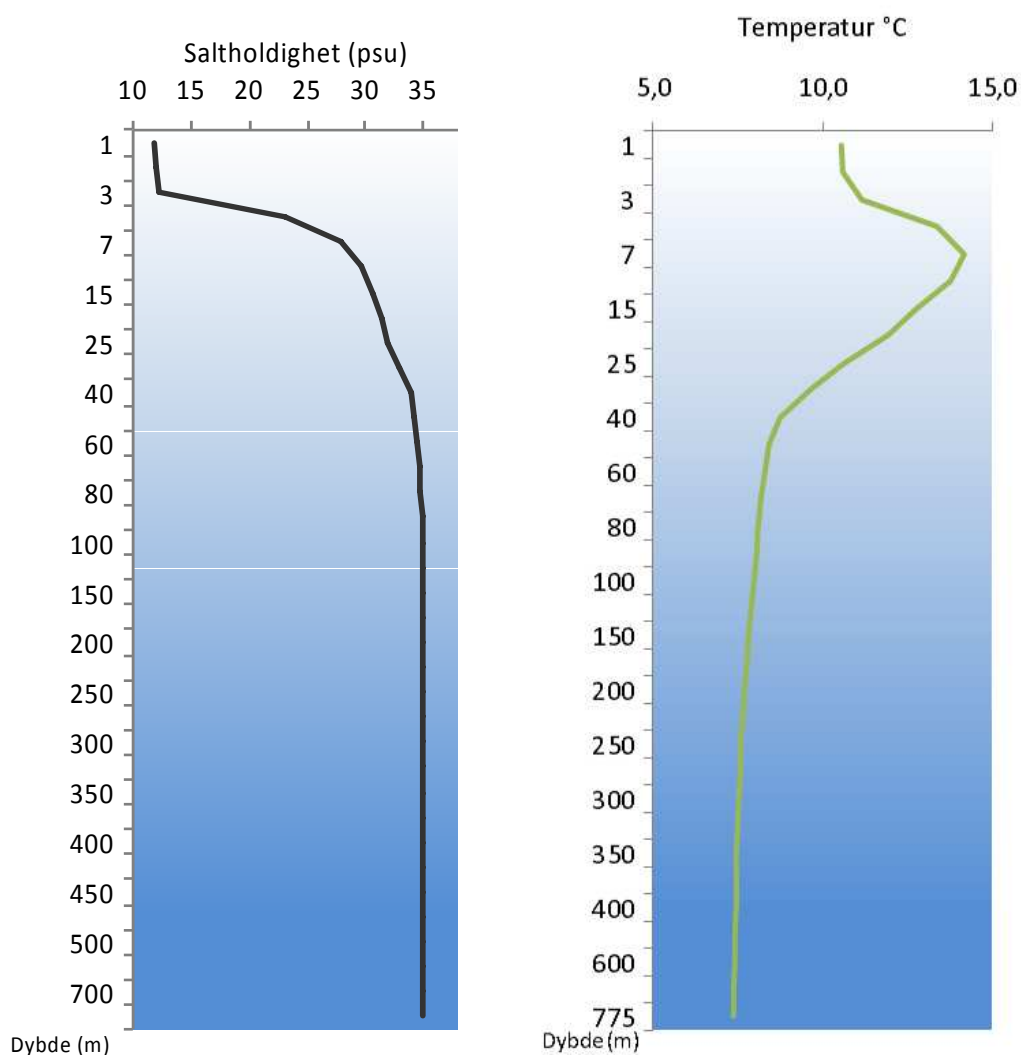
***Blåretang og grisetang, øvre 10 cm (tørrvektbasis)

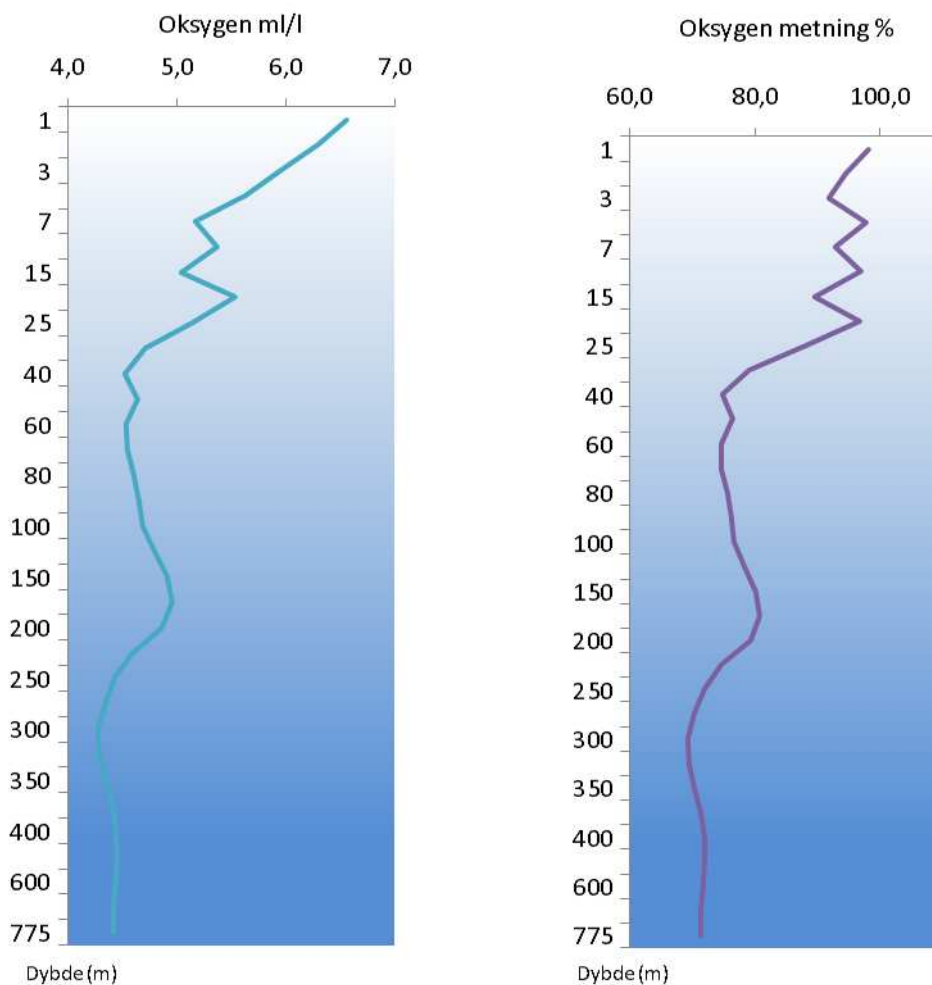
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold i vannsøylen ble undersøkt på stasjon Sog 7, 25.09- 2012. Resultatene er presentert i Figur 3.1 og Vedleggstabell 4.

I overflaten var det et brakkvannslag ned til 3 meter. Saltinnholdet steg videre nedover i vannsøylen til 35 på 150 meters dyp og forhold seg deretter stabilt til den dypeste målingen. Mellom 3 og 20 m dyp var det et sprangsjikt hvor temperaturen steg fra raskt fra 10,9 °C til 14,2 °C og deretter ned til 11,8 °C på 20 meters dyp. Saltinnholdet økte fra 12 til 31 psu i samme dyp og oksygeninnholdet sank fra 6,4 til 5,0 ml/l. Ved bunnen på 775 meter viste oksygenmetning 72,5 %, noe som tilsvarer tilstandsklasse I. Oksygen ved bunnen ble målt til 4,5 ml/l med CTD og 8,97 med Winklers metode og dette tilsvarer tilstandsklasse I. Bunnvannets oksygeninnhold i september 2012 ble derfor klassifisert til tilstandsklasse I.





Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i prosent metning og i ml/l fra overflaten og til bunnen på stasjon Sog 7 i Sognefjorden 25.09-2012.

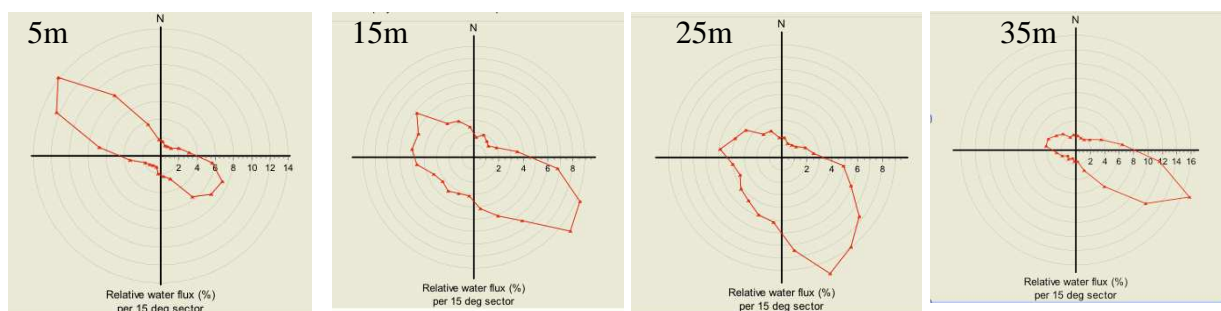
3.2 Strømmåling

Resultatene fra strømmålinger fra fire ulike dyp, 5, 15, 25 og 35 meter er presentert i tabell 3.1 og i figur 3.2 og 3.3. Oversiktstabell for strøm-retning og fart, samt progressiv vektor for 35 meters dyp er lagt til Vedleggstabell 5. Periode for strømmålinger var fra 25.09- 23.10-12. Målingene er foretatt med en Doppler måler som registrerte strøm hver 2,5 meter dyp fra 5 meter til 37,8 meters dyp og alle måledyp får derfor registrering i samme periode. Middelstrømmen på de fire dypene varierte fra 7,8 cm/s på 5 meter til 5,7 cm/s på 35 meter. Gjennomsnittet av en 1/3 av de laveste strømhastighetene kom ut med 2,8 i snitt på 5 meter og 2,1 på 35 meter. Maksimumstrømmen i målepunktet varierte med 39,3 cm/s på 5 meter til 24 cm/s. Dette må betegnes som god vannstrøm i området på alle dyp fra 5 til 35 meter.

Retningen på relativ vannfluks skiftet i vannsøylen fra hovedsakelig å gå mot nordvest på 5 meter til øst-sørøst på 35 meter dyp. Dersom en ser på teoretisk vanntransport av en partikkel beregnet ut fra vannstrøm, retning og hastighet utgjør denne en gjennomsnittlig teoretisk vanntransport på 1,7 km pr. døgn i måleperioden (Vedleggstabell 5).



Fig 3.2. Kartskisse med sted for plassering av strømmåler (gul sirkel) og figur for relativ vannfluks på 35 meter



Figur 3.3. Relativ vannfluks på 5, 15, 25 og 35 meters dyp like ved sigevannsledning ved Festingsdalen, måleperiode 25.september til 23. oktober 2012.

Tabell 3.1. Resultater av strømmålinger på 5, 15, 25 og 35 meter i september-oktober-2012.

Strømmåling Simas måledyp	5 m	15 m	25m	35m
Tidsrom for registreringer	25.09 -31.10-12	25.09 -31.10-12	25.09 -31.10-12	25.09 -31.10-12
Måler type	Aqua doppler	Aqua doppler	Aqua doppler	Aqua doppler
Type måling	Akustisk	Akustisk	Akustisk	Akustisk
Målefrekvens – total periode	10 min - 28 døgn	10 min - 28 døgn	10 min - 28 døgn	10 min - 28 døgn
Gjennomsnittsstrøm cm /s	7,8	6,7	6,4	5,7
Varians (cm) ²	32,95	18,81	18,19	12,20
% strøm mindre enn 1 cm/s	2,1	2,8	2,9	3,5
Signifikant min. strøm *1	2,8	2,7	2,6	2,1
De 4 hyppigst forekommende retningene strømmen beveger seg mot (grader), *2	300, 285, 270, 105	120, 105, 90, 300	150, 135, 120, 165	105, 90, 120, 75
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetene (cm /s) *1	6-8, 1-3, 10-15, 8-10	6-8, 1-3, 10-15, 8-10	1-3, 6-8, 3-4, 10-15	1-3, 6-8, 3-4, 4-5
Mest vannutskiftning mot kompass retning (grader) *3	285-300, 960 m ³ /m ² /døgn i gjennomsnitt 14,2 % av flow	105-120, 571m ³ /m ² /døgn i gjennomsnitt 9,8 % av flow	135-150, 557 m ³ /m ² /døgn i gjennomsnitt 10% av flow	90-105, 781m ³ /m ² /døgn i gjennomsnitt 17 % av flow
Maksimum strøm – signifikant maksimum strøm (cm/s) *4	39,3 -14,2	34,4 -11,5	37,0- 11,1	24 – 10,1

*1: gjennomsnittet av 1/3 målingene som viser lavest verdi.

*2: gruppert i synkende rekkefølge

*3: kubikk med vann som passerer gjennom en loddrett plassert kvadratmeter.

*4: gjennomsnittet av 1/3 målingene som viser høyest verdi.

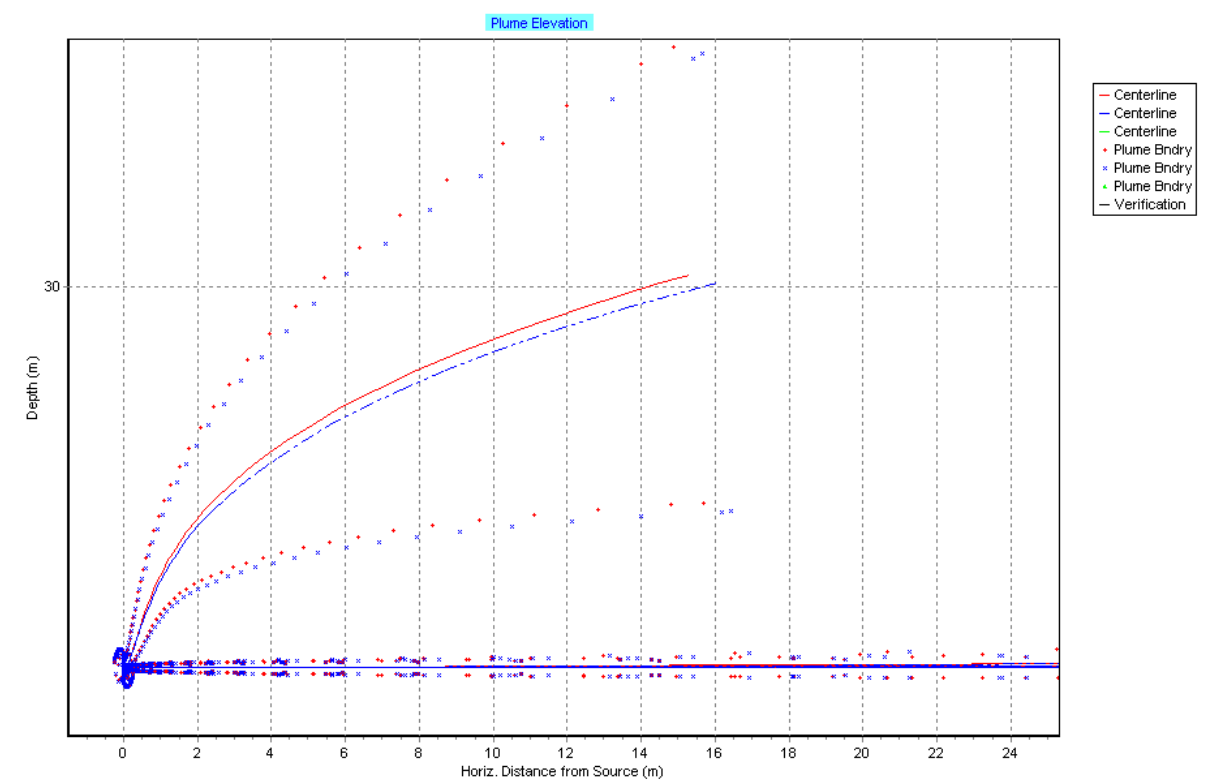
3.3 Modellering av spredning

Resultatene for simuleringen ved temperaturene 5 og 15 grader er angitt med rød og blå farge i figurene. Dessuten er resultatene fra simuleringene vist for to fortynningsgrader (1/1000-del og 1/10.000-del av opprinnelig konsentrasjon). Figur 3.4-3.8 viser simuleringene for utslippet på 35 m dyp, mens Figur 3.9 viser fordelingen dersom utslippet lå på 55 m dyp.

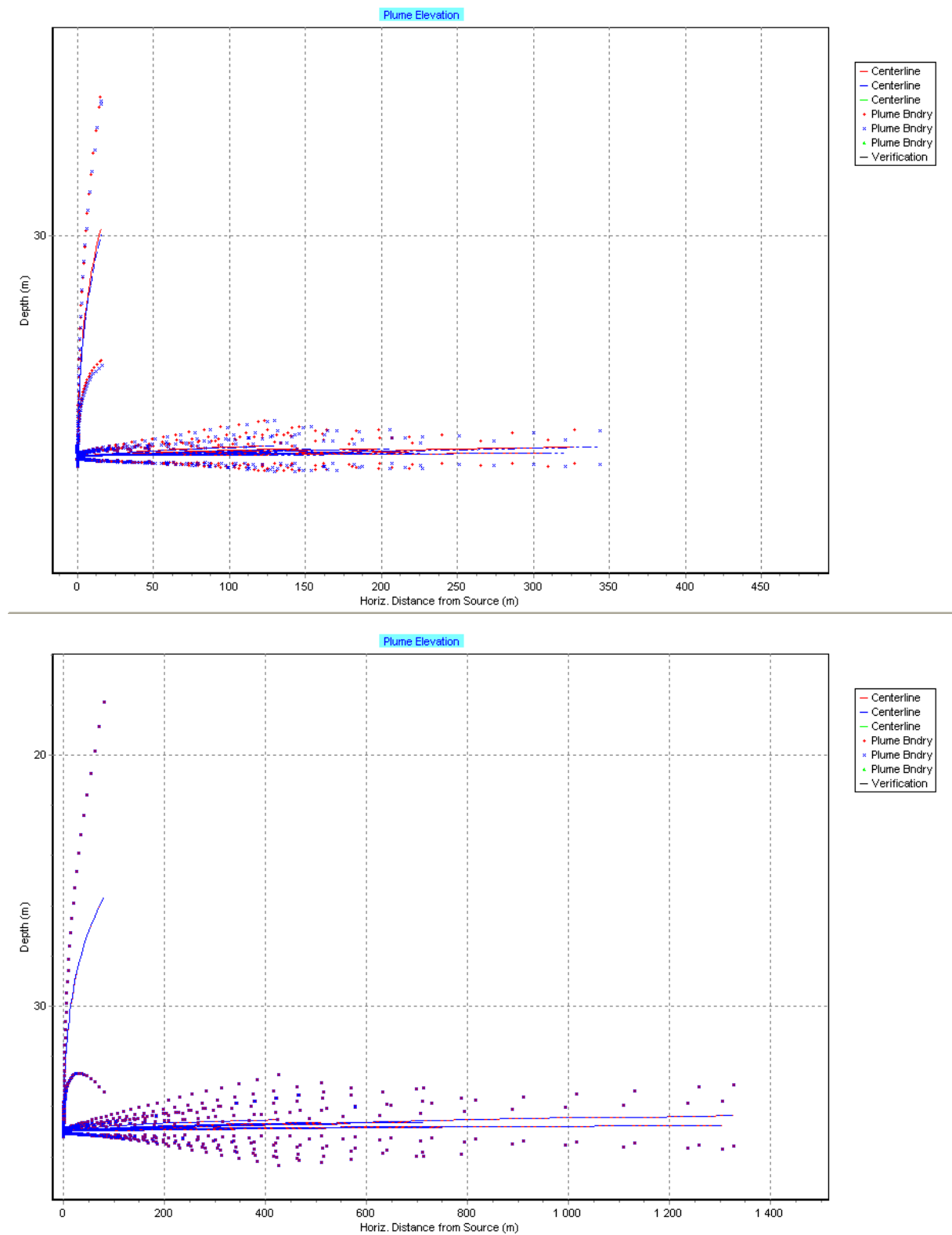
Ut fra simuleringene ser det ut til at det meste av utslippet vil fortynnes i dypet og ikke nå overflaten (Figur 3.4 og 3.5). Dette har sammenheng med at utslippsvolumet er relativt lite og utslippet skjer på 35 meters dyp der saltholdigheten er høy. Målt fra utslippspunktet vil en fortynningsgrad på 1/1000-del vil være oppnådd i en avstand av maksimalt 350 meter og en fortynningsgrad på 1/10.000 vil oppnås i en avstand på maksimalt 1300 meter. Det dykkede ferskvannutslippet vil blandes med sjøvannet og kunne stige litt opp på grunn av tetthetsforskjeller i sjøen. Tetthetsfordelingen i vannsøylen viser at det meste av utslippet vil

inn-lagres i 30-35 meter dyp (Figur 3.5, 3.6, og 3.7). Simuleringene viste også at maksimalt vil utslippet kunne stige til omtrent 25 m dyp ved en fortynningsgrad på 1/1000-del og litt under 20 m for 1/10.000-del fortytning (Figur 3.5).

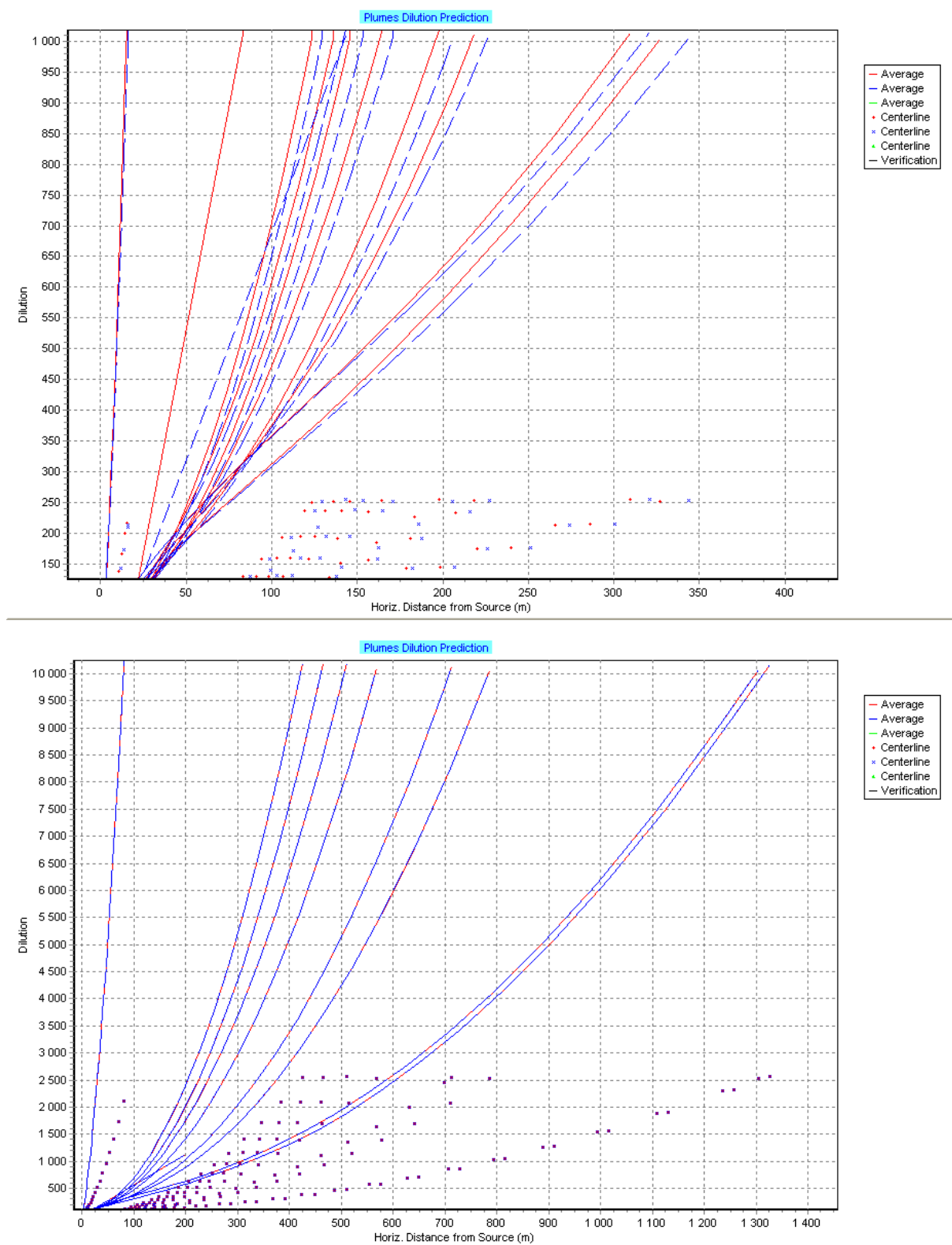
Den horisontale spredningen av utslippet vil være avhengig av de dominerende strømrøtningene i sjøen. Modellen tar ikke høyde for landmassene som kan sperre i noen retninger, men gir et innblikk i hvilke mulige spredningsretninger som kan være aktuelle ut fra strømmålingen ved utslippspunktet. Der utslippet treffer land, vil det endre retning og følge landmassene som tilfellet mot den nordlige delen av Sognefjorden. Simuleringen viser at utslippet vil være fortyntet til mindre enn 1/1000-del i en avstand av maksimalt 300-400 meter mot sørøst, mens det for fortytningen til 1/10.000-del være oppnådd i en avstand av maksimalt litt over 1 km i samme retning (Figur 3.8). Figur 3.8 viser også at utslippet med innlagingsdyp på 30-35 m dyp vil i høy grad følge kompensasjonsstrømmen og gå innover i fjordsystemet. Dersom utslippet lå på 55 m dyp, viste simuleringer en mer jevn spredning i alle himmelretninger og dypere innlagring av utslippet (Figur 3.9).



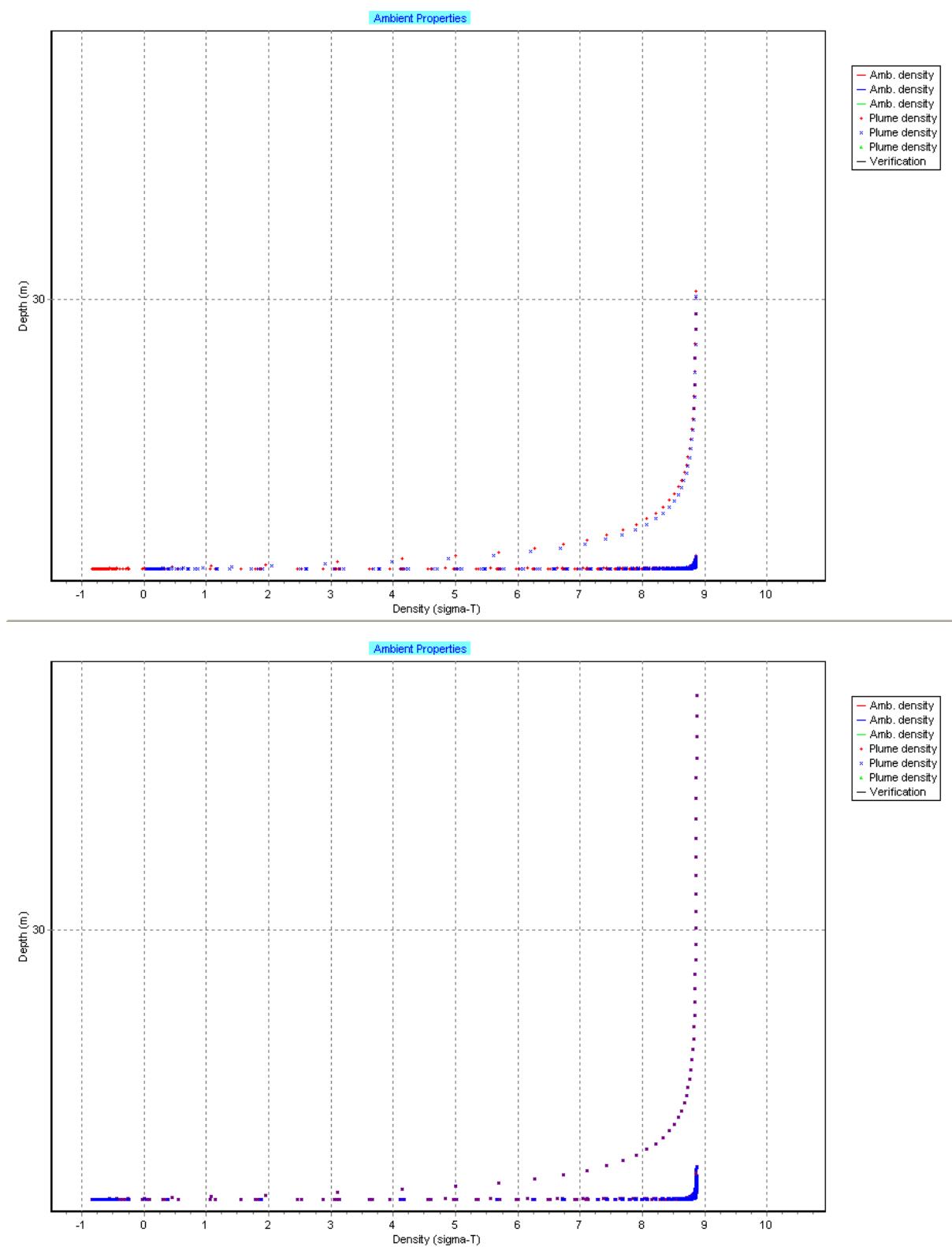
Figur 3.4. Detalj i vertikal spredning i resipienten (1/1000-del fortytning) tett opptil utslippspunktet (0-12 m). Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet (35 m dyp) er angitt med rød og blå farge i figurene.



Figur 3.5. Simulerte vertikale spredning av utslippet for 1/1000-del fortyning (øverste figur) og 1/10000-del fortyning (nederste figur). Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet (35 m dyp) er angitt med rød og blå farge i figurene.

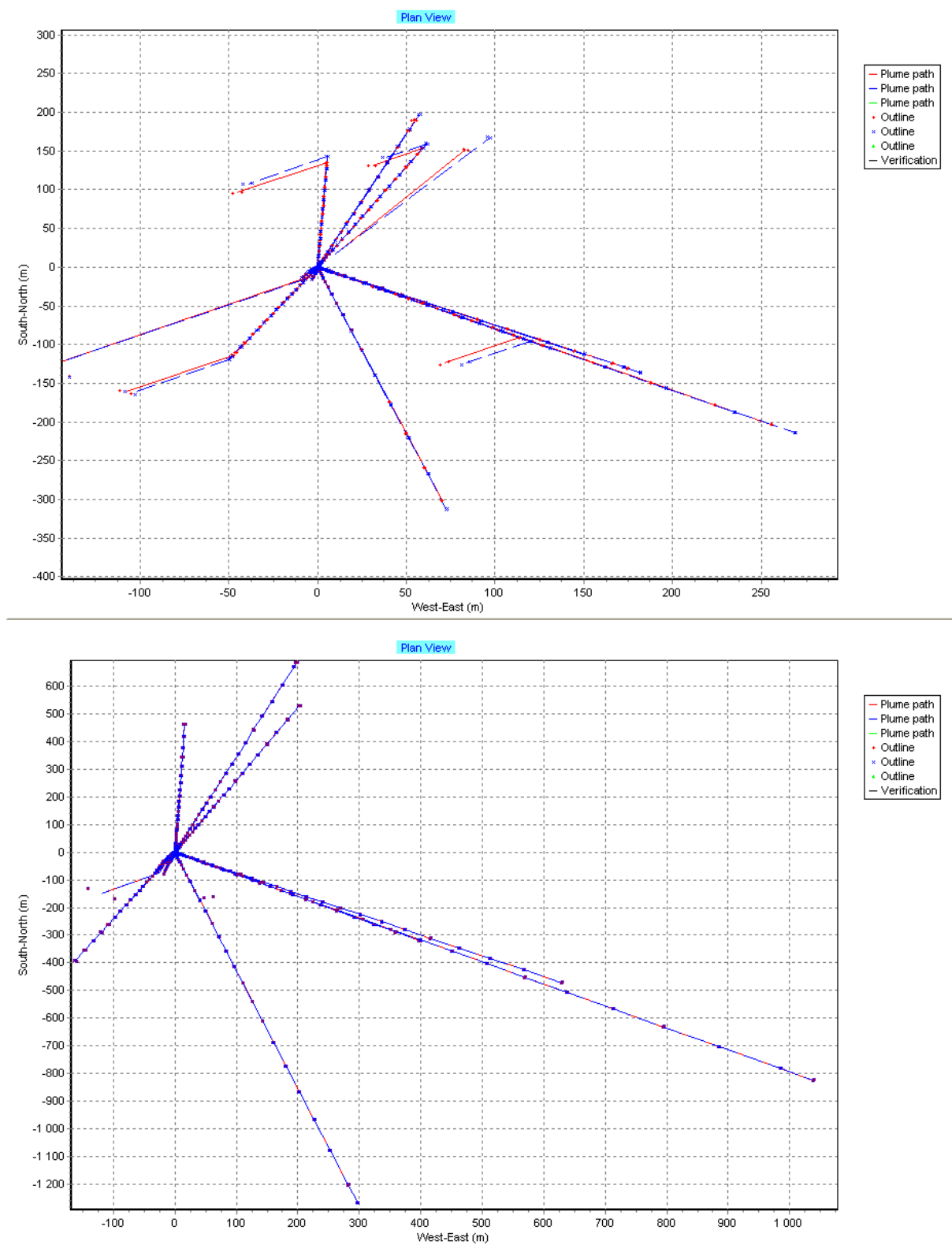


Figur 3.6. Fortynningsgrad og avstand fra utslippspunktet for 1/1000-del fortynning (øverste figur) og 1/10000-del fortynning (nederste figur). Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet (35 m dyp) er angitt med rød og blå farge i figurene.

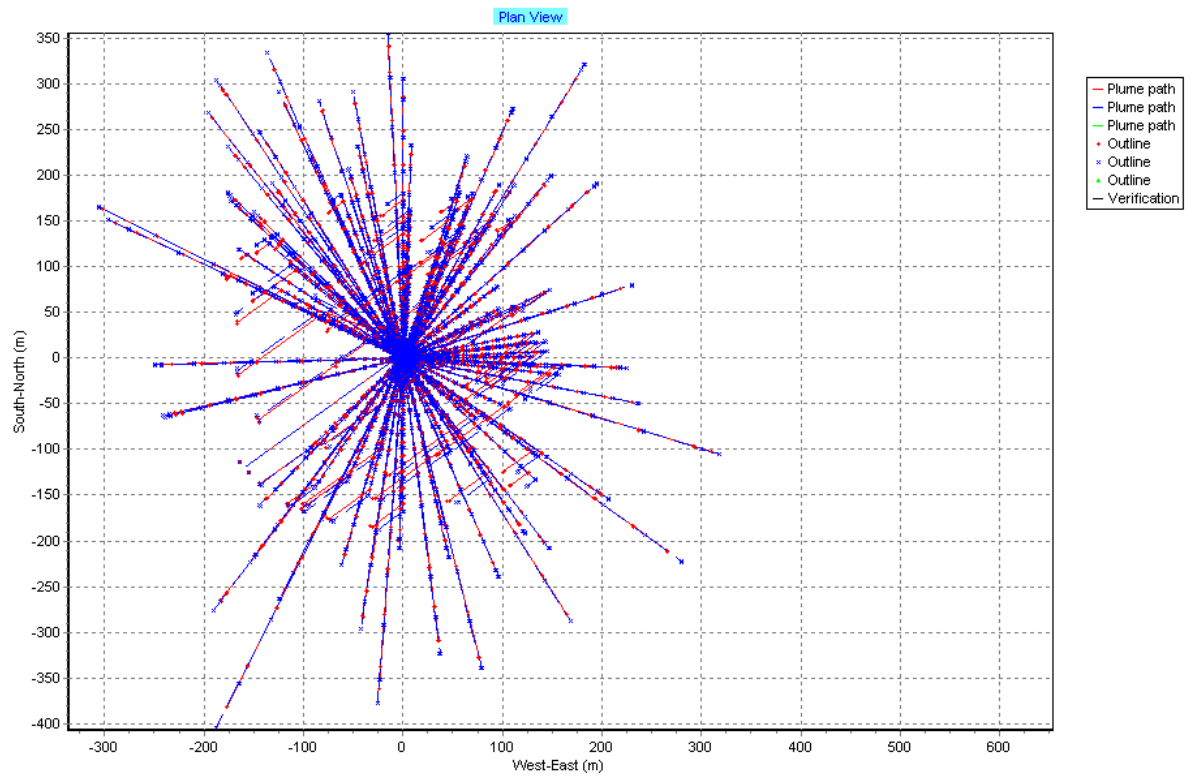


Figur 3.7. Simulerte tetthetsfordelinger i utslippet og i resipienten for 1/1000-del fortykning (øverste figur) og 1/10000-del fortykning (nederste figur). Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet (35 m dyp) er angitt med rød og blå farge i figurene.

SAM-Marin



Figur 3.8. Horisontal spredning på 35 meter for 1/1000-del fortynning (øverste figur) og 1/10000-del fortynning (nederste figur). Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet (35 m dyp) er angitt med rød og blå farge i figurene.



Figur 3.9 Simuleringer basert på ekstrapolerte verdier av horisontal spredning til 1/1000-dels konsentrasjon for et tenkt utslipp på 55 m dyp. Temperaturer (5 og 15 grader) på utslippet er angitt med rød og blå farge i figuren.

3.4 Strandsonen

3.4.1 Befaring

Strandsonen fra Amlaneset til sigevannsledningen besto for det mest av bratt fjell. På østsiden av sigevannsledningen var det en stor ur med store blokker. Den undersøkte strandsonen hadde, i 2012 som i 2006, lange områder med grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*), men også områder med tett dekke av blåskjell (*Mytilus edulis*).

Grisetangen var mest tallrik på beskyttede steder, mens bratte, eksponerte steder var dominert av små blåskjell.



Figur 3.10. Strandsone dominert av grisetang fra befaring september 2012.

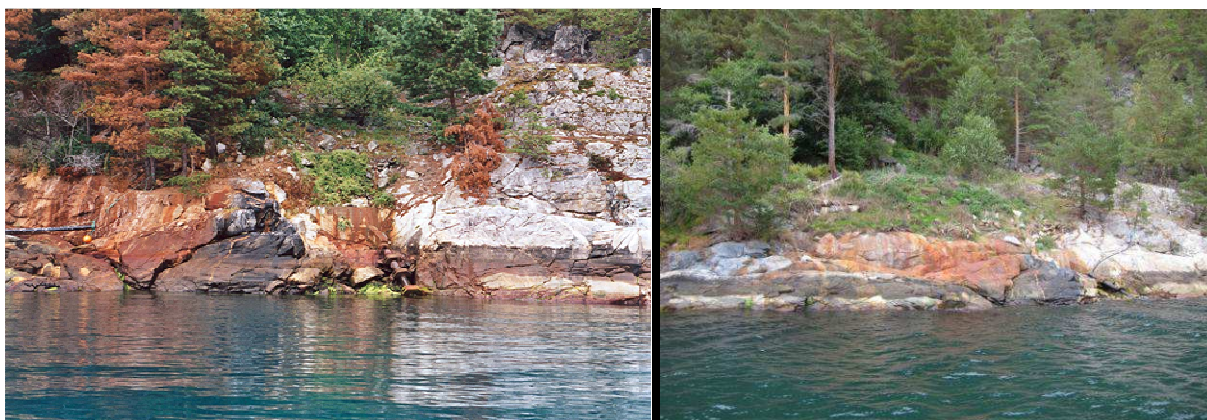


Figur 3.11. Strandsone med små blåskjell og grønnaigen *Cladophora rupestris* fra befaring september 2012.

Ved befaringen i 2012 ble det, som i tidligere år, observert en del grønnaigen ved sigevannsledningen. Mengden grønnaigen i nærheten av ledningen kan tyde på en viss eutrofiering her. Lengre borte fra ledningen ble det bare observert grønnaigen der hvor det manglet tang. Ettårige grønnaigen er blant de første artene som etablerer seg hvis den flerårige tangen har blitt fjernet av for eksempel drivisskuring eller kraftige bølger.



Figur 3.12. Grønnalger og blæretang i nærheten av sigevannsledningen september 2012. I tidligere år har terrenget nedenfor avfallsdeponiet vært sterkt rustfarget fordi sigevann fra deponiet har rent ut og avsatt jernutfellinger. Mye av denne rustfargen hadde forsvunnet i 2012.



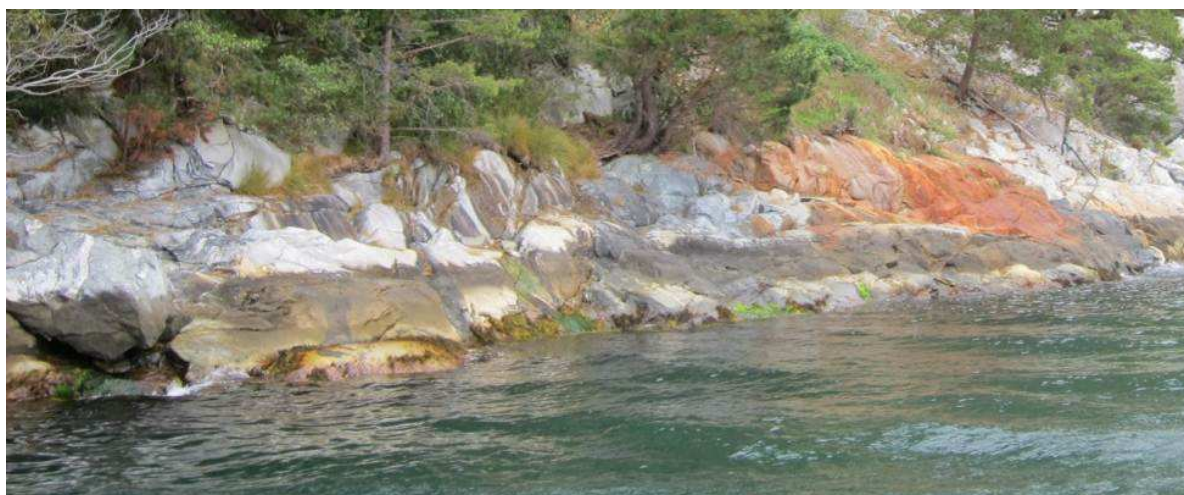
Figur 3.13. Rustfarging av terrenget i nærheten av sigevannsledningen i 2006 (venstre bilde) og i 2012 (høyre).

3.4.2 Semikvantitativ undersøkelse

Det ble registrert færre arter i 2012 enn tidligere år. I 2012 ble det bare registrert 8 arter makroalger mot 14 arter i 2006 og 11 arter i 1999. Artene som har blitt registrert tidligere,

men som manglet i 2012, er arter som vokser som epifytter på tang (for eksempel *Elachista fucicola*). Tangbeltet var mer glissent i 2012 sammenlignet med tidligere år, muligens på grunn av drivisskuring og/eller kraftige bølger fra uvær. Lite lavvann og glatt svaberg gjorde det også vanskelig å undersøke tangen som var der. Tette matter av *Cladophora rupestris* og *Cladophora* sp. ble funnet der hvor tangen var mest spredt (Figur 3.15).

En artsfattig strandsone er vanlig i ferskvannspåvirkede områder, det er derfor ingenting som tyder på strandsonen er påvirket av sigevannet fra deponiet.



Figur 3.14. Området hvor den semikvantitative undersøkelsen ble tatt

Tabell 3.2 Arter (mengde) registrert ved den semikvantitative undersøkelsen i 2012.

Navn på norsk	Navn på latin	1999	2006	2012
fjæreblood	<i>Hildenbrandia rubra</i>	2	3	2
rekeklo	<i>Ceramium nodulosum</i>	2	1	
røddokke	<i>Polysiphonia stricta</i>		1	
	<i>Colaconema</i> sp.		1	
blæretang	<i>Fucus vesiculosus</i>	3	3	2
grisetang	<i>Ascophyllum nodosum</i>	3	3	2
perlesli	<i>Pilayella littoralis</i>	2		
sagtang	<i>Fucus serratus</i>	3		
tanglo	<i>Elachista fucicola</i>	2	2	
grønndusk	<i>Cladophora</i> sp.	3	2	1
tarmgrønske	<i>Ulva</i> sp.	2	3	2
vanlig grønndusk	<i>Cladophora rupestris</i>		1	2
blåskjell	<i>Mytilus edulis</i>	3	3	
	<i>Amphipoda</i> indet.		3	
marebek	<i>Calothrix</i> sp. / <i>Verrucaria maura</i>	3	3	2
	<i>Verrucaria mucosa</i>		3	4



Figur 3.15. Utsnitt av strandsonen hvor den semikvantitative undersøkelsen ble foretatt.

3.5 Kjemiundersøkelser

Resultatene fra de kjemiske analysene av grisetang fra strandsonestasjon Fe A og av sediment fra bunnstasjonene Kau 2, er gitt i Tabell 3.3 - 3.5. Analysebevisene fra grisetang og sediment er vist i Vedleggstabell 3. Konsentrasjonene av tungmetaller i grisetang ble tidligere rapportert som mg/kg våtvekt (vv). Klassifiseringsveilederen baserer seg på konsentrasjoner oppgitt som mg/kg tørrstoff (TS) og alle konsentrasjonene fra 1999 og 2006 i denne rapporten er derfor omregnet til tørrstoffbasis og gitt tilstandsklasser basert på klassifiseringsveilederen (Molvær et al 1997). Vi gjør oppmerksom på at dette medfører endringer i forhold til tidligere rapporterte tilstandsklasser fra 1999 og 2006.

3.5.1 Grisetang

Grisetangen i årets undersøkelse hadde lavere konsentrasjoner av alle tungmetallene enn i 2006. Konsentrasjonene av bly, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel og sink i tilstandsklasse I, mens kobber var i tilstandsklasse II. For krom er dette en forbedring fra tilstandsklasse III i 2006 til tilstandsklasse I i 2012, og for kobber en forbedring fra tilstandsklasse III til

tilstandsklasse II i samme periode. Sink viste en stigende konsentrasjon mellom 1999 og 2006, men har i 2012 lavere nivåer enn i 2006, og får tilstandsklasse I i 2012.

Tabell 3.3. Metallkonsentrasjonene (mg/kg TS) fra tre parallelle prøver av grisetang. Prøvene ble samlet 25. september 2012. Tilstandsklasser (Tk) er tildelt etter veileder TA 1467, 97:03 (Molvær et al.) og oppgitt i kolonne til høyre for hvert stoff. TS = Tørrstoff. VV= Våtvekt

FeA		TS (%)	Pb	Tk	Cd	Tk	Cu	Tk	Cr	Tk	Hg	Tk	Ni	Tk	Zn	Tk
Tang			mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg	
2012	Snitt	29,2	<LOQ*	I	0,5	I	8,5	II	<LOQ**	I	0,03	I	1,9	I	70,4	I
	SD	1,9	-		0,1		1,5		-		0,01		0,7		6,8	
2006	Snitt	29,2	0,4	I	2,1	II	29,8	III	15,4	III	<LOQ***	I	12,9	II	315,4	II
	SD	2	0,3		0,2		2,9		3,2		-		0,5		10,7	
1999	Snitt	35,8	1,5	II	1,5	II	21,9	III	6,7	III	0,45	III	29,3	III	123,2	I

*LOQ Pb = 0,1 mg/kg vv

** LOQ Cr= 0,05 mg/kg vv

***LOQ Hg = 0,02 mg/kg vv

3.5.2 Sediment

De undersøkte tungmetallene i sedimentet lå alle i tilstandsklasse I (bakgrunn) på Kau 2 i 2012, som i september 2006 og oktober 1999 (Johansen et al. 2000, Johansen et al. 2007).

Alle de sju undersøkte enkeltforbindelsene av PCB i sediment ble kvantifisert i sedimentprøvene i årets undersøkelse, i motsetning til i 2006, til tross for at konsentrasjonene ved årets undersøkelse er lavere enn i 2006. Dette skyldes at kvantifiseringsgrensen er blitt lavere siden 2006. Merk at i tabellen oppgis nå konsentrasjonen som ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) mens den i 2006 ble oppgitt som mg/kg TS. Konsentrasjonene av ΣPAH_{16} og benzo[a]pyren tilsvarte tilstandsklasse II i sediment ved Kau 2. Det er tilsynelatende en liten økning i ΣPAH_{16} og benzo[a]pyren, men forskjellen er innenfor feilgrensene. Fremtidige undersøkelser vil kunne gi svar på om dette er en stigende trend eller skyldes forskjeller i metoden.

Tabell 3.4. Innholdet av metaller i sediment (mg/kg tørrstoff) fra Kau 2.

Prøvene ble samlet 2012. Tilstandsklasser (Tk) er tildelt etter revidert veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007).

Kau2		TS	Pb	Tk	Fe	Cd	Tk	Cu	Tk	Cr	Tk	Hg	Tk	Ni	Tk	Zn	Tk
		%	mg/kg		mg/kg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg	
2012	Snitt	60,3	6,3	I	8300	0	I	10,2	I	10	I	0	I	11,2	I	33,3	I
	s.d.	3,5	0,7		819	0		1,4		1,1		0		1,3		3,8	
2006	Snitt		6	I	13067	<0,088	I	12	I	12	I	0,02	I	12	I	39	I
	s.d.		1		643	-		0		1		0		0,6		2	

Tabell 3.5. Innhold av miljøgifter i sediment fra stasjon Kau 2, oppgitt som µg/kg tørrstoff i 2012 og mg/kg TS i 2006. Tilstandsklasser (Tk) er tildelt etter revidert veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007).

Kau 2			ΣPCB ₇	Tk	ΣPAH ₁₆	Tk	benzo(a)pyren	Tk
Sediment								
2012	Snitt	µg/kg TS	2,61	I	478,67	II	38,17	II
	s.d.		0,8		92,12		9,18	
2006	Snitt	mg/kg TS	<0,004	I	0,36	II	0,03	II
	s.d.		-		0,03		0,01	

3.6 Sedimentundersøkelser

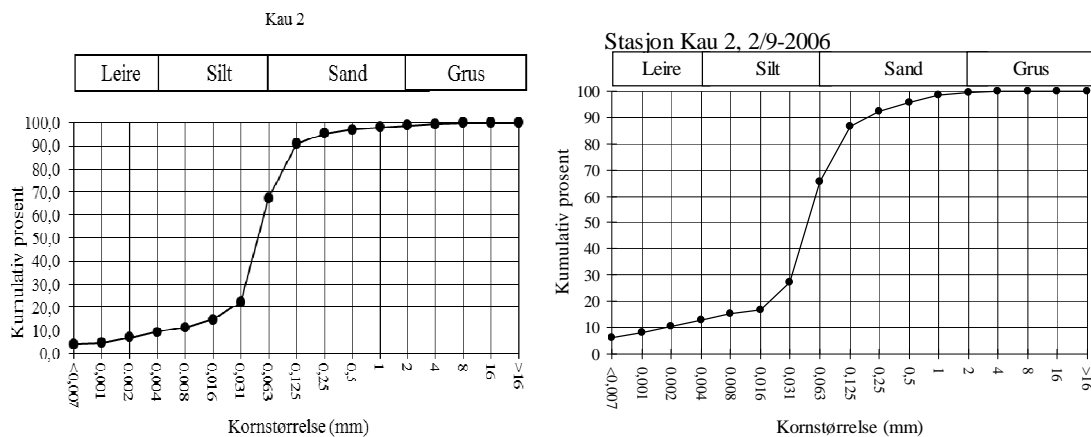
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figurene 3.16 og Tabell 3.6.

Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometeret til glødetapsovn. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra SIMAS, og dermed til resultatene av prosent glødetap.

På Kau 2 har man i 2012 et finkornet sediment som domineres av leire og silt (67 %) iblandet noe sand 32 %. Den prosentvise fordelingen av kornstørrelse har ikke endret seg nevneverdig siden 2006. Det organiske innholdet, her målt som glødetap, er lavt sammenlignet med tilsvarende prøver fra norske fjorder. Glødetapet viser en liten økning siden 2006, men det kan være usikkerhet rundt målingene av organisk innhold i 2012.

Tabell 3.6. Prosentvis innhold av leire, silt, sand og grus, samt organisk innhold i sediment på stasjonene Kau 2 fra september 2006 og Kau 2 fra oktober 2012. * Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovn i 2012, er ikke glødetapmålingene utført akkreditert.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kau 2-12	97	4,68*	9	58	67	32	1
Kau 2-06	97	3,22	13	53	66	34	0



Figur 3.16. Kornfordelingskurver fra sedimentet fra Kau 2 i 2012 og 2006. Kornfordelingen (mm) er vist langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen.

3.7 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen er presentert i Tabellene 3.7 – 3.8, Figurene 3.17-3.19 og Vedleggstabellene 1 og 2. Plasseringen av den undersøkte stasjonen (Kau 2) er vist i Figur 2.2.

På Kau 2 ble det funnet 1527 individer fordelt på 93 forskjellige arter på et areal på 0,5 m². Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,39 i snitt pr grabb, og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 31,79, som begge gir tilstandsklasse I - Svært god. Også indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1: 0,81 og NQI2: 0,76) gir stasjonen beste tilstandsklassene. AMBI-verdiene (ømfintlighet) indikerer at faunasammensettingen på Kau 2 er «noe forstyrret». Den mest individrike arten var skjellet *Kelliella abyssicola*, og den utgjorde 23,7 % av det totale individantallet. Den andre mest individrike arten er børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, som utgjorde 12,3 % av det totale artsantallet. Denne arten dominerte samfunnet i 1999 (63 %), mens den i 2006 fremdeles var den mest tallrike, men utgjorde da kun 14,3 % av det totale individantallet i 2006. Blant de mest tallrike artene i 2012 finner vi tre skjellarter, fem børstemarkar og to slangestjerner. Ingen av artene dominerer, noe også jevnhetsverdien (0,77) og de geometriske klassene viser.

Faunaanalysene viser at det hadde skjedd en positiv endring fra 1999 til 2006 og videre til 2012 på stasjon Kau 2. Samtlige biologiske indekser som brukes til å klassifisere stasjonen

har økt i den samme perioden. Artssammensetningen gir også et signal om at det i 2012 har vært en endring i positiv retning siden forrige undersøkelse.

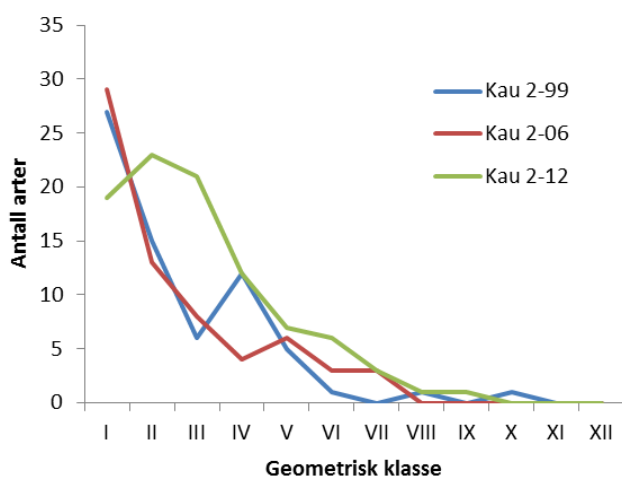
Konklusjon

Bunndyrsfaunaen på Kau 2 i oktober 2012 viste at det var svært gode bunnforhold i utløpet av Amlabukten og man ser en positiv utvikling av samfunnet i perioden fra 1999 til 2012.

Tabell 3.7. Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for Kau 2 i 2012, 2006 og 1999. Det er foretatt nye beregninger på tallmaterialet fra 2006 og 1999. Klassifisering av miljøtilstand i tilstandsklasser er foretatt etter veileder 97:03 (Molvær et al) og veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanddirektivet 2009).

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES_{100}	AMBI	KLIF TK	Jevnhet (J)	H' - max
Kau 2-12	1	301	56	4,66	0,79	0,76	34,17	1,82		0,8	5,81
	2	407	61	4,63	0,82	0,78	32,86	1,46		0,78	5,93
	3	260	47	4,17	0,79	0,73	29,76	1,59		0,75	5,55
	4	228	51	4,54	0,83	0,79	34,93	1,3		0,8	5,67
	5	331	45	3,92	0,81	0,74	27,24	1,21		0,71	5,49
	Sum	1527	93	4,69	-	-	33,27	-		0,72	6,54
	Snitt	305,4	52	4,39	0,81	0,76	31,79	1,47	I	0,77	5,69
Kau 2-06	4	140	28	4,18	0,71	0,69	24,67	2,26		0,87	4,81
	5	168	35	4,12	0,71	0,66	26,73	2,5		0,8	5,13
	6	110	32	4,45	0,75	0,72	30,79	2,12		0,89	5
	7	142	31	4,16	0,7	0,66	27,24	2,57		0,84	4,95
	8	125	25	4,04	0,7	0,68	23,23	2,24		0,87	4,64
	Sum	685	66	4,51	-	-	28,05	-		0,75	6,04
	Snitt	137	30,2	4,19	0,71	0,68	26,53	2,34	I	0,85	4,91
Kau 2-99	4	383	38	2,40	0,67	0,5	17,87	2,8		0,46	5,25
	5	281	25	1,84	0,63	0,45	13,5	2,86		0,4	4,64
	6	345	44	2,77	0,7	0,54	20,95	2,72		0,51	5,46
	7	232	31	2,36	0,67	0,5	18,48	2,74		0,48	4,95
	8	291	29	2,12	0,65	0,48	16,18	2,78		0,44	4,86
	Sum	1532	68	2,46	-	-	17,91	-		0,4	6,09
	Snitt	306,4	33,4	2,30	0,67	0,49	17,4	2,78	III	0,45	5,03

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

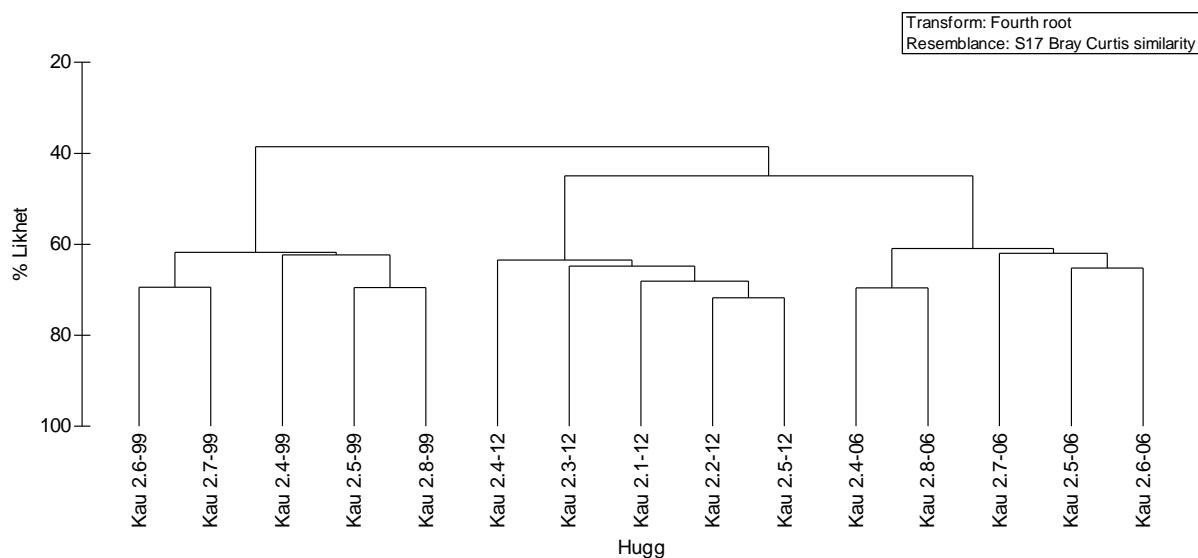


Figur 3.17. Antall arter (langs y-aksen) og geometriske klasser (langs x-aksen)

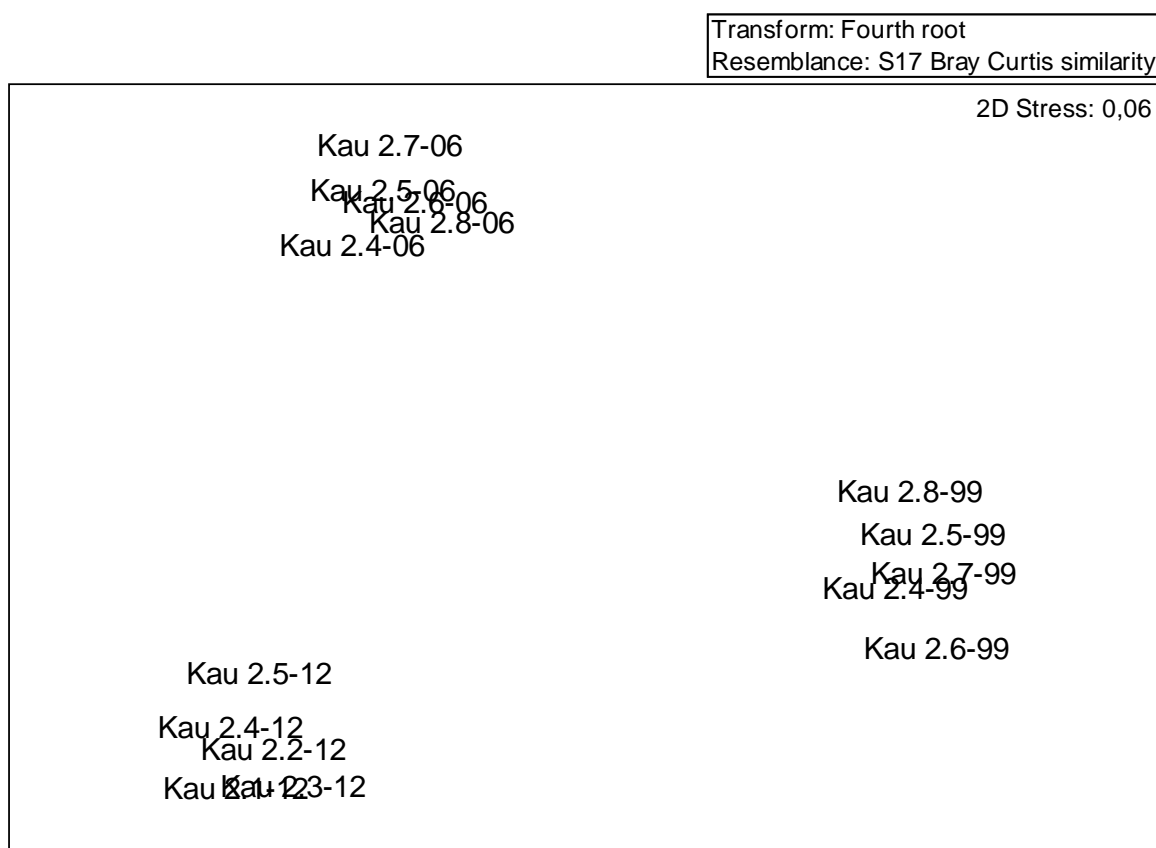
Tabell 3.8. De ti mest individrike artene på Kau 2 i 1999, 2006 og 2012

Kau 2-12	Ant.	0,5 m ²	Kum	Kau 2-06	Ant.	0,5 m ²	Kum
	Ind.	%	%		Ind.	%	%
<i>Kelliella abyssicola</i>	362	23,7	23,7	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	98	14,3	14,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	188	12,3	36,0	<i>Aphelochaeta</i> sp.	86	12,6	26,9
<i>Amphiura chiajei</i>	107	7,0	43,0	<i>Spiophanes wigleyi</i>	78	11,4	38,2
<i>Amythasides macroglossus</i>	88	5,8	48,8	<i>Thyasira equalis</i>	49	7,2	45,4
<i>Mendicula ferruginea</i>	73	4,8	53,6	<i>Kelliella abyssicola</i>	40	5,8	51,2
<i>Thyasira equalis</i>	42	2,8	56,3	<i>Mendicula ferruginea</i>	34	5,0	56,2
<i>Ophiura carnea</i>	41	2,7	59,0	<i>Nephtys ciliata</i>	31	4,5	60,7
<i>Levinsenia gracilis</i>	41	2,7	61,7	<i>Ophiura carnea</i>	29	4,2	65,0
<i>Maldanidae</i> indet.	35	2,3	64,0	<i>Paraonis</i> sp.	28	4,1	69,1
<i>Caulleriella killariensis</i>	33	2,2	66,1	<i>Lumbrineridae</i> indet.	23	3,4	72,4

Kau 2-99	Ant.	0,5 m ²	Kum
	Ind.	%	%
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	965	63,0	63,0
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	227	14,8	77,8
<i>Mendicula ferruginea</i>	39	2,5	80,4
<i>Paraonis</i> sp.	24	1,6	81,9
<i>Lumbrineris</i> sp.	19	1,2	83,2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	17	1,1	84,3
<i>Nephtys ciliata</i>	16	1,0	85,3
<i>Ophiura carnea</i>	16	1,0	86,4
<i>Amphiura chiajei</i>	13	0,8	87,2
<i>Eclysippe vanelli</i>	12	0,8	88,0



Figur 3.18. Dendrogram av bunnfaunaresultatene fra Kau 2. Cluster-analysen er utført på huggnivå. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformerte artsdata. Med forkortelsen "Kau 2.5-12" menes det femte prøven på stasjon Kau 2 i 2012 osv.



Figur 3.19. MDS-analyse av bunnfaunaresultatene fra Festingdalen. Analysen er utført på huggnivå. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformerte artsdata. Med forkortelsen "Kau 2.5-12" menes det femte prøven på stasjon Kau 2 i 2012 osv.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Undersøkelsen tar for seg de marine miljøforholdene i sjøen utenfor Festingdalen avfallsdeponi i Sogndal kommune og omfatter undersøkelser av hydrografi, strømmåling, kornfordeling, strandsone, bunnfauna og miljøgifter i sediment og grisetang. Rapporten gir status for miljøforholdene på bunnen, og i vannsøylen og miljøgifter i tang. Resultatene er sammenlignet med tidligere resultater og skal også fungere som referansemateriale for framtidige undersøkelser. Avstand fra utslippsledning til stasjon Kau 2 (sedimentprøver) er rundt 3 km. Avstand fra utslipp til stasjon Sog 2 (hydrografi) er rundt 1,2 km. Det ble også gjennomført en datasimulering for spredning og fortynningsgrad av utslippet. Littoralundersøkelser, prøver av grisetang og strømmålinger ble gjort like ved utslippsområdet.

Resultatene fra strømmålingen ved sigevannsledning på 30-40 meters dyp viste at vannstrømmen i hovedsak gikk mot sørøst på 35 meters dyp. Simulering av spredningen av utslipp fra sigevannsledning viser at det meste av utslippet vil fortynnes i dypet på 30-35 meter og ikke nå overflaten. Simuleringen viser også at utslippet vil bli fortennet til mindre enn 1/1000-del i en avstand av maksimalt 300- 400 meter mot sørøst, mens fortykning til 1/10.000-del være oppnådd i en avstand av maksimalt litt over 1 km i samme retning.

Strandsoneundersøkelsen viste færre arter i 2012 enn tidligere år. I 2012 ble det bare registrert 8 arter mot 14 arter i 2006 og 11 i 1999. Artene som har blitt registrert tidligere, men som manglet i 2012, er arter som vokser som epifytter på tang.

Det ble tatt bunnprøver fra Stasjon Kau 2 på 97 m dyp ved Amlaneset. Sedimentet bestod av et finkornet sediment med 67 % leire og silt, og hadde et lavt organisk innhold men litt høyere enn i 2006. Oksygeninnholdet i bunnvannet på stasjon Sog 2 låg i tilstandsklasse I-Svært god på det undersøkte tidspunkt.

Innhold av tungmetaller i sedimentet viste i 2012 tilstandsklasse I for alle undersøkte metaller og tilsvarende som undersøkelsen i 2006. For jern er det ikke satt grenseverdier, men analysene viste lavere verdier i 2012 enn i 2006. De undersøkte miljøgiftene ga tilstandsklasse I for ΣPCB_7 , og tilstandsklasse II for ΣPAH_{16} og benzo(a)pyren i 2012. Dette er også tilsvarende som resultatene i 2006.

Konsentrasjonene av tungmetaller i grisetang var lave og tilsvarte tilstandsklasse I- Bakgrunn, for bly, krom, kvikksølv, nikkel og sink. For kobber tilsvarte resultatene tilstandsklasse II-

God, og dette er en forbedring på nesten alle tungmetaller fra tidligere undersøkelser i 1999 og 2006.

Bunnfaunaen hadde forbedret seg fra 1999 til 2012 og fikk tilstandsklasse I på stasjon Kau 2. Ømfintlighetsindeks NQI1 var også litt bedre i 2012 enn i 2006.

5 TAKK

Vi takker Peter Hovgaard for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tom Alvestad og Trond Isaksen fra SAM-Marin. Strandundersøkelsen ble utført av Tom Alvestad. Modellering av spredning er gjort av Per-Otto Johansen. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. SFT 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB, 1984. Sediment analysis, Pp. 41-65 In: Holme NA, McIntyre AD. (eds.) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell scientific publications.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johansen P-O, Hjøhlman S, Myrseth E, Botnen H, Johannessen P. 1999. Undersøkelse av miljøforholdene ved Festingdalen avfallsdeponi i 1999. *IFM-Rapport nr.5-2000*. 47 s.
- Johansen P-O, Heggøy E, Johannessen P. 2007. Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Festningdalen avfallsdeponi i 2006. *SAM-Unifob Rapport nr. 5-2007*. 48 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon, SFT-veiledning nr. 97:03*. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764: 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel	39
Vedleggstabell 1. Artsliste.....	49
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	57
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	58
Vedleggstabell 4. CTD Data	64
Vedleggstabell 5. Strømmåling, 35 meter.....	65

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

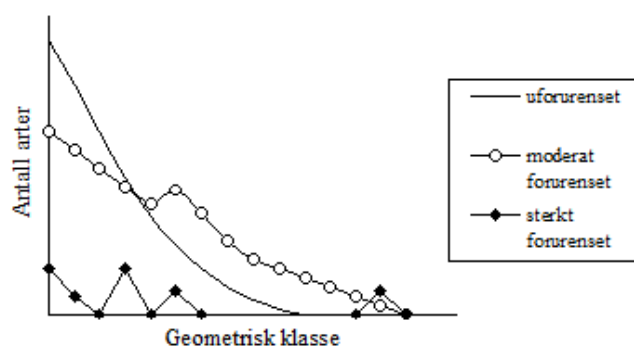
Generelt

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 våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset område

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2

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. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002).

Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner 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 faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 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 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5*(1-\text{AMBI}/7) + 0.5*(\text{SN}/2.7)*(N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5*(1-\text{AMBI}/7) + 0.5*(H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3).

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna.
Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parameter		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. 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.

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 brakkvann 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 ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

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 prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

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:

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

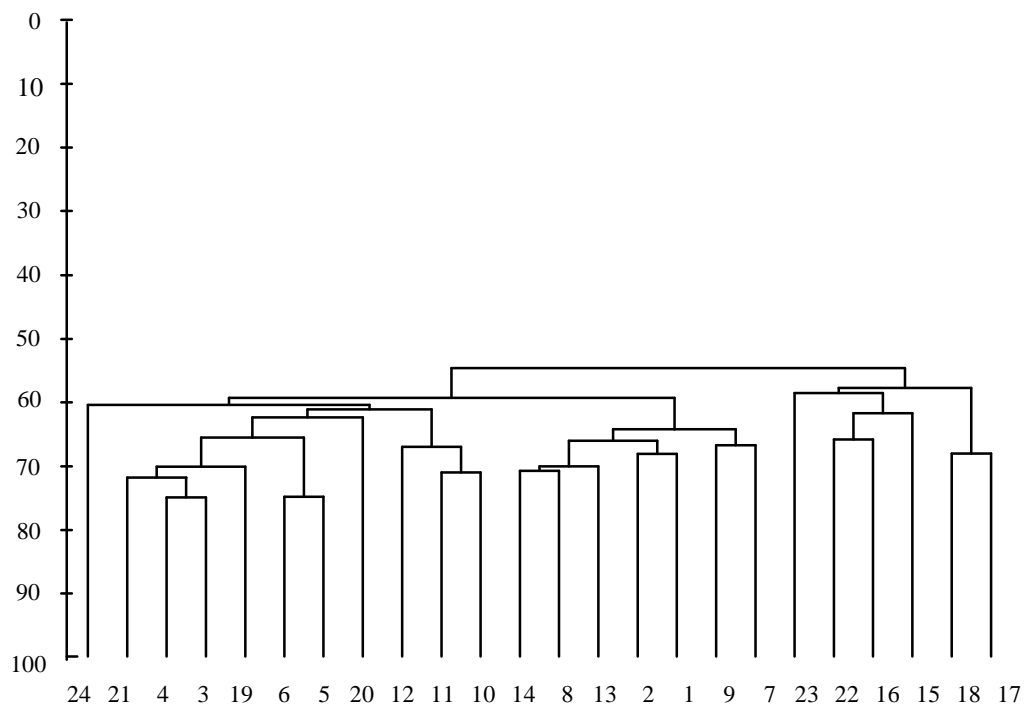
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

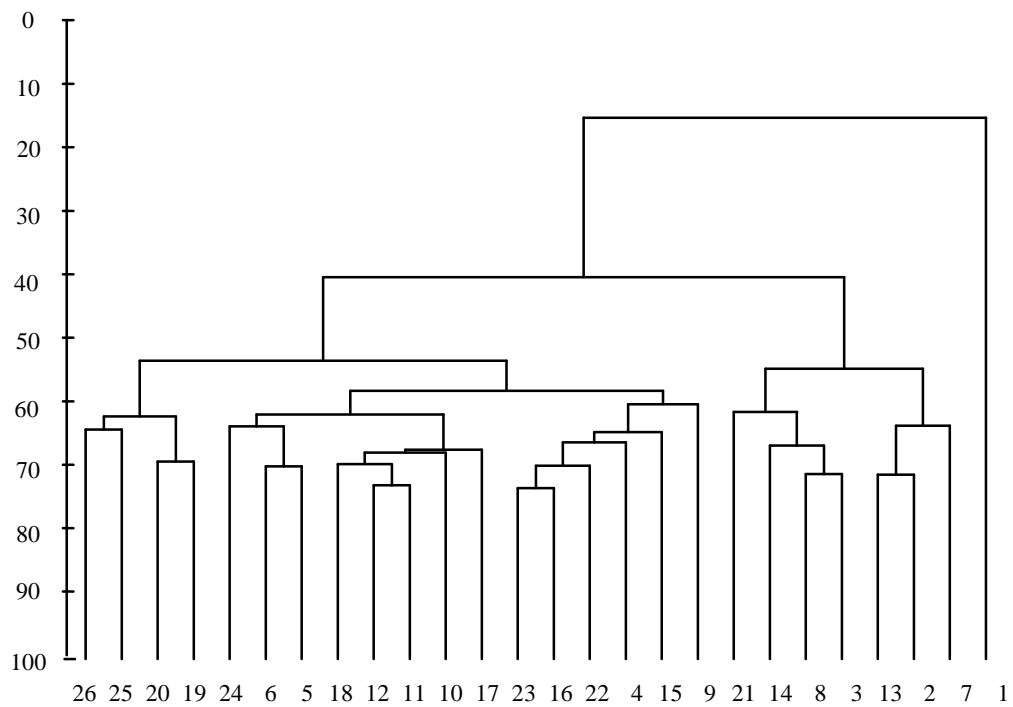
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

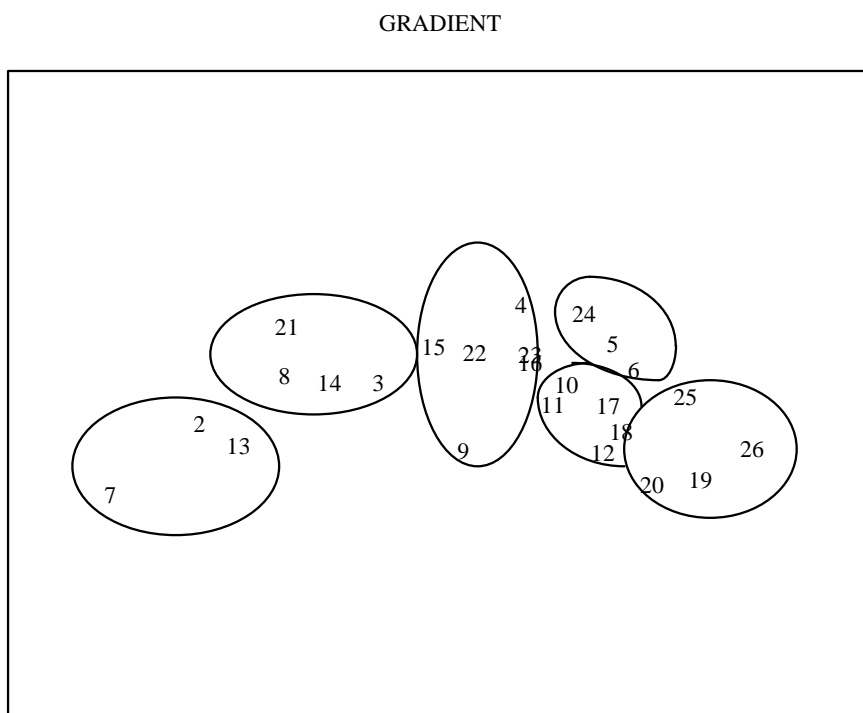
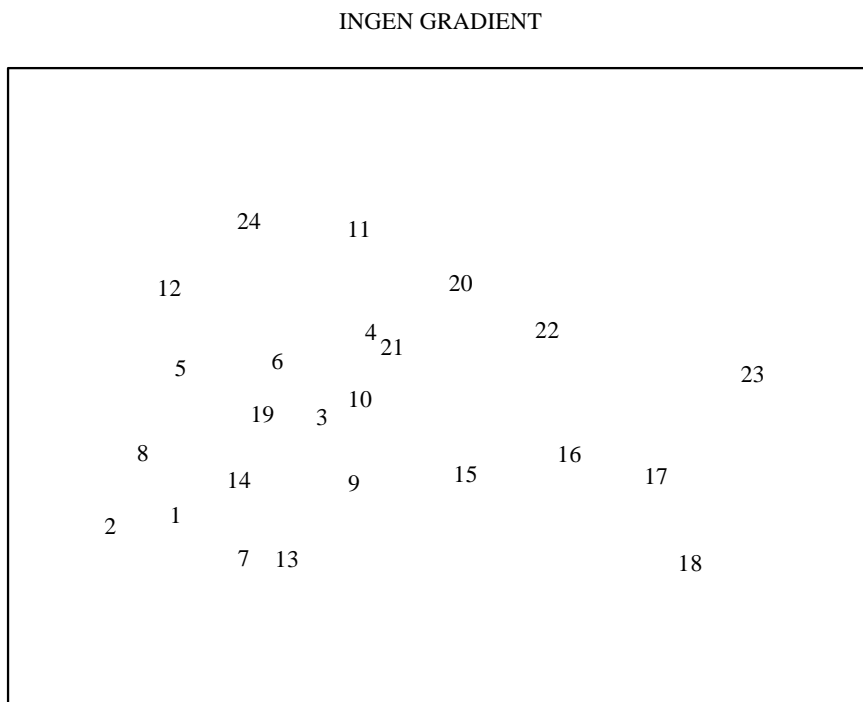
FAUNALIKHET



FAUNAFORSKJELL



Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- 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*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, 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*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp*.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): SIMAS IKS, Amla, 6854 Kaupanger
Prosjekt nr.: 806708
Prøvetaksingssted (område): Kaupanger, Sognefjorden
Dato for prøvetaking: 31/10-2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Nei
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbaggene 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 hugnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 7 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur: *Tom Alvestad*
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s. 1/7	Stasjon:	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012
Arter:	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
	Hugg:	1	2	3	4	5
* PORIFERA						
* Porifera indet.		+				
* ANTHOZOA						
<i>Edwardsia</i> sp.			1	1		
* PLATYHELMINTES						
* Platyhelminthes indet.			1	1		
* NEMERTINI						
* Nemertini indet.		10	2	5	5	3
* NEMATODA						
* Nematoda indet.		ca.30	ca.20	ca.30	ca.20	ca.30
POLYCHAETA						
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		52	39	62	9	26
<i>Laetmonice filicornis</i>		0/1				
Polynoidae indet.		4	4	3		4
<i>Pholoe baltica</i>		1	1	2		
<i>Pholoe pallida</i>			3		2	2
<i>Panthalis oerstedii</i>		0/1		0/1		
<i>Neoleanira tetragona</i>					0/2	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>				1/1	0/1	
<i>Glyphohesionella klatti</i>		1		1		
<i>Exogone</i> sp.		3	1			1
<i>Nephtys hystrix</i>		1/2	1/2	1/3	0/4	0/1
<i>Sphaerodorum flavum</i>			2	1	3	
<i>Glycera rouxii</i>						2
<i>Glycera lapidum</i>		0/1	0/6	0/1	0/2	
Lumbrineridae indet.		9	10	4	2	6
<i>Laonice sarsi</i>		1/2		0/1		1/2
<i>Polydora</i> sp.		4	2			1
<i>Prionospio cirrifera</i>			1	1	2	
<i>Prionospio fallax</i>		2	4	1	2	7
<i>Scolecopsis korsumi</i>				1		0/1
<i>Spiophanes wigleyi</i>		3/3	2/11	2/1	2/3	0/3
<i>Spiophanes kroeyeri</i>		0/1	0/1	0/2		0/3
<i>Spirochaetopterus typicus</i>				0/1		
<i>Aricidea catherinae</i>					1	
<i>Levinsenia gracilis</i>		12	7	8	4	10
<i>Paraonis</i> sp.		6	6	3	4	5
<i>Aphelochaeta</i> sp.		3	21		1	2
<i>Chaetozone</i> sp.		1	1		1	1
<i>Caulleriella killariensis</i>		3	7	3	11	9
<i>Macrochaeta polyonyx</i>		2				
<i>Diplocirrus glaucus</i>		2/1	6/6	3/2	2	6/4
<i>Scalibregma inflatum</i>				0/2	0/1	
<i>Dasybranchus caducus</i>		1		1		
<i>Heteromastus filiformis</i>			1			
<i>Notomastus latericeus</i>		1/4	2/1			0/1
<i>Lumbriclymene cylindricaudata</i>		1	1			

SAM-Marin

s. 2/7	Stasjon:	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012
	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
Arter:	Hugg:	1	2	3	4	5
<i>Praxillura longissima</i>		1				
Maldanidae indet		4	8	4	10	9
<i>Myriochele heeri</i>			3		1	
<i>Galathowenia oculata</i>		5	4	1	1	3
<i>Owenia borealis</i>						0/1
<i>Pectinaria belgica</i>			1			
<i>Sabellides octocirrata</i>			1			
<i>Lysippides fragilis</i>		3/1	1/5		2/1	
<i>Amythasides macroglossus</i>		14	30	17	12	15
<i>Eclysippe vanelli</i>				1		1
<i>Sosanopsis wireni</i>				1	1	
<i>Samytha sexcirrata</i>			1			1
<i>Melinna albicincta</i>				1/1	2/2	
<i>Paramphitrite birulai</i>			0/1			
<i>Pista cristata</i>		1				
<i>Lanassa venusta</i>			13			1
<i>Polycirrus medusa</i>		1/2	1			
<i>Trichobranchus roseus</i>		0/1			0/1	0/1
<i>Terebellides stroemi</i>		0/2	0/3	0/3	1/2	0/1
Sabellidae indet.		4			1	
<i>Sabella pavonina</i>			1			
<i>Euchone</i> spp.			1	1		1
OLIGOCHAETA						
Oligochaeta indet.					1	1
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.		1				
<i>Phascolion strombus</i>		0/1	0/2	0/2		
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>		5	1	7	2	2
CRUSTACEA						
* <i>Macrocypris mimna</i>		1	2		2	
* <i>Eudorella emarginata</i>		2		0/1		
* <i>Diastylis cornuta</i>			1	2	2	
* <i>Diastylodes biplicata</i>		1			1	
* Tanaidacea indet.				1	1	
* Amphipoda indet.		1	6	2	1	1
<i>Eriopisa elongata</i>				0/1		
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.			4/1	0/2	1	3/2
Solenogastres indet.		1		1		
<i>Haliella stenostoma</i>					1/1	
<i>Cylichmina umbilicata</i>			0/1			1
<i>Emmucula tenuis</i>		0/1				
<i>Yoldiella philippiana</i>		1	2		1/1	
<i>Mytilus edulis</i>		0/10				
<i>Bathyarca pectunculoides</i>		0/1	0/2	0/1		0/1
<i>Similipecten similis</i>		0/1	0/1		1/1	
<i>Thyasira obsoleta</i>		2	2		1	

SAM-Marin

s. 3/7	Stasjon:	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012	Kau 2 -2012
Arter:	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
	Hugg:	1	2	3	4	5
<i>Thyasira equalis</i>		2/6	3/9	4/3	3/1	5/6
<i>Axinulus croulinensis</i>		3	1		1	4
<i>Mendicula ferruginea</i>		11/2	13/4	16	9/1	14/3
<i>Astarte sulcata</i>		1				
<i>Parvicardium minimum</i>			0/1			1
<i>Tellina fabula</i>			1			
<i>Abra nitida</i>		1	0/1	0/1	1	0/1
<i>Kelliella abyssicola</i>		29/17	67/22	27/22	50/7	89/32
<i>Cuspidaria rostrata</i>			1			
<i>Tropidomya abbreviata</i>		1	0/1		0/1	3/2
<i>Antalis occidentalis</i>					1	
<i>Entalina tetragona</i>		1	3/1	4	5	2
<i>Pulsellum lofotense</i>			1		2	
ECHINODERMATA						
<i>Astropecten irregularis</i>					0/1	
<i>Amphiura chiajei</i>		1/22	9/16	5/9	7/17	4/17
<i>Ophiura albida</i>					0/3	
<i>Ophiura carnea</i>		9/2	7/1	4/4	4/4	3/3
<i>Ophiura sarsi</i>			0/3	0/1	0/2	
Enteropneusta indet.		1	2	2	1	
* VARIA		+	+	+		+

	Stasjon:	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06
Arter:	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
	Hugg:	4	5	6	7	8
* PORIFERA						
* Porifera indet.		+				
* NEMERTINI						
* Nemertini indet.		3	2	1		+
* NEMATODA						
* Nematoda indet.		12	26	7	26	3
POLYCHAETA						
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		12/2	24/7	10/5	17/5	12/4
<i>Aphrodita aculeata</i>		1				
Polynoidae indet.		5	1			
<i>Pholoe baltica</i>				1		
<i>Pholoe pallida</i>			1			0/2
<i>Eumida bahusiensis</i>			1	1		
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					1	
<i>Eumereis elitoralis</i>					0/1	
<i>Nephtys ciliata</i>		3/2	4/3	5/3	1/4	5/1
<i>Glycera rouxii</i>		1		1		
<i>Glycera</i> sp.			0/1	0/1	0/4	
<i>Goniada maculata</i>				1		
Lumbrineridae indet.		6	6	4	3	4

SAM-Marin

s. 4/7	Stasjon: Dyp: Hugg:	Kau 2-06 97 m	Kau 2-06 97 m	Kau 2-06 97 m	Kau 2-06 97 m	Kau 2-06 97 m
Arter:		4	5	6	7	8
Dorvilleidae indet.			1			
<i>Phylo kuppferi</i>			1			
<i>Laonice cirrata</i>					1	
<i>Scolelepis korsuni</i>		1				
<i>Spiophanes wigleyi</i>		19	19	13	10	17
<i>Spiophanes kroeyeri</i>			1	2/1	2	
<i>Aricidea catherinae</i>					1	
<i>Paraonis</i> sp.		4	9	5	7	3
<i>Aphelochaeta</i> sp.		18	26	5	24	13
<i>Chaetozone</i> sp.		1			2	
<i>Caulleriella killariensis</i>			1			
<i>Diplocirrus glaucus</i>		7	6/1	2	4	1
<i>Scalibregma inflatum</i>				1		1/1
<i>Dasybranchus caducus</i>				0/1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		1	2			
<i>Notomastus latericeus</i>					1	
<i>Lumbriclymene</i> sp.				1	1	
<i>Praxillura longissima</i>				1		
<i>Chirimia biceps</i>			1			
<i>Myriochele heeri</i>				3		4
<i>Galathowenia oculata</i>					3	1
<i>Owenia borealis</i>		0/1				0/1
Ampharetidae indet.			1			
<i>Ampharete lindstroemi</i>		2				
<i>Sabellides octocirrata</i>			1			
<i>Samytha sexcirrata</i>		1	1	3	2/1	1/1
<i>Melinna cristata</i>			1	1/1		
<i>Pista cristata</i>		1				
<i>Thelepus cincinnatus</i>					1	
<i>Terebellides stroemi</i>		1/4		0/1		1/1
Sabellidae indet.			1			
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.		1			1	4
<i>Onchmesoma steenstrupi</i>						1
CRUSTACEA						
* <i>Macrocypris mimna</i>						1
* <i>Eudorella truncatula</i>		0/1		0/1		
* <i>Diastylis cornuta</i>		2	0/1	4		
* Tanaidacea indet.			2	1	2	
* <i>Gnathia</i> sp.		1				
* <i>Ampelisca diadema</i>						1
* Lysianassidae indet.						1
* <i>Acidostoma obesum</i>		1		1		
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.		1		2		1
<i>Haliella stenostoma</i>			3	1	2/1	
<i>Turbonilla crenata</i>				1		

SAM-Marin

s. 5/7	Stasjon:	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06	Kau 2-06
	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
Arter:	Hugg:	4	5	6	7	8
<i>Similipecten similis</i>		1				
<i>Thyasira obsoleta</i>						1
<i>Thyasira equalis</i>		7/2	7/2	5	13/3	9/1
<i>Aximulus croulinensis</i>			0/1	1		
<i>Mendicula ferruginea</i>		7/2	7/1	8	1	8
<i>Montacuta ferruginosa</i>			1			
<i>Abra nitida</i>		2	2	2	2/1	
<i>Kelliella abyssicola</i>		6/1	4/3	7	5/1	10/3
<i>Tropidomya abbreviata</i>			1			
<i>Antalis occidentalis</i>					1	
<i>Entalina tetragona</i>		3/1	2	3	3	1
<i>Siphonodentalium lobatum</i>					2	
ECHINODERMATA						
<i>Amphiura chiajei</i>		3/1	2/4	3/1	0/2	4/2
<i>Ophiura affinis</i>			1		1	
<i>Ophiura carnea</i>		3/6	5	0/3	4/3	5
<i>Brissopsis lyrifera</i>			1			
<i>Synaptidae indet.</i>						1
* <i>Siboglinum ekmani</i>		+				
* VARIA		+		+		+

	Stasjon:	Kau2-99	Kau 2-99	Kau 2-99	Kau 2-99	Kau 2-99
	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
Arter:	Hugg:	4	5	6	7	8
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.			+	+	+	+
* ANTHOZOA						
<i>Cerianthus lloydii</i>				1		
<i>Edwardsia</i> sp.		1				
* NEMERTINI						
* Nemertini indet.		3	1	2	1	2
* NEMATODA						
* Nematoda indet.		ca. 20	ca. 20	ca. 20	ca. 20	2
POLYCHAETA						
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		225/16	170/25	165/21	132/14	178/19
<i>Pholoe inornata</i>		3/1		2		2
<i>Pholoe pallida</i>		1				
<i>Sthenelais limicola</i>				0/1		
<i>Ophiodromus flexuosus</i>				1/1	0/1	
<i>Glyphohesione klatti</i>					0/1	
<i>Pilargis</i> sp.		1				
<i>Exogone</i> sp.		1				
<i>Nereis pelagica</i>		0/1		1	0/1	
<i>Aglaophamus malmgreni</i>						1
<i>Nephtys ciliata</i>		1/1	2/3	0/4	0/1	4
<i>Glycera alba</i>		0/3	0/4	0/2	0/2	

SAM-Marin

s. 6/7	Stasjon: Dyp: Hugg:	Kau2-99 97 m	Kau 2-99 97 m	Kau 2-99 97 m	Kau 2-99 97 m	Kau 2-99 97 m
Arter:		4	5	6	7	8
<i>Goniada maculata</i>		1		1	1	
<i>Lumbrineris</i> sp.		2	2	5	6	4
<i>Orbinia sertulata</i>			1		1	1
<i>Laonice cirrata</i>		1				
<i>Polydora</i> sp.		1		1		
<i>Prionospio cirrifera</i>		2		1		1
<i>Prionospio fallax</i>			2			
<i>Scolelepis bonnierii</i>				3	1	1
<i>Spiophanes kroeyeri</i>		48/4	41/2	63/3	31/1	17/17
<i>Aricidea</i> sp.		1				
<i>Paraonis</i> sp.		8	5	4	2	4/1
<i>Aphelochoeta</i> sp.		2	1	2	2	1
<i>Chaetozone setosa</i>				0/1	1	
<i>Diplocirrus glaucus</i>		2	1/1	2	4/1	5/1
<i>Scalibregma inflatum</i>				1		
<i>Dasybranchus caducus</i>				1	1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		2	1	1	1	3
<i>Notomastus latericeus</i>				1		
<i>Chymerura borealis</i>				2		
<i>Praxillella praetermissa</i>			1			
<i>Chirimia biceps</i>					0/1	
<i>Myriochele heeri</i>		3		1		
<i>Galathowenia oculata</i>		3	1	1	3	1
<i>Pectinaria auricoma</i>						1
<i>Pectinaria belgica</i>			1	1		
<i>Eclysippe vanelli</i>		4/1	0/1	2/1	3	
<i>Melinna elisabethae</i>				1		
<i>Eupolyommia nesidensis</i>				0/1		
<i>Pista cristata</i>				1		
<i>Terebellides stroemi</i>		0/1			1	1
Sabellidae indet.		1		2		
SIPUNCULA						
<i>Onchmesoma steenstrupi</i>			1	1		
<i>Phascolosoma</i> sp.		1				
CRUSTACEA						
* <i>Eudorella emarginata</i>		2			1	
* <i>Diastylodes biplicata</i>		1				
* Tanaidacea indet.			1			
* <i>Gnathia maxillaris</i>						0/1
* Amphipoda indet.		1				
* PYCNOGONIDA						
* Pycnogonida indet.		1				
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.		1	1	2	1	5
<i>Odostomia acuta</i>						1
<i>Cylichmina umbilicata</i>		1	1	1/1	1	1
<i>Mytilidae</i> indet.		0/1				

SAM-Marin

s. 7/7	Stasjon:	Kau2-99	Kau 2-99	Kau 2-99	Kau 2-99	Kau 2-99
Arter:	Dyp:	97 m	97 m	97 m	97 m	97 m
	Hugg:	4	5	6	7	8
<i>Thyasira obsoleta</i>				1	1	
<i>Thyasira equalis</i>		3	1	2	1/1	0/1
<i>Mendicula ferruginea</i>		12	4	12/2	6	3
<i>Thyasira pygmaea</i>		1				
<i>Montacuta ferruginosa</i>				4/3	2/1	
<i>Mysella bidentata</i>				1		
<i>Abra nitida</i>				1	1	
<i>Kelliella abyssicola</i>		1	2/1	3		3
<i>Tropidomya abbreviata</i>						1
<i>Pulsellum lofotense</i>						1
ECHINODERMATA						
<i>Amphiura chiajei</i>		4	1		0/2	4/2
<i>Amphiura filiformis</i>						0/1
<i>Ophiura carnea</i>		8/1	0/1	1/4		1
<i>Ophiura sarsi</i>		0/5				0/1
<i>Brissopsis lyrifera</i>			1	2/1	1	
<i>Leptosynapta inhaerens</i>		1				
Enteropneusta indet.		1	2	1	1	3
* VARIA					1	

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Kau 2-99	Kau 2-06	Kau 2-12
I	27	29	19
II	15	13	23
III	6	8	21
IV	12	4	12
V	5	6	7
VI	1	3	6
VII	0	3	3
VIII	1	0	1
IX	0	0	1
X	1	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	0

Vedleggstabell 3. Analysebevis



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø



**Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)**
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:

AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088

Prøvemottak: 13.11.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 13.11.2012-13.12.2012
Referanse: 806708 / 77/12

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

Side 1 av 6



AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088

Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ	Grenseverdi
b) Total tørrstoff	60	%	12%	NS 4764	0.02	
b) Kadmium (Cd)	0.017	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
b) Bly (Pb)	6.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	0.7	
b) Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	2	
b) Krom (Cr)	11	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3	
b) Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
b) Nikkel (Ni)	12	mg/kg TS		NS EN ISO 11885	1	
b) Sink (Zn)	36	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	15	
b) Jern (Fe)	9000	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	10	
PAH 16						
Naftalen	17.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	1.39	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	4.61	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	3.56	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	32.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antracen	9.11	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	81.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	60.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]antracen	33.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	38.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	67.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	31.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]pyren	45.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	53.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	18.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[ghi]perylen	64.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	564	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.66	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	<0.1	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.30	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	1.27	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.17	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.54	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.44	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	3.47	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088



Prøvenr.:	441-2012-1114-025	Prøvetakingsdato:	31.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Kau 2, 97m, Hugg 7	Analysedato:	13.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Total tørrstoff	64	%	12%	NS 4764	0.02	
b) Kadmium (Cd)	0.017	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
b) Bly (Pb)	5.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	0.7	
b) Kobber (Cu)	8.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	2	
b) Krom (Cr)	8.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3	
b) Kvikksølv (Hg)	0.013	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
b) Nikkel (Ni)	9.7	mg/kg TS		NS EN ISO 11885	1	
b) Sink (Zn)	29	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	15	
b) Jern (Fe)	7400	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	10	
PAH 16						
Naftalen	13.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftalen	0.66	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	3.19	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	2.12	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	22.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antracen	5.12	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	54.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	40.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]antracen	21.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	24.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	45.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	21.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]pyren	27.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	38.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	12.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[ghi]perylene	47.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	381	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.38	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.20	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.11	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.43	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.10	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.26	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.99	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	2.46	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).



AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088

Provenr.:	441-2012-1114-026	Prøvetakingsdato:	31.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Kau 2, 97m, Hugg 8	Analysestartdato:	13.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Total tørrstoff	57	%	12%	NS 4764	0.02	
b) Kadmium (Cd)	0.019	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
b) Bly (Pb)	6.8	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	0.7	
b) Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	2	
b) Krom (Cr)	10	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3	
b) Kvikksølv (Hg)	0.018	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
b) Nikkel (Ni)	12	mg/kg TS		NS EN ISO 11885	1	
b) Sink (Zn)	35	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 11885	15	
b) Jern (Fe)	8500	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 11885	10	
PAH 16						
Naftalen	13.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	0.82	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	3.51	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	2.30	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	27.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antracen	6.92	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	65.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	48.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]antracen	30.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	31.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	60.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	28.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]pyren	41.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	55.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	15.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[ghi]perylene	61.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	491	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.43	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.18	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.17	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.41	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.12	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	<0.1	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.57	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	1.90	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

Side 4 av 6

AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088



Prøvenr.:	441-2012-1114-027	Prøvetakingsdato:	25.09.2012		
Prøvetype:	Tang	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Fe A - 1	Analysedato:	13.11.2012		
Analyse	Resultat	Enhet	MU Metode	LOQ	Grenseverdi
c)* Chromium (ICP-MS, food)					
c)* Krom (Cr)	<0.1	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.1	
c)* Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg	EN 15763:2009	0.01	
c)* Kobber (Cu)	2.6	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1	
c)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)					
c)* Kvikksølv (Hg)	0.01	mg/kg	EN 15763:2009	0.005	
c)* Lead(ICP-MS, food)					
c)* Bly (Pb)	<0.05	mg/kg	EN 15763:2009	0.05	
c)* Nickel (ICP-OES, food)					
c)* Nikkel (Ni)	0.4	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1	
c) Prøvepreparering/oppslutting	blank value/imported		§64 LFGB L 00.00-19/1		
c)* Sink (Zn)	23	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5	
a) Torrstoff	30.5	%	§64 LFGB L 06.00-3, mod.	0.5	

Prøvenr.:	441-2012-1114-030	Prøvetakingsdato:	25.09.2012		
Prøvetype:	Tang	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Fe A - 2	Analysedato:	13.11.2012		
Analyse	Resultat	Enhet	MU Metode	LOQ	Grenseverdi
c)* Chromium (ICP-MS, food)					
c)* Krom (Cr)	<0.1	mg/kg	EN ISO 17294-2-E29	0.1	
c)* Kadmium (Cd)	0.17	mg/kg	EN 15763:2009	0.01	
c)* Kobber (Cu)	3	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1	
c)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)					
c)* Kvikksølv (Hg)	0.012	mg/kg	EN 15763:2009	0.005	
c)* Lead(ICP-MS, food)					
c)* Bly (Pb)	<0.05	mg/kg	EN 15763:2009	0.05	
c)* Nickel (ICP-OES, food)					
c)* Nikkel (Ni)	0.8	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.1	
c) Prøvepreparering/oppslutting	blank value/imported		§64 LFGB L 00.00-19/1		
c)* Sink (Zn)	22	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	0.5	
a) Torrstoff	30.1	%	§64 LFGB L 06.00-3, mod.	0.5	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

Side 5 av 6

AR-12-MX-003180-01



EUNOBE-00005088



Provenr.:	441-2012-1114-031	Prøvetaksdato:	25.09.2012			
Prøvetype:	Tang	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Fe A - 3	Analysedato:	13.11.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
c)* Chromium (ICP-MS, food)						
c)* Krom (Cr)	<0.1	mg/kg		EN ISO 17294-2-E29	0.1	
c)* Kadmium (Cd)	0.12	mg/kg		EN 15763:2009	0.01	
c)* Kobber (Cu)	1.9	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
c)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)						
c)* Kvikksølv (Hg)	0.008	mg/kg		EN 15763:2009	0.005	
c)* Lead(ICP-MS, food)						
c)* Bly (Pb)	<0.05	mg/kg		EN 15763:2009	0.05	
c)* Nickel (ICP-OES, food)						
c)* Nikkel (Ni)	0.5	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
c) Provepreparering/oppstilling	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
c)* Sink (Zn)	17	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
a) Torrstoff	27.1	%		§64 LFGB L 06.00-3, mod.	0.5	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14251-01-00, Eurofins Analytik GmbH, Wiertz-Eggert-Jörissen, Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg
 b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss
 c)* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg
 c) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14602-01-00, Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

Bergen 13.12.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

- * (ikke omfattet av akkrediteringen)
 < :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

Side 6 av 6

Vedleggstabell 4. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på stasjon Sog 7, 25.09-2012

Dybde	Salthold.	Temp.	Oks. metn.	Oksygen	Oksygen	Fluorescens	Tetthet
(m)	(psu)	°C	%	mg/l	ml/l	(µg/l)	
1	11,81	10,8	95,7	9	6,34	0,8	8,8
2	11,96	10,9	96,7	9,07	6,39	0,81	8,9
3	12,18	10,9	97,0	9,08	6,39	0,89	9,1
5	23,05	12,5	90,9	7,67	5,40	1,46	17,3
7	27,92	14,2	95,6	7,54	5,31	1,23	20,7
10	29,67	14,0	91,9	7,21	5,08	0,72	22,1
15	30,57	13,2	90,7	7,19	5,06	0,29	23,0
20	31,38	11,8	86,8	7,07	4,98	0,07	23,9
25	32,02	10,8	85,1	7,05	4,96	0,06	24,6
30	32,90	9,8	85,5	7,21	5,08	0,05	25,5
40	33,94	8,7	85,9	7,38	5,20	0,06	26,5
50	34,25	8,5	84,1	7,25	5,11	0,05	26,8
60	34,44	8,3	80,3	6,93	4,88	0,05	27,1
70	34,67	8,2	77,0	6,66	4,69	0,05	27,3
80	34,77	8,1	74,1	6,42	4,52	0,04	27,4
90	34,87	8,1	72,0	6,24	4,39	0,04	27,6
100	34,91	8,0	71,5	6,2	4,37	0,05	27,7
125	34,97	7,9	73,0	6,34	4,46	0,04	27,8
150	35,00	7,8	74,9	6,52	4,59	0,04	28,0
175	35,04	7,8	77,9	6,79	4,78	0,04	28,1
200	35,05	7,7	79,7	6,96	4,90	0,04	28,3
225	35,06	7,7	81,5	7,12	5,01	0,04	28,4
250	35,05	7,6	80,1	7	4,93	0,04	28,5
275	35,07	7,6	76,3	6,68	4,70	0,04	28,6
300	35,06	7,5	73,4	6,44	4,54	0,04	28,8
325	35,06	7,5	70,7	6,2	4,37	0,05	28,9
350	35,05	7,5	70,0	6,14	4,32	0,05	29,0
375	35,06	7,5	70,3	6,17	4,35	0,04	29,1
400	35,07	7,4	71,0	6,24	4,39	0,04	29,2
425	35,08	7,4	71,8	6,31	4,44	0,04	29,4
450	35,07	7,4	72,4	6,37	4,49	0,04	29,5
475	35,07	7,4	72,5	6,38	4,49	0,04	29,6
500	35,07	7,4	72,4	6,37	4,49	0,04	29,7
600	35,07	7,3	71,3	6,28	4,42	0,04	30,2
700	35,06	7,3	72,1	6,34	4,46	0,05	30,6
775	35,02	7,3	72,5	6,38	4,49	0,04	30,9

Vedleggstabell 5. Strømmåling, 35 meter

CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX

File name: Simas01-35m.SD6

Ref. number: 0

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 4066

Data displayed from: 16:24 - 25.Sep-12 To: 21:54 - 23.Oct-12

	Current speed groups													Total flow		Max curr
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%	
0	13	55	14	23	15	10	0	1	0	0	0	0	3.2	2619	2.0	10.4
15	3	35	21	24	10	10	1	0	0	0	0	0	2.6	2330	1.8	8.2
30	4	38	20	15	14	11	3	0	0	0	0	0	2.6	2420	1.9	9.6
45	9	45	28	23	14	16	3	0	0	0	0	0	3.4	3103	2.4	8.9
60	3	47	28	24	31	27	9	7	0	0	0	0	4.3	4902	3.8	13.3
75	5	46	31	27	36	51	20	28	0	0	0	0	6.0	8322	6.5	14.4
90	9	62	38	42	48	78	42	55	14	0	0	0	9.5	15113	11.7	17.8
105	9	52	36	41	60	62	67	89	45	0	0	0	11.3	21884	17.0	24.0
120	2	34	34	37	38	66	46	67	22	0	0	0	8.5	15762	12.3	23.0
135	5	45	26	33	23	31	29	24	9	0	0	0	5.5	8297	6.4	18.9
150	5	32	29	16	14	22	9	7	1	0	0	0	3.3	3962	3.1	16.9
165	3	26	13	22	12	8	4	0	0	0	0	0	2.2	2110	1.6	8.8
180	8	39	19	11	7	14	1	0	0	0	0	0	2.4	2023	1.6	8.6
195	6	37	16	12	5	3	1	2	0	0	0	0	2.0	1621	1.3	11.1
210	7	25	17	22	6	8	3	1	0	0	0	0	2.2	2054	1.6	12.0
225	8	41	15	6	6	9	1	2	0	0	0	0	2.2	1747	1.4	11.5
240	6	34	24	15	8	18	5	0	1	0	0	0	2.7	2719	2.1	16.5
255	0	38	18	24	18	19	7	5	0	0	0	0	3.2	3560	2.8	13.4
270	13	61	38	25	19	28	16	6	1	0	0	0	5.1	5422	4.2	16.8
285	3	40	24	24	25	30	20	8	1	0	0	0	4.3	5402	4.2	16.9
300	8	40	21	32	22	30	5	4	0	0	0	0	4.0	4337	3.4	12.7
315	7	33	27	27	16	23	7	2	0	0	0	0	3.5	3703	2.9	13.2
330	3	51	25	16	9	8	5	0	0	0	0	0	2.9	2471	1.9	9.5
345	5	42	23	25	17	9	2	1	0	0	0	0	3.0	2776	2.2	11.0
Sum%	3.5	24.5	14.4	13.9	11.6	14.5	7.5	7.6	2.3	0.0	0.0	0.0		128659		24.0

Strøm - hastighet og – retningsmatriser på 35 meter for 15-graders sektorer gruppert på 12 strømhastighetsgrupper. Under matrisen vises den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastigheter på målingene. Til høyre for matrisen vises den prosentvise fordelingen av vannstrøm i de ulike 15° sektorer og en utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere gjennom et tenkt vindu på 1x1 m i den aktuelle strømrretningen.

PROGRESSIVE VECTOR

File name: Simas01-35m.SD6

Ref. number: 0

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 4066

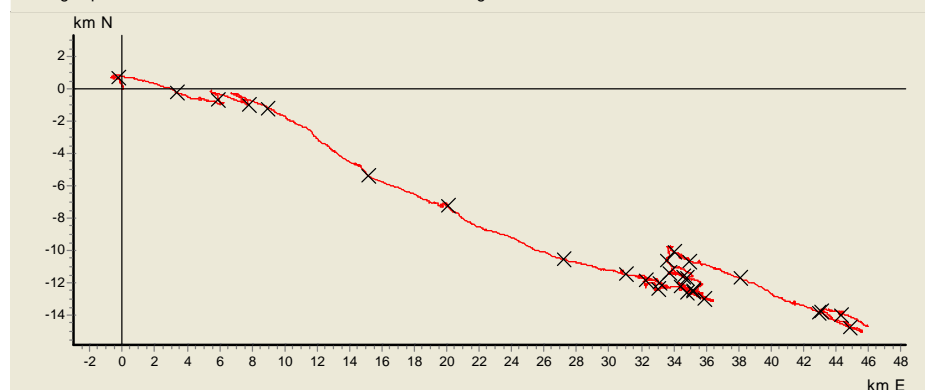
Data displayed from: 16:24 - 25.Sep-12 To: 21:54 - 23.Oct-12

Neumann parameter: 0.375

Rest speed: 2.0 cm/s

Average speed: 5.3 cm/s

Rest direction: 108 deg.



Beregnet vandring av vannmasser fra målepunktet på 35 meter dyp. Kryssene viser beregnet posisjon ved hvert døgnskifte.