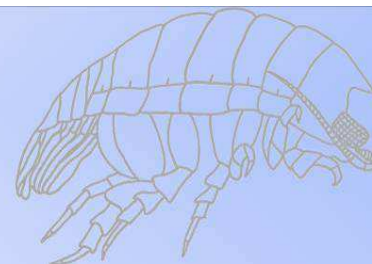


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – Marin
Uni Miljø





e-Rapport nr. 1-2013

Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Haugaland Inte rkommunale Miljøverk, Toraneset Miljøpark, Vindafjord kommune i 2012

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: Marinbiologisk miljøundersøkelse ved Haugaland Interkommunale Miljøverk, Toraneset Miljøpark, Vindafjord kommune i 2012	Dato: 17.01.2013 Antall sider og bilag: 75
Forfatter(e): Marte Haave og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Marte Haave Prosjektnummer: 806709

Oppdragsgiver: Haugaland Interkommunale Miljøverk IKS	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

<p>Abstract: The purpose of this survey was to assess the environmental conditions of the marine recipients in the vicinity of Toraneset landfill. After the ban on deposition of organic matter in 2009, the mass of deposited household waste has been reduced to about 5%.</p> <p>Environmental monitoring of the marine recipient has been undertaken since 1981. The survey comprises studies of littoral and benthic communities, hydrography and heavy metals, PCB and oil hydrocarbons contains in the sediment. Comparisons are made with data collected since 1981.</p> <p>The bottom water in Ålfjorden was well oxygenated in October 2012, and there was an increase in oxygen at the station in Ålfjordbotn. Concentrations were low, and no significant changes were found in the measured heavy metals, PCBs and PAH in the sediment.</p> <p>Conclusion: The tidal zone and bottom fauna had no indication of being influenced by the landfill. The environmental conditions near the outlet from the landfill were good.</p>

Keywords:	Emneord:
Recipient	Resipient
Benthos	Bunndyr
Sediment	Sediment
Hydrography	Hydrografi
Littoral	Litoral
Environmental contaminants	Miljøgifter

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 1-2013

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	Per-Otto Johansen	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	Marte Haave	<i>Marte Haave</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til biologiske, kjemiske og geologiske analyser, samlet av: Tom Alvestad, Stian Ervik Kvalø

Litoralundersøkelse utført av: Tom Alvestad, Stian Ervik Kvalø

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Froydis Lygre

Rapportering utført av: Marte Haave og Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Helge Grønning

LEVERANDORER

Toktfartøy: MS Scallop, Kvitøy Sjøtjenester AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Miljøanalyser Norge AS **akkrediteringsnummer**
TEST 003

Akkreditert: Sedimentanalyser: As, Pb, Cu, Cr, Cd, Ni og Zn i henhold til NS-EN ISO 17294-2; Hg i henhold til NS 4768; tørrstoff etter NS 4764. PAH16, analysert etter NS 9815. PCB7 analysert etter NS-EN 12766-2

Ikke akkreditert:

Andre: ingen

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIAL OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Strandundersøkelser	9
2.2.3 Sedimentundersøkelser.....	9
2.2.4 Kjemiundersøkelser av sedimentet.....	10
2.2.5. Litt om de undersøkte kjemiske parameterne	12
2.2.6 Bunndyrsundersøkelser.....	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	16
3.1. Hydrografi	16
3.2 Strandundersøkelser	20
3.3 Sedimentundersøkelser	20
3.4 Kjemiske analyser av sedimentet	22
3.4.1. Tungmetall	22
3.4.2. Polyklorerte bifenyler – PCB.....	27
3.4.3. Polysykliske aromatiske hydrokarboner – PAH.....	29
3.5 Bunndyrsundersøkelser	30
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	36
5 TAKK	38
6 LITTERATUR	39
Vedleggstabell 1. Artsliste semikvantitativ undersøkelse Ltor 1 2012	42
Vedleggstabell 2. Semikvantitativ mengdeskala	44
Vedleggstabell 3. Analysebevis, kjemi-sediment	45
Vedleggstabell 4. Artsliste bunndyr	59
Vedleggstabell 5 De ti mest forekommende bunndyrsartene per stasjon i 2012	64
Generell Vedleggsdel	65
Analyse av bunndyrsdata	65
Generelt	65
Geometriske klasser	65
Univariate metoder.....	66
Diversitet	67
Ømfintlighet.....	68
Multivariate analyser.....	69
Litteratur til Generelt Vedlegg.....	74

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse foretatt i Ålfjorden utenfor Haugaland interkommunale miljøverk (HIM) på Toraneset (Figur 2.1 – Figur 2.2). Undersøkelsen ble utført 29. juni 2012, og omfattet hydrografi, geologiske analyser av bunnsediment, kjemianalyse av sediment og bunndyrsfauna, samt strandsonundersøkelse. Seksjon for anvendt Miljøforskning som har foretatt undersøkelsen, er akkreditert av Norsk Akkreditering til prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer TEST 157.

Deponiet på Toraneset ble tatt i bruk i mai 1983 og har siden starten tatt imot ca 275 000 tonn avfall, 58 000 tonn avvannet slam og 30 000 tonn matrester. Etter deponiforskriften trådte i kraft i 2009 er driften endret i henhold til gjeldende regelverk. Husholdningsavfall utgjorde tidligere omtrent 55 % og industriavfall utgjorde tidligere ca. 45 % av avfallsmengden. Etter deponiforbudet som ble innført i juli 2009 er det anslagsvis 5 % av avfallet som har sin opprinnelse fra husholdninger. Det meste som legges på deponi er lettere forurensede grusmasser, blåsesand og lignende. I 2012 ble det tatt imot ca. 4700 tonn avfall til deponi (inkl. blåsesand), ca. 2000 tonn avvannet slam, ca. 1000 tonn marin begroing og ca. 4000 tonn våtorganisk avfall (matrester). I tillegg til drift av deponi og kompostering av matavfall, marin begroing og avvannet slam har miljøparken også en hall for sortering av næringsavfall samt mottak og utsending av farlig avfall. Restavfall fra husholdninger og næring omlastes og kjøres ut fra anlegget med vogntog.

Deponiet er drevet som kontrollert fylling der alt sigevann blir ledet urensset ut i rør ut på 40 m dyp i Ålfjorden. Det er etablert avskjæringsgrøfter rundt fyllingsområdet for å hindre utlekking av sigevann til grunnvannet. Det renner ingen bekker under fyllingen. Sigevannet og grunnvannsbrønnene blir jevnlig overvåket (Øygard 2010 og 2011): Det har de siste årene ikke vært påvist utslipp av nivåer av tungmetaller eller organiske miljøgifter som tilsier umiddelbar fare for det marine miljøet i Ålfjorden. Utslipet av nitrogen har vært høyt, noe som tilskrives tidligere deponerte masser med høyt organisk innhold ved anlegget.

Hensikten med undersøkelsen har vært å gi en tilstandsbeskrivelse av områdene og påvise eventuelle endringer i miljøtilstanden i forhold til de tidligere undersøkelsene. Tilstanden klassifiseres etter etablerte standarder (Veileder 1, KLIF ta-2229/2007 og ta-1467/97).

Resipienten i Ålfjorden har blitt overvåket jevnlig, og resultatene fra årets undersøkelse er sammenliknet med de tidligere dataene. Referansematerialet er fra september 1981, før renovasjonsplassen ble etablert (Johannessen 1982). Etter dette er det blitt gjennomført elleve undersøkelser hvor resultatene er presentert i Johannessen 1987, Johannessen og Botnen 1988, Botnen og Johannessen 1992, Botnen et al. 1994, Botnen et al. 1997, Tvedten et al. 1997, Botnen et al. 2001, Johansen et al. 2001, Vassenden et al. 2002, Johansen et al.

2003, Heggøy et al 2006. Denne rapporten tar utgangspunkt i disse tidligere rapportene ved vurdering av tilstanden til resipienten.

Tidligere undersøkelser har konkludert med at det er lite forurensning i den indre delen av Ålfjorden, men at miljøet i Ålfjordbotn fra naturens side er sårbart. Dette kom spesielt til syne i undersøkelsen som ble utført i 1993 da det var uvanlig lavt artsantall i prøvene fra Ålfjordbotn. I 1996 hadde forholdene blitt noe bedre. Ved undersøkelsen i 2001 ble det funnet en økning av PCB7 i sedimentet, som i 2003 var tilbake på nivå med det som var funnet tidligere. På bakgrunn av lav tillit til resultatene, (diskutert i Heggøy et al 2007) valgte vi i 2005 å se bort fra PCB7 resultatene fra 2001. Av samme grunn ser vi bort fra PAH resultatene fra 2001, og disse er ikke inkludert i tabeller og grafer i denne rapporten.

2 MATERIAL OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

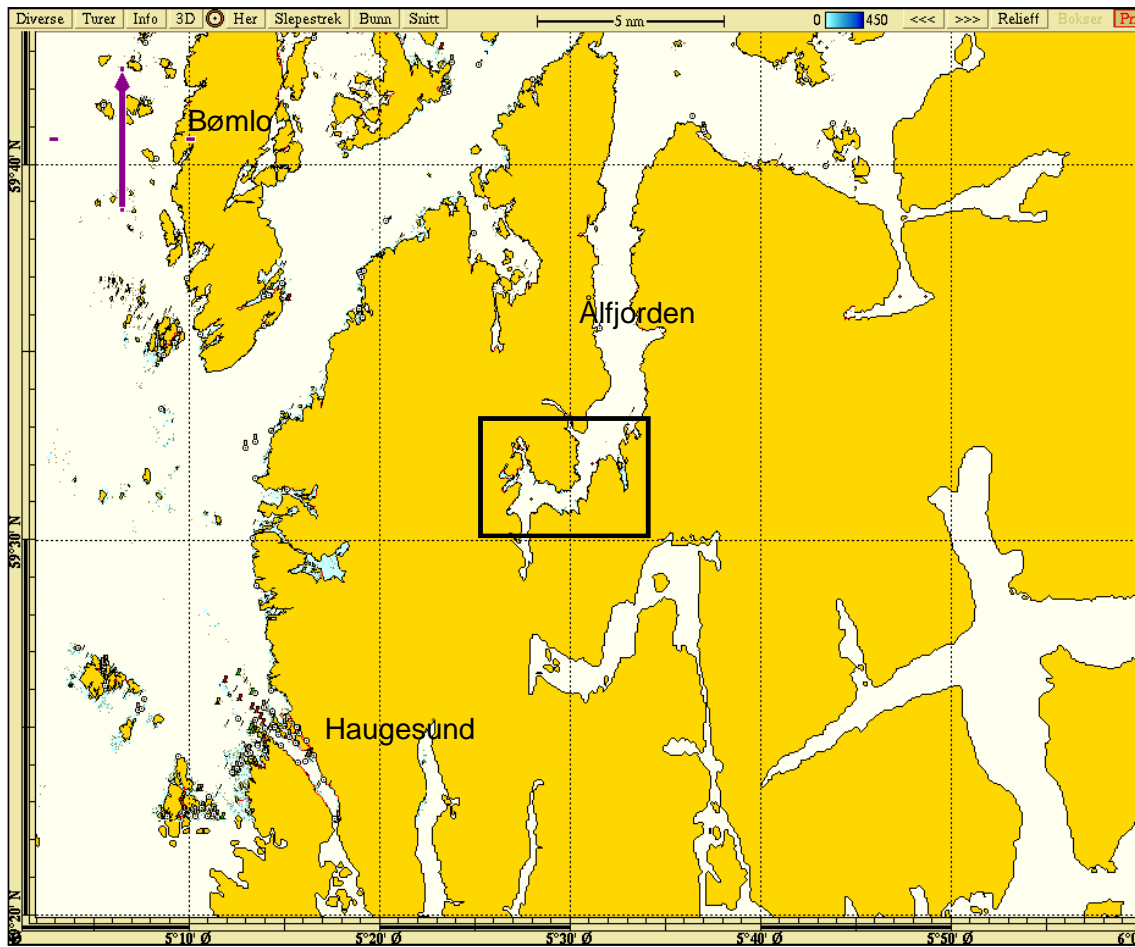
Undersøkellesområdet omfatter den innerste delen av Ålfjorden (Figur 2.1 og Figur 2.2).

Innerst ved Ålfjordbotn er bunnen forholdsvis flat med et fint sediment med lukt av hydrogensulfid (H_2S). I dette området oppnår man lett gode prøver av bunnen. I området mellom Haganes og Smedvik går det en terskel på ca. 40 m dyp som deler av den innerste delen av Ålfjorden i et basseng (Figur 2.2). Dette bassenget er på det dypeste ca. 86 m. Utenfor terskelen skrår bunnen gradvis ned til over 400 meter i ytterste del av Ålfjorden.

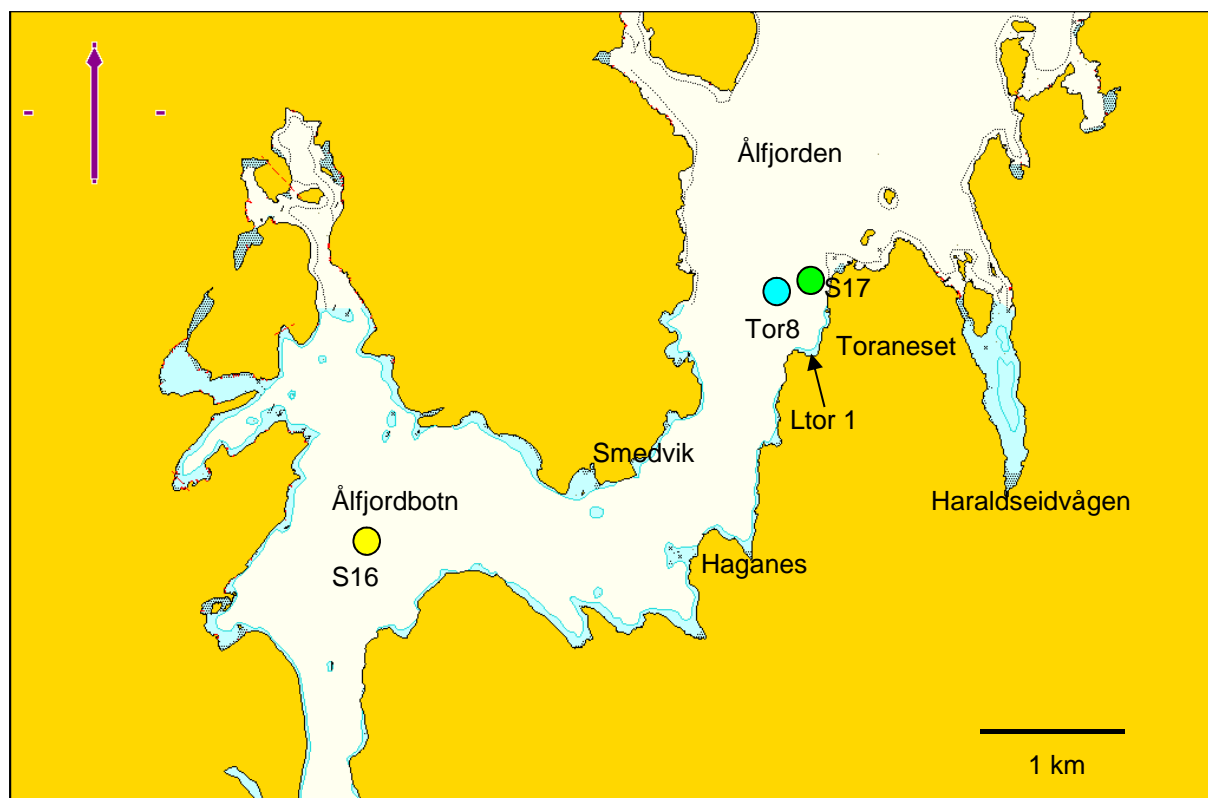
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Innsamling av bunnprøver og vannprøver ble foretatt 29/6-2012 fra Scallop ved Kvitsøy Sjøtjenester, med båtfører Bjarte Espevik. Stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2.1.

Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (satellitt-navigator) med gradnett WGS-84. Dypet på stasjonene ble målt med fartøyets ekkolodd. Strandundersøkelsene ble foretatt samme dag.



Figur 2.1. Oversiktskart over innsamlingsområdet. Mer detaljerte kart over alle stasjonene er vist i Figur 2.2. Kartkilde Olex.



Figur 2.2. Kartutsnitt med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene er markert med sirkler, hvor fargen indikerer Tilstandsklassen med vekt på Norwegian Quality Index 1 (NQI1): Tilstand blå = TK I- svært god, grønn = TK II- god, gul = TK III- moderat (KLIF ta-2229/2007). Kartkilde Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i juni 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet van Veen grabb (Duo grabb). Full grabb inneholder 21 liter sediment.

Stasjon Dato Siktedyp	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. S16 29.06.12	Ålfjordsbotn 59° 31,068'N 05° 27,970'Ø	86	1 2 3	21 21 21	Grått finkornet sediment. Svak H ₂ S-lukt. Prøve til partikkelfordeling fra 1. hugg. Prøve til biologi og kjemi fra 1.-3. vellykkede hugg. Ett bomhugg.
St. S17 29.06.12	Ålfjorden 59° 32,054'N 05° 31,427'Ø	67	1 2 3	14,5 12 10	Finkornet grått sediment i de to første huggene, stein og sand i siste. Prøve til partikkelfordeling fra 1. hugg. Prøver til kjemi og biologi fra 1.-3. vellykkede hugg. Fire bomhugg.
St. Tor 8 29.06.12	Ålfjorden 59° 32,023'N 05° 31,181'Ø	108	1 2 3	17 17 21	Grått finkornet sediment. Prøve til partikkelfordeling fra 1. hugg. Prøver til biologi og kjemi fra 1.-3. vellykkede hugg. Ett bomhugg.

2.2.1 Hydrografi

Måling av saltholdighet, temperatur, dyp og oksygeninnhold ble målt på stasjonene S16, S17 og Tor 8 ved bruk av CTD/STD sonde av typen SD 204, med oksygensensor (SAIV AS, Norge). Siktedypet ble målt med Secchi-skive (en hvit skive med 25 cm diameter).

2.2.2 Strandundersøkelser

Undersøkelsene av strandsonen ble utført 29. juni 2012.

Strandsonen er voksested for en rekke alger og dyr med toleranse for de fysiske forholdene i fjæren, som tørrlegging og store endringer i temperatur og saltholdighet. Mange av algene og dyrene finnes derfor i bestemte soner i fjæren. I tillegg er bølgepåvirkning, bunnsubstrat og tilgangen på næringssalter avgjørende faktorer for forekomsten av de ulike dyre- og algegruppene. Økt tilførsel av næringssalter fører bl.a. til mer grønnalger i fjæren. Høye forekomster av grønnalger kan imidlertid også komme av ferskvannspåvirkning.

En semikvantitativ undersøkelse av fjæresonen ble gjort på samme lokalitet som tidligere benyttet (Figur 2.2). Lokaliteten ligger nedenfor fyllingen i nærheten av sigevannsutslippet. Åtte meter av strandlinjen ble undersøkt, med hensyn på makroskopiske alger og dyr som var større enn 1 mm. Mengden av hver art ble angitt etter en firedelt skala (Vedleggstabell 2). Arter som ikke lot seg bestemme i felt, ble det tatt med til laboratoriet for sikker identifisering.

2.2.3 Sedimentundersøkelser

Fra hver bunnstasjon ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold. Partikkelfordelingen ble bestemt i laboratoriet ved at prøven ble løst i vann og siktet gjennom en 0,063 mm sikt. Partiklene som var større enn 0,063 mm ble tørket og tørrsiktet slik at de kunne grupperes i størrelsesgrupper. Partikler mindre enn 0,063 mm ble gruppert i størrelsesgrupper ved hjelp av pipetteanalyse (Buchanan 1984). Det organiske innholdet (prosent glødetap) i sedimentet ble bestemt som vekttapet mellom tørrvekt og askefri tørrvekt. Prosedyren fulgte Norsk Standard 4764, men et avvik i temperatur på mer enn 25 °C medfører at analysen ikke kan rapporteres som akkreditert.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort og grovere partikler bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke

til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm.

2.2.4 Kjemiundersøkelser av sedimentet

Sedimentprøver til kjemisk analyse ble tatt med van Veen (Duo) grabb. Prøvene ble pakket i Rilsan-poser, kjølt ned og frosset inntil analyse. De kjemiske parametrene ble analysert av Eurofins Miljøanalyser (akkrediteringsnummer Test 003). Hvilke metoder som er benyttet er gitt i analysebeviset Vedlegg 5.

I Tabell 2.2 er metallinnhold, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i sediment gjengitt etter KLIFs reviderte klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (ta-2229/2007) «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann» (Molvær et al. 1997) er benyttet for parametre som ikke ble revidert i ta-2229 (siktedyp og oksygen). Klassifiseringssystemet for metaller og organiske miljøgifter i sjøvann og marine sedimenter er nå revidert og betydelig utvidet med hensyn til antallet organiske stoffer som inngår. Systemet er også endret til å være basert på effekter, hvor klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn. Kriteriene for fastlegging av klassegrensene er basert på internasjonalt etablerte systemer for miljøkvalitetsstandarder og risikovurdering av kjemikalier i EU.

Grenseverdiene benyttes i denne rapporten til å gi tilstandsklasser på miljøgiftinnholdet i prøvene. Fargekoder som gjengir tilstandsklassene (tabell 2.2) vil benyttes gjennom hele rapporten.

Tabell 2.2. Utvalg av grenseverdier og inndeling i tilstandsklasser for miljøgifter i sediment. Verdiene er hentet fra Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997), med revisjoner i følge ta-2229/2007.

	Tilstandsklasse				
	I «Bakgrunn»	II «God»	III «Moderat»	IV «Dårlig»	V «Svært dårlig»
Metaller i sedimenter (mg/kg tørrstoff)					
Bly (Pb)	<30	30-83	83-100	100-720	>720
Kadmium (Cd)	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140
Kobber (Cu)	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Kvikksølv (Hg)	<0,15	0,15-0,63	0,63-0,86	0,86-1,6	>1,6
Sink (Zn)	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Krom (Cr)	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
Nikkel (Ni)	<30	30-46	46-120	120-840	>840
PAH og PCB i sediment (µg/kg tørrvekt)					
ΣPAH 16 EPA	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
Benzo[a]pyren	<6	6-420	420-830	830-4200	>4200
ΣPCB7 (#28,52,101,118,138,153,180)	<5	5-17	17-190	190-1900	>1900

Tabell 2.3. Tabell som viser de anvendte referanseverdiene for de undersøkte parametrene i henhold til Vannforskriften (FOR 2006-12-15 nr 1446) og Molvær et al. 1997 (ta-1467/1997).

Parameter	Måle-enhet	Tilstandsklasse				
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann Oksygen (saltholdighet >20)	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Overflaten Sikt (saltholdighet >20)*	m	>7,5	7,5-6,0	6,0-4,5	4,5-2,5	<2,5

*Tilstandsklassene for sikten er for perioden juni til august.

2.2.5. Litt om de undersøkte kjemiske parameterne

Tungmetaller

Alle tungmetaller forekommer naturlig. Noen av metallene er sporstoffer som spiller en vesentlig rolle for levende organismer i små konsentrasjoner. Enkelte tungmetaller kan være direkte skadelig i store konsentrasjoner, mens andre er giftige selv i små konsentrasjoner. Av norske miljøvernmyndigheter vurderes særlig bly, kadmium, kobber og kvikksølv som et betydelig miljøproblem (Dons og Beck 1993).

Bly er et metall med alvorlige giftvirkninger. Bly benyttes blant annet som tilsetningsmiddel i drivstoff for å hindre motorbank, og i startbatterier. Dessuten som tilsetning i messing, i prosjektiler, kabler og som antikorrosivt pigment. Maling av eldre dato kan inneholde store mengder bly. Blyutslippene til naturen er redusert de senere år, blant annet som en følge av mindre bly i drivstoff, og de største kildene nå synes å være utlekking fra gruver og deponier. Hos pattedyr kan bly gi skader som redusert vekst, forstyrrelser i nervesystemet, skader på det bloddannende systemet og svulster i nyrene (Beck og Jaques 1993).

Kadmium er et giftig tungmetall som normalt finnes i små mengder i naturen (Kofstad 1979). Kadmium brukes først og fremst i batterier, men er også et viktig element i offeranoder og legeringer. Utslippene til naturen har gått kraftig ned de siste årene, mens omsetningen av kadmiumholdige produkter ligger omtrent på samme nivå som på midten av 80-tallet. Hos fisk samles kadmium i gjeller, nyrer og tarm (Beck og Jaques 1993). Hos virvelløse dyr har kadmiumbelastning ført til hemmet vekst og reproduksjonsforstyrrelser. Hos pattedyr er nyreskader, kromosomskader og kreft konstatert (Beck og Jaques 1993).

Kobber er for mange organismer et giftig metall, samtidig som det er et vesentlig element i flere enzymer. Kobber brukes hovedsaklig til elektrisk utstyr, vannrør og fyrkjeler. Andre produkter med kobberforbindelser er trebeskyttelsesmidler, notimpregnering, bunnstoff, kunstgjødsel og boreslam. De største utslippene til naturen kommer fra gruver og produkter som inneholder kobber. Kobber har ingen tendens til å samles i næringskjedene, men for vannlevende organismer er kobber akutt giftig. Også for pattedyr kan høye kobberkonsentrasjoner være giftig (Dons og Beck 1993).

Som metall i flytende form har kvikksølv ikke stor giftvirkning. Kvikksølv kan omdannes bakterielt til organiske forbindelser som metylkvikksølv som er meget flyktig (Kofstad 1979). Dampen fra rent kvikksølv, metylkvikksølv og andre organiske kvikksølvforbindelser er imidlertid meget giftig. Kvikksølv har i dag størst anvendelse i fremstilling av klor og i batterier, termometre og amalgam (Beck og Jaques 1993). Når kvikksølv opptrer som miljøgift, samles det i nyrer, i tarmkanal og i nervesystem (metylkvikksølv), og kan lett oppkonsentreres i næringskjeden. I tillegg har kvikksølv lang biologisk halveringstid (1000 dager i fisk) (Beck og Jaques 1993). Konsekvensene kan bli nyreskader og skader på nervesystemet.

Polyklorerte bifenyler – PCB

PCB (polyklorerte bifenyler) er et kunstig fremstilt stoff med blant annet god kjøle- og isolasjonsevne, og lav vannløselighet. PCB har i tillegg høy stabilitet mot kjemisk og biologisk nedbrytning. De gode kjøle- og isolasjonsegenskapene til PCB har gjort at stoffet har blitt benyttet som kjøle- og isolasjonsvæske, hovedsaklig i store transformatorer og kondensatorer. Den høye stabiliteten mot nedbrytning gjør at PCB vedvarer i miljøet lenge etter at utslipp har stanset, og sammen med at PCB løses lett i fett gir dette gode muligheter for at PCB kan samles i biologiske organismer. Ved høy belastning hos pattedyr kan skadevirkninger som nedsatt forsvar mot sykdom, skader på nervesystemet, reproduksjonsforstyrrelser, adferds- og utviklingsforstyrrelse, leverskade og kreft oppstå.

På grunn av PCB's uheldige egenskaper er det omfattet av Stockholmkonvensjonen. Stoffet har ikke hatt nyanvendelse i Norge siden 1979 og bruk av PCB er idag forbudt. Totalt har ca 2000 tonn med PCB-holdig utstyr blitt innført til Norge (ca 25 % ren PCB-olje), av dette var omtrent 61 tonn fremdeles i bruk i 1993, og ca 1680 tonn var lagret som spesialavfall eller eksportert (Dons og Beck 1993). PCB finnes i vinduer produsert før 1975 og i eldre betong og pussmørtel. Resten av det PCB-holdige materialet (ca 260 tonn) har ukjent disponeringsmåte, og det blir antatt at mye av dette kan ligge i avfallsdeponier rundt omkring i Norge.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner – PAH

PAH fremstilles ikke kommersielt, men finnes i steinkulltjære og steinkullbek, i mineralolje og mineraloljeprodukter og i kreosot som fås ved destillasjon av steinkulltjære. Kreosot benyttes til treimprignering (Beck og Jaques 1993). PAH tilføres naturen fra aluminiumsverk med søderberganoder, anodefabrikker, kalsiumkarbidverk, ferromanganverk, oljevirkosomheten i Nordsjøen, bileksos, veislitasje, vedfyring, oljefyring, skogbrann, bråtebrann og ved søl av mineralolje og mineraloljeprodukter (Dons og Beck 1993). PAH forbindelser kan spres over store avstander både gjennom atmosfæren og med havstrømmer. De fleste PAH-komponentene brytes ned ved fotokjemiske reaksjoner. PAH-forbindelsene kan reagere med halogener, nitrøse gasser, svovelsyre eller svoveldioksider. Reaksjonsproduktene kan imidlertid være mer skadelig enn de opprinnelige forbindelsene. Benzo(a)pyren som trolig er den skadeligste PAH-forbindelsen brytes ned til ca 50% etter 12 døgn i havvann ved 10 °C. I sedimenter og på fyllinger brytes PAH forbindelsen seinere ned. PAH-forbindelsene Bioakkumulerer i fettholdig vev, men oppkonsentreres ikke i næringskjedene. PAH har gitt negative effekter på organismer selv i lave konsentrasjoner. Nedbrytingproduktene av PAH er mutagene, kreftfremkallende og har negativ innvirkning på immunforsvaret (Dons og Beck 1993). Den mest kreftfremkallende PAH-forbindelsen er benzo[a] pyren.

2.2.6 Bunndyrsundersøkelser

Fra hver stasjon ble det tatt tre grabbprøver som ble undersøkt for bunndyr. Prøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen duo-grabb med to kammer der sediment til både kjemiske prøver og biologiske prøver tas samtidig. Grabben er et kvantitativt redskap, som tar prøver av et fast areal av bløtbunn. Hvor dypt grabben graver ned i bunnen er avhengig av hardheten til sedimentet. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, blir sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, dvs. grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Sedimentet blir deretter 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 større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konservert i 4 % formalin og nøytralisert med borax. I laboratoriet blir prøvene skyllet på nytt, dyrene sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring og artsbestemmelse. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Opplysninger om antall hugg og sedimentvolum i de enkelte hugg er gitt i Tabell 2.1. Bunndyrs materialet er oppbevart på Zoologisk museum ved Universitetet i Bergen. Komplette artsliste er presentert i Vedleggstabell 3. Artslisten omfatter hele artsmaterialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned (f.eks fiske-egg). Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet.

Direktoratsgruppen 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. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIFs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og indeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 3.8). 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. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er til stede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. 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 (vedleggstabell v3).

For å avgjøre eventuell påvirkning av faunaen i undersøkelsesområdet ble antall arter og individer i prøvene talt. Diversitet (H'), jevnhet (J) og H'_{\max} ble beregnet (univariat analyse). For å sammenligne faunaen mellom de enkelte stasjonene ble det utført cluster- og

ordnasjonsanalyse (multivariate analyser). Se eget generelt vedlegg for nærmere beskrivelse av metodene.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1. Hydrografi

Temperatur-, salinitet- og oksygen profilene på stasjonen innenfor (S16) og utenfor terskelen ved Haganes (Tor 8, og S17) var forholdsvis like i juni 2012 (Figur 3.2). Overflatelaget (0-10 m) hadde høyere temperatur, men lavere saltholdighet og oksygeninnholdet enn underliggende vannmasser. Skillet mellom overflate og bunnvann var størst ved den innerste stasjonen (S16). Fra 10 til 40 m dyp er alle tre parameterne relativt stabile, i likhet med tidligere år. Dypere enn 15 m synker temperaturen mye mot bunnen, og saliniteten øker fra 15-20 meter ned mot bunn. Oksygeninnholdet har en liten økning mellom 20-50 meter ved alle stasjonene, og reduseres deretter mot bunnen.

På stasjon S16 ble det målt et oksygeninnhold på 4,93 ml/l i bunnvannet (Tabell 3.1). Dette tilsvarer KLIFs tilstandsklasse I (meget god). Tidligere er det foretatt syv målinger på denne stasjonen i september/oktober tilbake til 1981. I tillegg ble det tatt hydrografiprøver månedlig fra juni 2001 til mai 2002. Oksygeninnholdet i bunnvannet har variert fra maks 5,94 ml/l (okt. 1996) til minimum 3,35 ml/l (okt. 2000) (Tabell 3.1 og Figur 3.1). Bortsett fra disse to ytterpunktene har oksygenet vært relativt stabilt siden 1981. Oksygenverdiene er normalt sett lavere om høsten enn ellers i året på grunn av nedbrytning av organisk karbon i planteplankton. Saliniteten har også vært relativt stabil siden 1981. Årets måling av sikten tilsvarer tilstandsklasse I og viser en forbedring ved S16 i forhold til den lave målingen i 2006. Det må tas med i betraktningen at årets måling ble gjort i juni, mot normalt september-oktober. En liten nedgang i sikten ble funnet ved Tor8. 2012 var et år med lite algeoppblomstring generelt, på grunn av lave temperaturer. Temperaturen i bunnvannet var lavere enn målingene tilbake til 1993. (Tabell 3.1).

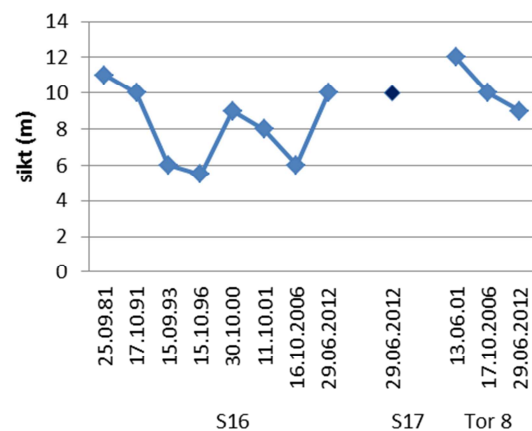
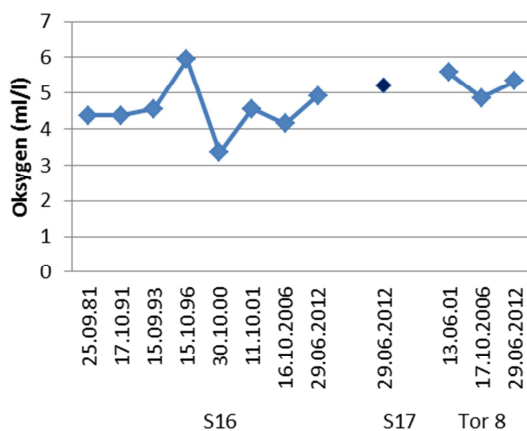
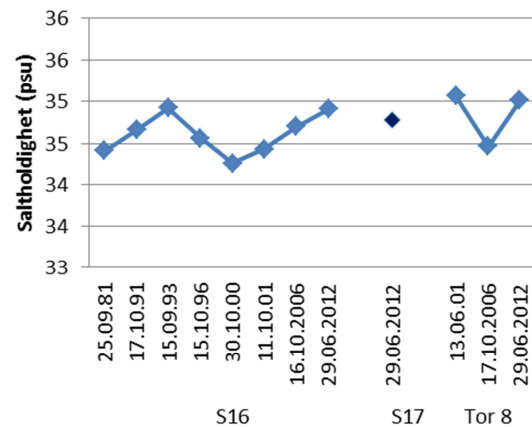
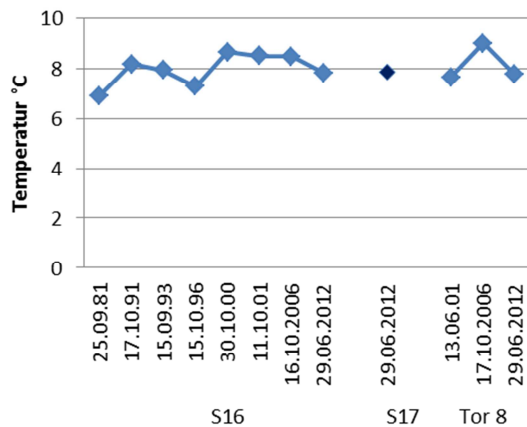
På 100 m dyp på stasjon Tor 8 var oksygeninnholdet 5,33 ml/l. Dette er høyere enn i 2006, og litt lavere enn i 2001 (5,58 ml/l) Saltholdigheten tilsvarer 2001 og er økt fra 2006. Temperaturen er også tilsvarende som i 2001, mens den er lavere enn i 2006 (Tabell 3.1). Sikten er redusert fra 12 til 9 meter fra 2001, igjen kan variasjoner skyldes ulik tid på året for målingene.

Stasjon S17 hadde svært like verdier som Tor 8.

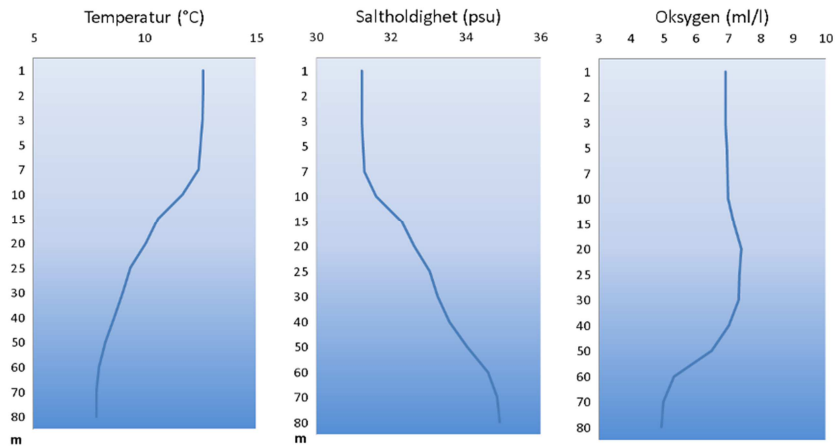
På stasjon S16 (80 m) var bunnvannet i 2012 varmere og mindre salt enn ved Tor 8, mens det i 2006 var omvendt. Det var som tidligere mindre oksygen ved S16 enn ved Tor 8. Forskjellene skyldes terskelen mellom Haganes og Smedvik, som reduserer utskiftingen av bunnvannet i Ålfjordbotn mot sjøområdene utenfor. Økning i oksygeninnholdet i bunnvannet vil skyldes innstrømming av oksygenrikt kystvann.

Tabell 3.1 Hydrografimålinger fra Ålfjorden 16. og 17. oktober 2006, samt eldre målinger fra september/oktober. Tilstandsklassene for oksygen og siktedyp fra overflaten er vist med farge (Blå = TK I).

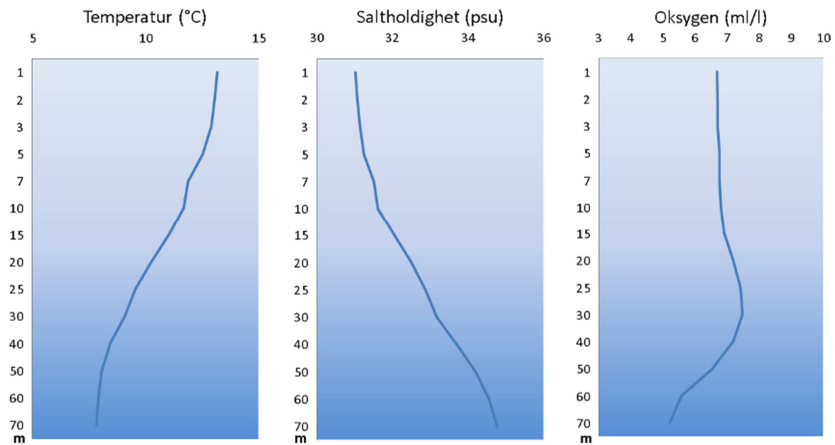
Stasjon	Dato	Dyp (m)	Temp. (°C)	Saltholdighet (psu)	Tetthet (st)	O ₂ (ml/l)	O ₂ -metn. (%)	Sikt (m)
S16	25.09.81	80	6,91	34,41	26,99	4,37	64,30	11
	17.10.91	80	8,17	34,66	27,00	4,37	66,20	10
	15.09.93	80	7,93	34,92	27,24	4,56	68,90	6
	15.10.96	80	7,28	34,56	27,06	5,94	88,20	6
	30.10.00	80	8,64	34,26	26,62	3,35	51,20	9
	11.10.01	80	8,50	34,43	26,77	4,56	69,62	8
	16.10.2006	80	8,47	34,70	26,99	4,15	63,44	6
	29.06.2012	80	7,83	34,91	27,59	4,93	73,78	10
S17	29.06.2012	70	7,86	34,78	27,44	5,22	78,06	10
Tor 8	13.06.01	100	7,65	35,07	27,35	5,58	84,49	12
	17.10.2006	100	9,00	34,46	26,72	4,87	75,15	10
	29.06.2012	100	7,75	35,01	27,78	5,33	79,72	9

**Figur 3.1.** Temperatur (°C), salinitet (psu), oksygen (ml/l) og sikt (m) målt i overflatelaget på det dypeste målepunktet på S16 i Ålfjordbotn i september/oktober fra 1981 til 2006 og i juni 2012.

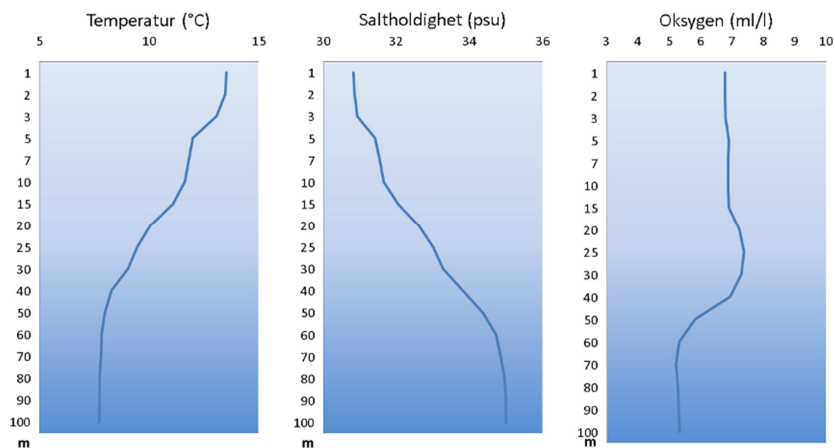
Stasjon S16



Stasjon S17



Stasjon Tor8



Figur 3.2. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold på stasjon S16, S17 og Tor8 i Ålfjorden juni 2012.



a)



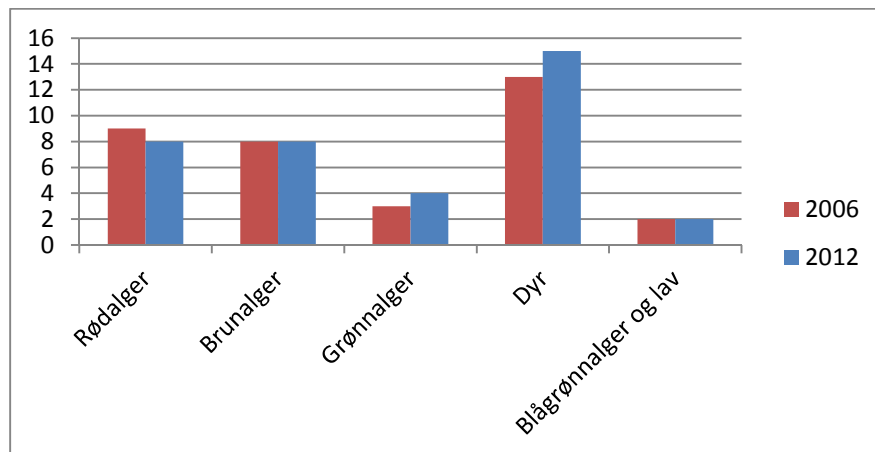
b)

Foto 3.1 a og b. Oversiktsbilde av fjærestasjonen Ltor 1 i 2012. Det hvite båndet viser avgrensningen av stasjonen (a og b). Alle planter og dyr større enn én mm mellom marebekk-beltet (det sorte beltet på berget over tangen (a) og ned til vannflaten ble registrert. Det var 29.6.2012 svært høyt lavvann, som begrenset undersøkelsesområdet noe. Det ble i 2012 observert svært mye grønske og opportunistiske arter i regionen (b).

3.2 Strandundersøkelser

Det ble funnet en artsrik flora og fauna i strandsonen på stasjon Ltor 1 nedenfor fyllingen, like ved der sigevannsledningen går ut i sjøen. Det ble registrert 20 alger, 15 dyr og 2 arter blågrønnalger (Vedleggstabell 1). Fjæresonen var dominert av brunalgene grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og sukkertare (*Saccharina latissima*). Rur, (*Semibalanus balanoides*) var det dominerende dyret. Hurtigvoksende grønnalger som kan bli dominerende i områder med forurensning, ble funnet i relativt mye større mengder enn tidligere (figur 3.3 nederst). Disse grønnalgene er opportunister, og fremveksten tyder på en endring i miljøforholdene som tillater at de blomstrer opp. Denne trenden er observert både i Rogaland og langt nordover i Hordaland i 2012. Det er uvisst hva denne regionale endringen skyldes, men det er ikke utenkelig at det kan skyldes endringer i fuktighet eller temperatur gjennom de foregående årene. Det er ingenting som tyder på at dette er utelukkende relatert til driften ved Toraneset.

Den introduserte arten japansk drivtang (*Sargassum muticum*) ble funnet ved stasjonen (vedleggstabell 1).



Figur 3.3. Antall arter per gruppe i littoralsonen i 2006 og 2012. Blågrønnalger og lav er slått sammen i figuren.

3.3 Sedimentundersøkelser

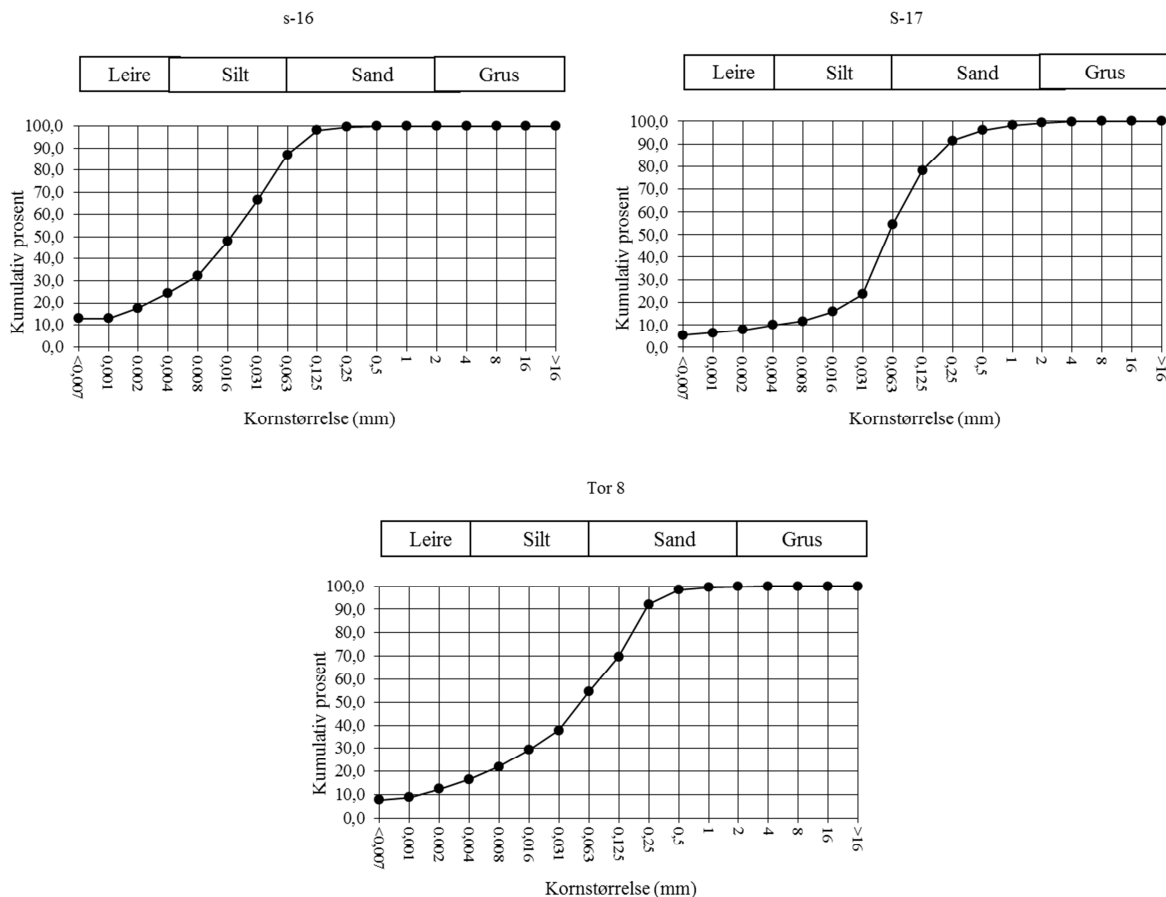
Stasjon S16 hadde et finkornet sediment med et leire/silt innhold på 87 % (Tabell 3.2, Figur 3.4). På stasjon S17 og Tor 8 var det et noe mer grovkornet sediment med 54 % leir+silt og 45 % sand. Ved S17 var det også ca 1 % grus som tidligere. Sedimentet på stasjon Tor 8 inneholdt i år mindre leire/silt enn tidligere målinger (tabell 3.3) og 45 % sand. (Tabell 3.3). Høyt innhold av fine partikler indikerer relativt svake strømmer ved bunnen på stasjon S16, noe som er forventet i bassenget i indre Ålfjord.

Det organiske innholdet (målt som glødetap) i bunnsedimentet er gjengitt i Tabell 3. Det ble påvist en relativt liten endring ved alle stasjoner i forhold til sist undersøkelse. Grunnet feil ved forbrenningsovn er ikke metoden å anse som akkreditert, og tallene blir ikke rapportert med to desimaler.

Tabell 3.2. Prosentvis innhold av organisk innhold, leir, silt, leire+silt (finfraksjon), sand og grus i sedimentet fra stasjonene undersøkt i 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold* (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
s-16	86	16	24	63	87	13	0
S-17	67	7	10	44	54	45	1
Tor 8	108 m	8	17	38	54	45	0

*Ikke akkreditert på grunn av feil ved forbrenningsovn.



Figur 3.4. Kornfordelingskurver fra sedimentet på de tre undersøkte stasjonene i Ålfjorden i 2012. Kornfordelingen (mm) er vist langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen.

Tabell 3.3. Historisk oversikt, organisk innhold og andel av leire+silt (finfraksjon) og sand i sedimentet på stasjonene fra 1981 til 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Org. innh. (%)	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
S16, 1981	85	13,8	78	22	0
S16, 1986	85	17,1	98	2	0
S16, 1991	86	12,1	96	4	0
S16, 1993	86	17,7	99	1	0
S16, 1996	86	12,9	95	5	0
S16, 2000	86	14,3	98	2	0
S16, 2001	86	10,6	91	9	0
S16, 2006	86	13,8	97	3	0
S16, 2012	86	16*	87	13	0
S17, 1986	67	5,0	48	40	12
S17, 1991	67	4,3	62	38	0
S17, 1996	67	4,7	37	58	5
S17, 2001	67	6,0	54	44	2
S17, 2006	67	6,9	54	45	1
S17, 2012	67	7*	54	45	1
Tor 8, 1991	108	8,1	72	28	0
Tor 8, 1996	108	6,3	73	27	0
Tor 8, 2001	108	6,3	66	34	0
Tor 8, 2006	108	7,3	76	24	0
Tor 8, 2012	108	8*	54	45	0

*Ikke akkreditert på grunn av feil ved forbrenningsovn.

3.4 Kjemiske analyser av sedimentet

Til kjemisk analyse ble det tatt tre parallelle prøver fra tre stasjoner. Resultatene er vist i Tabell 3.4-3.6, Figur 3.5-3.6 og analysebevisene er gjengitt i Vedleggstabell 3.

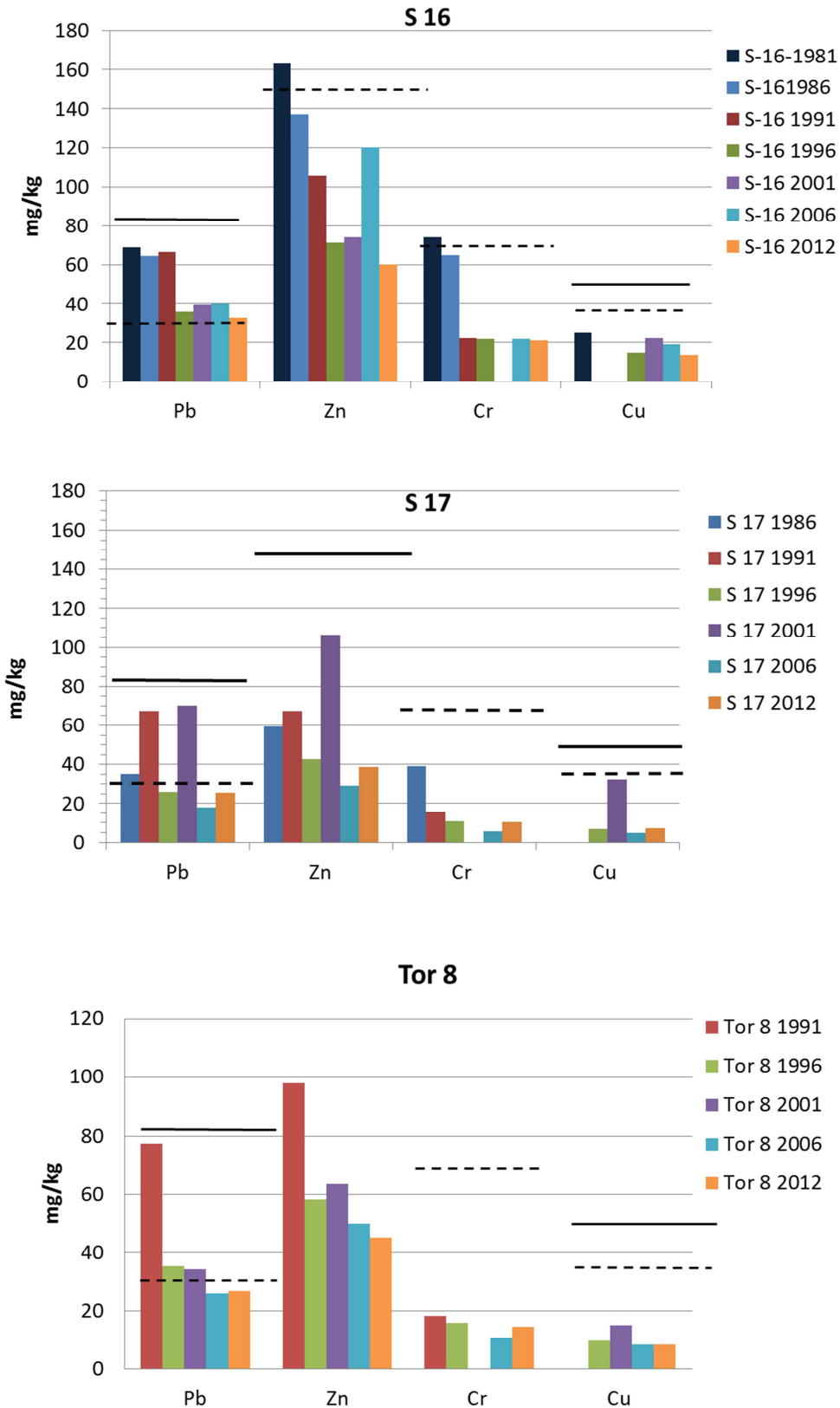
3.4.1. Tungmetall

Utslippet av tungmetaller til resipienten varierer med konsentrasjonen i sigevannet og mengden sigevann. 2010 var et uvanlig tørt år, mens 2011 var et år med nedbør over normalen (Øygard, 2011). Dette vil sannsynligvis ha påvirket utvaskingen av metaller fra deponiet de foregående årene. Sedimentundersøkelser av tungmetaller i 2012 viste lave verdier av tungmetaller, som ved tidligere undersøkelser (Tabell 3.4). Ved stasjon S17 ble det observert en liten økning i innholdet av bly, sink, krom kobber og kvikksølv, men tilstandsklassene er uendret fra 2006. Innholdet av sink ved S16 økte mellom 2001 og 2006,

men var i 2012 redusert til lavere konsentrasjon enn i 2006. For øvrig var nivåene av de kjemiske parametrene tilnærmet uendret eller lavere sammenlignet med tidligere (Figur 3.6), og de fleste metallene har konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse I (Bakgrunn, tabell 3.4). Innholdet av bly tilsvarer tilstandsklasse II (God) ved S16, mens S17 og Tor 8 har TK I for bly. Ved undersøkelse av grunnvannsbrønner i området fremkommer det at det er et høyt metallinnhold i grunnen ved Toraneset (Øygard 2010).

Tabell 3.4. Gjennomsnittlig innhold av tungmetall i sediment (mg/kg tørrstoff ± standard avvik) er vist. Tilstandsklasser fra KLIF etter «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann» (TA 2229/2007) er vist som fargekoder. Blå = TK I, Grønn = TK II; i.m.: ikke målt.

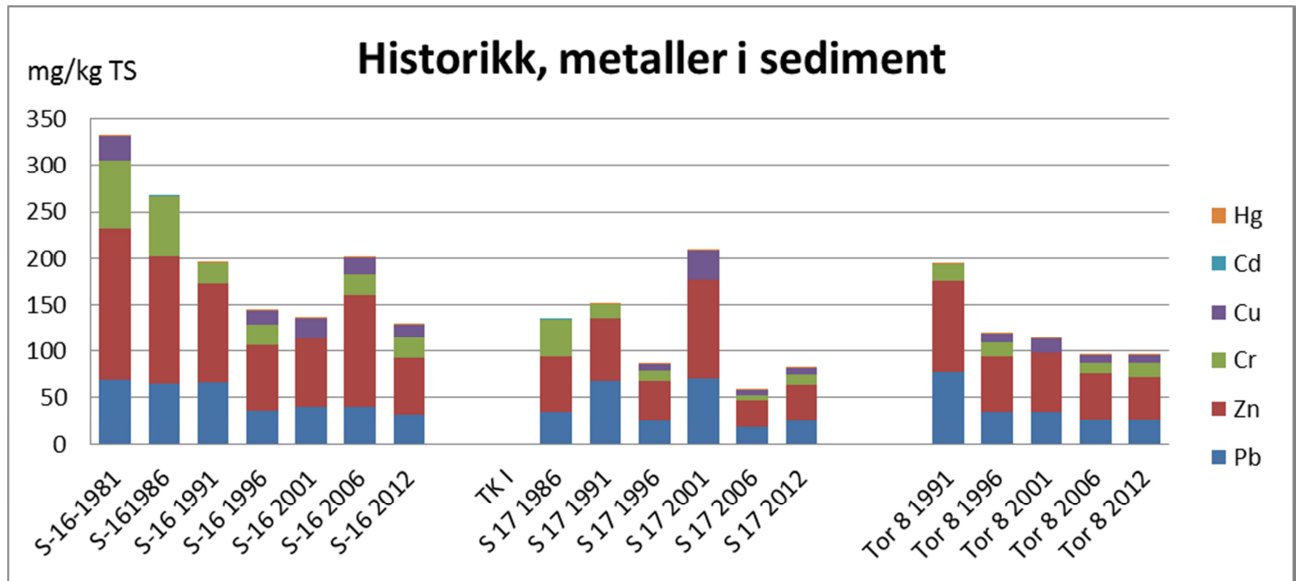
Stasjon år	Gjennomsnittskonsentrasjon, (mg/kg TS) ± SD							
	Pb Mg/kg	Zn Mg/kg	Cd Mg/kg	Cr Mg/kg	Hg Mg/kg	Cu Mg/kg	Ni Mg/kg	As
S 16, 1996	36± 2	71± 3	0,07±0	22± 0,8	0,057±0,006	14,8± 0,6	i.m	i.m
S 16, 2001	40±13	74±24	0,11±0,02	i.m	0,141±0,023	22,2±6,3	i.m	i.m
S 16, 2006	40± 3	120± 61	<0,15	22±2,1	0,069±0,003	19,0±4,0	i.m	i.m
S 16, 2012	32,7± 3,5*	60± 7	0,07± 0,01	21,3± 2,5	0,091± 0,011	13,7± 1,5	13,3± 1,5	4,2± 0,3
S 17, 1996	26±3	43±3	0,07±0,02	10,8±0,9	0,053±0,006	6,7±1,7	i.m	i.m
S 17, 2001	70±16	107±21	0,11±0,00	i.m	0,081±0,027	32,1±3,7	i.m	i.m
S 17, 2006	18±5	29±7	<0,10± 0,04	5,6±1,0	0,026±0,008	5,0±1,5	i.m	i.m
S 17, 2012	25± 4	39± 11	0,06± 0,03	10,5± 2,8	0,046± 0,017	7,1±2,6	6,6± 1,7	4,8± 1,8
Tor 8, 1996	35±1	58±1	0,07±0,01	16±0,4	0,070±0	9,9±0,6	i.m	i.m
Tor 8, 2001	34±6	64±3	0,09±0,02	i.m	0,084± 0,024	15,2± 3,3	i.m	i.m
Tor 8, 2006	26±2	50±4	<0.11	11±1,05	0,044± 0,004	8,5±0,8	i.m	i.m
Tor 8 2012	27,0± 3,6*	45±6	0,05±0,01	14,7± 2,5	0,058± 0,004	8,4±1,0	8,6±1,1	3,7± 0,6



Figur 3.5a). Tungmetallene bly (Pb), sink (Zn), krom (Cr) og kobber (Cu), i tørt sediment (mg/kg tørrstoff) i perioden 1981-2012. I 1981 og 1986 ble det gjort én analyse, mens 1991-2012 viser snittet av tre analyser. Stiplet linje = øvre grense for KLIFs TK I, hel linje = øvre grense for TKII (kun vist der TK II er innenfor y-aksen).



Figur 3.5b). Tungmetallene kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) i tørt sediment (mg/kg tørrstoff) i perioden 1981-2012. I 1981 og 1986 ble det gjort én analyse, mens 1991-2012 viser snittet av tre analyser. Stiplet linje = øvre grense for KLIFs TK I, hel linje = øvre grense for TKII (kun vist der TK II er innenfor y-aksen). I 2006 ble kadmium ikke funnet over kvantifiseringsgrensen ved S16 og Tor 8 (LOQ: 0,11-0,17 mg/kg). Halve LOQ er benyttet i grafer og tabeller.



Figur 3.5c) Tungmetaller i sediment. Utvikling og samlet belastning av tungmetaller per stasjon per år for de tre stasjonene i Ålfjorden.

3.4.2. Polyklorerte bifenylar – PCB

Innholdet av PCB₇ i tørt sediment er vist i Tabell 3.5. Det ble tatt tre prøver fra hver stasjon til analyse av PCB₇.

Analysene er svært sensitive og nøyaktige, og enkeltforbindelsene av PCB i sedimentet ble kvantifisert i alle parallellene ved alle tre stasjonene i 2012 (Tabell 3.5). De tre stasjonene fikk alle KLIFs tilstandsklasse I (Bakgrunn) som ved tidligere undersøkelser.

Ettersom tidligere målinger har vært under kvantifiseringsgrensen kan vi ikke sammenligne tidligere verdier med årets målinger. Så langt vi kan se er det ikke grunnlag for å anta noen økning i PCB innholdet i sedimentet i Ålfjorden. Historiske tilstandsklasser er vist i Tabell 3.6.

Tabell 3.5. Konsentrasjoner av PCB kongenere (µg/kg TS) og % tørrstoff (TS) i hver av de analyserte parallelle sedimentprøvene fra stasjon S16, S17 og Tor-8 i 2012.

stasjon	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB153	PCB138	PCB180	Sum PCB7	Total TS (%)
S16	0,51	0,74	0,57	0,51	0,65	0,60	0,70	4,30	34
S16	0,63	0,81	0,57	0,41	0,60	0,55	0,67	4,20	32
S16	0,40	0,58	0,38	0,33	0,50	0,43	0,55	3,20	37
Snitt S16	0,51	0,71	0,51	0,42	0,58	0,53	0,64	3,90	34
SD	0,12	0,12	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	0,61	3
S17	0,39	0,49	0,29	0,23	0,26	0,25	0,50	2,40	53
S17	0,52	0,56	0,43	0,35	0,47	0,43	0,76	3,50	42
S17	0,33	0,40	0,25	0,19	0,26	0,26	0,50	2,20	54
Snitt S17	0,41	0,48	0,32	0,26	0,33	0,31	0,59	2,70	50
SD	0,10	0,08	0,09	0,08	0,12	0,10	0,15	0,70	7
Tor 8	0,52	0,54	0,33	0,24	0,33	0,32	0,92	3,20	54
Tor 8	0,55	0,51	0,38	0,24	0,34	0,32	1,77	4,10	51
Tor 8	0,32	0,31	0,23	0,19	0,28	0,28	0,80	2,40	50
Snitt Tor 8	0,46	0,45	0,31	0,22	0,32	0,31	1,16	3,23	52
SD	0,13	0,13	0,08	0,03	0,03	0,02	0,53	0,85	2

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Tabell 3.6. Innhold av PCB₇ (µg/kg tørrstoff) i sedimentet fra stasjonene S 16, S 17 og Tor 8 i 1996, 2003, 2006 og 2012. TK: tilstandsklasser etter KLIFs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA 2229/2007).

Parameter	Hugg	PCB- 28	PCB- 52	PCB- 101	PCB- 118	PCB- 153	PCB- 138	PCB- 180	Sum PCB	TK.
S 16-1996	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-1996	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-1996	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2003	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2003	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2003	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2006	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2006	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2006	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2012 Gj.snitt									<4	I
S 17-1996	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-1996	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-1996	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-2006	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-2006	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-2006	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 17-2012 Gj.snitt									<4	I
Tor 8-1996	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
Tor 8-1996	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
Tor 8-1996	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
S 16-2003	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5	I
S 16-2003	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5	I
S 16-2003	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5	I
Tor 8-2006	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
Tor 8-2006	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
Tor 8-2006	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<4	I
Tor 8-2012 Gj.snitt									<4	I

3.4.3. Polysykliske aromatiske hydrokarboner – PAH

Analyseresultatene av PAH i sedimentet er vist i Tabell 3.7 og Figur 3.6.

Summen av PAH₁₆ var lå i KLIFs tilstandsklasse I (Bakgrunn). Benzo[a]pyren ble i 2006 ikke kvantifisert i prøvene, men ble i år kvantifisert i relativt lave nivåer (TKII). Årets målinger tyder på en økning i PAH nivået i sedimenter. Spesielt høye konsentrasjoner ble funnet for Benzo(g,h,i perylen) og Indeno[1,2,3-cd] pyren som begge fikk Tilstandsklasse IV for alle stasjonene.

Metodiske forbedringer og skifte av laboratorium kan medføre visse ulikheter i målingene. Eurofins Miljøanalyser er akkreditert for PAH analyser. De lave kvantifiseringsgrenser og høy nøyaktighet medfører at årets målinger er oppgitt som mikrogram per kg tørrstoff (µg/kg TS) og ikke mg/kg TS som i 2006. Ingen av årets målinger var under kvantifiseringsgrensen (LOQ).

Tabell 3.7. Innhold av PAH (µg/kg tørrstoff) i sedimentet ved Toraneset Miljøverk målt i juni 2012. Tilstandsklasser fra KLIFs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (ta-2229/2007) er angitt med fargekoder jfr Tabell 2.2: Blå= TKI (Bakgrunn), Grønn=TKII (God), Orange= TK IV(Dårlig).

stasjon	S16	S17	Tor 8
PAH forbindelse (µg/kg TS)	snitt± SD	snitt± SD	snitt± SD
Acenaften	2,8±0,7	2,4±0,4	2,3±0,1
Acenaftylen	1,4±0,6	1,2±0,1	1,1±0,2
Antracen	5,4±0,9	4,9±0,4	3,2±0,1
Benzo(a)antracen	51,8±15,7	40,0±11,9	49,4±4,4
Benzo[a]pyren	54,5±8,4	26,1±7,6	26,6±1,0
Benzo[b]fluoranten	152,7±23,0	54,9±21,7	86,9±0,7
Benzo[g,h,i]perylene	189,3±28,4	70,1±26,3	109,0±4,0
Benzo[k]fluoranten	64,6±16,1	18,4±7,3	37,6±0,8
Dibenzo[a,h]antracen	29,9±8,0	9,9±3,1	9,6±7,6
Fenantren	26,8±8,1	17,4±2,4	16,4±1,3
Fluoranten	31,0±4,3	34,3±9,4	19,5±1,5
Fluoren	5,2±1,3	4,3±0,2	3,9±0,2
Indeno[1,2,3-cd]pyren	228,0±36,8	82,4±33,5	135,0±7,0
Krysen	35,0±13,8	25,9±7,1	30,3±3,7
Naftalen	10,6±1,9	14,2±2,1	9,2±1,0
Pyren	21,5±2,9	31,4±9,6	14,7±1,2
Sum PAH(16) EPA	842,5±102,5	438,0±112,9	554,7±5,5

3.5 Bunndyrsundersøkelser

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3.9, Figurene 3.6-3.8 og Vedleggstabellene 4-6.

Vi ser av tabell 3.9 en gradvis forverring ved Stasjon S16: fra TK I (meget gode forhold) ved forundersøkelsen og i 1986, til TK II (gode forhold) i årene 1991-2000 og TK III (moderate forhold) ved undersøkelsene i 2006 og 2012. Stasjonene nærmest deponiet tyder ikke på at den organiske belastningen fra deponiet er betydelig, og endringene i perioden kan også skyldes påvirkning fra nærliggende oppdrettsanlegg i Fjonavika (Botnen et al. 2001), campingplassen og annen menneskelig aktivitet i området. Dersom endringene i bassenget skyldes utslipp fra Toraneset, kan man forvente en gradvis forbedring de kommende årene, etter innføring av deponiforskriften. Det vil derved være interessant å følge utviklingen i Ålfjorden etter innføringen av deponiforskriften og påfølgende potensiell reduksjon i organisk belastning fra deponiet.

Også ved Tor 8 har man sett en skiftende tendens, mellom TK I og TK II. I år er tilstanden akkurat på grenseverdien for TKI (NQI1 = 0,719), og Tor 8 får dermed TK II. Naturlige variasjoner og tilfeldigheter under prøvetakningen vil her kunne spille inn på resultatet.

Tabell 3.8 Grenseverdier for tilstandsklasser, basert på Vannforskriften. NQI1 tillegges mest vekt ved klassifisering av lokaliteter.

Indikativ parameter	Referanseverdi	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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Tabell 3.9. De undersøkte lokalitetene i Ålfjorden, med prøvens samlede areal (A) antall individer og arter med ømfintlighetsindekser og diversitetsindekser (H', J, H'max, AMBI, NQ11 og NQ12, ES100 og ISI, se generell vedleggsdel). Norwegian Quality Index 1 og 2 (NQ11 og 2). NQ11 tillegges mest vekt for å angi KLIFs tilstandsklasse. Frem til og med 2000 ble det benyttet 0,2 m² van Veen grabb, etter dette er det brukt 0,1 m² van Veen grabb. Fargekoder for tilstandsklassene er som vist i tabell 2.3: Blå= TK I- Meget god, Grønn = TK II- God, Gul = TK III- Moderat.

År	Stasjon	A (m ²)	Ant. Ind.	Ant. arter	H' (H')	J (J)	H'-max	AM BI	SFT-TK	KLIF -TK	NQ11	NQ12	ES 100	ISI
1981	S16-sum	1,0	463	48	4,54	0,81	5,58		I					
1986	S16-sum	1,0	511	41	4,11	0,77	5,36		I					
1991	S16-sum	1,0	411	36	3,64	0,70	5,17		II					
1993	S16-sum	1,0	284	24	3,02	0,66	4,58		II					
1996	S16-sum	1,0	1051	44	3,70	0,68	5,46		II					
2000	S16-sum	0,3	688	38	3,70	0,71	5,25		II					
2006	S16-sum	0,3	701	36	2,87	0,55	5,17		III					
2012	S16-sum	0,3	591	38	3,83	0,73	5,25		II					
2012	S16- snitt	0,3	197	27	3,63	0,76	4,74	3,7	1,98	III	0,60	0,54	22,2	8,9
1986	S17-sum	1,0	1463	89	4,75	0,73	6,48		I					
1996	S17-sum	1,0	882	89	5,26	0,81	6,48		I					
1997	S17-sum	0,6	796	94	5,25	0,80	6,55		I					
2001	S17-sum	0,3	573	97	5,73	0,87	6,60		I					
2006	S17-sum	0,3	792	94	5,56	0,85	6,55		I					
2012	S17-sum	0,3	831	86	5,22	0,81	6,43		I					
2012	S17-snitt	0,3	277	49	4,62	0,83	5,57	2,6	2,24	I	0,719	0,70	39,1	8,6
1991	Tor8-sum	1,0	1407	83	4,73	0,74	6,38		I					
1996	Tor8-sum	0,6	2578	89	3,91	0,60	6,48		II					
2001	Tor8-sum	0,3	973	63	4,14	0,69	5,98		I					
2006	Tor8-sum	0,3	744	64	4,76	0,79	6,00		I					
2012	Tor8-sum	0,3	1408	87	4,57	0,71	6,44		I					
2012	Tor8-snitt	0,3	469	55	4,41	0,76	5,78	2,6	2,21	II	0,721	0,68	31,4	9,5

Stasjon S16 ligger på 86 m dyp i det innerste bassenget i Ålfjorden. Denne stasjonen ligger innenfor en terskel på om lag 40 m. Terskelen begrenser naturlig innstrømming av oksygenrikt kystvann. Faunaen innenfor terskelen er derfor tidvis utsatt for redusert oksygeninnhold, og dette begrenser hvilke arter som kan leve der.

Det ble i 2012 funnet 38 arter med 591 individer, som er en liten reduksjon fra 2006. Nye metoder for utregning av artssammensetning medfører at man skal oppgi artsantallet som snitt av antallet hugg. Dermed var det ved S16 i 2012 et gjennomsnitt på snitt 27 arter og 197 individer per hugg. Diversiteten (H') økte fra 2006 til 2012 fra 2,87 til 3,63. Børstemarkene *Polydora* sp., *Heteromastus filiformis*, og *Prionospio fallax* utgjorde i 2012 61,5 % av individene mens børstemarken *Pectinaria koreni*, som i 2006 utgjorde 10,4 % av individene er forsvunnet fra listen over de ti mest forekommende artene (Vedleggstabell 5). Sammen med *Polydora* sp. og *Heteromastus filiformis* tydet artssammensetningen i 2006 på relativt dårlige miljøforhold ved S16. Bortfall av *P. koreni*, som er tolerant for oksygenfattige forhold kan tyde på en forbedring av forholdene med mer oksygen, eller mindre organisk påvirkning. Likevel er det ingen store endringer i forholdene eller de geometriske klassene. Grafen for geometriske klasser tilsier at S16 er en moderat til sterkt forurenset eller påvirket lokalitet (Figur 3.6 og Vedleggsfigur v1) Det var i 2012 6 arter i geometrisk klasse I, mot 13 arter i 2006. Motsatt var det i 2012 en økning til 13 arter i geometrisk klasse 2. Basert på NQI1 og NQI2 får lokaliteten tilstandsklasse III-Moderat. Artssammensetningen viser en negativ utvikling av forholdene på bunnen av Ålfjordbotn siden 1981 da anlegget startet opp, men en bedring fra 2006 til 2012.

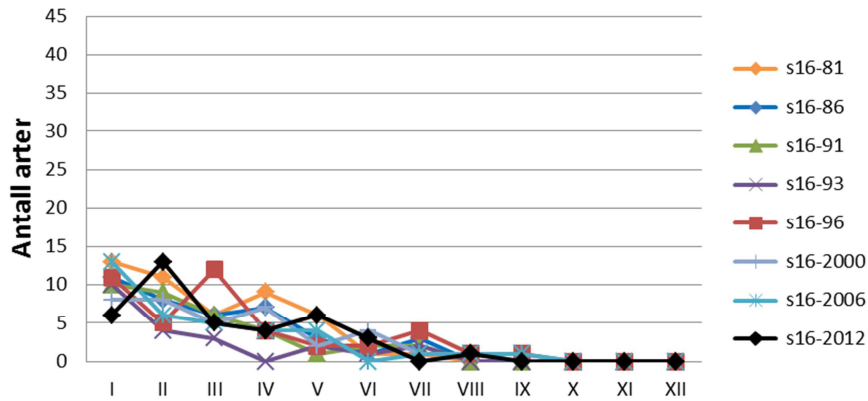
Stasjon S17 ligger på 67 m dyp utenfor sigevannsledningen. Her ble det i 2012 funnet 86 arter med til sammen 831 individer, som er en nedgang i antall arter fra 2006. I snitt ble det funnet 49 arter og 277 individer per hugg. Diversiteten ble beregnet til 4,62 som er en liten reduksjon i forhold til undersøkelsen av stasjonen i 2006. Den mest tallrike arten var børstemarken *Prionospio cirrifera* (25,6%), mens den tidligere dominerende *Amythasides macroglossus* hadde i år 15,6 % av individene. Som før var det børstemarken som dominerte blant de ti mest tallrike artene, men faunasammensetningen bestod også av mange bløtdyr og pigghuder, og dette tyder på fortsatt gode forhold på stasjonen. Det var i 2012 23 arter i geometrisk klasse I, mot 21 arter i 2006. Tilstandsvurderingen ligger akkurat på grenseverdien mellom TK I og TK II, og tre desimaler er derfor vist i Tabell 3.7. Basert på NQI1 ligger S17 akkurat på grensen mellom tilstandsklasse I-Meget god og TK II- God. Basert på NQI2 får stasjonen TK I-Meget god. Samlet vurdering av NQI 1 og NQI2 gir stasjonen TK I- Meget god.

Tor 8 er den dypeste stasjonen (108 m). Her ble det funnet totalt 87 arter med til sammen 1408 individer, i snitt 55 arter og 469 individer per hugg. Dette er en økning i totalt antall arter på over 35% og nesten en dobling av antallet individer fra 2006. Diversiteten ble beregnet til

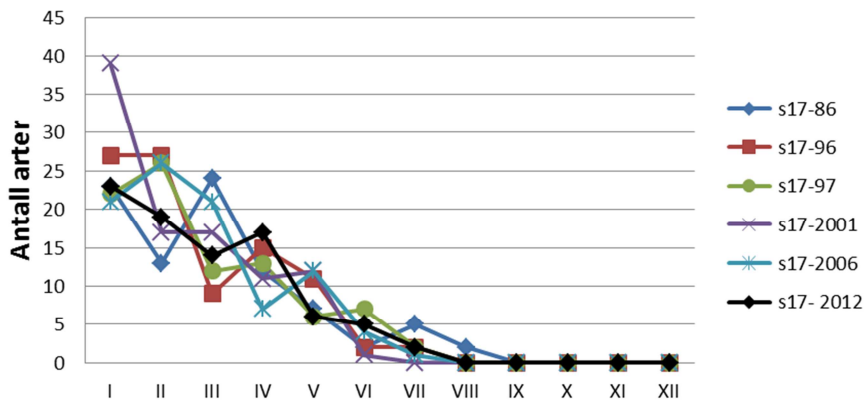
4,4, som er en liten reduksjon fra 2006. Børstemarken *Prionospio fallax* var den mest tallrike i 2012 (38,2 %). *Polydora* sp.som har vært den mest forekommende i 2006, 1996 og 2001, er i 2012 ikke på listen over de ti mest forekommende artene (vedleggstabell 5).

Reduksjonen i antallet av denne arten ble observert allerede i 2006. *Polydora* sp kan indikere

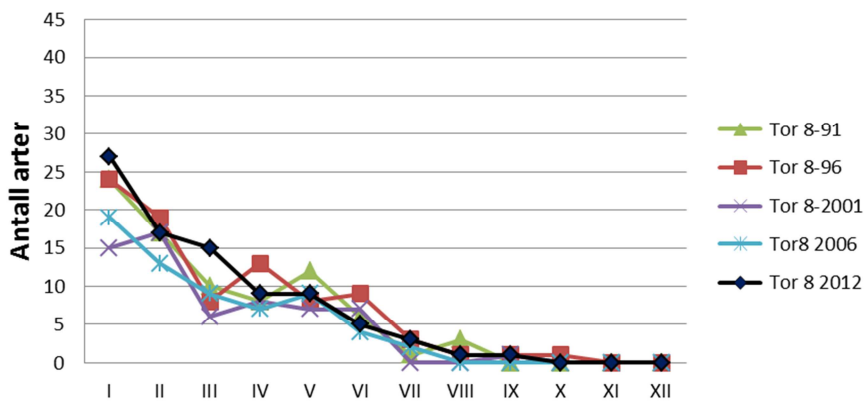
S 16



S 17



Tor 8



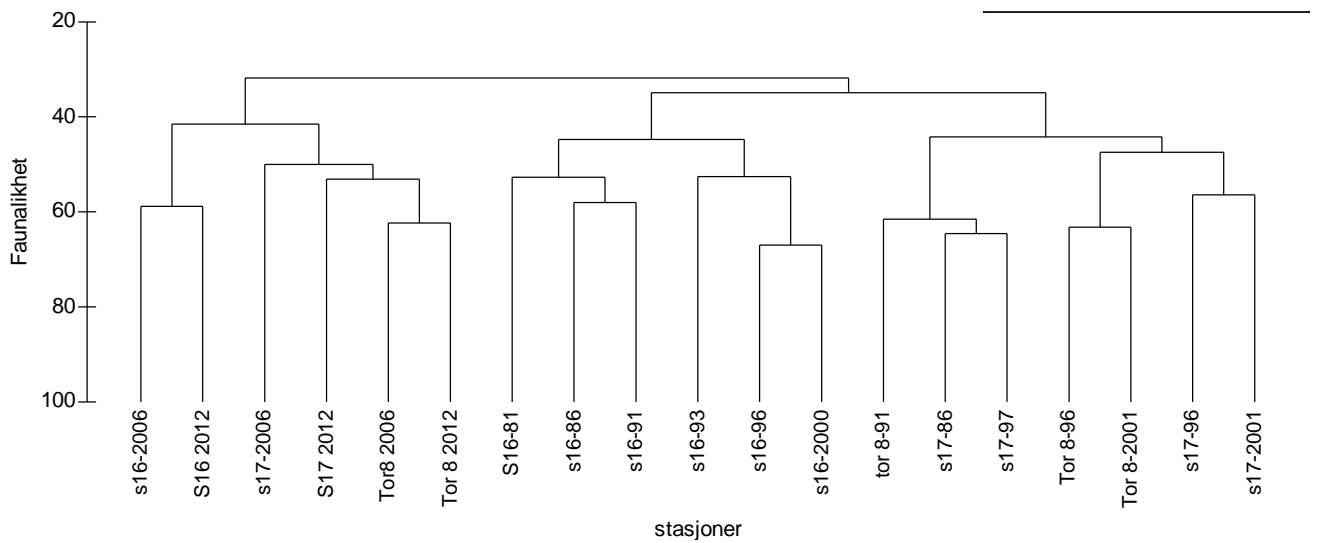
Figur 3.6. Antall arter (langs y-aksen) og geometriske klasser (langs x-aksen) i prøvene fra Ålfjorden. Frem til og med 2000 ble det benyttet en 0,2 m² van Veen grabb, etter dette en 0,1 m² van Veen grabb.

organisk belastning, og en reduksjon kan tyde på en bedring av forholdene. Det var en økning til 27 arter i geometrisk klasse I, mot 19 i 2006. Tilstandsvurderingen for Tor 8 ligger på grenseverdien mellom TK I og TK II, da NQI1 gir Tor 8 TK II-God, og NQI2 gir TK I-Meget god

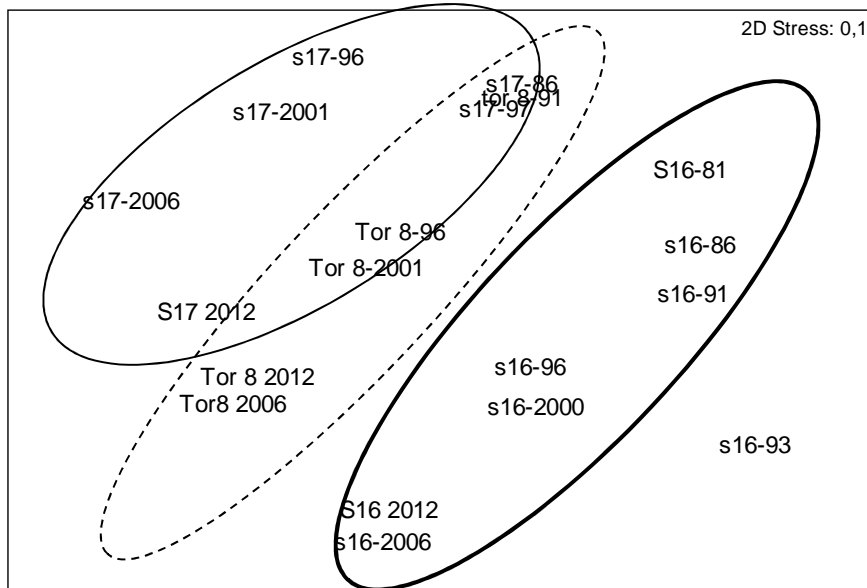
De geometriske klassene for stasjonene viser ingen store endringer i forhold til tidligere undersøkelser (Figur 3.6).

De multivariate analysene viser at det har vært endringer i bunnfaunaen mellom hver undersøkelse. Dendrogrammet (Figur 3.7) viser prosent faunalikhet mellom prøvene. Stasjon S16 i 2012 har størst likhet med S16 i 2006 (ca 60 % likhet). S17 i 2012 har størst likhet med Tor 8 i 2006 og 2012 (ca. 55 %), deretter med S17 i 2006 (ca. 50 %). Alle stasjonene fra 2006 og 2012 har faunalikhet på ca. 40 % med eldre data, noe som viser at det har skjedd en betydelig endring i fauna over tid.

MDS plottet viser også en tidsgradient der de eldste undersøkelsene er plassert i toppen av plottet og ender opp med undersøkelsen i 2006 på bunnen av plottet (Figur 3.8, elipseformer). Punktene for 2012 ved S16 og Tor 8 er plassert like ved 2006, i retning tilbake mot de tidligere undersøkelsene, mens S17 fjerner seg mer og mer fra tidligere undersøkelser.



Figur 3.7. Dendrogram av bunnfaunaresultatene fra stasjonene S16, S17 og Tor8 i Ålfjorden. Cluster-analysen er utført på stasjons nivå. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformert og standardiserte artsdata. I 2001 og 2006 ble det benyttet en 0,1 m² van Veen grabb og ved de øvrige undersøkelsene en 0,2 m² grabb. Stasjonsnavn og årstall er angitt slik at forkortelsen S17-96 betyr undersøkelsen av stasjon S17 fra 1996.



Figur 3.8. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene S16, S17 og Tor8 i Ålfjorden. Elipseformene omslutter data fra hver stasjon, og viser en retningsbestemt endring fra 1981 til 2006. 2012 for S16 og Tor 8 ligger mellom undersøkelsene i 2006 og 2000/2001, mens S17 fjerner seg fra både 2001 og 2006. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformert og standardiserte artsdata. I 2001 og 2006 ble det benyttet en 0,1 m² van Veen grabb og ved de øvrige undersøkelsene en 0,2 m² grabb. Stasjonsnavn og årstall er angitt slik at forkortelsen S16-86 betyr undersøkelsen av stasjon S 16 fra 1986. Stress 0,1.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten tar for seg de marine miljøforholdene ved utslippet for sigevann fra Toraneset Miljøverk, og gir en status for miljøforholdene i 2012.

Oksygenivået i Ålfjordbotn var tilfredsstillende i 2012 i likhet med tilsvarende målinger tidligere. Oksygenivået i Ålfjordbotn er av de høyeste som er målt siden undersøkelsene startet.

Undersøkelsen av fjæren viste ingen tegn på at dette samfunnet blir påvirket av avfallsdeponiet. Fjæresona hadde en artsrik flora og fauna med de artene en kan forvente å finne i området. Et større innslag av grønnalger enn tidligere år er observert langs hele kysten, også i Ålfjorden. Det er derfor ingen grunn til å anta at dette skyldes lokale forhold eller påvirkning fra anlegget.

Kornstørrelsesfordeling og organisk innhold har vist relativt små forskjeller fra tidligere målinger.

Av de undersøkte tungmetallene ble det funnet lave verdier, som ved tidligere undersøkelser. Bly var i tilstandsklasse II (moderat forurenset) på S16, som ved tidligere undersøkelser. De resterende tungmetall verdiene var i KLIFs tilstandsklasse I (Bakgrunn).

De syv enkeltforbindelsene av PCB i sedimentet ble kvantifisert ved alle stasjonene. Nivåene er lave, og viser ingen tegn til endring fra tidligere år. Analysemetodene er forbedret de siste årene, og det er hovedgrunnen til at man nå kvantifiserer komponenter som tidligere var under kvantifiseringsgrensen (PCB).

Summen av de undersøkte polysykliske aromatiske hydrokarbonene (PAH) i sediment var innenfor KLIFs grense for tilstandsklasse I (Bakgrunn). Enkeltforbindelsene Benzo[g,h,i]perylene og Indeno[1,2,3-cd]pyren tilsvarte TK IV (Dårlig), mens øvrige PAH forbindelser hadde konsentrasjoner som tilsvarte TK I (Bakgrunn) og II (God). Benzo(a)pyren, som er en av de best kjente og mest kreftfremkallende PAH'ene hadde TK II (God).

Bunnfaunaen i det indre dypbassenget i Ålfjordbotn er sårbar av naturlige årsaker. Den grunne terskelen ytterst og det dype bassenget i Ålfjordbotn begrenser utskiftning av oksygeninnholdet, som påvirker faunaen sterkt.

S16 har et lavt artsantall, men det er tegn på forbedringer i artssammensetningen siden sist undersøkelse i 2006. Dette kan ha sammenheng med de forbedrede oksygenforholdene.

Dypet av Ålfjorden nærmere anlegget var upåvirket av sigevannsutslippet (Tor8). Sammenliknet med referanseprøvene fra 1981-1991 har det likevel vært betydelige endringer i faunaen ved alle stasjonene. Dette kan skyldes naturlige endringer i bunndyr-samfunnet, men man kan heller ikke utelukke at det har vært en påvirkning og gjødslingseffekt fra bl.a. smoltanlegget i Fjonavika, jordbruk og annen menneskelig aktivitet, som ikke nødvendigvis er relatert til deponiet på Toraneset. Tidligere undersøkelse av Ålfjordbotn og området ved smoltanlegget i Fjonavika (Botnen et al. 2001) viste gradvis bedre forhold nærmere smoltanlegget mellom 1993 og 2000. Dette sammenfalt med filtrering av slam og reduksjon i organisk tilførsel fra smoltanlegget. Det vil likeledes være interessant å følge utviklingen nå i de første årene etter at deponiforskriften trådte i kraft i 2009, for eventuelt å se om forholdene i Ålfjordsbotn vil ytterligere forbedres som følge av en potensiell reduksjon i organisk innhold i sigevannet fra Toraneset og dermed redusert oksygenforbruk ved nedbrytning. Som tidligere påpekt vil naturlige svingninger i tilførsel av nytt bunnvann være svært viktig for oksygeninnholdet i bunnvannet innenfor terskelen.

Det må bemerkes, at slik det ser ut i dag er det ingen tydelig påvirkning fra anlegget på livet fjæresonen eller bunnforholdene i nærheten av anlegget.

5 TAKK

Vi vil takke Bjarte Stavenes ombord på M/S Scallop for et hyggelig tokt. Partikkelfordelingsanalysene og bestemmelsen av organisk innhold i sedimentet er utført av Helge Grønning. Sorteringen av bunnprøvene er utført av Ragna Tveiten.

Tom Alvestad og Frøydis Lygre har artsbestemt bunnfaunaen, med deltakelse av Per. Johannessen. Tom Alvestad har artsbestemt fauna i litoralsonen. Stian E Kvalø og Tom Alvestad utførte feltarbeidet.

6 LITTERATUR

- 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.
- Beck P., Jaques R. 1993. Datarapport for miljøgifter i Norge. SFT-rapport nr.93:23. 313 p.
- Botnen HB, Johannessen PJ. 1992. Resipientundersøkelse ved Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune. IFM Rapport nr.20, 1992. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 34 p.
- Botnen HB, Mjaavatten O, Tvedten ØF, Johannessen PJ. 1997. Undersøkelse av marine miljøforhold ved Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune. IFM Rapport nr.23, 1997. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 48 p.
- Botnen HB, Tvedten Ø, Johannessen PJ. 1994. Resipientundersøkelse ved Fjon, Sveio kommune. IFM Rapport nr.11, 1994. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 29 p.
- Botnen HB, Vassenden G, Johansen P-O, Johannessen PJ. 2001. Miljøundersøkelse i Fjonavika, Sveio kommune. IFM Rapport nr.7, 2001. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 27p.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. In: Holme, NA, McIntyre, AD, editors. Methods for the study of marine benthos. Oxford, Blackwell scientific publications. p. 41-65.
- Dons C, Beck PÅ. 1993. Miljøgifter i Norge. SFT-rapport nr. 93:22. 115 p.
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. Sarsia 53:15-18.
- Johannessen PJ, Botnen H. 1988. Tungmetallundersøkelser i bunnsedimenter og stranden ved Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune. Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp. nr 83, 1988. 13 p.
- Johannessen PJ. 1982. Resipientundersøkelse i kommunene Kvam, Etne, Ølen og Vindafjord. Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. 45 p.
- Johannessen PJ. 1987. Resipientundersøkelse ved Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune. Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapportserie: Rapp. nr 63, 1987. 29 p.
- Johansen P-O, Heggøy E, Vassenden G, Botnen H, Johannessen PJ. 2001. Undersøkelse av marine miljøforhold ved Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune 2001. IFM Rapport nr.20, 2001. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 64 p.
- Johansen P-O, Vassenden G, Botnen H. 2003. Undersøkelse av PCB i sediment utenfor Toraneset renovasjonsplass, Vindafjord kommune i 2003. Notat J.nr.:SAM-239/03-HB
- Kofstad P. 1979. Uorganisk kjemi. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard) A.s. 365 p.
- 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 p.
- Norsk Standard NS 4764: 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges Standardiseringsforbund.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Tvedten ØF, Botnen HB, Johannessen P. 1997. Miljøundersøkelse ved Fjon, Sveio kommune. IFM Rapport nr.11, 1997. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 32 p.

Vassenden G, Botnen HB, Johannessen P. 2002. Undersøkelse av hydrografiske forhold i Ålfjordbotn, Sveio kommune 2001/2002. IFM Rapport nr.7, 2002. Institutt for fiskeri og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 10 p.

Øygard JE 2010. Oppsummering av miljøovervåkningsprogrammet ved Toraneset og Årabrot Miljøpark 2010. Hardanger Miljøsenters AS, 38 s.

Øygard JE 2011. Oppsummering av miljøovervåkningsprogrammet ved Toraneset og Årabrot Miljøpark 2011. Hardanger Miljøsenters AS, 40 s.

Innholdsfortegnelse, vedlegg

<i>Vedleggstabell 1. Artsliste semikvantitativ undersøkelse Ltor 1 2012</i>	<i>42</i>
<i>Vedleggstabell 2. Semikvantitativ mengdeskala.....</i>	<i>44</i>
<i>Vedleggstabell 3. Analysebevis, kjemi-sediment.....</i>	<i>45</i>
<i>Vedleggstabell 4. Artsliste bunndyr.....</i>	<i>59</i>
<i>Vedleggstabell 5 De ti mest forekommende bunndyrsartene per stasjon i 2012.....</i>	<i>64</i>
<i>Generell Vedleggsdel.....</i>	<i>65</i>

Vedleggstabell 1. Artsliste semikvantitativ undersøkelse Ltor 1 2012

Vedlegg SF-SAM-505.3

ARTSLISTE SEMIKVANTITATIV
LITORALUNDERSØKELSE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Haugaland Interkommunale Miljøverk IKS
Prosjekt nr.: 806709
Prøvetakingssted (område): Ålfjordbotn, Ålfjorden, Toraneset,
Dato for prøvetaking: 29. juni 2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Miljø, SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: ingen
Artene identifisert av: Tom Alvestad

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 19493:2007 og interne standard forskrifter.

Opplysninger om merker i artslisten:

På hver stasjon er 8 meter strandlinje målt opp. Mengden av hver art blir gitt ut fra det nivå i fjæresonen hvor den har størst utbredelse.

cf foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

* ved art angir at det er knyttet avvik til prøven.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 1 sider.

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

Signatur:.....

Godkjent taksonom

Art	Ltor1-2012
Blågrønnalger	
Verrucaria spp.	2
Calothrix spp.	4
Grønnalger	
Prasiola stipitata	2
Cladophora rupestris	2
Ulva sp.	3
Cladophora sp. ¹	3
Brunalger	
Ascophyllum nodosum	4
Chorda filum	1
Fucus serratus	3
Fucus vesiculosus	1
Pelvetia canaliculata	1
Ralfsia verrucosa	1
Laminaria digitata	1
Saccharina latissima	4
Rødalger	
Hildenbrandia rubra	2
Mastocarpus stellatus	3
Chondrus crispus	3
Phymatolithon lenormandii	2
Polysiphonia lanosa	2
Ceramium sp.	2
Aglaothamnion?	3
Sargassum muticum	1
Dyr	
Littorina littorea	2
Patella vulgata	3
Actinidae	1
Carcinus maenas	1
Cyanea capillata	1
Acari	1
Amphipoda	1
Gobiidae	2
Nucella lapillus	1
Semibalanus balanoides	4
Spirorbis sp.	2
Dynamena sp.	2
Bryozoa indet. (skorpe, kalkform)	3
Ectopleura larynx	1
Porifera	2

¹.) Grønnalgene (Cladophora sp.) befant seg delvis utenfor det definerte undersøkelsesområdet, men utgjorde en markant gruppe i fjæresonen og tas derfor med for representativ dokumentasjon av forholdene.

Vedleggstabell 2. Semikvantitativ mengdeskala.

Mengdeskala nyttet ved den semikvantitative strandundersøkelsen (Vedleggstabell 1).

- 1: Enkeltfunn
- 2: Spredt
- 3: Vanlig
- 4: Dominerende

Vedleggstabell 3. Analysebevis, kjemi-sediment.

Analysebevis for de kjemiske komponentene analysert i sedimentet i 2012.



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 985 141 818 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

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

AR-12-MX-002003-01



EUNOBE-00003836

Prøvemottak: 12.07.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 12.07.2012-15.08.2012
Referanse: 806709 52/12

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 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 1 av 5

AR-12-MX-002003-01



EUNOBE-00003836



Prøvenr.:	441-2012-0712-090	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Stasjon S16, 86m, Hugg 1	Analysesstartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	34	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	4.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	36	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.078	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.100	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	67	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	9.87	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	1.04	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.52	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	5.37	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	34.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antracen	5.78	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	33.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	22.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antraecen	66.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	49.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(b)fluoranten	152	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(k)fluoranten	52.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)pyren	58.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	223	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo(a,h)antracen	22.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(g,h,i)perylen	176	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	915	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.57	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.51	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.60	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.65	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.70	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.51	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.74	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	4.30	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).

Side 2 av 5



AR-12-MX-002003-01



EUNOBE-00003836

Prøvenr.:	441-2012-0712-091	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerking:	Stasjon S16, 80m, Hugg 2	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	32	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	4.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	33	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.071	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	14	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	21	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.004	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	13	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	60	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	12.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	2.11	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	3.62	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	6.42	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	26.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antraoen	6.10	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	33.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	23.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antracen	53.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	32.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(b)fluoranten	176	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(k)fluoranten	82.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)pyren	60.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	267	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	38.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	222	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	1050	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.57	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.41	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.55	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.60	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.67	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.63	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.81	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	4.20	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).

Side 3 av 5

AR-12-MX-002003-01



EUNOBE-00003836



Prøvenr.:	441-2012-0712-092	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Stasjon S16, 86m, Hugg 3	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Total tørrstoff	37	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	4.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	29	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.065	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	19	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.079	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	12	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	54	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	9.20	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	1.08	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.38	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	3.89	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	18.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antraen	4.35	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	26.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	18.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antraen	35.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	22.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(b)fluoranten	130	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(k)fluoranten	58.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)pyren	44.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	194	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antraen	29.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	170	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	770	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.38	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.33	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.43	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.50	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.55	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.40	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.58	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	3.20	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

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 5

AR-12-MX-002003-01



EUNOBE-00003836



Bergen 15.08.2012

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

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 5 av 5



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

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

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

AR-12-MX-002004-01



EUNOBE-00003833

Prøvemottak: 12.07.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 12.07.2012-15.08.2012
Referanse: 806709

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Ref.nr ikke oppgitt ved bestilling.

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 5

AR-12-MX-002004-01



EUNOBE-00003833



Prøvenr.:	441-2012-0712-082	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerking:	St. S17, 87 m. Hugg 2	Analysedato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	42	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	6.1	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	30	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.088	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	10	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	13	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.065	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	8.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	49	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	11.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftalen	1.13	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.26	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	4.27	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	20.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antracen	5.39	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	35.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	31.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antracen	48.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	32.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(b)fluoranten	80.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(k)fluoranten	26.8	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)pyren	34.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	121	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	13.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	100	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	568	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.43	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.35	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.43	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.47	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.76	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.52	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.56	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	3.50	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).

Side 3 av 5

AR-12-MX-002004-01



EUNOBE-00003833



Prøvenr.:	441-2012-0712-083	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	St. S17, 67 m. Hugg 3	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	54	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	5.5	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	24	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.040	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	6.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	11	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.032	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	6.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	39	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	15.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	1.29	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.91	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	4.57	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	16.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antraoen	4.69	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	24.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	22.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antracen	45.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	27.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	43.0	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	13.6	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]pyren	25.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	60.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antracen	7.59	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	50.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	364	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.25	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.19	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.26	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.26	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.50	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.33	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.40	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	2.20	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

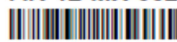
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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 5

AR-12-MX-002004-01



EUNOBE-00003833



Bergen 15.08.2012

Kristine Fiane Johnsson

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

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 5 av 5

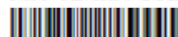


Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

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

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

AR-12-MX-002005-01



EUNOBE-00003837

Prøvemottak: 12.07.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 12.07.2012-15.08.2012
Referanse: 806709

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Ref.nr ikke oppgitt ved bestilling.

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 1 av 5

AR-12-MX-002005-01



EUNOBE-00003837



Prøvenr.:	441-2012-0712-093	Prøvetakingsdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	St. Tor 8, 108m, Hugg 1	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	54	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	4.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	31	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.060	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	9.3	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	17	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.060	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	9.8	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	51	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	8.42	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftylen	0.91	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.33	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	3.96	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	16.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antraecen	3.21	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	19.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	14.9	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antraecen	46.5	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	27.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	87.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	37.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[a]pyren	26.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	140	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antraecen	5.34	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	109	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	549	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.33	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.24	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.32	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.33	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.92	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.52	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.54	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	3.20	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 2 av 5

AR-12-MX-002005-01



EUNOBE-00003837



Prøvenr.:	441-2012-0712-094	Prøvetakingsdato:	29.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	St. Tor 8, 108m, Hugg 2	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	51	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	3.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	24	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.052	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	7.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	12	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.053	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	7.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	9.02	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Acenaftylen	1.08	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Acenaften	2.18	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Fluoren	3.67	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Fenantren	17.7	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Antraoen	3.35	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Fluoranten	21.0	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Pyren	15.7	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Benzo(a)antraoen	47.2	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Krysen	29.2	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Benzo[b]fluoranten	87.3	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Benzo[k]fluoranten	38.3	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Benzo[a]pyren	27.7	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	138	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Dibenzo[a,h]antraoen	5.08	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	113	µg/kg TS		NS 0815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	560	µg/kg TS		NS 0815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.38	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.24	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.32	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.34	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	1.77	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.55	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.51	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	4.10	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).

Side 3 av 5

AR-12-MX-002005-01



EUNOBE-00003837



Prøvenr.:	441-2012-0712-095	Prøvetaksdato:	29.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	St. Tor 8, 108m, Hugg 3	Analysedato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi:
a) Total tørrstoff	50	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Arsen (As)	4.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Bly (Pb)	26	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
a) Kadmium (Cd)	0.044	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
a) Kobber (Cu)	8.6	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
a) Krom (Cr)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
a) Kvikksølv (Hg)	0.061	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001	
a) Nikkel (Ni)	8.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	45	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16						
Naftalen	10.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaftilen	1.30	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Acenaften	2.42	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoren	3.93	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fenantren	15.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Antraoen	3.13	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Fluoranten	18.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Pyren	13.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)antraoen	54.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Krysen	34.4	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(b)fluoranten	98.1	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(k)fluoranten	38.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo(a)pyren	25.7	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	127	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Dibenzo[a,h]antraoen	18.3	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Benzo[g,h,i]perylene	105	µg/kg TS		NS 9815	0.1	
Sum PAH(16) EPA	555	µg/kg TS		NS 9815	0.2	
PCB 7						
PCB 101	0.23	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 118	0.19	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 138	0.28	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 153	0.28	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 180	0.80	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 28	0.32	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
PCB 52	0.31	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	0.1	
Sum 7 PCB	2.40	µg/kg TS		NS-EN 12766-2	1	

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

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 5

AR-12-MX-002005-01



EUNOBE-00003837



Bergen 15.08.2012

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

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 5 av 5

Vedleggstabell 4. Artsliste bunndyr

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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Haugaland Interkommunale Miljøverk IKS
Prosjekt nr.: 806709
Prøvetaksingssted (område): Ålfjordbotn, Ålfjorden, Toraneset
Dato for prøvetaking: 29. juni 2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Miljø, SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ikke utført prøvetaking til Winkler's analyse av bunnvann.
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre

	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 grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 4 sider.

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

Signatur:.....
Godkjent taksonom

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Benthos artsliste fra Ålfjorden		S 16			S 17			Tor 8		
Dato		29.06.2012			29.06.2012			29.06.2012		
Dyp		86 m			67 m			108 m		
S1/4	Hugg	1	2	3	1	2	3	1	2	3
*	PORIFERA indet					+				
*	CNIDARIA									
	Actinaria indet				1	1		1	1	
	Virgularia mirabilis									2
	Cerianthus lloydii								0/1	
*	NEMERTINI indet.	20	15	9	26	47	1	60	68	20
*	NEMATODA indet.					7		10	1	
	POLYCHAETA									
	Mysetides caeca						1			
	Laetmonice filicornis						1/1			
	Tomopteris sp.	2		1					2	2
	Paramphinome jeffreysii	9		6	8	9	4	13	18	16
	Aphrodita aculeata									0/1
	Gattyana cirrosa	2								
	Harmothoe cf. Mariannae	12	5	2						
	Pholoe baltica				2	2	5	5	2	
	Pholoe pallida			2	4		1	2	2	3
	Polynoidae indet.				4	6	2	12	8	5
	Phyllodoce groenlandica						0/2			
	Nereimyra cf. Woodsholea	2	1			1		1		
	Ophiodromus flexuosus								0/3	1
	Kefersteinia cirrata						3			
	Gyptis rosea	2	3							
	Exogone sp.	3	1	1	3	1	7	10	7	5
	Ceratocephale loveni	4/1	5/3	8/1		0/1	0/1	3/2	5	3/6
	Glyphohesione klatti				1					
	Nephtys hystericis								0/1	
	Nephtys paradoxa	1	1							
	Goniada maculata				0/1	1/1				
	Sige fusigera				1/2					4
	Glycera alba				0/1					
	Glycera lapidum						1/9	0/1	0/2	
	Lumbrineridae indet.	5	9	12	19	12	9	23	23	19
	Phylo sp.						0/1			
	Apistobranchnus tullbergi	1	1		3			8	2	2
	Aricidea sp.				1					
	Levinsenia gracilis				4			10	12	14
	Paraonis sp.	1			3	5	5	7	8	
	Laonice sarsi					1				
	Polydora sp.	60	55	70			2	14	10	4
	Prionospio cirrifera	11	16	9	51	38	31	52	41	16
	Prionospio fallax	7	23	25	15	11	2	129	149	83
	Spiophanes kroeyeri		2		4			2/5	1/3	2/1
	Scolecopsis korsuni	7	6	9	11	2		1		
	Cauleriella killariensis	3	2				1	4	2	
	Aphelochaeta sp				10	3	3	9	9	8
	Chaetozone sp.	11	4	15	6	7	6		3	1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

s2/4 Benthos artsliste fra Ålfjorden	S 16			S 17			Tor 8		
	29.06.2012			29.06.2012			29.06.2012		
	86 m			67 m			108 m		
Dato	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Dyp									
Hugg									
Diplocirrus glaucus	3	3	2/3	1/4	0/2	1/2	12/5	7/2	11/4
Lipobranchus jeffreysii						3/1			
Ophelina cylindricaudata				4	1	3	4	1	
Scalibregma inflatum						0/1		0/1	
Capitella capitata					37				
Dasybranchus caducus									1
Notomastus latericeus					0/1	2/4	0/1		
Heteromastus filiformis	36	11	5					1	2
Mediomastus fragilis					4		1		
Maldanidae indet.	3	1	1	1	4	3	8	9	5
Rhodine loveni								1	
Rhodine sp.						1			
Owenia borealis				0/5	0/3	1			0/1
Galathowenia oculata	3		4	25	15	15	10	10	5
Pectinaria koreni				0/2	0/4	0/1			0/2
Pectiaria auricoma									1
Pectiaria belgica	1	1	1				1		1
Amphitrite cirrata						1			
Mugga wahrbegi								1	1
Melinna albicincta							1		
Amythasides macroglossus		1		11	10	52	77	38	23
Eclysippe vanelli							3/1		1
Sosanopsis wireni				2	0/1	5/5	3/2	1	
Sabellides octocirrata						1/3	2		
Samytha sexcirrata				1		2		1	
Lysippides fragilis						1	1		0/1
Eupolymnia nebulosa						1			
Ampharete falcata								1/1	
Terebellidae indet.						6			
Pista cristata									2
Pista lornensis						3/1			
Thelepus cincinnatus						4/4			
Polycirrus medusa						1/2			
Polycirrus norvegicus						2/7			
Streblosoma baiardi									1
Trichobranchus roseus	1					0/1	0/1	1	
Terebellides stroemi	14/2	6/1	5			1/1	0/4	3/3	0/3
Sabellidae indet.			1		4	37	4	1	3
Euchone spp.				5		9			
Euchone sp.							5	2	1
OLIGOCHAETA indet.			1					2	
SIPUNCULA									
Phascolosoma cf. minutum							1	1	3
Onchnesoma steenstrupi							2		
* CRUSTACEA									
* COPEPODA indet.									
* Calanus finmarchicus	11	13	13	8	23	6	25	24	22
* Bradyidius sp.				1	1	2			

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

s3/4	Benthos artsliste fra Ålfjorden	S 16			S 17			Tor 8		
		29.06.2012			29.06.2012			29.06.2012		
	Dato	86 m			67 m			108 m		
	Dyp									
	Hugg	1	2	3	1	2	3	1	2	3
*	MYSIDACEA indet.					1				
*	Lophogaster typicus								1	
*	Hemilamprops rosea				2		1			
*	Leucon sp.	16	20	15				3	1	1
*	Eudorella emarginata	1								
*	Diastylis cornuta					1	1		1	
*	Diastylodes biplicata				2	1	1		1	
*	Campylaspis costata								1	
*	ISOPODA indet.									
*	Gnathia sp.					1			2	
*	Natanolana borealis						1			
*	AMPHIPODA indet.						2	1	1	
	Eriopisa elongata	5	4	4	6	3	3	4	1	3
*	Hyperiididae indet.					4		2	1	3
*	CAPRELLIDEA indet.						1			
*	EUPHAUSIACEA indet.							4	1	
*	Decapoda juv Indet	0/12	0/13	0/12	0/24	0/14	0/3	0/13	0/11	0/7
	Calocaris macandreae	1		0/1						
*	Paguridae indet.				0/1					
*	PYCNOGONIDA indet.					1		2		
	Caudofoveata indet.				1				3	
	Solenogastres indet.								1	
	Leptochiton alveolus						1			
	Leptochiton asellus						1			
	Euspira montagui						0/1			
	Cylichnina umbilicata				1			18/1	1	1
	Philine scabra					0/1				
	Nucula nucleus						5/1			
	Yoldiella nana							1		
	Yoldiella lenticula					1				
	Yoldiella philippiana				3	4	1		9/1	19/3
	Limatula subauriculata	1/1				0/2		0/3	3/4	2
	Similipecten similis						3		1	
	Myrtea spinifera						2			
	Thyasira flexuosa				1					1
	Thyasira obsoleta									1
	Thyasira sarsii	2		0/1	9/1	6		1	2	5
	Thyasira equalis	6/1	0/2	4/2	3	0/1		7/1	11	10
	Adontorhina similis								1	1
	Axinulus croulinensis	1			2		0/2	6	0/2	7
	Mendicula ferruginosa	1		1	6	0/1	0/1	13/3	18/1	24/7
	Tellimya ferruginosa						1		5	
	Parvicardium minimum		2		1	1	0/1	1	1	1/1
	Abra nitida									1/1
	Kelliella abyssicola							1		
	Tropidomya abbreviata									1
	Antalis entalis						2			
	Pulsellum lofotense									1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

s4/4 Benthos artsliste fra Ålfjorden	S 16			S 17			Tor 8		
Dato	29.06.2012			29.06.2012			29.06.2012		
Dyp	86 m			67 m			108 m		
Hugg	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ECHINODERMATA									
Amphiura chiajei	4	0/1	6/1	8/1	4/2	2/1	10/4	13/9	11/3
Amphiura filiformis	1	0/1		28/3	1/1	2	0/1		
Amphipolis squamata							0/1		
Amphilepis norvegica							1		
Ophiura carnea								1/1	2/1
ECHINOIDEA									
Spatagoidea juv indet					0/6	0/3			
Brissopsis lyrifera								1	
Thyone fusus						3			
Labidoplax buskii						7			
* CHAETOGNATHA indet	1				4				
* POGONOPHORA indet.									
ENTEROPNEUSTA indet.							4	2	
ASCIDIACEA indet.				1		1			
* Pisces indet. Fiske egg	3	4	13	9	1	8	9	5	2
* Pisces indet.	1	1	2						
* VARIA		+					+	+	+

Vedleggstabell 5 De ti mest forekommende bunndyrsartene per stasjon i 2012.

ST 16	Antall individer	%	Kum. %
1 <i>Polydora sp.</i>	185	38,9	38,9
2 <i>Prionospio fallax</i>	55	11,6	50,5
3 <i>Heteromastus filiformis</i>	52	10,9	61,5
4 <i>Prionospio cirrifera</i>	36	7,6	69,1
5 <i>Chaetozone sp.</i>	30	6,3	75,4
6 <i>Terebellides stroemi</i>	28	5,9	81,3
7 <i>Lumbrineridae indet.</i>	26	5,5	86,8
8 <i>Ceratocephale loveni</i>	22	4,6	91,4
9 <i>Scolelepis korsuni</i>	22	4,6	96,0
10 <i>Harmothoe cf. Mariannae</i>	19	4,0	100,0
<i>sum</i>	475		

St 17	Antall individer	%	Kum. %
1 <i>Prionospio cirrifera</i>	120	25,6	25,6
2 <i>Amythasides macroglossus</i>	73	15,6	41,2
3 <i>Galathowenia oculata</i>	55	11,7	52,9
4 <i>Sabellidae indet.</i>	41	8,7	61,6
5 <i>Lumbrineridae indet.</i>	40	8,5	70,1
6 <i>Capitella capitata</i>	37	7,9	78,0
7 <i>Amphiura filiformis</i>	35	7,5	85,5
8 <i>Prionospio fallax</i>	28	6,0	91,5
9 <i>Paramphinome jeffreysii</i>	21	4,5	96,0
10 <i>Chaetozone sp.</i>	19	4,1	100,0
<i>sum</i>	469		

Tor 8	Antall individer	%	Kum. %
1 <i>Prionospio fallax</i>	361	38,2	38,2
2 <i>Amythasides macroglossus</i>	138	14,6	52,8
3 <i>Prionospio cirrifera</i>	109	11,5	64,3
4 <i>Mendicula ferruginosa</i>	66	7,0	71,3
5 <i>Lumbrineridae indet.</i>	65	6,9	78,2
6 <i>Amphiura chiajei</i>	50	5,3	83,5
7 <i>Paramphinome jeffreysii</i>	47	5,0	88,5
8 <i>Diplocirrus glaucus</i>	41	4,3	92,8
9 <i>Levinsenia gracilis</i>	36	3,8	96,6
10 <i>Yoldiella philippiana</i>	32	3,4	100,0
<i>sum</i>	945		

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.

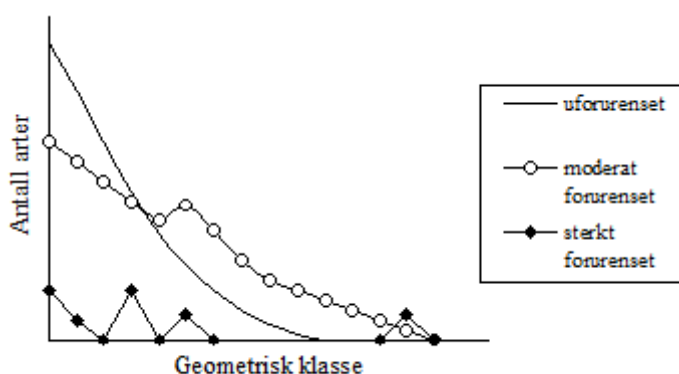
Geometriske klasser

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)

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

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.**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 Direktorsgruppa 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: $p_i = n_i/N$, og 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:

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

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 én (1). 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.

Diversitetsindeksen 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). ISI er en sensitivitetsindeks. Grunnlaget for beregningen er senere utvidet og artsnomenklaturen er standardisert. Den reviderte ISI betegnes ISI_{2012} (NIVA, rapport under utarbeidelse). Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til hvilke arter som er til stede. Den tar ikke hensyn til individantallet av dem. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven.

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

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

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 faunaekspertene. 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 nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2. NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

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

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

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 vann typer. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vann typer.

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

Parametre		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: d_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

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

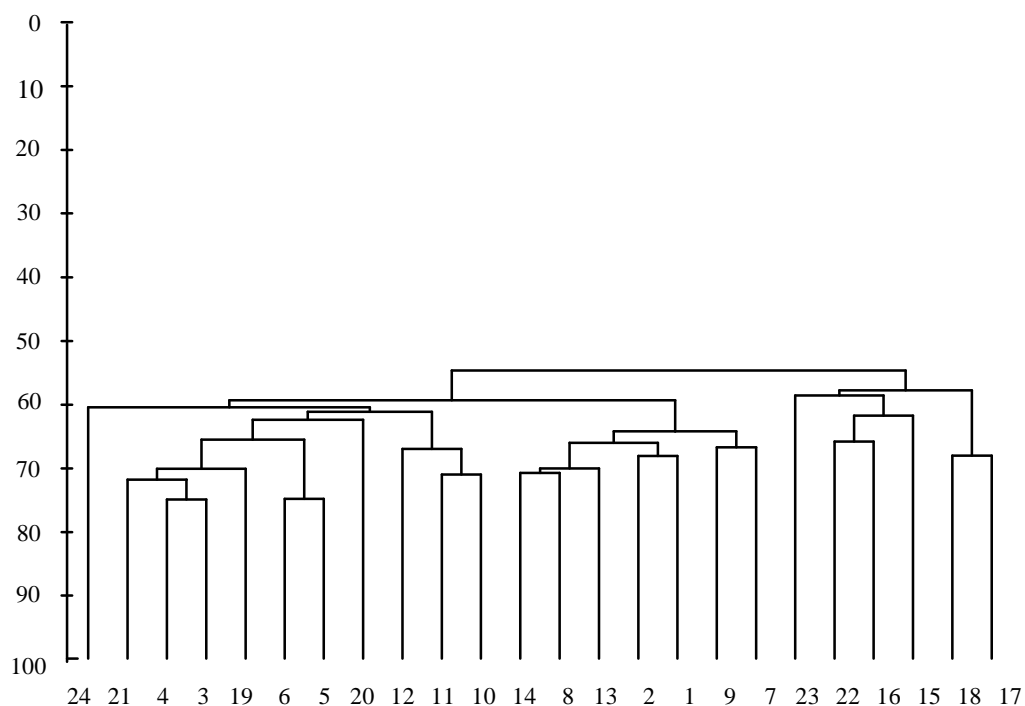
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

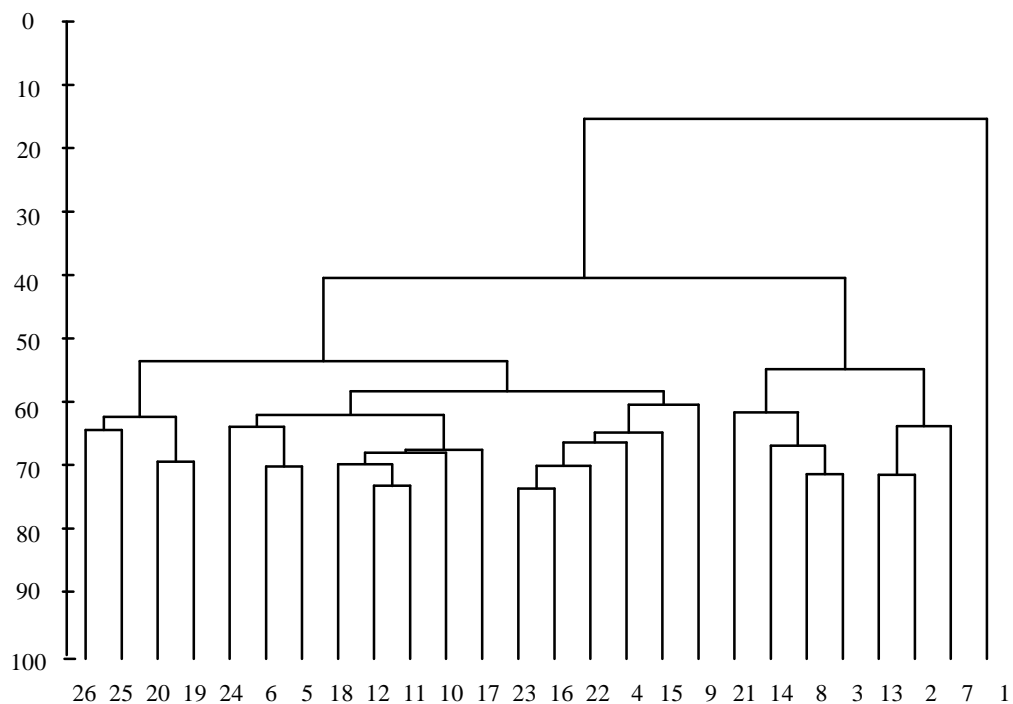
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

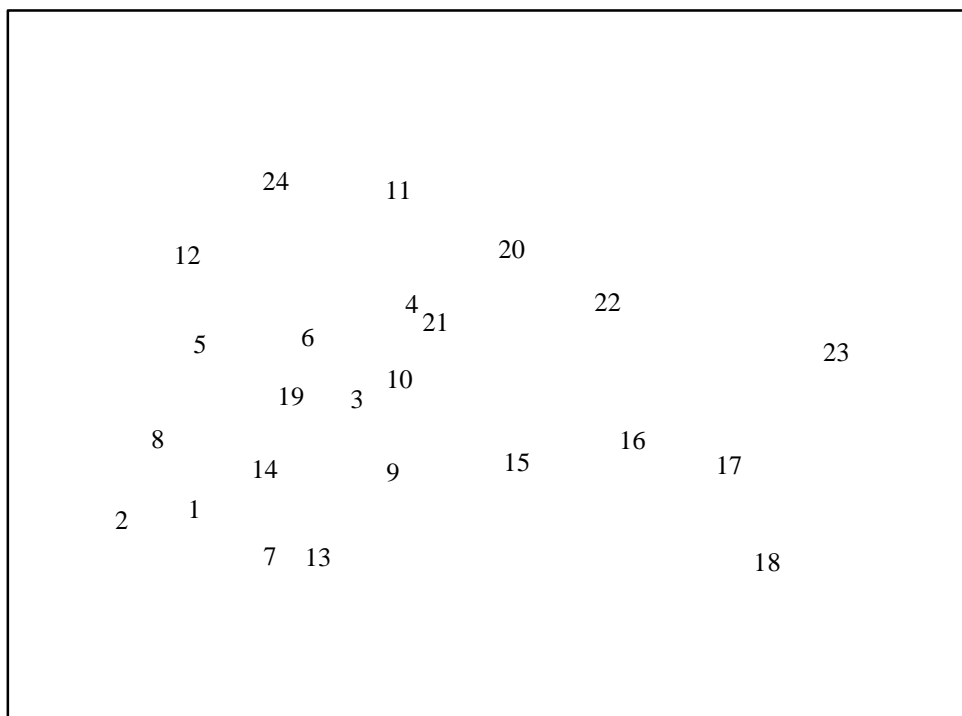


FAUNAFORSKJELL

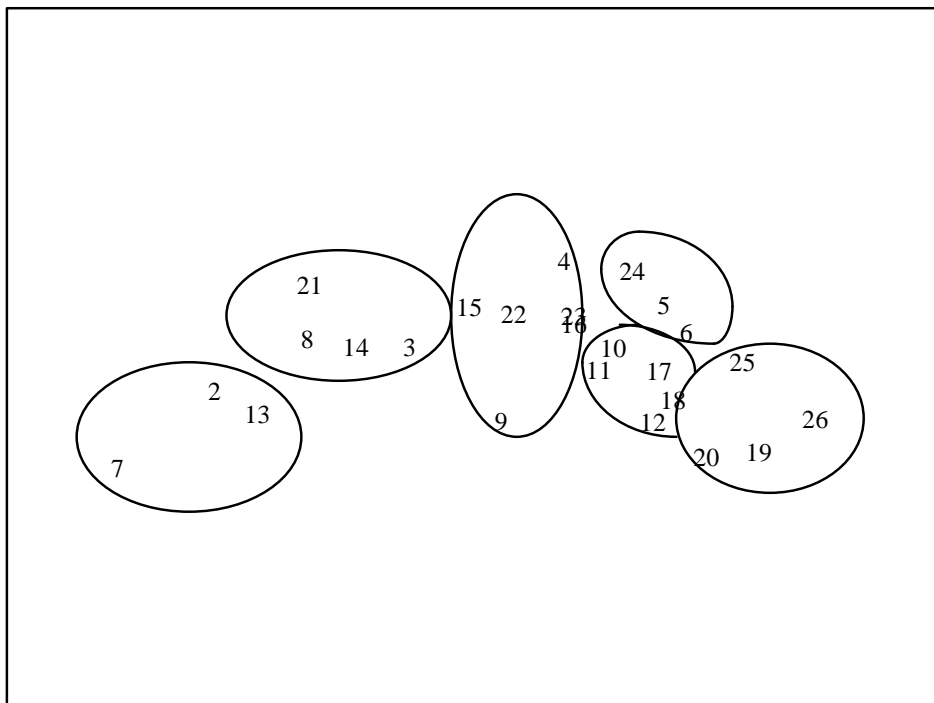


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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*.
- Botnen, H. B., G. Vassenden, et al. (2001). Miljøundersøkelse i Fjonavika, Sveio Kommune. IFM-rapport, Institutt for fiskeri og marinbiologi. 7: 26.
- 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*

MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Uni Research, Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. 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 for biologisk prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test157.

Våre internettsider finnes på internettadressen: <http://www.miljo.uni.no/>

Seksjon for anvendt miljøforskning
Høytteknologisenteret i Bergen
Thormøhlengate 49
N-5006 Bergen

Tlf.: 55 58 44 64
Fax.: 55 58 45 25
Internet: <http://www.miljo.uni.no/>
E-post:
fornavn.etternavn@bio.uib.no
Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

