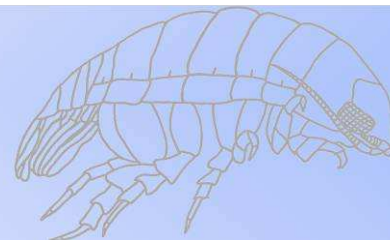


SAM e-Rapport

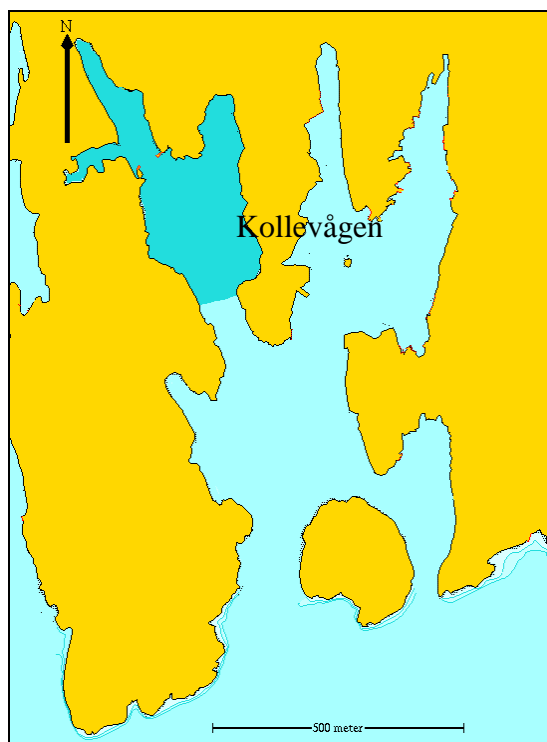
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research, Bergen





e-Rapport nr. 16-2010

Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2010

**Kristin Hatlen
Per-Otto Johansen
Per Johannessen**



	SAM-Marin	 Test 157
Seksjon for anvendt miljøforskning 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: Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2010	Dato: 17.02.2011 Antall sider og bilag: 94
Forfatter(e): K. Hatlen, P.O. Johansen og P. Johannessen	Prosjektleder: E. Heggøy Prosjektnummer: 804019

Oppdragsgiver: Bergen kommune v/ Fritz Hafner	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

<p>Abstract: Kollevågen in Askøy county, western Norway, is a former waste disposal site, and high PCB-concentrations are previously registered in the seabed and organisms. In 2005 the PCB-contaminated seabed was covered with net, gravel and sand to improve the environmental condition. This report presents the results from a marine environmental investigation carried out at Kollevågen four years after the covering. The survey comprises measurement of PCB content in sediment from sediment traps, blue mussel (<i>Mytilus edulis</i>) and fish.</p> <p>Before the covering of the seabed, high PCB concentrations were found in sediment, blue mussel and fish. The concentrations have generally declined since then, with the exception of results from 2010. This year there was an increase in PCB7 in sediments on the bottom and in the sediment traps. However, low concentrations of PCB7 were found in blue mussels. The composition of the bottom fauna indicated bad conditions. On the basis of these results it is not advisable to eat the liver of cod in Kollevågen, while a limited amount of cod fillets can be eaten from the inner parts and it's safe to eat cod fillet from outer parts of Kollevågen.</p>
--

Keywords: Recipient Sediment trap Fish Blue mussel PCB Kollevågen	Emneord: Resipient Sedimentfeller Fisk Blåskjell PCB Kollevågen	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 16-2010
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	17.02.2011	
Prosjektet / undersøkelsen:	17.02.2011	

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 PCB- og bunndyr analyser, samlet av: Erling Heggøy, Jon Hestetun, Per Johannessen, Tor Ensrud og Amir Amin.

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Amir Amin, Natalia Korableva og Ragna Tveiten

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad (under opplæring), Jon Hestetun (under opplæring) og Per Johannessen

Rapportering utført av: Kristin Hatlen (under opplæring) og Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Amir Amin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: M/S Solvik

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse **akkrediteringsnummer** Test 043

Akkreditert: Alle PCB7- og PCB12-kongener, Tørrestoff %, Fettstoff %.

Ikke akkreditert: Våtvækt sedimentmateriale

Andre:

INNHOOLD

1	INNLEDNING	5
2	MATERIALE OG METODER	6
	2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
	2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	8
	2.2.1 Hydrografi	11
	2.2.2 Kornstørrelse og glødetap	11
	2.2.3 Miljøgifter	11
	2.2.4 Bunndyrsundersøkelser	15
	2.2.5 ROV	15
3	RESULTATER OG DISKUSJON	16
	3.1 Hydrografi	16
	3.2 Sediment.....	18
	3.3 Miljøgifter - PCB.....	19
	3.3.1 Bunn sediment.....	19
	3.3.2 Sedimentfeller	22
	3.3.3 Blåskjell.....	25
	3.3.4 Fisk	27
	3.3.5 Kostholdsrådsanalyse – WHO-TEQ	30
	3.4 Bunndyr	34
	3.5 ROV.....	39
4	SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	40
5	TILTAK SOM MÅ GJØRES	45
6	TAKK	45
7	LITTERATUR	46
8	VEDLEGG	47

1 INNLEDNING

Kollelvågen fungerte som avfallsdeponi for Bergen kommune fra 1930 til 1975. Til sammen er det dumpet rundt 450.000 kubikkmeter industri- og husholdningsavfall i området, og den største delen av avfallet (90 %) er deponert på bunnen av vågen. I perioden 1975-1982 ble avfallet tildekket og området tilrettelagt for friluftsområde. Kollevågen-området og Hauglandsosen har blitt undersøkt flere ganger, blant annet i 1984 (Johannessen & Stensvold 1985), 1993 (Botnen & al. 1995), 1994 (Knutzen & al. 1995), 1996 (Myhre 1998), 1997 (Instanes & Solhaug 1997) og i 2004 (Johansen & al. 2004). Flere av undersøkelsene har påvist høye konsentrasjoner av PCB. For å bedre på forholdene i Kollevågen og hindre spredningen av miljøgifter, ble det besluttet å dekke til sjøbunnen i Vestrevågen med duk og grusmasser. Tildekkingsperioden varte fra desember 2004 til mai 2005. Prosessen ble overvåket med prøvetakinger like før og under selve tildekkingen (Vassenden & Johannessen 2005). Undersøkelsen i 2010 er den femte i et overvåkingsprogram som skal gå fram til 2016. De fire første undersøkelsene ble foretatt i 2006 (Vassenden & al. 2006), 2007 (Vassenden & Johansen 2008), 2008 (Vassenden & Johannessen 2009) og 2009 (Vassenden 2009). Hensikten med overvåkingsprogrammet er å beskrive miljøtilstanden i området og å vurdere tiltakets miljømessige virkning over tid.

Miljømål for tiltaket var (hentet fra Lone & Systad 2004):

- Egnethet klasse 2 for bading og rekreasjon i henhold til SFT-veileder 97:03 ”Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann”
- Kollevågen skal ikke ha en negativ effekt på miljøtilstanden i nærliggende sjøområder og Byfjorden. Miljøtilstanden i organismer skal på sikt bli like god som i Hauglandsosen.
- Tidevannets påvirkning på avfallsfyllingene skal reduseres slik at potensialet for utvasking av miljøgifter reduseres. Spredning av eventuell partikkelbundet forurensning skal stanses.

Undersøkelsen i 2010 bestod av følgende deler:

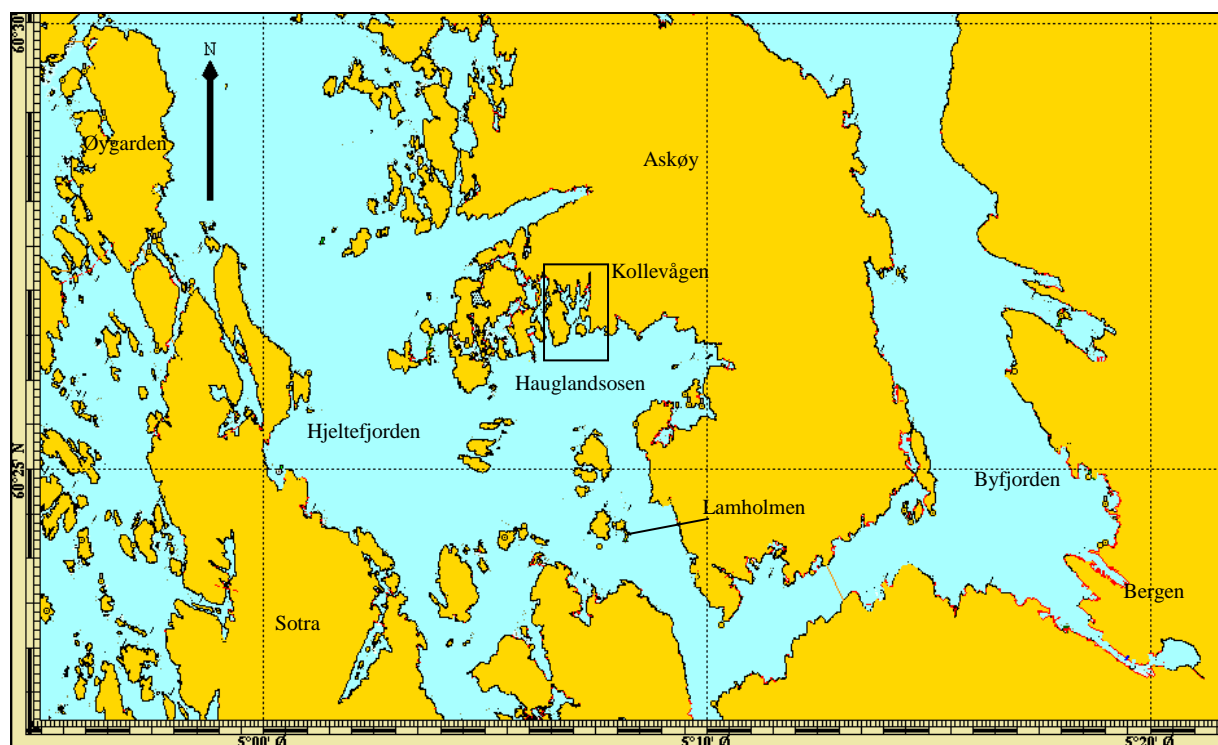
- **Hydrografiundersøkelse** (salinitet og temperatur, samt oksygen)
- **Sedimentkarakterisering** (kornfordeling og organisk innhold)
- **Miljøgifter** (polyklorerte bifenyl (PCB) i sediment, sedimentfeller, blåskjell og fisk)
- **Bunndyrsundersøkelse**
- **Kontroll av stabilitet i tilførte tildekkingsmasser vha video-filming med ROV**

Undersøkelsen er utført på oppdrag fra Bergen kommune. Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin), som har utført undersøkelsen, er akkreditert for prøvetaking, taksonomisk analyse av bunnfauna og faglige vurderinger og fortolkninger av Norsk akkreditering under akkrediteringsnr Test 157.

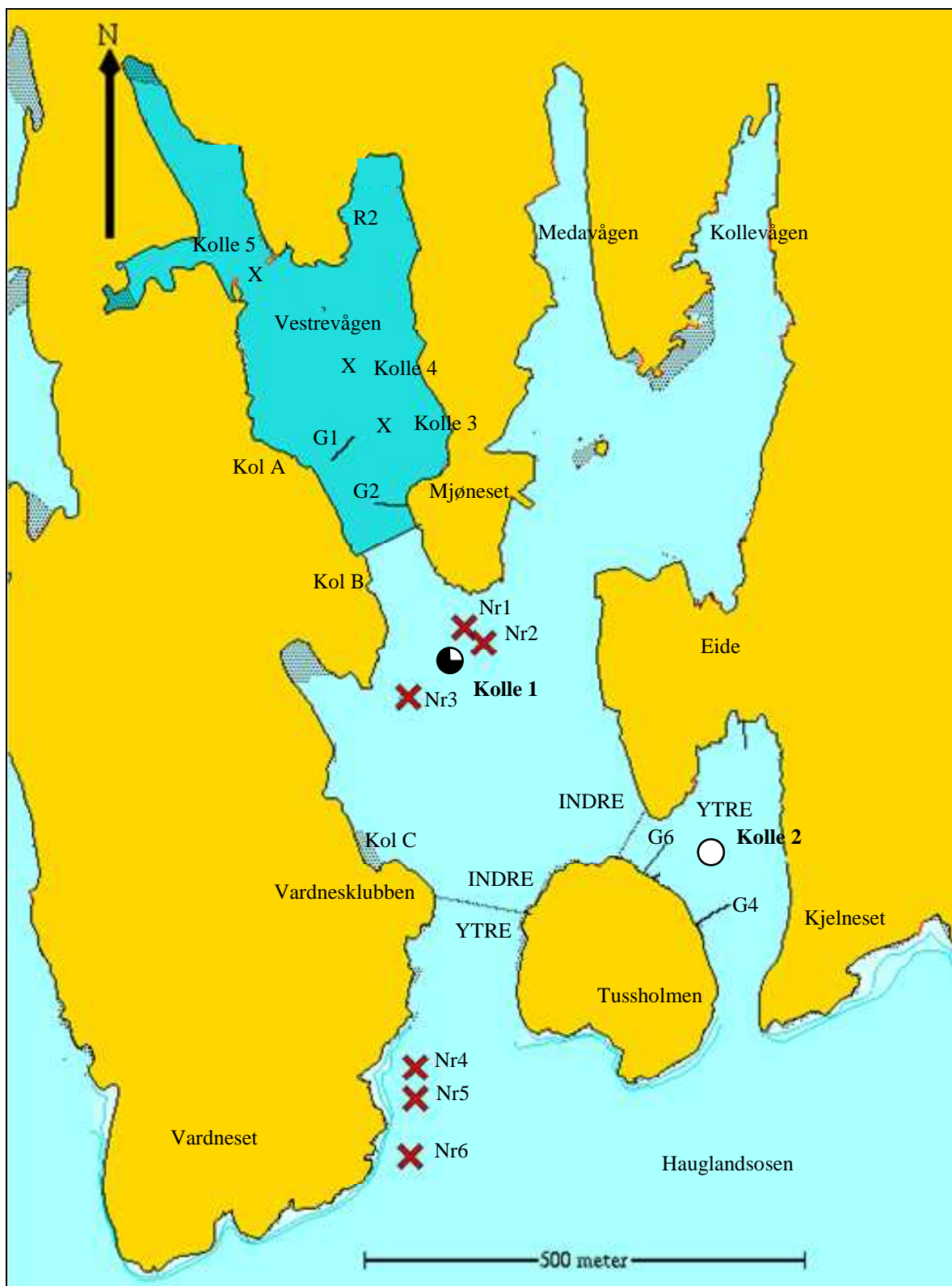
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Kollelvågen ligger nord i Hauglandsosen på vestsiden av Askøy (Figur 2.1). I rapporten omfatter Kollevågen-området innenfor snittet mellom Kjerneset, Tussholmen og Vardnesklubben, og består av de tre vågene Kollevågen, Medavågen og Vestrevågen (Figur 2.2). Hauglandsosen har en maksimal dybde på litt over 200 m, og god vannutveksling vestover mot Hjeltefjorden. Terskler hindrer fri vannutveksling mellom Hauglandsosen og bunnvannet i bassengene i Kollevåg-området. Vest for Tussholmen er terskeldypet 12 m, og nord for Tussholmen er terskeldypet 3 m. Ved Mjøneset inn til Vestrevågen er terskeldypet 12 m.



Figur 2.1. Oversiktskart over den sørlige delen av Askøy.



Figur 2.2. Skisse over innsamlingsområdet med stasjonene inntegnet. Det tildekkede området er markert med mørkere farge, og rapportens definisjon på indre og ytre område er skissert. Plassering av garn og ruser er vist i kartet, der G = garnstasjoner, R = rusestasjoner, blåskjell hentet fra Kol A –Kol C, sedimentfelle-stasjoner er nummerert fra Nr 1-Nr 6 og kryss, mens bunndstasjonene er gitt stasjonsnavn Kolle 1-5. Etter en helhetlig vurdering av resultatene i undersøkelsen er bunndstasjonene Kolle 1 og 2 markert med symboler hvor: ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlig miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Til innsamling av sedimentprøvene og til ROV undersøkelsen ble M/S *Solvik* benyttet. F/F *Aurelia* ble brukt til utsetting av sedimentfeller og til fiske. Oversikt over dato for de ulike prøveinnsamlingene er vist i Tabell 2.1. Bunnprøveinnsamlingene ble utført 24-25. mars 2010. Opplysninger om innsamlingsstedenes posisjon og dyp er vist i Tabell 2.2 sammen med prøveantall fra stasjonene og en beskrivelse av bunnprøvene. Posisjonene ble tatt ut fra differensiell GPS (satellittnavigator) med gradnett WGS-84. Posisjoner til sedimentfellene og blåskjellstasjoner er oppført i Vedleggstabell 1.

Kortfattet beskrivelse av metodene står i denne rapporten, mer utfyllende metodedel står i Vassenden & Johannessen 2005.

Tabell 2.1. Oversikt over prøveinnsamlingene i 2004 (før tildekking), i 2005 (i anleggsperioden) og i 2006-2010 (etter tildekking). Prøvetaking i 2010 med fet skrift.

Aktivitet	Tidsrom
Anleggsarbeid - tildekking av kote -15 m til -3 m - tildekking av kote -3 m til 0 m - tildekking bunnseksjon	Desember 2004 – mai 2005 - januar – februar 2005 - februar – mars 2005 - april – mai 2005
Innsamling av blåskjell	19. mars 2004 10. mars 2005 27. februar 2006 13. mars 2007 25. februar 2008 26. februar 2009 25.mars 2010
Sedimentfeller	14. september – 11. oktober 2004 14. februar – 10. mars 2005 26. april – 24. mai 2005 19. september – 17. oktober 2006 19. september – 17. oktober 2007 10. september – 08. oktober 2008 17. september – 19. oktober 2009 23. september – 21.oktober 2010
Fiske	15. september – 12. oktober 2004 10. – 11. mars 2005 19. september- 4. oktober 2006 19. september – 17. oktober 2007 09. september – 08. oktober 2008 17. september – 19. oktober 2009 23. september – 21.oktober 2010
Vannprøver	12. oktober 2004 10. mars 2005 28. februar 2006 17. oktober 2007 25. februar 2008 08. oktober 2008 24.mars 2010
Bunnprøver (biologi og kjemi)	11. – 12. oktober 2004 10. mars 2005 27. – 28. februar 2006 25. februar 2008 24.mars 2010
ROV	27. februar 2006 25. februar 2008 25. mars 2010

Tabell 2.2. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i februar 2010. Posisjonering ved hjelp av DGPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb, bortsett på Kolle 3-5 hvor ble det brukt håndgrabb på 0,027 m². Full 0,1 m² grabb inneholder 17 liter sediment, håndgrabb ca. 3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Kolle 1 24.03.10	Kollevåg 60° 26,756'N 05° 06,967'Ø	30	1		Svart sediment med tynt brunt lag øverst og sterk H ₂ S-lukt. Mye plast. Hugg 1-3 prøve til analyse av PCB. Prøve til partikkelanalyse tatt ut fra 1. hugg. Hugg 4-8 til biologi.
			2		
			3		
			4		
			5		
			6		
			7		
			8		
St. Kolle 2 24.03.10	Kollevåg 60° 26,640'N 05° 07,273'Ø	13	1		Fint grått sediment med skjellsand og grus. Hugg 1-3 prøve til analyse av PCB. Prøve til partikkelanalyse tatt ut fra 1. hugg. Hugg 4-8 til biologi.
			2		
			3		
			4		
			5		
			6		
			7		
			8		
St. Kolle 3 25.03.10	Kollevåg 60° 26,899'N 05° 06,878'Ø	20	1	¼ full	Håndgrabb. Hugg 1-3 til analyse av PCB. Finkornet sand med brunt lag øverst.
			2		
			3		
St. Kolle 4 25.03.10	Kollevåg 60° 26,932'N 05° 06,845'Ø	16	1	½ full	Håndgrabb. Hugg 1-3 til analyse av PCB. Finkornet sand med brunt lag på toppen.
			2		
			3		
St. Kolle 5 25.03.10	Kollevåg 60° 26,991'N 05° 06,745'Ø	9	1	¼ full	Håndgrabb. Hugg 1-3 til analyse av PCB. Sand og grus.
			2		
			3		

2.2.1 Hydrografi

Temperatur, oksygeninnhold og saltholdighet ble målt på Kolle 1 og Kolle 3. Måling av temperatur, saltholdighet, tetthet (σ_t) og oksygen i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. For å hente ut og analysere dataene ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

2.2.2 Kornstørrelse og glødetap

Fra hver av bunndyrsstasjonene ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold (glødetap). Det ble tatt prøve av de øverste 5 cm av sedimentet, og sedimentprøven ble merket og frosset fram til analyse. 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 av prøven mellom tørking og brenning (etter Norsk Standard 4764:1980).

2.2.3 Miljøgifter

Denne undersøkelsen inkluderer analyse av:

PCB₇ (enkeltforbindelsene nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i:

- bunnsediment
- sediment fra sedimentfeller
- blåskjell
- fisk (fiskefilet og fiskelever)

PCB₁₂ (dioksinlignende) (nr. 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169 og 189) i:

- Torskefilet og torskelever

Analysene ble gjort av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS under akkrediteringsnummer Test 043.

Bunnsediment

Det ble tatt bunnsedimentprøver til analyse av PCB₇ på Kolle 1-5 under bunndyrstoktet i mars 2010. Det ble brukt en 0,1 m² van-Veen grabb ved Kolle 1 og Kolle 2, mens det ble benyttet en 0,027 m² van-Veen grabb ved Kolle 3-5. Gjennom to inspeksjonsluker på toppen av grabbene ble prøver fra den øverste 1 cm av sedimentet tatt ut. Etter innpakking i Rilsan miljøposer og merking, ble prøvene oppbevart nedfrosset. Først når opparbeidingen tok til i laboratoriet ble prøvene tint.

Sedimentfeller

Sedimentfeller ble satt ut rett utenfor Vestrevågen (Nr 1-3) og i munningen til Hauglandsosen mellom Tussholmen og Vardneset (Nr 4-6) (Figur 2.2 og Vedleggstabell 1). Fellene stod ute i perioden 23. september – 21. oktober 2010. Tidligere sedimentfelle-forsøk vært gjort før tildekkingen av sjøbunnen tok til (14/9-11/10 2004), da tildekkingen skjedde ved kote -3 m til 0 m (14/2-10/3 2005) og da de dypeste delene av vågen ble tildekket (26/4-24/5 2005). I tillegg stod fellene ute i perioden 19. september – 17. oktober 2006, 19. september – 17. oktober 2007 og 10. september – 08. oktober 2008. Hver enkelt sedimentfelle var et plastrør med en tett plate i bunnen, og på hver lokalitet ble det satt ut tre kasser med syv feller i hver. Samlet areal i hver kasse var ca. 580 cm². Fellene var ca. 50 cm høye.

Da fellene ble tatt opp, ble det meste av vannet fjernet og en blanding av sediment og vann ble overført til plastkanner og sendt til analyselaboratoriet. I laboratoriet ble sedimentet skilt fra vannfasen ved hjelp av skilletrakter og hevert. Sedimentet ble overført til flasker som deretter ble sentrifugert. Den siste rest av vannfase ble tatt av med pipette. Mengde prøve ble deretter veid, og analysert for innhold av PCB.

Blåskjell

Blåskjell, ca. 4-6 cm store, ble samlet inn 25. mars 2010 fra tre posisjoner (Kol A, B og C) ved Kollevågen (Figur 2.2 og Vedleggstabell 1). Skjellene ble pakket i Rilsan miljøposer, merket og frosset inntil analyse. Det ble tatt blåskjell til tre parallell-analyser på hver lokalitet til analyse av PCB. Blåskjellene som ble plukket på Kol B og C ble tatt fra blåskjell-bur som ble montert i oktober 2007, pga at det er blitt vanskelig å finne lokale skjell på disse

stasjonene. Blåskjellene i burene ble hentet fra Lamholmen (Figur 2.1) i oktober 2009, og har dermed stått i sjøen ved Kollevågen i ca 5 måneder.

Fisk

Det ble forsøkt samlet inn torsk og skrubbe fra inne i Vestrevågen og i referanseområdet nordøst for Tussholmen i perioden 23. september til 21. oktober 2010 og ål fra 23. til 24. september 2010. Det ble fanget fisk i torskeruser (indre: R2) og i trollgarn (indre: G1 og G2, ytre: G4 og G6) (Figur 2.2). Fangsten ble frosset inntil en liten filèt-prøve og lever-prøve ble tatt ut til analyse. Det ble tatt blandprøver av opp til 5 fisk i hver lokalitet, avhengig av fangsten (Vedleggstabell 5). Prøvene ble pakket i Rilsan miljøposer, frosset og sendt til analyse av PCB forbindelser.

KLIF`s klassifisering av miljøtilstand

Resultatene fra undersøkelsen er vurdert opp mot KLIF`s tilstandsklasser gitt i Molvær & al. 1997 for biota, vann og bunndyr. Innhold av PCB i sediment er vurdert opp mot Bakke & al. 2007. Sistnevnte er en revisjon av Molvær & al. 1997, med nye grenseverdier og der de fem tilstandsklassene gjenspeiler reelle forskjeller i risiko for skade på levende organismer.

Tabell 2.3. Grenseverdier og inndeling i tilstandsklasser etter miljøgifter i sediment. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997) og Bakke et al. 2007.

		Tilstandsklasse					
Parameter	Måleenhet	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Bløtbunnsfauna	Hurlberts indeks	Esn=100	>26	26-18	18-11	11-6	<6
Bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	(H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1
Parameter	Måleenhet	I Ubetydelig Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset	
Blåskjell	∑PCB ₇	µg/kg	<4	4-15	15-40	40-100	>100
		µg/kg			4000-		
Torsk lever	∑PCB ₇		<500	500-1500	1500-4000	10000	>10000
Torsk lever	TE _{PCDF/D}	ng/kg	<15	15-40	40-100	100-300	>300
Torsk filèt	∑PCB ₇	µg/kg	<5	5-20	20-50	50-150	>150
Torsk filèt	TE _{PCDF/D}	ng/kg	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-2	>2
Skрубbe filèt	∑PCB ₇	µg/kg	<5	5-20	20-50	50-150	>150
Parameter	Måleenhet	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Sediment	∑PCB ₇	µg/kg	<5	5-17	17-190	190-1900	>1900

2.2.4 Bunndyrsundersøkelser

Fra Kolle 1 og Kolle 2 ble det tatt 5 prøver til bunndyrsanalyse. Prøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. 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, ble sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm dyp i sandig sediment og 10 cm i finkornet sediment, dvs. grabben bør inneholde minst 3 eller 8 liter sediment. Sedimentet ble 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 ble konservert i 4 % formalin og nøytralisert med borax.

I laboratoriet ble prøvene skylt 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 volum i de enkelte hugg er gitt i Tabell 2.2. Bunndyrsmaterialet oppbevares i minst 5 år i container ved SAM-Marins lokaler. Komplet artsliste er presentert i Vedleggstabell 8. Artslisten omfatter hele artsmaterialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. I materialet fra 2010 gjelder dette: pølseormer (Priapulida og Sipuncula), børstemark (Polychaeta og Oligochaeta), bløtdyr (Mollusca), pigghuder (Echinodermata), krepsdyr (Crustacea) og sekkedyr (Ascidiacea).

For å avgjøre status til faunaen i undersøkelsesområdet ble antall arter og individer i prøvene talt. Diversitet (H'), jevnhet (J) og H'_{\max} ble beregnet ved hjelp av univariate analysemetoder. For å sammenligne faunaen på stasjonene, ble det utført clusteranalyse (multivariat analyse). Se vedleggsdelen for nærmere beskrivelse av metodene. Resultatene er vurdert opp mot KLIF's klassifisering av bunnfauna (Molvær & al. 1997). Klassifiseringen har V klasser, der tilstandsklasse I er beste klasse.

2.2.5 ROV

Seks ulike transekt på sjøbunnen i Vestrevågen ble undersøkt og filmet med ROV (kartskisse vist i Vedleggsfigur 1). Film er overlevert Bergen Kommune, kopi er arkivert hos SAM.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Hydrografiundersøkelser ved Kolle 1 og Kolle 3 ble gjennomført 25. mars 2010. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og 3.2 og Figur 3.1 og 3.2.

På Kolle 1 i mars 2010 var temperaturen i overflaten på 6,0°C ved overflaten og steg til 6,5°C nær bunnen. Saltholdigheten varierte fra 27,6 psu til 33,3 psu og indikerer et brakkvannslag i overflaten, trolig pga snø- og issmelting og/eller nedbør. Oksygenverdiene er nokså lave og kan tyde på en feilkilde i utstyret brukt. Med tanke på temperaturene dette året, samt resultater fra andre lignende områder, kan vi med sikkerhet si at det har vært en utskifting av bunnvannet og dermed også gode oksygenverdier i hele vannsøylen.

På Kolle 3 var overflatetemperaturen 6,1°C ved overflaten og 6,2°C ved bunnen.

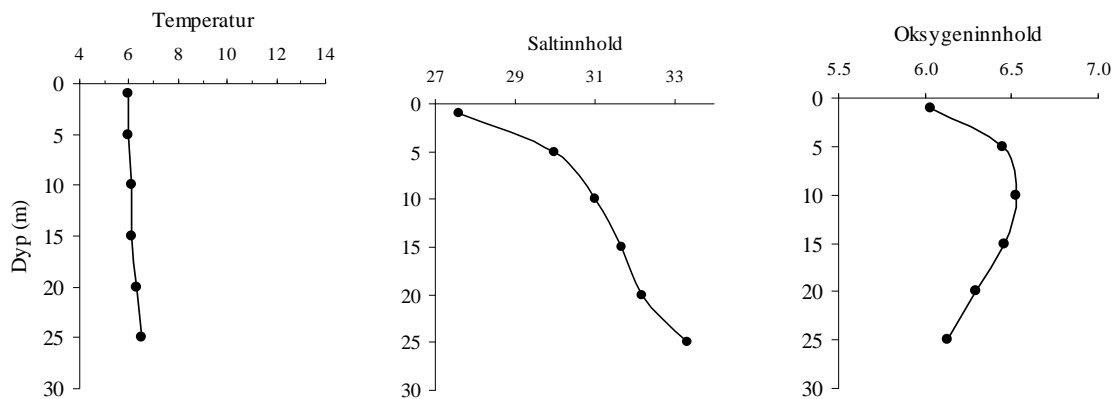
Saltholdigheten lå på 30,4 ved bunnen, droppet til 30,0 og økte igjen til 30,8 nær bunnen.

Dette tyder på et innslag av brakkvann også her, men ikke like tydelig som ved Kolle 1 og mer jevnt gjennom hele vannsøylen.

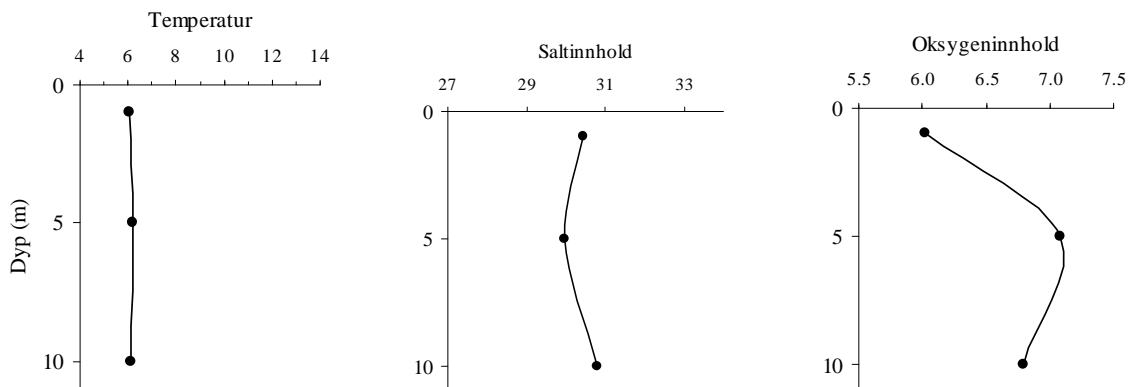
Tabell 3.1 Hydrografidata fra Kolle 1 og Kolle 3 i mars 2010. Oksygenkonsentrasjonen i ml/l er beregnet fra mg/l vha en omregningskoeffisient på 1.42.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Temp. (°C)	Salth. (psu)	Tetthet (s)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)	Oksygen metning (%)	Fluorescens (F)
Kolle 1 25.03.2010	1	5,99	27,58	21,70	8,56	6,03	80,30	0,80
	5	5,96	29,99	23,63	9,15	6,44	87,16	0,53
	10	6,10	31,00	24,43	9,26	6,52	89,14	0,37
	15	6,12	31,68	24,99	9,17	6,46	88,63	0,24
	20	6,32	32,19	25,39	8,93	6,29	87,06	0,16
	25	6,49	33,33	26,29	8,70	6,13	85,77	0,14
Kolle 3 25.03.2010	1	6,05	30,44	23,95	8,56	6,03	84,44	0,80
	5	6,18	29,95	23,57	10,06	7,08	99,24	0,41
	10	6,16	30,79	24,26	9,65	6,80	95,69	0,37

SAM-Marin



Figur 3.1. Temperatur (C°), Saltinnhold (psu) og oksygeninnhold (ml/l) på stasjon Kolle 1 i mars 2010.



Figur 3.2. Temperatur (C°), Saltinnhold (psu) og oksygeninnhold (ml/l) på stasjon Kolle 3 i mars 2010.

Tabell 3.2 Hydrografidata fra Kolle 1 i mars 2010, samt ved tidligere undersøkelser. Oksygenkonsentrasjonen i ml/l er beregnet fra mg/l vha en omregningskoeffisient på 1.42.

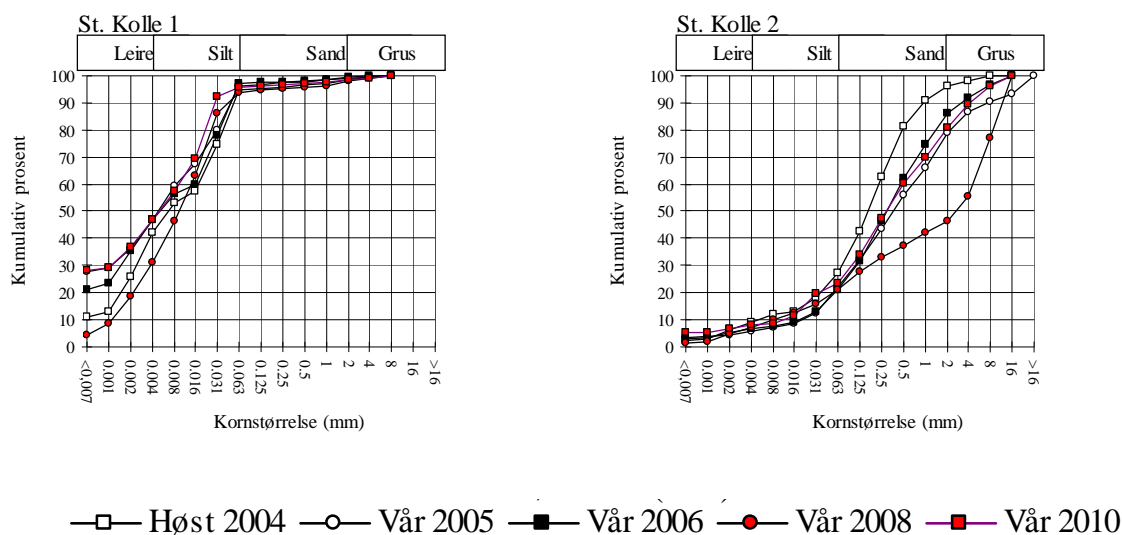
Stasjon	Dato	Dyp (m)	Salinitet (psu)	Oksygen (ml/l)	Oksygen metning (%)	Temperatur (C°)
Overflatevann						
Kolle 1-2004	12.10.2004	0	23,85	6,94	100,87	9,38
Kolle 1-2005	10.03.2005	0	32,10	7,93	107,40	4,10
Kolle 1-2006	28.02.2006	0	32,53	7,01	96,54	4,68
Kolle 1-2007	17.10.2007	0	29,87	6,82	102,17	8,98
Kolle 1-2008	25.02.2008	0	30,20	7,16	100,29	6,01
Kolle 1-2010	25.03.2010	0	23,94	5,18	67,23	5,89
Bunnvann						
Kolle 1-2004	12.10.2004	29	33,79	0,44	6,77	9,53
Kolle 1-2005	10.03.2005	29	33,66	5,50	81,58	7,46
Kolle 1-2006	28.02.2006	29	33,35	6,18	89,34	6,47
Kolle 1-2007	17.10.2007	29	32,74	3,73	58,30	10,06
Kolle 1-2008	25.02.2008	29	32,34	6,80	98,05	6,63
Kolle 1-2010	25.03.2010	29	33,34	6,12	85,71	6,52

3.2 Sediment

Sedimentprøver til analyse av kornstørrelse og glødetap ble tatt fra Kolle 1 og Kolle 2 i februar 2010, og resultatene er presentert i Tabell 3.3 og Figur 3.3.

Tabell 3.3. Dyp (m), organisk innhold (%) og kornfordeling i bunnsedimentet på stasjonene i Kollevågen i 2004, 2005, 2006, 2008 og 2010.

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire	Silt	Leire+Silt	Sand	Grus
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Kolle 1-2004	11/10-2004	30	31,82	42	52	95	4	1
Kolle 1-2005	10/03-2005	30	25,34	47	49	96	3	1
Kolle 1-2006	28/02-2006	30	29,65	47	50	97	3	1
Kolle 1-2008	25/02-2008	30	21,75	31	63	94	4	2
Kolle 1-2010	24/03-2010	30	28,77	47	49	96	3	2
Kolle 2-2004	12/10-2004	13,5	5,22	9	18	27	69	4
Kolle 2-2005	10/03-2005	13,5	6,25	6	16	22	57	21
Kolle 2-2006	28/02-2006	13,5	5,74	7	15	21	65	14
Kolle 2-2008	25/02-2008	13,5	7,99	7	14	21	25	53
Kolle 2-2010	24/03-2010	13	5,94	8	16	23	57	19



Figur 3.3. Kornfordelingen i bunnsedimentet på stasjonene i Kollevågen fra 2004-2010.

Stasjon Kolle 1 ligger på 30 m dyp i indre område. Sedimentet var svart med et tynt brunt lag på toppen og inneholdt mye plast. I tillegg luktet det sterkt av H_2S . Andelen finfraksjon (leire + silt) utgjorde 96 %. Tidligere er det målt 94-97 % på stasjonen (Tabell 3.2). Glødetapet var

høyt i 2010 (28,8 %), som det også har vært ved samtlige tidligere målinger (fra 21,8 % til 31,8 %).

På Kolle 2, som ligger på 13 m dyp i ytre område, var sedimentet grått. I 2010 inneholdt sedimentet her mest sand (57 %), men også mye leire/silt (23 %) og grus (19 %). Dette ligner på resultatene fra tidligere år, bortsett fra i 2008 hvor det ble funnet mye grus (53 %), noe som kan tyde på variasjoner over små områder. Glødetapet på 5,9 % i 2010, ligger i det lavere sjiktet av målingene som er gjort foregående år (5,2 % - 8,0 %).

3.3 Miljøgifter - PCB

Det ble tatt prøver av sediment fra sjøbunnen, sediment fra sedimentfeller, blåskjell og fra fisk (filet og lever) til analyse av polyklorerte bifenyler (PCB). Prøvene ble klassifisert etter KLIF's tilstandsklasser for summen av de syv PCB-kongenerene nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 (Molvær & al. 1997 og Bakke & al. 2007). Tilstandsklassene er inndelt etter en femdelte skala som gitt i Tabell 2.3.

3.3.1 Bunn sediment

Fra hver av bunnstasjonene ble det tatt tre parallelle bunnprøver til analyse av polyklorerte bifenyler (PCB). Resultatene er vist i Tabell 3.4, Figur 3.4 og i Vedleggstabell 2.

På Kolle 1 har nivået av PCB₇ gått gradvis nedover de foregående årene, mens årets konsentrasjoner har økt til $121 \pm 34,8$ g/kg. Dette tilsvarer KLIF's tilstandsklasse III, dvs moderat. Verdiene målt i 2008 var gjennomsnittlig 25 ± 8 µg/kg. Grunnen til årets økning er vanskelig å si sikkert, men det kan tyde på at det fortsatt finnes flekkvis forurensing i området.

Konsentrasjonen ved Kolle 2 var $20 \pm 26,8$ µg/kg PCB₇, noe som tilsvarer tilstandsklasse III, moderat forurenset. Disse resultatene tyder på en økning siden 2008, men gjennomsnittet her er sterkt påvirket av en høy måling, prøve nr 3. Uten denne målingen er gjennomsnittet $4,6 \pm 0,5$ µg/kg PCB₇ (tilstandsklasse I, bakgrunnsverdi). Resultatet kan tyde på en flekkvis distribusjon av PCB i sedimentet, men ettersom det ble ikke gjennomført en re-analyse av sedimentet i prøve 3, er det usikkert om verdiene her er troverdige.

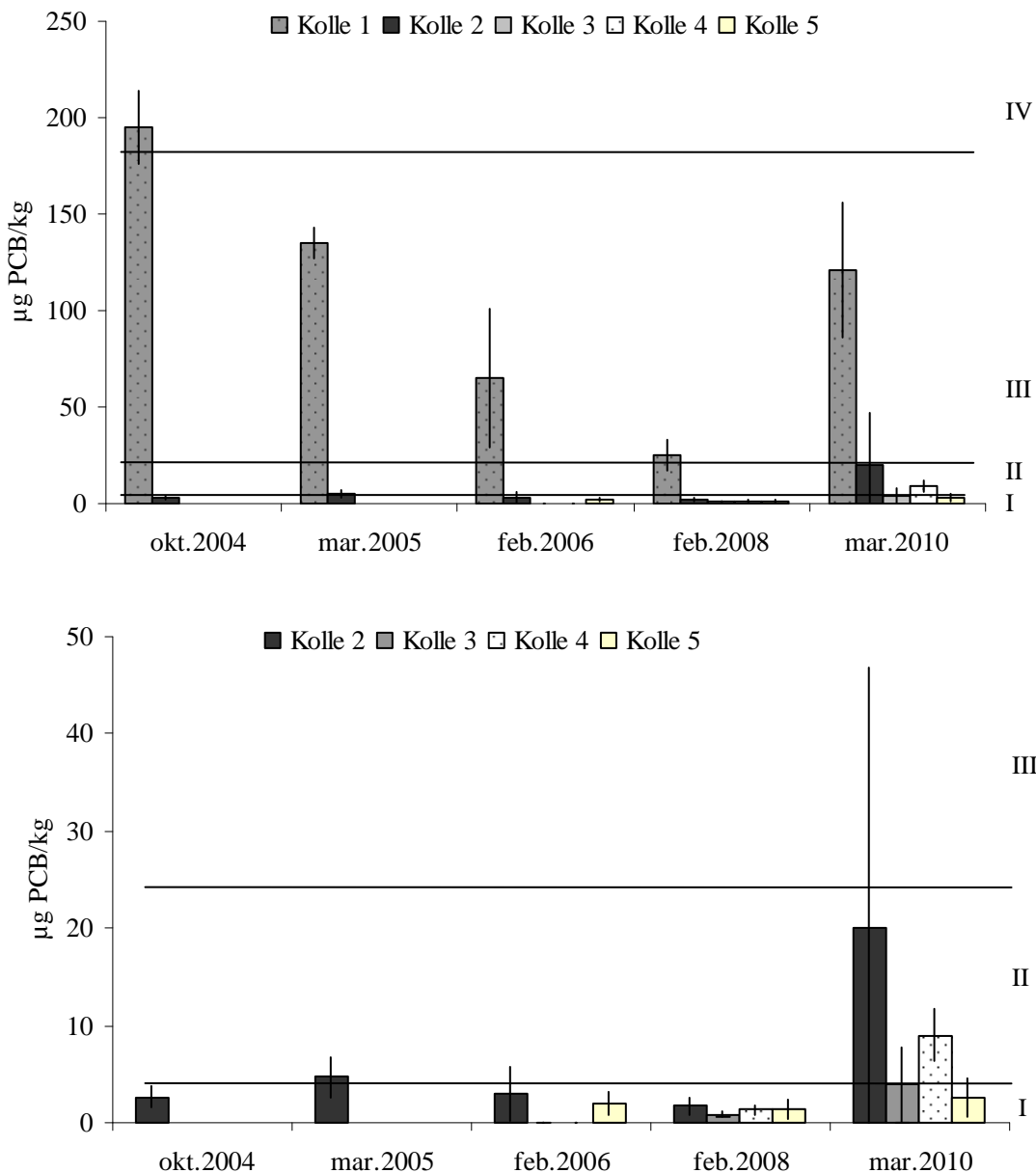
Ved samtlige av de tre stasjonene på den ”nye” bunnen, var nivåene noe høyere ved årets prøvetaking, sammenlignet med 2008. Dette gjelder spesielt enkelte av prøvene og fører til noe variasjon og dermed høye standardavvik. Likevel er nivåene lave og alle tre får tilstandsklasse (TK) I-II (bakgrunnsverdi – god). Kolle 3 har i 2010 en gjennomsnittlig PCB₇-verdi på $3,9 \pm 3,8$ µg/kg (TK I, bakgrunnsverdi), Kolle 4 ligger på $9,0 \pm 2,7$ µg/kg (TK II, god) og Kolle 5 har $2,55 \pm 2,0$ µg/kg (TK I, bakgrunnsverdi).

Tabell 3.4. Innhold av PCB₇ (µg/kg TS) i bunnsediment fra Kollevågen fra 2004 til 2010. KLIF’s tilstandsklasse (TK) for bunnsediment er oppgitt. Resultatene fra de enkelte PCB-forbindelsene samt tørrstoffprosent (TS) er oppgitt i Vedleggstabell 2 .

Stasjon	Prøve nr.	11.10.2004	TK	10.03.2005	TK	28.02.2006	TK	25.02.2008	TK	24/25.03.2010	TK
Kolle 1	1	217		139		106		21,8		110,0	
Kolle 1	2	188		140		42		19,7		93,0	
Kolle 1	3	181		126		47		33,8		160,0	
	Snitt ± sd	195 ± 19	IV	135 ± 8	III	65 ± 36	III	25 ± 8	III	121 ± 34,8	III
Kolle 2	1	2		7		1		2,4		4,9	
Kolle 2	2	4		5		5		2,0		4,2	
Kolle 2	3	2		3		4		0,6		(51,0)**	
	Snitt ± sd	3 ± 1	I	5 ± 2	I-II	3 ± 2	I	1,7 ± 0,9	I	4,55 ± 0,5	I
Kolle 3	1					<4		0,6		0,57	
Kolle 3	2					<4		<2		8,1	
Kolle 3	3					<4		<2		3,0	
	Snitt ± sd					<4	I	*0,9 ± 0,2	I	3,9 ± 3,8	I
Kolle 4	1					<4		<2		12,0	
Kolle 4	2					<4		<2		6,7	
Kolle 4	3					<4		1,8		8,2	
	Snitt ± sd					<4	I	*1,3 ± 0,5	I	9,0 ± 2,7	II
Kolle 5	1					<4		0,6		<3,5	
Kolle 5	2					2		2,0		2,0	
Kolle 5	3					5		** (415)		5,4	
	Snitt ± sd					*3 ± 2	I	1,3 ± 1,0	I	*2,55 ± 2,0	I

* Halve deteksjonsgrensen benyttet ved utregning av gjennomsnitt og standardavvik.

** På grunn av usikkerhet rundt denne høye verdien, er den utelatt fra gjennomsnittsberegningene.



Figur 3.4. Innhold av PCB (µg/kg TS) i bunnsediment fra Kollevågen i 2004-2010. På grunn av de høye verdiene på Kolle 1, er nederste figur uten Kolle 1. KLIF's tilstandsklasse for bunnsediment er oppgitt.

3.3.2 Sedimentfeller

Sedimentfeller ble satt ut i sjøen for å fange opp partikler som transporteres med vannstrømmen. Resultatene fra analysene av polyklorerte bifenyler (PCB) på disse partiklene er vist i Tabell 3.5, Figur 3.5 og i Vedleggstabell 3.

Prøvestørrelsene varierte fra 11 g tørrstoff i sedimentfelle 2 til 19 g i sedimentfelle 6.

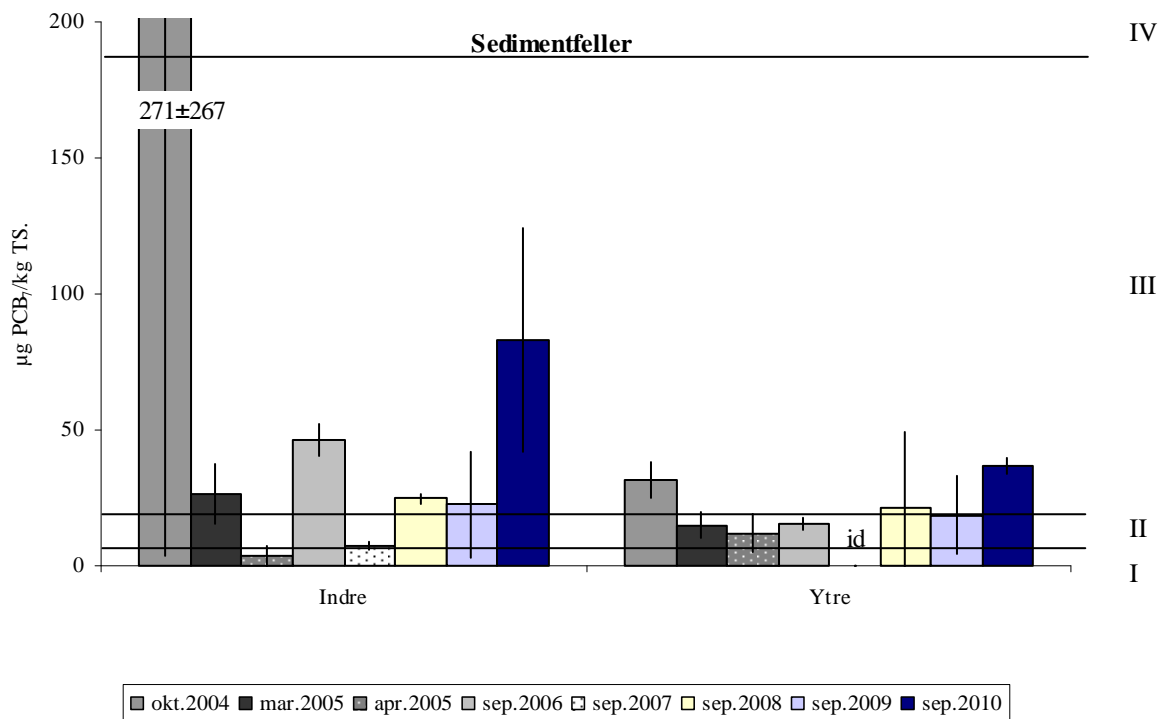
Det ble i 2010 observert større forskjell mellom konsentrasjonene av PCB₇ i indre og ytre Kollevågen enn det som har vært sett ved flere av de siste års målinger.

Konsentrasjonen av PCB₇ i sedimentene i indre Kollevågen har steget siden 2009 og er i 2010 betydelig høyere enn alle tidligere målinger gjort etter tildekkingen i 2004. Dette skyldes i stor grad de høye verdiene i sedimentfelle 1 (130 µg/kg), men sedimentfelle 2 og 3 har også høyere verdier enn tidligere (henholdsvis 65 og 54 µg/kg). Gjennomsnittskonsentrasjonen tilsvarer KLIFs tilstandsklasse III (moderat forurenset).

I ytre Kollevågen var også konsentrasjonen av PCB₇ i 2010 høyere enn tidligere og gjennomsnittet for området var til og med høyere enn før tildekkingen (2004). Det var liten variasjon mellom de tre sedimentfellene i dette området. Gjennomsnittskonsentrasjonen tilsvarer KLIFs tilstandsklasse III (moderat forurenset).

Det er høye verdier av PCB₇ i 2010 sammenlignet med de siste års verdier. Lave temperaturer sammen med lite avrenning skaper et tynnere brakkevannslag, så saltene og tyngre vann vil strømme inn i Kollevågen langs bunnen. Dette fører vanligvis til noe bevegelse i sedimentene. Vinteren 2010 var prosessen ekstra kraftig på grunn av de eksepsjonelt lave temperaturene og lite nedbør og førte eksempelvis til full utskiftning av bunnvannet i Nordåsvannet og lignende områder. Dette har trolig dannet kraftige bevegelser i sedimentene ved stasjon Kolle 1 og kan være en forklaring på den økte spredning av PCB₇ i 2010, sammenlignet med tidligere år.

Ved å beregne absolutte mengder av PCB₇ i fellene, var det i 2010 i snitt 0,20 µg PCB₇ i fellene fra indre område. I ytre område var snittet på 0,09 µg PCB₇. Mengden sedimentert PCB₇ er redusert i fellene fra både indre og ytre område i forhold til før tildekkingsarbeidet tok til.



Figur 3.5. Gjennomsnitt og standardavvik av PCB₇ konsentrasjoner (µg/kg TS) i sedimentfellene 1-3 (kalt indre) og sedimentfelle 4-6 (kalt ytre). Grensene for ulike KLIFs tilstandsklasser (Bakke & al. 2007) i sediment er vist i figuren. Id = ikke detektert.

Tabell 3.5. Konsentrasjon av PCB₇ (µg/kg TS) i sedimentfellene fra 2010 sammen med tidligere målte konsentrasjoner. KLIFs tilstandsklasse (TK), og absolutte verdier av PCB₇ (µg) er også vist. i.d = ikke detektert. Tilstandsklassene for historiske resultater er korrigert etter siste revisjon av KLIF's tilstandsklasser (Bakke & al 2007).

Dato	14.09-11.10 2004			14.02-10.03 2005			26.04-24.05 2005			19.09-17.10 2006			19.09-17.10 2007			10.09-08.10 2008			17.09-19.10 2009			23.09-21.10 2010		
Stasjon	PCB ₇		PCB ₇	PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇	PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇		PCB ₇	
	(µg/kg)	TK	(µg)	(µg/kg)	TK	(µg)	(µg/kg)	TK	(µg)	(µg/kg)	TK	(µg)	(µg/kg)	TK	(µg)	(µg/kg)	TK	(µg)	(ug/kg)	TK	(ug)	(µg/kg)	TK	(µg)
Nr.1	116	III	0,47	34	III	0,32	i.d*	I	0,06*	53	III	0,24	8,08	II	0,04	22,6	III	0,09	13	II	0,07	130,00	III	0,33
Nr.2	117	III	0,49	32	III	0,31	7	II	0,09	41	III	0,18	8,00	II	0,07	25,4	III	0,10	10	II	0,05	65,00	III	0,11
Nr.3	579	IV	1,54	14	II	0,22	1	I	0,04	45	III	0,17	5,84	II	0,01	25,9	III	0,08	45	III	0,17	54,00	III	0,17
snitt	271	IV	0,83	27	III	0,28	3	I	0,07	46	III	0,19	7,31	II	0,04	24,6	III	0,09	22,7	III	0,10	83,00	III	0,20
sd	276		0,61	11		0,06	3		0,02	6		0,04	1,27		0,03	1,8		0,01	19,4		0,06	41,07		0,11
Nr.4	37	III	0,21	19	II	0,07	7	II	0,02	14	II	0,07	i.d	I	i.d	-	-	-	28	III	0,06	34,00	III	0,07
Nr.5	24	III	0,09	16	II	0,06	17	III	0,06	-	-	-	i.d	I	i.d	41,1		0,09	i.d		0,01	37,00		0,09
Nr.6	34	III	0,07	10	II	0,04	-	-	-	17	III	0,04	i.d	I	i.d	2,1		0,004	26		0,06	40,00		0,12
snitt	32	III	0,12	15	II	0,06	12	II	0,04	16	II	0,05	i.d	I	i.d	21,6	III	0,05	18,7	III	0,04	37,00	III	0,09
sd	7		0,08	5		0,02	7		0,03	2		0,02			27,6		0,06	14,5		0,03	3,00		0,03	

* Halve deteksjonsgrensen (som er <4) benyttet ved utregning av gjennomsnitt og standardavvik.

3.3.3 Blåskjell

Det ble samlet inn blåskjell til tre paralleller fra tre steder med ulik avstand fra Vestrevågen, lokalitet Kol A ligger inne i Vestrevågen, Kol B ligger i sundet ut av Vestrevågen og Kol C ligger ved Vardnesklubben (Figur 2.2). Lokalitetene er de samme som ble brukt tidligere. Resultatene er presentert i Tabell 3.6, Figur 3.6 og i Vedleggstabell 4.

Blåskjellene samlet inn i mars 2010 hadde lavere konsentrasjon av PCB₇ enn blåskjellene samlet inn før tildekking av området (2004). Dette gjaldt samtlige stasjoner. I tillegg er det lite endringer i verdiene sammenlignet med forrige undersøkelse (2009) og alle tre stasjoner får dermed tilstandsklasse II, moderat forurenset. Kol A har i år, som de fleste tidligere år, den høyeste konsentrasjonen av PCB₇, med verdier på gjennomsnittlig $10,74 \pm 1,10$ µg/kg. Kol A ligger dermed i det midterste sjiktet av tilstandsklasse II, mens Kol B og C ligger i det lavere sjiktet, med PCB₇-verdier på henholdsvis $5,01 \pm 0,32$ µg/kg og $5,04 \pm 0,52$ µg/kg.

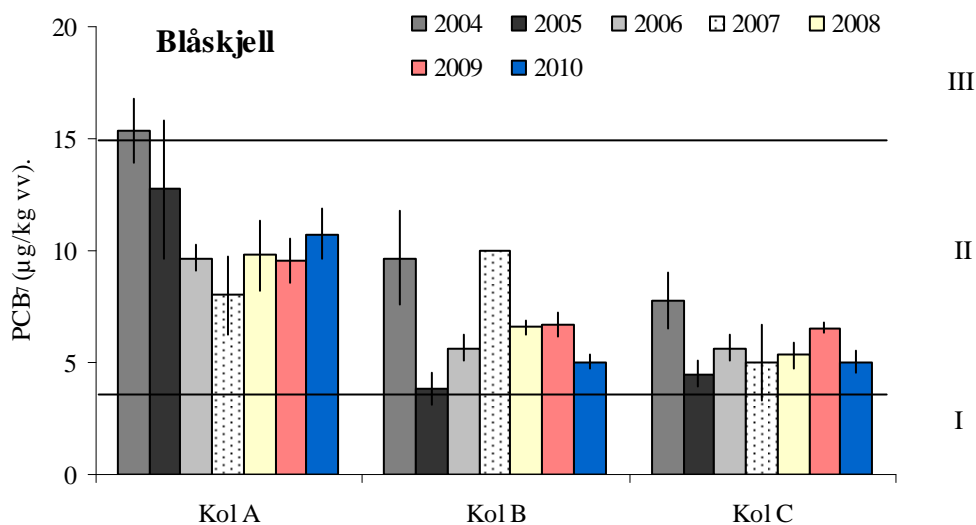
Blåskjell ble også i april 1997 analysert for PCB₇, og den gang ble det funnet konsentrasjoner inne i Vestrevågen fra 10,8 til 22,4 µg PCB₇/kg (tilstandsklasse II til III) (Instanes & Solhaug 1997). I oktober 1994 ble det målt 23,3 µg PCB₇/kg i blåskjell fra Vestrevågen (tilstandsklasse III) (Knutzen & al. 1995).

Det ble satt som mål at konsentrasjonene av PCB i blåskjell skulle være <10 µg PCB₇/kg våt vekt (Lone & Systad 2004). Konsentrasjonene i 2010 var lavere enn dette for Kol B og Kol C, mens Kol A, som ligger inne i Vestrevågen, så vidt lå over grensen.

Tabell 3.6. Gjennomsnittlig innhold og standardavvik av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i blåskjell samlet inn 19. mars 2004, 10. mars 2005, 27. februar 2006, 13. mars 2007 25. februar 2008 og 25. mars 2010. KLIF's tilstandsklasse er oppgitt.

Stasjon	Prøve nr	19.mar		10.mar		27.feb		27.feb		25.feb		26.feb		25.mar	
		2004	tk	2005	tk	2006	tk	2007	tk	2008	tk	2009	tk	2010	tk
Kol A	1	13,7		14,7		10		7		8,79		8,43		9,53	
Kol A	2	15,5		14,3		9		7		8,99		10,3		11,00	
Kol A	3	16,3		9,2		10		10		11,56		9,95		11,70	
	snitt														
	± sd	15,2±1,3	III	12,7±3,1	II	9,7±0,6	II	8,0±1,7	II	9,78±1,54	II	9,56±0,99	II	10,74±1,10	II
Kol B	1	7,3		4,0		5		10		6,87		6,25		4,71	
Kol B	2	11,1		3,1		6		-		6,53		6,48		4,99	
Kol B	3	10,7		4,5		6		-		6,32		7,31		5,34	
	snitt														
	± sd	9,7±2,1	II	3,9±0,7	I	5,7±0,6	II	10*	II	6,57±0,28	II	6,68±0,56	II	5,01±0,32	II
Kol C	1	6,7		5,0		6		7		4,78		6,39		5,49	
Kol C	2	7,5		3,9		6		4		5,86		6,83		5,16	
Kol C	3	9,2		4,6		5		4		5,31		6,42		4,47	
	snitt														
	± sd	7,8±1,3	II	4,5±0,6	II	5,7±0,6	II	5,0±1,7	II	5,32±0,54	II	6,55±0,25	II	5,04±0,52	II

* En prøve pga for få skjell



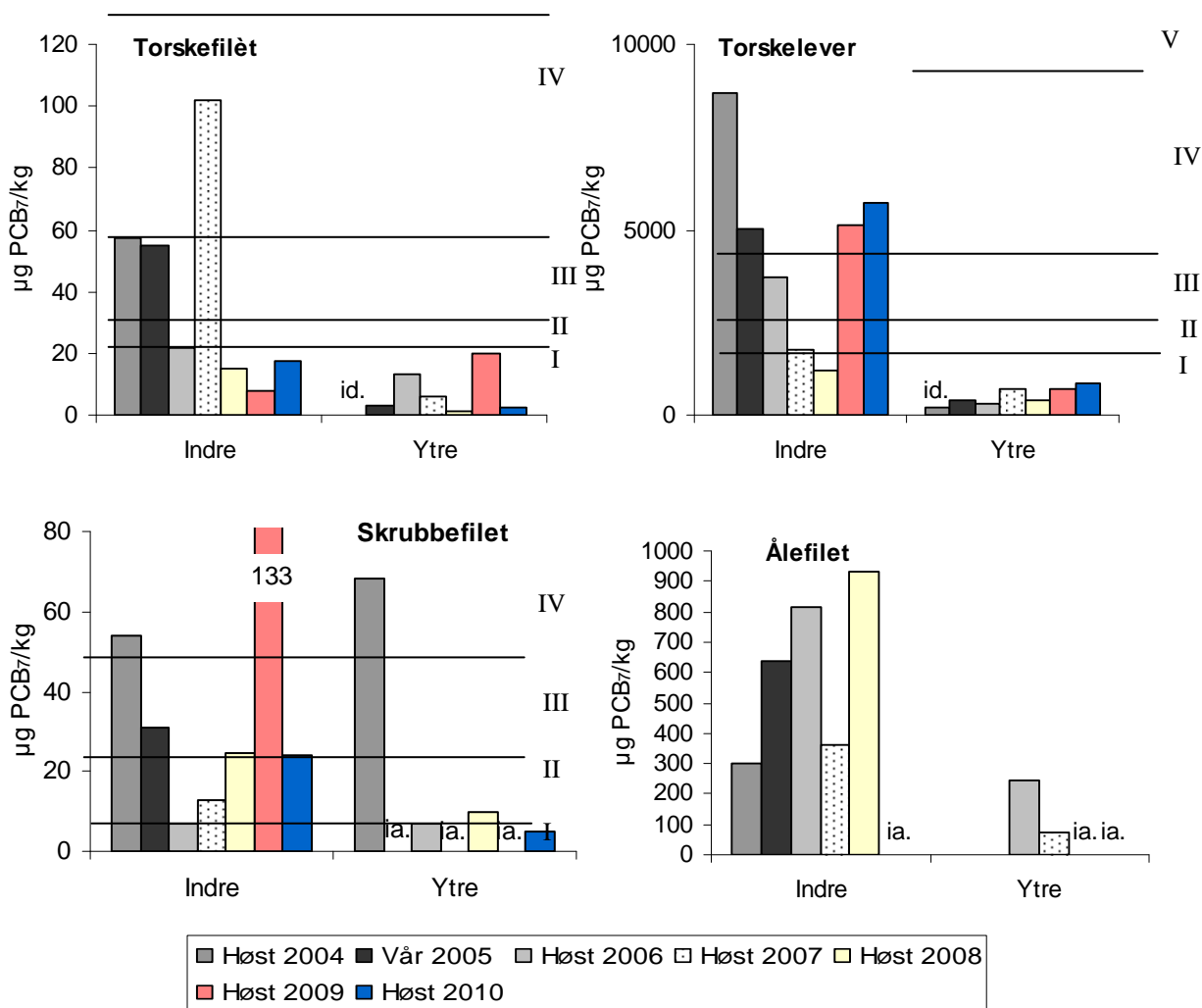
Figur 3.6. Gjennomsnitt og standardavvik av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i blåskjell fra Kollevågen-området. KLIF's tilstandsklasser er inntegnet i figuren.

3.3.4 Fisk

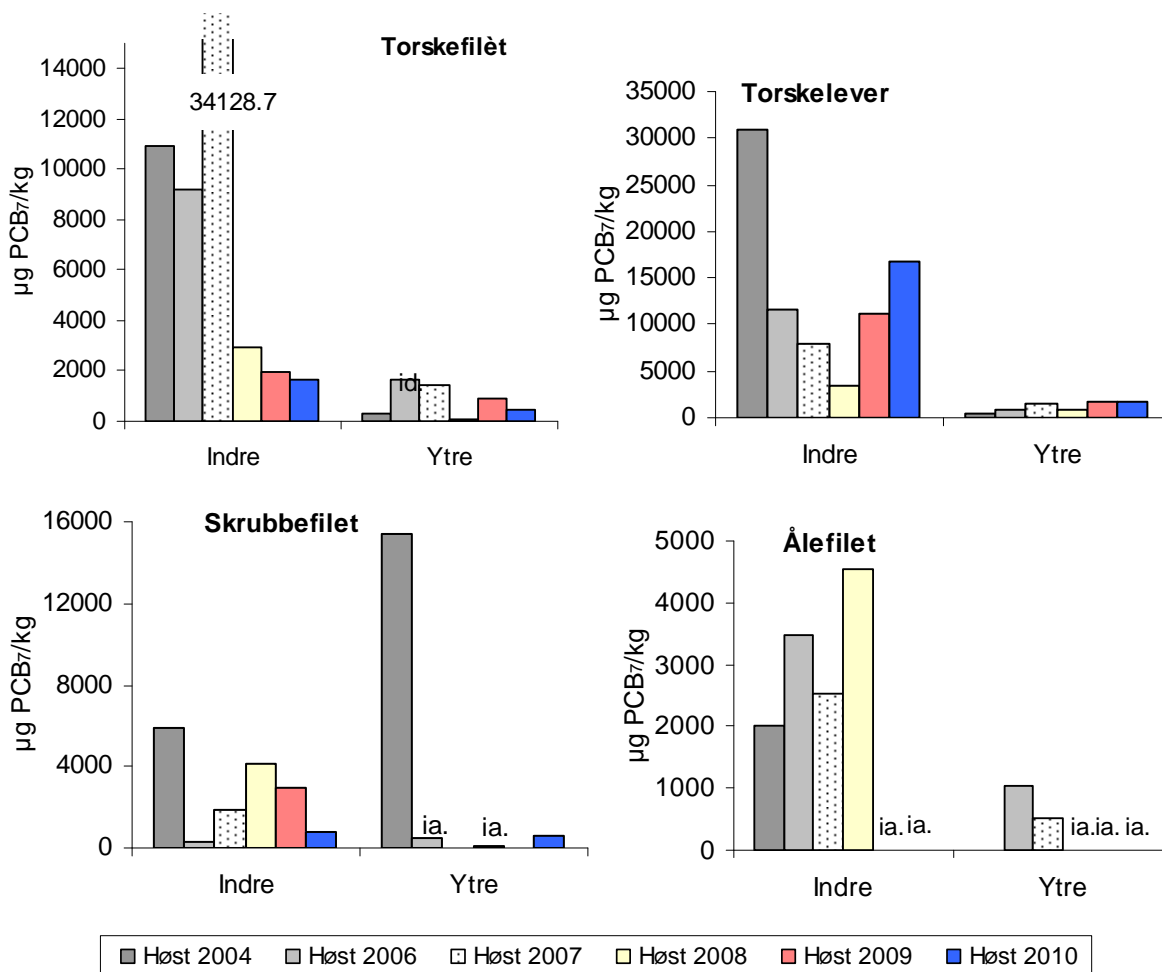
Det ble forsøkt fisket torsk (*Gadus morhua*), ål (*Anguilla anguilla*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) både i indre område og i ytre område høsten 2010. Målet var 5 fisk av hver art i en blandprøve fra indre og en fra ytre område. Dette ble ikke oppfylt for ål i indre og ytre område. Kun en ål ble fisket i ruse (indre) og denne var for liten til å ta prøver av. I ytre Kollevågen ble det kun fisket 4 skrubbe. Resultatene fra analysene av PCB i fiskefilèt og lever er presentert i Tabell 3.7, Figur 3.7 og 3.8 og i Vedleggstabell 5. Tidligere resultater fra høsten 2004 (før tildekking), våren 2005 (mens tildekking pågikk) og høsten 2006, 2007, 2008 og 2009 (etter tildekking) er også presentert for sammenlikning.

Tabell 3.7. Konsentrasjonene av PCB₇ (µg/kg friskvekt) i torsk (filet og lever), skrubbe (filet) og ål (filet) fanget inne i Vestrevågen (indre) og nordøst av Tussholmen (ytre) i 2004-2010. I 2010 ble det ikke fanget ål til analyse. KLIFs tilstandsklasser (TK) er oppført i tabellen.

Fisk	Område	Antall fisk (n) 2004-2010	PCB ₇ Høst		PCB ₇ Vår		PCB ₇ Høst		PCB ₇ Høst		PCB ₇ Høst		PCB ₇ Høst		PCB ₇ Høst	
			2004	TK	2005	TK	2006	TK	2007	TK	2008	TK	2009	TK	2010	TK
Torsk																
filet	indre	3/3/5/4/5/5/5	57	IV	55	IV	22	III	102	IV	14,8	II	7,69	II	17,1	II
filet	ytre	3/3/3/5/5/5/5	<4	I	3	I	13	II	6	II	1,5	I	19,6	II	2,4	I
lever	indre	3/3/5/5/5/5/5	8679	IV	5023	IV	3735	III	1770	III	1230,0	II	5130	IV	5730,0	IV
lever	ytre	3/3/3/5/5/5/5	217	I	396	I	316	I	728	II	387,0	I	698	II	876,0	II
Skrubbe																
filet	indre	3/1/5/5/5/5/5	54	IV	31	III	7	II	13	II	24,6	III	133	IV	24,0	III
filet	ytre	1/0/1/0/1/1/4	68	IV	-	-	7	II	-	-	9,7	II	-	-	4,96	II
Ål																
filet	indre	3/1/5/5/2/2/0	302		641		817		360		935,0		-		-	-
filet	ytre	0/0/5/5/0/0/0	-		-		246		73		-		-		-	-



Figur 3.7. Gjennomsnitt og standardavvik av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i fisk fra Kollevågen-området. Søylen som markerer PCB₇/fettprosent i skrubbefilet i 2009 er klippet for å bedre kunne vise de andre lavere resultatene. KLIFs tilstandsklasser er inntegnet i figuren. Id = ikke detektert, ia = ikke analysert (ingen fangst).



Figur 3.8. PCB₇ (µg/kg v.v. per fettprosent) i fisk fra Kollevågenområdet. Søylen som markerer PCB₇/fettprosent i torskefilet i 2007 er klippet for å bedre kunne vise de andre lavere resultatene. Verdien er presentert over søylen. Id = ikke detektert, ia = ikke analysert (ingen fangst). I 2005 ble ikke fettprosenten målt, derfor kunne ikke fett/PCB₇ beregnes.

Verdiene av PCB₇ i torskemuskel var lavere i 2010 (indre: 1660,2 µg/kg per fettprosent og ytre: 483,5 µg/kg per fettprosent) sammenlignet med de fleste tidligere år i både indre og ytre Kollevågen. Likevel finnes det i 2010 fortsatt mer PCB i torskemuskel (filét) i indre Kollevågen, sammenlignet med ytre.

Ser man på torskelever er forskjellene mellom indre og ytre Kollevågen enda større. Dette skyldes en økning i PCB₇ i indre (16705,5 µg/kg per fettprosent) sammenlignet med alle tidligere år bortsett fra 2004. Konsentrasjonen av PCB₇ i torskelever i ytre Kollevågen er på nivå med tidligere målinger.

Det finnes fortsatt mer PCB₇ i skrubbefilet i indre (808,1 µg/kg per fettprosent) enn i ytre (551,7 µg/kg per fettprosent) Kollevågen, selv om forskjellen er mindre enn tidligere.

Det ble ikke fanget ål til analyse i årets undersøkelse.

Ser man bort fra fettprosenten får torsk i indre Kollevågen KLIFs tilstandsklasser henholdsvis II (Moderat forurenset) og IV (Sterkt forurenset) for filet og lever, mens ytre Kollevågen får I (Ubetydelig-Lite forurenset) og II (Moderat forurenset) for filet og lever. Miljømålene for torsk etter tildekkingen av indre Kollevågen var tilstandsklasse III for lever og tilstandsklasse II for filet (Lone og Systad 2004). I Ytre Kollevågen er altså miljømålene nådd for både filet og lever av torsk, mens nivåene i torskelever fortsatt er for høye i indre Kollevågen.

Skrubbefilet får tilstandsklasse III (Markert forurenset) i indre Kollevågen og I-II (Ubetydelig-Moderat forurenset) i ytre. Miljømålet for skrubbefilet var tilstandsklasse II (Lone og Systad 2004), og er dermed nådd i ytre, men ikke indre Kollevågen.

Stoffene i samleggruppen PCB₇ har en strek tendens til å binde seg til fett. Fettprosenten i fisken kan dermed ha en effekt på de målte konsentrasjonene av PCB₇. Likevel ser det ikke ut til at konklusjonene ville blitt annerledes dersom KLIFs tilstandsklasser var tilpasset informasjon om fettprosent, med unntak av skrubbefilet som trolig ville vært innen tilstandsklasse II også i indre Kollevågen.

3.3.5 Kostholdsrådsanalyse – WHO-TEQ

Innholdet av dioksinlignende PCB-kongener i torskefilet og – lever ble målt i 2010. Resultatene fra analysene er presentert i Tabell 3.8 og 3.9. Resultatene er sammenlignet med tilsvarende undersøkelse i 2006, 2007 og 2008. Mengden PCB i torsk i forhold til tolerabelt ukentlig inntak (TWI) er vist i Tabell 3.8.

Det mest skadelige dioksinet er TCDD. Skadeevnen til de øvrige dioksinene og de dioksinlignende PCB angis i forhold til TCDD som toksiske ekvivalensfaktorer (TEF). I denne undersøkelsen er den total mengde dioksinlignende PCB i en prøve uttrykt i toksiske ekvivalenter (TE, på engelsk TEQ). I hver prøve er konsentrasjonen av hvert dioksinlignende PCB målt. Deretter multipliseres de enkelte stoffene med den tilhørende TEF. Til slutt summeres det, og en får fram total mengde toksiske ekvivalenter (TE eller TEQ) i prøven. Tidligere har en benyttet WHO's TEF-verdier fra 1998, men fra 2008 har det WHO's TEF-verdier fra 2005 blitt benyttet.

Tabell 3.8. Konsentrasjonene av dioksinlignende non-orto og mono-orto PCB (pg/g friskvekt) i torsk (filet og lever) fanget inne i Vestrevågen (indre) og nordøst av Tussholmen (ytre) i 2010. Tidligere rapporterte resultater i 2006, 2007 og 2008 er presentert for sammenlikning. Toksisitetsekvivalenter (WHO TEQ) fra de dioksinlike PCB er vist i tabellen.

	År	PCB-105	PCB-114	PCB-118	PCB-123	PCB-126	PCB-156	PCB-157	PCB-167	PCB-169	PCB-189	PCB-77	PCB-81	TEQ -1998	TEQ -2005
Indre															
-filet	2006	910.0	44.0	2900.0	160.0	3.3	560.0	84.0	320.0	0.3	61.0	10.0	0.3	1.1	
	2008	508.0	19.2	1600.0	21.4	2.6	482.0	68.3	277.0	<0.28	43.9	5.1	0.2	0.8	0.4
	2010	461.0	21.8	1680.0	< 14.3	< 6	391.0	62.4	234.0	< 22.5	47.6	< 22.5	< 4.50	1.3	1.4
-lever	2006	205000	14000	451000	47000	1300	137000	19500	92000	140.0	16000	2300	75.0	290.0	
	2007	113000	5920	372000	3890	1300	129000	22300	88000	234.0	23300	1770	33.9	263.0	
	2008	123000	5910	579000	5790	1120	146000	21400	94000	97.1	18500	1250	164.0	274.0	145.0
	2010	125000	3440	564000	6130	1230	143000	19200	82700	< 240	24400	1320	< 47.9	281.0	159.0
Ytre															
-filet	2006	220.0	8.9	580.0	32.0	1.5	83.0	17.0	58.0	0.2	11.0	5.9	0.2	0.3	
	2008	90.0	2.7	215.0	4.5	0.6	31.0	8.1	19.9	<0.21	2.6	3.2	0.1	0.1	0.1
	2010	162.0	5.8	364.0	6.9	1.0	38.0	10.7	17.6	< 0.24	3.8	7.3	0.2	0.2	0.1
-lever	2006	20600	740	58300	3500	190	6800	1600	5200	35.0	840	590	25.0	32.0	
	2007	55800	2820	93400	2020	728	34300	6640	16600	90.4	4430	1710	70.3	111.0	
	2008	32700	1470	90900	1330	291	10600	3060	6870	33.3	1310	1020	24.6	50.0	34.6
	2010	39800	1440	124 000	1810	303	12700	3210	9050	< 99.7	1660	1550	52.3	57.0	39.3

Siden målingene startet i 2006 har det vært en nedgang i verdiene av flere av PCB-kongener i torskfilet i indre Kollevågen, mens nivåene i ytre stort sett har økt noe siden forrige måling i 2008. Nivåene i torskfilet er fortsatt betydelig høyere i indre enn i ytre Kollevågen. Dette gjelder også etter at fettstoffprosenten er medberegnet (Vedleggstabell 6). Det har vært en mindre nedgang i nivåene av PCB₁₂-kongener i lever enn i filet i indre Kollevågen og i ytre Kollevågen har det skjedd en økning i konsentrasjonen i lever siden målingene startet. Også for lever, er det fortsatt stor forskjell på nivåene i indre og ytre Kollevågen i årets undersøkelser. Dette stemmer også etter at fettprosenten er medberegnet, med unntak av for PCB-81.

I torskfilet fra indre område ble det funnet 1,4 pg WHO (2005) TEQ/g, mens det ble funnet 0,1 pg WHO (2005) TEQ/g i ytre område. Tilsvarende verdier for WHO (1998) TEQ er henholdsvis 1,3 og 0,2 pg WHO (1998) TEQ/g. Grenseverdi i filèt gitt av EU for dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) er 4 pg WHO TEQ/g.

I torskelever fra indre område ble det funnet 159,0 pg WHO (2005) TEQ/g, mens det ble funnet 39,3 pg WHO (2005) TEQ/g i ytre område. Tilsvarende verdier for WHO (1998) TEQ i lever er henholdsvis 281,0 og 57,0 pg WHO (1998) TEQ/g.

TEQ-verdiene i torskefilet var noe høyere i indre Kollevågen i 2010 sammenlignet med tidligere år, mens verdiene i ytre Kollevågen var på nivå med tidligere undersøkelser.

Konsentrasjonene i torskalever var høyere i både indre og ytre Kollevågen, sammenlignet med tidligere.

Tabell 3.9. Miljøgiftinnhold av dioksinlignende PCB i torsk i forhold til tolerabelt ukentlig inntak (TWI) av dioksiner/dioksinlignende PCB. Verdier for både WHO (1998)-TEQ og WHO (2005)-TEQ er utregnet. *Porsjonsstørrelser benyttet: lever 30 g og filet 200 g.

	Årstall	Dioksinlignende PCB (pg TEQ 1998/g)	Dioksinlignende PCB (pg TEQ2005/g)	Innhold/porsjon (pg TEQ)*	Forholdstall mellom TWI og beregnet TEQ (980 pg TEQ for person på 70 kg)
Indre					
Torskefilet	2006	1,1		220	0,22
	2008	0,77		154	0,16
	2008		0,35	70	0,07
	2010	1.30		260	0.27
	2010		1.40	280	0.29
Torskelever	2006	290		8700	8,9
	2007	263		7890	8,1
	2008	274		8220	8,4
	2008		145	4350	4,4
	2010	281		8430	8.60
	2010		159	4770	4.87
Ytre					
torskefilet	2006	0,29		58	0,06
	2008	0,12		24	0,02
	2008		0,07	15	0,02
	2010	0.20		40	0.04
	2010		0.10	20	0.02
torskalever	2006	32		960	0,98
	2007	111		3330	3,4
	2008	50		1500	1,5
	2008		35.00	1038	1,1
	2010	57		1710	1.74
	2010		39.30	1179	1.20

Mengden toksiske ekvivalenter i en prøve er et mål for den totale dioksinvirkningen, og er en forenklet metode for å gjøre risikovurdering av dioksin/PCB-blandinger. Med et ukentlig tolerabelt inntak (TWI) av dioksiner og dioksinlignende PCB på 14 pg TEQ/kg kroppsvekt gitt av EUs Scientific Committee on Food, vil en person på 70 kg kunne spise 980 pg TEQ i uken uten at det antas å gjøre skade. Hvis man antar at en porsjon torskelever er 30 g og en torskemiddag er på 200 g, vil en porsjon torskelever fra indre område føre til et inntak av dioksinlignende PCB som er 4,9 ganger over TWI for dioksiner/dioksinlignende PCB (utregnet fra WHO (2005)-TEQ. En levermiddag fra ytre område tilsvarer 1,2 ganger tolerabelt ukentlig inntak. For filet vil 29 % av ukentlig inntak bli tilført av en torskemiddag i indre område og 2 % i ytre område. Således frarådes det å spise lever fra begge områdene, mens noen porsjoner torskefilet går greit i indre område. I ytre område er det trygt å spise torskefilet.

3.4 Bunndyr

I mars 2010 ble det samlet bunnprøver fra Kolle 1, nord for Tussholmen, og Kolle 2, øst for Tussholen. Dette er de samme stasjonene som ble undersøkt i oktober 2004, mars 2005, februar 2006 og februar 2008. Resultatene fra undersøkelsen er presentert i Tabell 3.10 og 3.11, Figur 3.9 og 3.10 og Vedleggstabell 8-11.

Tabell 3.10. Antall individer, arter, artsdiversitet (H'), jevnhet (J), H'-max for hvert enkelt hugg (prøve) og for hele stasjonen (totalt). Tilstandsklassene er angitt etter KLIFs klassifisering (Molvær & al. 1997).

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	H'	J	H'-max	KLIFs TK
Kolle1-04	sum	609	7	1.45	0.52	2.81	IV
Kolle1-05	sum	230	10	1.51	0.45	3.32	IV
Kolle1-06	sum	598	12	0.98	0.27	3.58	V-IV
Kolle1-08	sum	1951	19	1.47	0.35	4.25	IV
Kolle 1-10	4	6	3	1.25	0.79	1.58	
	5	8	4	1.75	0.88	2.00	
	6	10	2	0.88	0.88	1.00	
	7	13	2	0.89	0.89	1.00	
	8	8	3	1.41	0.89	1.58	
	sum	45	6	2.06	0.80	2.58	III-IV
Kolle2-04	sum	2405	54	2.74	0.48	5.75	III
Kolle2-05	sum	1402	54	3.57	0.62	5.75	II
Kolle2-06	sum	1924	63	3.02	0.50	5.98	II-III
Kolle2-08	sum	1754	67	4.22	0.70	6.07	I
Kolle 2-10	4	317	35	4.03	0.79	5.13	
	5	512	50	4.12	0.73	5.64	
	6	477	35	3.87	0.75	5.13	
	7	422	35	3.94	0.77	5.13	
	8	362	35	4.21	0.82	5.13	
	sum	2090	67	4.21	0.69	6.07	I

Kolle 1 ligger på 30 m dyp rett utenfor Vestrevågen. Sedimentet her var svart, med et tynt brunt lag øverst. Det luktet sterkt av H₂S og det kom mye plast med i grabben.

Bunndyrsanalysen viste at det fantes 45 individer fordelt på 6 arter innen 0,5 m². Dette er et svært lavt individtall sammenlignet med undersøkelsene fra tidligere år. Artsantallet er sammenlignbart med nivået fra 2004, men lavere enn årene frem mot 2010. I 2008 ble det funnet 1951 individer på 19 arter. Trolig har forholdene virket begrensende på mange arter, noe som har ført til en oppblomstring av *Thyasira flexuosa* og *Corbula gibba* rundt 2008. Disse bestandene har deretter har kollapset før årets undersøkelse. Nå var børstemarken

Capitella capitata mest tallrik (42 %), med *Corbula gibba* som nummer to (29 %). Årets faunafordeling har fått en diversitetsindeks på 2,06 som gir tilstandsklassen III-IV (Mindre god – Dårlig). KLIFs tilstandsklasser bygger på Shannon-Wiener indeks for artsdiversitet (H'). Denne indeksen er ikke robust når man undersøker lave arts- og individtall og bør derfor ikke vektlegges i dette tilfellet. Det er ikke registrert bedring i faunaforholdene ved Kolle 1 siden forrige undersøkelse.

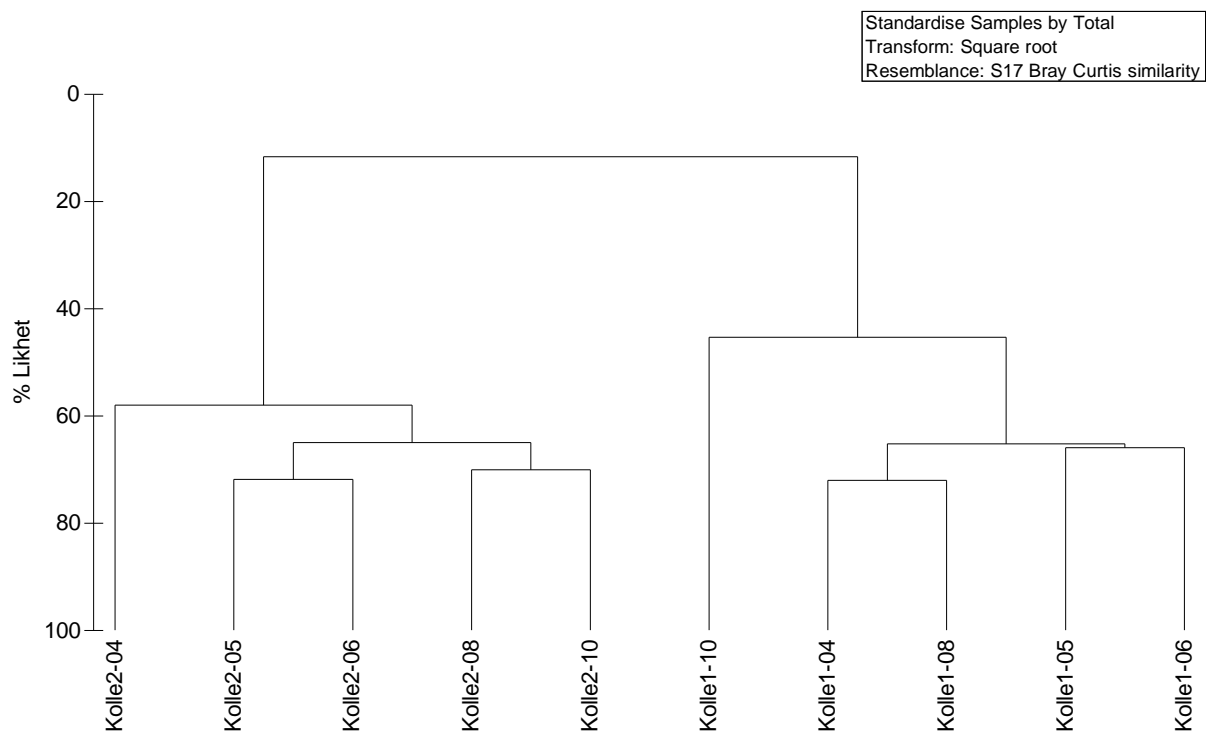
I sundet mellom Tusshomen, Kjerneset og Eide ligger stasjonen Kolle 2 på 13,5 m dyp. Sedimentet var finkornet og grått, med skjellsand og grus. Her ble det i år funnet 2090 individer fordelt på 67 arter (0,5 m²). Dette er et høyere individtall enn tidligere, mens artsantallet ligger omtrent på nivå med tidligere målinger. Diversitetsindeksen (H') er 4,21 og gir KLIFs tilstandsklasse I (Meget god), som i 2008. Børstemarken *Scoloplos armiger* var mest tallrik i årets undersøkelse med 18 % av alle individer, etterfulgt av børstemarken *Prionospio cirrifera* med 11 %. De ti mest tallrike artene er omtrent de samme som i 2008. Det ser ut til at forholdene på Kolle 2 er stabile på et nivå hvor faunaen trives.

I Figur 3.9 og Figur 3.10 er resultatene fra flervariabel (multivariate) analyser presentert. I denne metoden blir prøvene gruppert sammen etter hvor lik faunasammensetningen var. Diversitet og andre univariate analyser i rapporten tar bare hensyn til antall arter og individer og ikke til selve artssammensetning i prøvene. Videre forklaring av metodene står i Vedleggsdelen. I Vedleggsfigur 2 og 3 er også analysene gjort på huggnivå. Analysene viser at det er stor forskjell i faunasammensetning mellom Kolle 1 og Kolle 2. Likheten innad på stasjonene har tidligere variert lite fra år til år. Dette gjelder fortsatt for Kolle 2, mens Kolle 1 i år skiller seg noe ut fra tidligere undersøkelser. Dette er trolig på grunn av det lave individtallet på stasjonen.

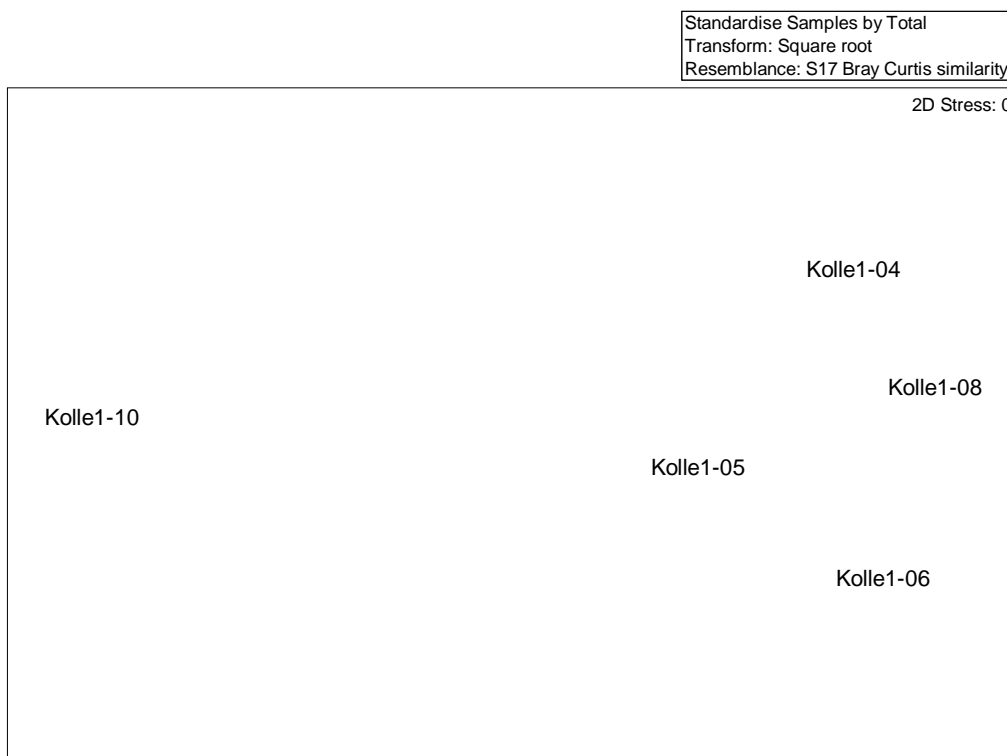
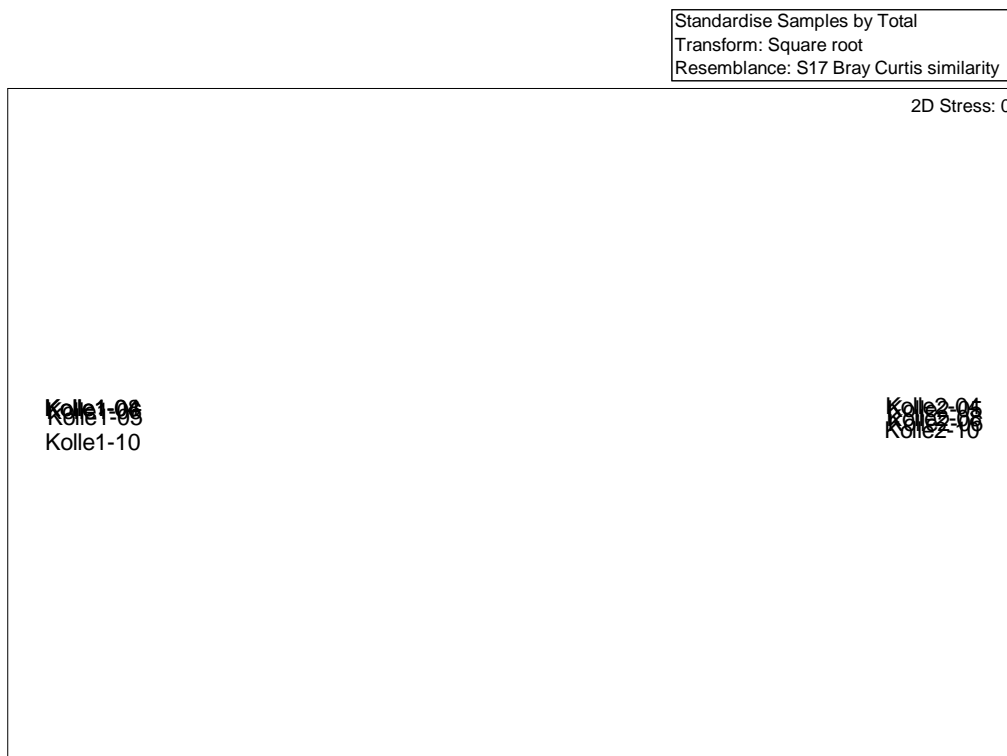
Tabell 3.11. De ti mest individrike artene i 2010 og 2008 er presentert i antall, prosent og kumulativ prosent.

Kolle 1, 2008				Kolle 2, 2008			
Arter	30 m Antall	0,5 m2 %	Kum %	Arter	13,5 m Antall	0,5 m2 %	Kum %
<i>Thyasira flexuosa</i>	913	46.8	46.8	<i>Aphelochaeta</i> sp.	360	20.5	20.5
<i>Corbula gibba</i>	900	46.1	92.9	<i>Prionospio cirrifera</i>	193	11.0	31.5
<i>Ennucula tenuis</i>	66	3.4	96.3	<i>Scoloplos armiger</i>	162	9.2	40.8
<i>Chaetozone setosa</i>	36	1.8	98.2	<i>Mediomastus fragilis</i>	145	8.3	49.0
<i>Mediomastus fragilis</i>	7	0.4	98.5	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	131	7.5	56.5
<i>Glycera alba</i>	4	0.2	98.7	<i>Polycirrus norvegicus</i>	116	6.6	63.1
<i>Spio</i> sp.	4	0.2	98.9	<i>Syllidae</i> indet.	110	6.3	69.4
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	3	0.2	99.1	<i>Pholoe baltica</i>	75	4.3	73.7
<i>Edwardsia</i> sp.	3	0.2	99.2	<i>Chaetozone</i> sp.	44	2.5	76.2
<i>Prionospio cirrifera</i>	2	0.1	99.3	<i>Macrochaeta clavicornis</i>	40	2.3	78.4
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	2	0.1	99.4				
<i>Eumida bahusiensis</i>	2	0.1	99.5				
<i>Cerianthus lloydii</i>	2	0.1	99.6				
<i>Pectinaria koreni</i>	2	0.1	99.7				

Kolle 1, 2010				Kolle 2, 2010			
Arter	30 m Antall	0,5 m2 %	Kum %	Arter	13 m Antall	0,5 m2 %	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	19	42.2	42.2	<i>Scoloplos armiger</i>	368	17.6	17.6
<i>Corbula gibba</i>	13	28.9	71.1	<i>Aphelochaeta</i> sp.	336	16.1	33.7
<i>Thyasira flexuosa</i>	6	13.3	84.4	<i>Prionospio cirrifera</i>	195	9.3	43.0
<i>Chaetozone</i> sp.	4	8.9	93.3	<i>Mediomastus fragilis</i>	181	8.7	51.7
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	2	4.4	97.8	<i>Chaetozone zetlandica</i>	109	5.2	56.9
<i>Ophelina acuminata</i>	1	2.2	100.0	<i>Chaetozone</i> sp.	84	4.0	60.9
				<i>Syllidae</i> indet.	84	4.0	64.9
				<i>Sabellidae</i> indet.	78	3.7	68.7
				<i>Macrochaeta clavicornis</i>	76	3.6	72.3
				<i>Notomastus latericeus</i>	69	3.3	75.6



Figur 3.10. Dendrogram som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene i undersøkelsen i Kolllevågen. Prøvene er merket med stasjon-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og gruppegjennomsnitt. Individantallene er standardiserte og 4. rots transformert før analyse.



Figur 3.11. MDS-plott som viser faunalikheten mellom stasjonene Koll1 og Koll2 i 2004, 2005, 2006, 2008 og 2010. Prøvene er merket med stasjon-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og standardiserte og 4. rots transformerte individantall før analyse.

3.5 ROV

Bunnen ble undersøkt med ROV langs 6 transekt i det tildekkede området i Vestrevågen (se Vedleggsfigur 1). Det utlagte tauet fra 2006 var synlig noen plasser, men det var vanskelig å følge det. Bunnen var dekket for det meste av finkornet sediment, men også grus noen steder. Duken var ikke synlig noe sted.

Det ble observert sjøstjerner og erimittkreps, samt sekkedyr på tauet ved et transekt. Av planter fantes det sukkertare ved flere transekt og ålegress ved et transekt. Det ble også sett fisk i det innerste transektet.

Ved tre transekt ble det observert gassbobling fra sedimentet.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Rapporten inneholder resultatene av en marinbiologisk miljøundersøkelse i Kollevåg-område, et område som tidligere har fungert som avfallsdeponi for Bergen kommune, og hvor det er registrert høye forekomster av PCB i sediment, blåskjell og fisk. Undersøkelsen er en del av et marint overvåkningsprogram som skal registrere miljøtilstand, spredning av PCB og effekten av en tildekking av den PCB-holdige sjøbunnen.

Prøvene ble i 2010 tatt i Vestrevågen eller like utenfor (kalt **indre** område) og i området ut mot Hauglandsosen på begge sider av Tussholmen (kalt **ytre** område). Tidligere er prøver tatt i 2004 **før** tildekkingen begynte, i 2005 **når** tildekkingen pågikk og i 2006, 2007 og 2008 etter at tildekkingen var ferdig.

Hovedresultatene er presentert i Tabell 3.10 og 3.11.

HOVEDKONKLUSJON

Forholdene har forbedret seg i Kollevåg-området siden 2004 før tildekkingen av vågen, men deler av resultatet fra undersøkelsene i 2010 tyder på en forverring siden 2008. Sammensetningen av bunnfaunaen i 2010 tyder på dårlige forhold i indre Kollevågen, mens faunaen i ytre Kollevågen virker sunn. Prøvene av PCB₇ tatt fra bunnen i Kollevågen, tyder på en økning siden 2008, men ikke høyere enn verdiene fra 2004 og 2005 der disse foreligger. Den samme tendensen kom fram av resultatene fra PCB-innhold i sedimentfellene, som tyder på en spredning av forurenset sediment. Blåskjellene var ikke påvirket av spredningen og hadde verdier som var lavere eller på nivå med tidligere målinger. Det samme gjaldt torske- og skrubbefilet, mens det derimot ble oppdaget høyere nivåer av PCB i torskelever sammenlignet med de tre siste målingene. På grunnlag av disse resultatene frarådes det å spise lever fra torsk i Kollevågen, mens en begrenset mengde torskefilet kan spises fra indre og man trygt kan spise torskefilet fra ytre Kollevågen.

Tabell 3.10. Oppsummering av noen av de essensielle resultatene fra indre område i Kollevåg i 2004, 2005 (hentet fra Vassenden & Johannessen 2005), i 2006 (Vassenden & al. 2007), i 2007 (Vassenden & Johansen 2008), i 2008 (Vassenden og Johannessen 2009) og i årets undersøkelse i 2010. Der det er gitt tilstandsklasser etter KLIF's klassifisering (Molvær & al.1997 og Bakke & al.2007), er disse oppgitt i parentes. Målsetning hentet fra Lone & Systad 2004.

Indre område	Før tildekking 2004	Mens tildekking pågikk 2005	Ett år etter 2006	To år etter 2007	Tre år etter 2008	Fem år etter 2010	Målsetning
Sediment - % finstoff (<63µm) - % organisk innhold (glødetap)	Kolle 1 95 32	Kolle 1 96 25	Kolle 1 97 30	Ikke målt	Kolle 1 94 22	Kolle 1 96 29	
Bunnsediment - PCB ₇ µg/kg TS (Tilst.kl)	Kolle 1 195±19 (IV)	Kolle 1 135± 8(III)	Kolle 1 65±36 (III) Kolle 3, 4, 5 id, id, 3±2 (I)	Ikke målt	Kolle 1 25±8 (III) Kolle 3, 4,5 0,9±0,2 1,1±0,1 1,0±0,6 (I)	Kolle 1 121 ± 34,8 (III) Kolle 3, 4, 5: 3,9 ± 3,8 (I) 9,0 ± 2,7 (II) 2,55 ± 2,0 (I)	
Sedimentfeller - PCB ₇ µg/kg TS (Tilst.kl)	Nr 1-3 271±267 (IV)	Nr 1-3 1: 27±11 (III) 2: 4±4 (I)	Nr 1-3 46±6 (III)	Nr 1-3 7,3±1,3 (II)	Nr 1-3 24,6±1,8 (III)	Nr 1-3 83 ± 41,1 (III)	Spredning av partikkelbundet forurensning stanses. Mål ikke nådd
Blåskjell – PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	Kol A 15,2±1,3 (III) Kol B 9,7±2,1 (II)	Kol A 12,7±3,1 (II) Kol B 3,9±0,7 (I)	Kol A 9,7 ± 0,6 (II) Kol B 5,7 ±0,6 (I)	Kol A 8,0 ± 1,7 (II) Kol B 10 (II)	Kol A 9,8 ± 1,5 (II) Kol B 6,6 ± 0,3 (II)	Kol A 10,74±1,10 (II) Kol B 5,01±0,32 (II)	≤ 10 Mål nådd for Kol B, nesten for Kol A
Bunndyr - Diversitet (Tilst.kl)	Kolle 1 1,45 (IV)	Kolle 1 1,51 (IV)	Kolle 1 0,98 (V)	Kolle 1 Ikke målt	Kolle 1 1,47 (IV)	Kolle 1 2,06 (III-IV)	

Tabell 3.10 fortsetter. Oppsummering av noen av de essensielle resultatene fra indre område i Kollevåg i 2004, 2005 (hentet fra Vassenden & Johannessen 2005), i 2006 (Vassenden & al. 2007), i 2007 (Vassenden & Johansen 2008), i 2008 (Vassenden og Johannessen 2009) og i årets undersøkelse i 2010. Der det er gitt tilstandsklasser etter KLIF's klassifisering (Molvær & al.1997 og Bakke & al.2007), er disse oppgitt i parentes. Målsetning hentet fra Lone & Systad 2004.

Indre område	Før tildekking 2004	Mens tildekking pågikk 2005	Ett år etter 2006	To år etter 2007	Tre år etter 2008	Fem år etter 2010	Målsetning
Torskefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	Vestrevågen 57 (IV)	Vestrevågen 55 (IV)	Vestrevågen 22 (III)	Vestrevågen 102 (IV)	Vestrevågen 15 (II)	Vestrevågen 17 (II)	≤ 20 Mål nådd
Torskelever - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	Vestrevågen 8679 (IV)	Vestrevågen 5023 (IV)	Vestrevågen 3735 (III)	Vestrevågen 1770 (III)	Vestrevågen 1230 (II)	Vestrevågen 5730 (IV)	≤ 2550 Mål ikke nådd
Skrubbefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	Vestrevågen 54 (IV)	Vestrevågen 31 (III)	Vestrevågen 7 (II)	Vestrevågen 13 (II)	Vestrevågen 25 (III)	Vestrevågen 24 (II-III)	≤ 20 Diskutabelt om mål er nådd (se kapittel 3.3.4)
Ålefilet - PCB ₇ µg/kg vv	Vestrevågen 302	Vestrevågen 641	Vestrevågen 817	Vestrevågen 360	Vestrevågen 935	Ikke undersøkt	Nivå som i Hauglandsosen Mål ikke nådd (2008)
Torsk filet – PCB ₁₂ WHO - TEQ			Vestrevågen 1,1 TEQ- 1998	Vestrevågen Ikke analysert	Vestrevågen 0,77 TEQ- 1998	Vestrevågen 1,4 TEQ-2005 1,3 TEQ-1998	
Torsk lever – PCB ₁₂ WHO - TEQ			Vestrevågen 290 TEQ- 1998	Vestrevågen 263 TEQ- 1998	Vestrevågen 274 TEQ- 1998	Vestrevågen 159 TEQ-2005 281 TEQ-1998	

Tabell 3.11. Oppsummering av noen av de essensielle resultatene fra ytre område i Kollevåg i 2004, 2005 (hentet fra Vassenden & Johannessen 2005), i 2006 (Vassenden & al. 2007), i 2007 (Vassenden & Johansen 2008) i 2008 (Vassenden og Johannessen 2009) og i årets undersøkelse. Der det er gitt tilstandsklasser etter KLIF's klassifisering (Molvær & al. 1997 og Bakke & al. 2007), er disse oppgitt i parentes. Målsetning hentet fra Lone & Systad 2004.

Ytre område	Før tildekking 2004	Mens tildekking pågikk 2005	Ett år etter 2006	To år etter 2007	Tre år etter 2008	Fem år etter 2010	Målsetning
Sediment - % finstoff (<63µm) - % organisk innhold (TOM)	Kolle 2 27 5	Kolle 2 22 6	Kolle 2 21 6	Ikke målt	Kolle 2 21 8	Kolle 2 23 6	
Bunnsediment - PCB ₇ µg/kg TS (Tilst.kl)	Kolle 2 3 ± 1 (I)	Kolle 2 5 ± 2 (I-II)	Kolle 2 3 ± 2 (I)	Ikke målt	Kolle 2 2 ± 1 (I)	Kolle 2 4,55 ± 0,5 (I)	
Sedimentfeller - PCB ₇ µg/kg TS (Tilst.kl)	Nr 4-6 32±7 (III)	Nr 4-6 1: 15±5 (II) 2: 12±7 (II)	Nr 4-6 13±5 (II)	Nr 4-6 Ikke detektert (I)	Nr 5-6 21,6±27,6 (III)	Nr 5-6 37,0±3,0 (III)	Spredning av partikkelbundet forurensing stanses. Mål ikke nådd
Blåskjell – PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	Kol C 7,8±1,3 (II)	Kol C 4,5±0,6 (II)	Kol C 5,7 ±0,6 (II)	Kol C 5,0±1,7 (II)	Kol C 5,3±0,5 (II)	Kol C 5,04±0,52 (II)	≤ 10 Mål nådd for Kol C
Bunndyr - Diversitet (Tilst.kl)	Kolle 2 2,74 (III)	Kolle 2 3,57 (II)	Kolle 2 3,02 (II)	Kolle 2 Ikke målt	Kolle 2 4,22 (I)	Kolle 2 4,21 (I)	

Tabell 3.11 fortsetter. Oppsummering av noen av de essensielle resultatene fra ytre område i Kollevåg i 2004, 2005 (hentet fra Vassenden & Johannessen 2005), i 2006 (Vassenden & al. 2007), i 2007 (Vassenden & Johansen 2008) i 2008 (Vassenden og Johannessen 2009) og i årets undersøkelse. Der det er gitt tilstandsklasser etter KLIF`s klassifisering (Molvær & al. 1997 og Bakke & al. 2007), er disse oppgitt i parentes. Målsetning hentet fra Lone & Systad 2004.

Ytre område	Før tildekking 2004	Mens tildekking pågikk 2005	Ett år etter 2006	To år etter 2007	Tre år etter 2008	Fem år etter 2010	Målsetning
Torskefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	v/Tussholmen Ikke detektert (I)	v/Tussholmen 3 (I)	v/Tussholmen 13 (II)	v/Tussholmen 6 (II)	v/Tussholmen 1,5 (I)	v/Tussholmen 2,4 (I)	≤ 20 Mål nådd
Torskelever - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	v/Tussholmen 217 (I)	v/Tussholmen 396 (I)	v/Tussholmen 316 (I)	v/Tussholmen 728 (II)	v/Tussholmen 387 (I)	v/Tussholmen 876 (II)	≤ 2550 Mål nådd
Skrubbefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl)	v/Tussholmen 68 (IV)	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen 7 (II)	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen 10 (II)	v/Tussholmen 5 (I-II)	≤ 20 Mål nådd
Ålefilet - PCB ₇ µg/kg vv	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen 246	v/Tussholmen 73	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen ingen fangst	
Torsk filet – PCB ₁₂ WHO – TEQ ng/kg			v/Tussholmen 0,29 TEQ- 1998	v/Tussholmen ingen fangst	v/Tussholmen 0,12 TEQ-1998	v/Tussholmen	
Torsk lever – PCB ₁₂ WHO – TEQ ng/kg			v/Tussholmen 32 TEQ-1998	v/Tussholmen 111 TEQ-1998	v/Tussholmen 50 TEQ-1998	v/Tussholmen 0,2 TEQ-1998 0,1 TEQ-2005	

5 TILTAK SOM MÅ GJØRES

Det bør vurderes å sette inn tiltak for å hindre spredning av PCB fra sedimentene ved stasjon Kolle 1. En evaluering av prosjektet så langt diskuteres i eget skriv.

6 TAKK

Vi vil gjerne få takke L. Pedersen på *Solvik* og T. Sørli på F/F *Aurelia* for hyggelige tokt.

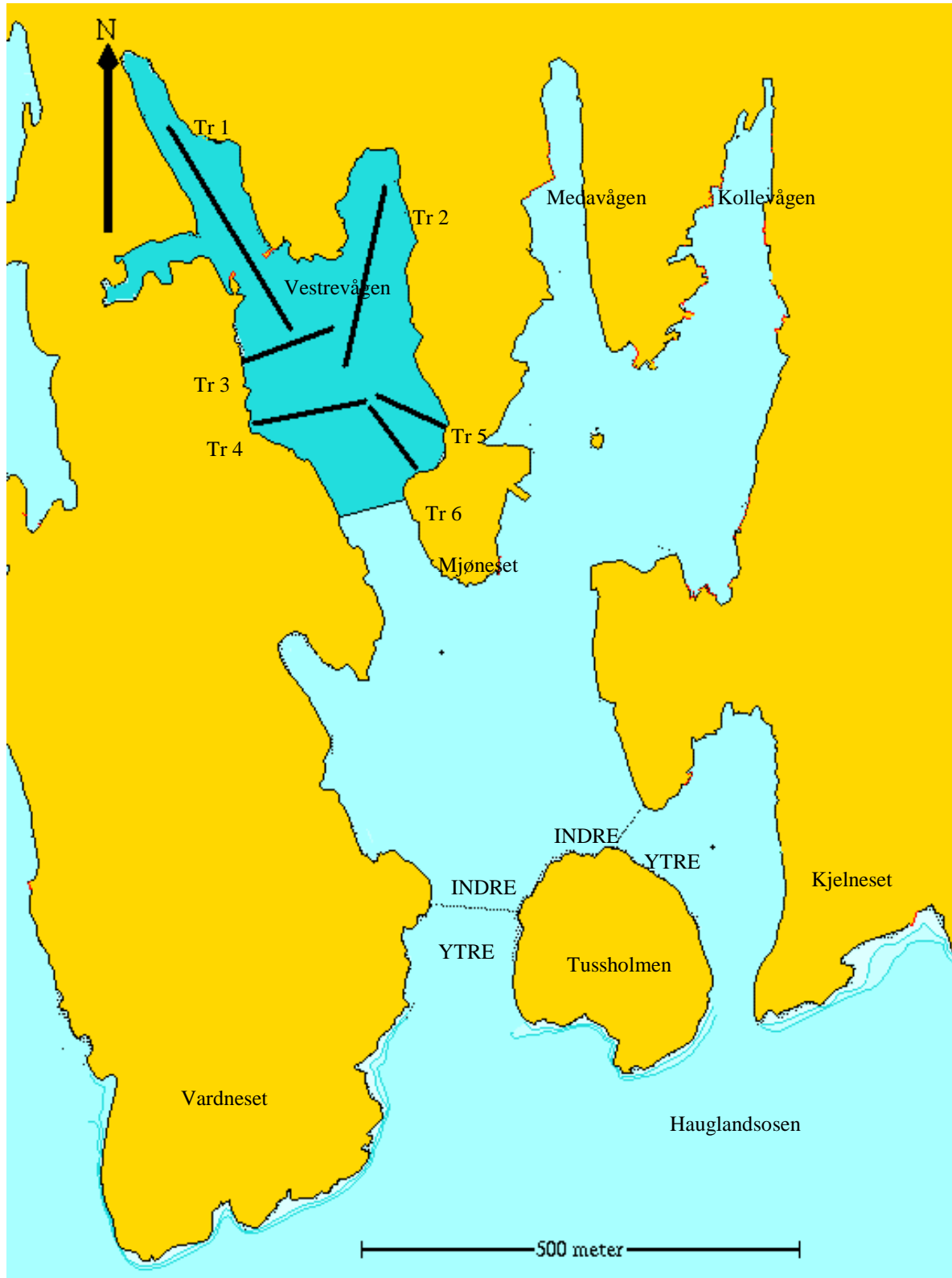
Takk også til H. Lorentzen på ROV-kjøringen.

7 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Botnen HB, Tvedten ØF, Grahl-Nielsen O, Johannessen PJ. 1995. Marinbiologiske miljøundersøkelser ved Hanøytangen, Askøy kommune. *IFM rapport* nr. 6, 1995. 112 s.
- Instones D, Solhaug KP. 1997. Miljøtekniske undersøkelser i Kollevågen. Endelig rapport med tiltaksvurdering. *Instonesrapport* nr 3/97. 55 s.
- Johannessen P, Stensvold AM. 1985. Resipientundersøkelser i Askøy kommune. *IMB-rapport* nr 18, 1985. 40 s.
- Johansen PO, Vassenden G, Botnen H, Johannessen P. 2004. Marinbiologiske miljøundersøkelse ved Norscrap West AS på Hanøytangen, Askøy kommune i 2004. *IFM-rapport* nr 4, 2004. 47 s.
- Knutzen J, Skei J, Johnsen TM, Hylland K, Klungsoyr J, Schlaback M. 1995. Miljøundersøkelser i Byfjorden/Bergen og tilliggende fjordområder. Fase 2. Observasjoner i 1994. *Niva-rapport* nr 3351-95. 163 s.
- Lone S, Systad H. 2004. Overvåkningsprogram. Kollevågen avfallsplass, Askøy. Multiconsult notat 610306-02. 6 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Myhre LP. 1998. Biomarkører i ål (*Anguilla anguilla* L.). Miljøgifteksponering i laboratorieforsk og feltundersøkelser i fjordsystemet rundt Bergen. *Hovedoppgave i marinbiologi*. Institutt for fiskeri- og marinbiologi. Universitetet i Bergen. 107 s.
- Norsk Standard NS 4764: 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Vassenden G, Heggøy E, Johannessen P. 2006. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2006. *Unifob rapport* 18.januar 2007. 51 s.
- Vassenden G, Johannessen P. 2007. Analyse av persistente organiske miljøgifter (POP) i blåskjell fra Kollevågen i 2007. J.nr.SAM-186/07-GV. Bergen 24.09 2007.
- Vassenden G, Johansen P-O. 2008. Marinbiologisk undersøkelse i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2007. *SAM-Unifob rapport* 13-2007. 40 s.

8 VEDLEGG

Vedleggsfigur 1 Kartskisse ROV-transekt.....	48
Vedleggstabell 1 Posisjoner til sedimentfeller og blåskjellbur.....	49
Vedleggstabell 2 PCB i bunnsediment.....	50
Vedleggstabell 3 PCB i sedimentfeller.....	51
Vedleggstabell 4 PCB i blåskjell.....	53
Vedleggstabell 5 PCB i fisk.....	54
Vedleggstabell 6 PCB i fisk (fettprosent).....	55
Vedleggstabell 7 PCB – Analysebevis.....	56
Vedleggstabell 8 Benthos artsliste.....	77
Vedleggstabell 9. De mest tallrike artene i 2004-2006.....	81
Vedleggsfigur 2. Geometriske klasser i 2004-2010.....	82
Vedleggstabell 10. Geometriske klasser.....	82
Vedleggsfigur 3. Clusteranalyse på huggnivå.....	83
Vedleggsfigur 4. MDS-plott på huggnivå for 2004-2010.....	84
Vedleggsfigur 5. MDS-plot på hunn nivå for 2010.....	85
Generell vedleggsdel – Metodebeskrivelse bunndyr.....	86



Vedleggsfigur 1. Skisse med plasseringen av ROV-transektene. Det tildekkede område er markert med mørkere farge. Kartkilde: Olex.

Vedleggstabell 1. Posisjoner hvor sedimentfellene ble satt ut i Kollevågen-området. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Blåskjellene som ble samlet inn i mars 2010 fra Kol B og C var blåskjell som var hentet fra Lamholmen og satt ut i burene i oktober 2009, og hadde dermed stått 5 måneder i Kollevågen.

Sedimentfelle Nr.	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)
1	60°26,776'N 05°06,987'Ø	30
2	60°26,767'N 05°07,012'Ø	31
3	60°26,733'N 05°06,918'Ø	25
4	60°26,499'N 05°06,924'Ø	33
5	60°26,492'N 05°06,931'Ø	36
6	60°26,452'N 05°06,923'Ø	37

Blåskjellstasjoner/bur	Posisjon (WGS-84)
Lamholmen referanse	60° 24,331'N 05° 08,136'Ø
Kol A	60° 26,885'N 05° 06,779'Ø
Kol B (bur)	60° 26,801'N 05° 06,879'Ø
Kol C (bur)	60° 26,638'N 05° 06,866'Ø

Vedleggstabell 2. Innhold av PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrstoff), samt tørrstoffprosent i bunnsediment fra Kollevågen.

Stasjon	Hugg nr	Dato	Tørrstoff %	PCB # 28	PCB # 52	PCB # 101	PCB # 118	PCB # 138	PCB # 153	PCB # 180	Σ PCB7
Kolle 1	1	24.03.2010	27.00	<1,0	7.2	10	13	37	30	13	110
	2	24.03.2010	28.00	<1,0	6.5	8.6	11	31	25	11	93
	3	24.03.2010	26.00	9.7	9.9	16	19	52	41	18	160
Kolle 2	1	24.03.2010	66.00	0.51	0.82	0.5	0.6	1.3	1.2	<0,5	4.9
	2	24.03.2010	62.00	<0,5	0.71	<0,5	0.57	1.2	1.2	0.53	4.2
	3	24.03.2010	68.00	<0,5	49	<0,5	<0,5	0.98	1	<0,5	51
Kolle 3	1	25.03.2010	79.00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0.57	<0,5	0.57
	2	25.03.2010	57.00	1	0.66	0.78	0.74	2	1.9	0.97	8.1
	3	25.03.2010	66.00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1.2	1.3	0.52	3
Kolle 4	1	25.03.2010	46.00	<0,5	1.2	1.3	1.4	3.3	3.3	1.3	12
	2	25.03.2010	54.00	<0,5	0.7	0.76	0.91	1.8	1.8	0.7	6.7
	3	25.03.2010	58.00	<0,5	0.89	0.94	1	2.2	2.1	1	8.2
Kolle 5	1	25.03.2010	78.00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<3,5
	2	25.03.2010	82.00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	0.99	<0,5	2
	3	25.03.2010	84.00	<0,5	<0,5	0.52	0.51	1.8	1.8	0.83	5.4

Vedleggstabell 3. PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) i sedimentfellene fra Kollevågen i 2004-2010. Mengden sediment, tørrstoffprosent og glødetap er også oppgitt, sammen med beregnet total mengde PCB i fellene. id = ikke detektert.

Sediment- felle	Dato Fra	Dato Til	# 28	# 52	# 101	# 118	# 138	# 153	# 180		ΣPCB_7	Tørrstoff	våt prøve	tørr prøve	Absolutt mengde	Glødetap
											($\mu\text{g}/\text{kg}$)	(%)	(g)	(g)	$\mu\text{g PCB}_7$	
Nr 1-3	14.09.2004	11.10.2004								snitt	271	14,5	25,26	3,63	0,83	-
											sd	267	0,8	6,59	0,84	0,61
Nr 4-6	14.09.2004	11.10.2004								snitt	32	17,1	21,67	3,80	0,12	-
											sd	7	4,7	6,16	1,80	0,08
Nr 1-3	14.02.2005	10.03.2005								snitt	27	28,2	40,54	11,61	0,28	9,4
											sd	11	4,2	5,80	3,49	0,06
Nr 4-6	14.02.2005	10.03.2005								snitt	15	10,8	34,36	3,69	0,06	21,2
											sd	5	1,3	4,08	0,13	0,02
Nr 1-3	26.04.2005	24.05.2005								snitt	3	39,2	72,42	29,57	0,07	5,8
											sd	3	5,9	30,88	15,78	0,02
Nr 4-6	26.04.2005	24.05.2005								snitt	12	18,9	17,34	3,27	0,04	13,3
											sd	7	0,8	2,03	0,24	0,03
Nr 1-3	19.09.2006	17.10.2006								snitt	46	15,2	27,43	4,16	0,19	-
											sd	6	0,2	2,57	0,42	0,04
Nr 4-6	19.09.2006	17.10.2006								snitt	13	16,7	40,80	7,16	0,05	-
											sd	5	3,0	33,05	6,32	0,02
Nr 1-3	19.09.2007	17.10.2007								snitt	7,3	18,2	27,56	5,18	0,04	24,1
											sd	1,3	1,9	13,32	2,97	0,03
Nr 4-6	19.09.2007	17.10.2007								snitt	-	15,5	12,54	1,934	id	27,2
											sd	-	2,2	3,44	0,19	-
Nr 1-3	10.09.2008	08.10.2008								snitt	24,6	16,7	22,43	3,73	0,09	20,8
											sd	1,8	0,8	3,41	0,48	0,01
Nr 4-6	10.09.2008	08.10.2008								snitt	21,6	13,7	14,6	1,99	0,05	23,6
											sd	27,6	0,8	1,98	0,16	0,06

Vedleggstabell 3 forts. PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) i sedimentfellene fra Kollevågen i 2004-2010. Mengden sediment, tørrstoffprosent og glødetap er også oppgitt, sammen med beregnet total mengde PCB i fellene.

Sediment- felle	Dato Fra	Dato Til	# 28	# 52	# 101	# 118	# 138	# 153	# 180		ΣPCB_7	Tørrstoff	våt prøve (g)	tørr prøve (g)	Absolutt mengde	Glødetap
											($\mu\text{g}/\text{kg}$)	(%)			$\mu\text{g PCB}_7$	
Nr 1	23.09.2010	21.10.2010	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01		130.00	16.00	15.73	2.52	0.33	32.00
Nr 2			0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01		65.00	15.00	11.64	1.75	0.11	29.00
Nr 3			0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01		54.00	16.00	19.21	3.07	0.17	26.00
										snitt	83.00	15.67	15.53	2.45	0.20	29.00
										sd	41.07	0.58	3.79	0.67	0.11	3.00
Nr 4	23.09.2010	21.10.2010	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00		34.00	17.00	12.35	2.10	0.07	26.00
Nr 5			0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00		37.00	18.00	13.29	2.39	0.09	30.00
Nr 6			0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00		40.00	16.00	19.05	3.05	0.12	31.00
										snitt	37.00	17.00	14.90	2.51	0.09	29.00
										sd	3.00	1.00	3.63	0.49	0.03	2.65

Vedleggstabell 4. Innhold av PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i blåskjell samlet inn 25. mars 2010.

Stasjon	Prøve nr	Dato	Fett %	PCB #	PCB #	PCB #	PCB #	PCB #	PCB #	PCB #	Σ PCB ₇
				28	52	101	118	138	153	180	
KolA	1	24.03.2010	2,2	0,16	0,59	1,83	1,12	2,08	3,39	0,36	9,53
	2	24.03.2010	2,7	0,21	0,72	2,20	1,29	2,30	3,94	0,29	11,00
	3	24.03.2010	2,9	0,23	0,86	2,42	1,43	2,35	4,07	0,34	11,70
KolB	1	24.03.2010	1,9	0,07	0,25	0,88	0,61	1,05	1,76	0,11	4,71
	2	24.03.2010	1,6	0,09	0,33	1,03	0,69	1,11	1,66	0,08	4,99
	3	24.03.2010	1,5	0,09	0,30	0,76	0,56	1,26	2,24	0,14	5,34
KolC	1	24.03.2010	2,8	0,14	0,47	1,18	0,78	1,15	1,68	0,09	5,49
	2	24.03.2010	2,7	0,13	0,41	1,14	0,71	1,03	1,64	0,11	5,16
	3	24.03.2010	2,8	0,11	0,34	0,87	0,65	0,97	1,45	0,08	4,47

Vedleggstabell 5. Innhold av PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i fisk samlet inn i 2010. Tørrstoff og fettinnhold i prosent. Vekt, lengde og kjønn på fisk som inngår i hver blandprøve som ble analysert er vist i tabellen.

Tid	Lokalitet	Fisk	Prøve	Fett	Tørrstoff	#28	#52	#101	#118	#138	#153	#180	PCB ₇ $\mu\text{g}/\text{kg}$ vv	Vekt	Lengde	Kjønn		
				%	%									(g)	(cm)			
Høst 2010	Indre	Torsk	Bl,prøve filet (n=5)	1.03	19.04	< 657	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	3.12	972	48.4	♂		
														2047	60.6	♂		
			Bl,prøve lever (n=5)	34.30	41.77	0.02	0.04	0.26	0.56	1.27	2.22	1.35	5730.00	1535	51.2	♂		
														1500	52.7	♀		
			Skрубbe	Bl,prøve filet (n=5)	2.97	22.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	24.00	2058	57.9	♀
																294	27.8	♂
																326	29.8	♂
	Ytre	Torsk	Bl,prøve filet (n=5)	0.49	13.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	222	35.6	♂		
														178	24.3	♀		
			Bl,prøve lever (n=5)	50.30	53.82	0.02	0.02	0.06	0.12	0.20	0.33	0.13	876.00	1850	58	♂		
														786	41.6	♀		
			Skрубbe	Bl,prøve filet (n=4)	0.90	22.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.96	244	28.1	♂
																316	29.6	♂
																1010	41.8	♀
682	37.5	♀																

Vedleggstabell 6: Konsentrasjoner av µg/kg PCB12/fettprosent for torskefilet og –lever i indre og ytre Kollevågen 2010.

		PCB- 105	PCB- 114	PCB- 118	PCB- 123	PCB- 126	PCB- 156	PCB- 157	PCB- 167	PCB- 169	PCB- 189	PCB- 77	PCB- 81
Filet	Indre	44757.3	2116.5	163106.8	679.6	291.3	37961.2	6058.3	22718.4	1068.0	4621.4	1068.0	242.7
	Ytre	33333.3	1195.5	74897.1	1421.8	197.5	7818.9	2201.6	3621.4	24.7	784.0	1495.9	45.3
Lever	Indre	364431	10029	1644315	17872	3586	416910	55977	241108	350	71137	3848	70
	Ytre	79125	2863	246521	3598	602	25249	6382	17992	99	3300	3082	104

Vedleggstabell 7. Analysebevis fra de kjemiske analysene i sediment, sedimentfeller, blåskjell og fisk. Alle analysebevisene er oppbevart hos SAM-Marin.

Bunnsediment:



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

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

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358

Prøvemottak: 11.05.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 11.05.2010-04.06.2010
Referanse: 804019 Kollevågen ref
10/10. Stedkode 611101

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2010-05110548	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 1 Hugg 1	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	27	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.001	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.0072	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.010	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.013	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.030	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.037	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.013	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.11	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110549	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 1 Hugg 2	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	28	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.001	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.0065	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.0086	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.011	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.025	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.031	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.011	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.093	mg/kg TS		GC-MS	

Teorforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

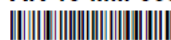
< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110550	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 1 Hugg 3	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	26	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0097	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.0099	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.016	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.019	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.041	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.052	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.018	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.16	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110551	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 2 Hugg 1	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	66	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.00051	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.00082	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.00050	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.00060	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0012	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0013	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0049	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110552	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 2 Hugg 2	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	62	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.00071	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.00057	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0012	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0012	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.00053	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0042	mg/kg TS		GC-MS	

Teorforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110553	Prøvetakingsdato:	24.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 2 Hugg 3	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	68	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.049	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.00100	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.00098	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.051	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110554	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 3 Hugg 1	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	79	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.00057	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.00057	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110555	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 3 Hugg 2	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	57	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0010	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.00066	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.00078	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.00074	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0019	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0020	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.00097	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0081	mg/kg TS		GC-MS	

Teorforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110556	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 3 Hugg 3	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	66	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0013	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0012	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.00052	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0030	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110557	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 4 Hugg 1	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	46	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.0012	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.0013	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.0014	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0033	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0033	mg/kg TS	25%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.0013	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.012	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110558	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Kolle 4 Hugg 2	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	54	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.00070	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.00076	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.00091	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0018	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0018	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.00070	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0067	mg/kg TS		GC-MS	

Teqnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110559	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 4 Hugg 3	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	58	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	0.00089	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.00094	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.0010	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0021	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0022	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.0010	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0082	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110560	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 5 Hugg 1	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	78	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	<0.0035	mg/kg TS		GC-MS	

Prøvenr.:	439-2010-05110561	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 5 Hugg 2	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	82	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.00099	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0010	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0020	mg/kg TS		GC-MS	

Teorforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 5 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110562	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kolle 5 Hugg 3	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	84	%	15%	Gravimetrisk	0.02
PCB 7					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 101	0.00052	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 118	0.00051	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 153	0.0018	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 138	0.0018	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
PCB 180	0.00083	mg/kg TS	40%	GC-MS	0.0005
Sum 7 PCB	0.0054	mg/kg TS		GC-MS	

Blåskjell:

Prøvenr.:	439-2010-05110563	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KoLA	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.9	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	234	pg/g		HRMS	
PCB 52	860	pg/g		HRMS	
PCB 101	2420	pg/g		HRMS	
PCB 118	1430	pg/g		HRMS	
PCB 138	2350	pg/g		HRMS	
PCB 153	4070	pg/g		HRMS	
PCB 180	335	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	11700	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	11700	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	10300	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	10300	pg/g		HRMS	

Teqnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 6 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110564	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KoIA	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.7	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	213	pg/g		HRMS	
PCB 52	722	pg/g		HRMS	
PCB 101	2200	pg/g		HRMS	
PCB 118	1290	pg/g		HRMS	
PCB 138	2300	pg/g		HRMS	
PCB 153	3940	pg/g		HRMS	
PCB 180	291	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	11000	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	11000	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	9670	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	9670	pg/g		HRMS	

Prøvenr.:	439-2010-05110565	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KoIA	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.2	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	156	pg/g		HRMS	
PCB 52	587	pg/g		HRMS	
PCB 101	1830	pg/g		HRMS	
PCB 118	1120	pg/g		HRMS	
PCB 138	2080	pg/g		HRMS	
PCB 153	3390	pg/g		HRMS	
PCB 180	356	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	9530	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	9530	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	8400	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	8400	pg/g		HRMS	

Teanforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 7 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110566	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KolB	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	1.5	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	85.5	pg/g		HRMS	
PCB 52	300	pg/g		HRMS	
PCB 101	762	pg/g		HRMS	
PCB 118	559	pg/g		HRMS	
PCB 138	1260	pg/g		HRMS	
PCB 153	2240	pg/g		HRMS	
PCB 180	135	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	5340	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	5340	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4780	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4780	pg/g		HRMS	

Prøvenr.:	439-2010-05110567	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KolB	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	1.6	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	94.8	pg/g		HRMS	
PCB 52	327	pg/g		HRMS	
PCB 101	1030	pg/g		HRMS	
PCB 118	685	pg/g		HRMS	
PCB 138	1110	pg/g		HRMS	
PCB 153	1660	pg/g		HRMS	
PCB 180	80.0	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	4990	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	4990	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4300	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4300	pg/g		HRMS	

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 8 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110568	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KoIB	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	1.9	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	67.8	pg/g		HRMS	
PCB 52	248	pg/g		HRMS	
PCB 101	879	pg/g		HRMS	
PCB 118	608	pg/g		HRMS	
PCB 138	1050	pg/g		HRMS	
PCB 153	1760	pg/g		HRMS	
PCB 180	108	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	4710	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	4710	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4110	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4110	pg/g		HRMS	

Prøvenr.:	439-2010-05110569	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	KoIC	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.8	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	112	pg/g		HRMS	
PCB 52	340	pg/g		HRMS	
PCB 101	867	pg/g		HRMS	
PCB 118	650	pg/g		HRMS	
PCB 138	966	pg/g		HRMS	
PCB 153	1450	pg/g		HRMS	
PCB 180	81.3	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	4470	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	4470	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	3820	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	3820	pg/g		HRMS	

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 9 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358



Prøvenr.:	439-2010-05110570	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	KoIC	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.7	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	129	pg/g		HRMS	
PCB 52	409	pg/g		HRMS	
PCB 101	1140	pg/g		HRMS	
PCB 118	711	pg/g		HRMS	
PCB 138	1030	pg/g		HRMS	
PCB 153	1640	pg/g		HRMS	
PCB 180	108	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	5160	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	5160	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4450	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4450	pg/g		HRMS	

Prøvenr.:	439-2010-05110571	Prøvetakingsdato:	25.03.2010		
Prøvetype:	Biologisk materiale, kompost, osv	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	KoIC	Analysedato:	11.05.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.8	%		Gravimetri	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	143	pg/g		HRMS	
PCB 52	465	pg/g		HRMS	
PCB 101	1180	pg/g		HRMS	
PCB 118	779	pg/g		HRMS	
PCB 138	1150	pg/g		HRMS	
PCB 153	1680	pg/g		HRMS	
PCB 180	93.1	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	5490	pg/g		HRMS	
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	5490	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4710	pg/g		HRMS	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4710	pg/g		HRMS	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg

Kopi til:Helge Botnen (helge.botnen@ifm.uib.no)
Uni Miljø (sam-marin@uni.no)**Teqforklaring:**

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 10 av 11

AR-10-MM-008044-01



EUNOMO-00013358

 eurofinc
Moss 4. juni 2010

Grethe Arnestad

Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Målesikkerhet

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 11 av 11

Sedimentfeller:

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

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

AR-10-MM-017871-01



EUNOMO-00022984

Prøvemottak: 27.10.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 27.10.2010-15.11.2010
Referanse: 611101, 804019, ref.
25/10

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	439-2010-10270146	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollevåg-804019-2510-1	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	16	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	32	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.067	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0079	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0070	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0086	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.019	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0088	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.13	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	15.73	g		Intern	

Provenr.:	439-2010-10270147	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollevåg-804019-2510-2	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	15	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	29	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0071	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0081	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0060	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0070	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0083	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.065	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	11.64	g		Intern	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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 3

AR-10-MM-017871-01



EUNOMO-00022984



Provenr.:	439-2010-10270148	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollevåg-804019-2510-3	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	16	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	26	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0028	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0044	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0052	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0063	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0077	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.054	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	19.21	g		Intern	

Provenr.:	439-2010-10270149	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollevåg-804019-2510-4	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	17	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	26	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0011	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0055	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0042	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0040	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0074	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0069	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0045	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.034	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	12.35	g		Intern	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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 3

AR-10-MM-017871-01



EUNOMO-00022984



Prøvenr.:	439-2010-10270150	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollefvåg-804019-2510-5	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	18	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	30	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0068	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0046	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0062	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0053	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0063	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0046	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0033	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.037	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	13.29	g		Intern	

Prøvenr.:	439-2010-10270151	Prøvetakingsdato:	21.10.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kollefvåg-804019-2510-6	Analysestartdato:	27.10.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	16	%	15%	NS 4764	0.02
Total tørrstoff glødetap	31	% TS	5%	NS 4764	0.02
PCB 7					
PCB 28	0.0099	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0041	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0051	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0073	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0056	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0041	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.040	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
* Mengde materiale, våtvekt	19.05	g		Intern	

Kopi til:

Uni Miljø (sam-marin@uni.no)

Moss 15.11.2010

 Grethe Arnestad
 ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* (Rkke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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 3

Fisk:



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

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

AR-10-MM-018905-01



EUNOMO-00024228

Prøvemottak: 16.11.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 16.11.2010-30.11.2010
Referanse: 804019-30/10

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

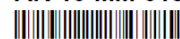
Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 7



AR-10-MM-018905-01



EUNOMO-00024228

Prøvenr.:	439-2010-11160374	Prøvetakingsdato:	12.11.2010		
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen		
Prøvemerking:	Torsk Muskel Indre	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	1.03	%		Gravimetri	
a) Torrstoff	19.04	%		DIN 38414-S2	
a) PCB - dioksinlike					
PCB 77	< 22.5	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 81	< 4.50	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 105	461	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 114	21.8	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	1680	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 123	< 14.3	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 126	< 6.00	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 156	391	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 157	62.4	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 167	234	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 169	< 22.5	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 189	47.6	pg/g		SOP QMA504-341	
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	0.459	pg/g		SOP QMA504-341	
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	1.29	pg/g		SOP QMA504-341	
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	0.087	pg/g		SOP QMA504-341	
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	1.37	pg/g		SOP QMA504-341	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	< 657	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	372	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	1030	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	1680	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	3630	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	7250	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	3120	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	17100	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	17700	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	15400	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	16100	pg/g		SOP QMA504-341	

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 7



AR-10-MM-018905-01



EUNOMO-00024228

Provenr.:	439-2010-11160375	Prøvetakingsdato:	12.11.2010
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen
Prøvemerkning:	Torsk Muskel Ytre	Analysedato:	16.11.2010
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
a) Fettinnhold			
Fett	0.486	%	Gravimetri
a) Torrstoff	13.38	%	DIN 38414-S2
a) PCB - dioksinlike			
PCB 77	7.27	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 81	0.22	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 105	162	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 114	5.81	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	364	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 123	6.91	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 126	0.96	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 156	38.0	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 157	10.7	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 167	17.6	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 169	< 0.24	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 189	3.81	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	0.178	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	0.180	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	0.115	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	0.122	pg/g	SOP QMA504-341
a) PCB (7 Dutch)			
PCB 28	71.1	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 52	77.3	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 101	165	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	364	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 138	466	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 153	812	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 180	391	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	2350	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	2350	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	1980	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	1980	pg/g	SOP QMA504-341

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 7

AR-10-MM-018905-01



EUNOMO-00024228



Provenr.:	439-2010-11160376	Prøvetakingsdato:	12.11.2010		
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen		
Prøvemerkning:	Skrubbe Muskel Indre	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	2.97	%		Gravimetri	
a) Torrstoff	22.24	%		DIN 38414-S2	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	1310	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	1160	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	2930	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	2970	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	4680	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	7900	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	3000	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	24000	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	24000	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	21000	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	21000	pg/g		SOP QMA504-341	

Provenr.:	439-2010-11160377	Prøvetakingsdato:	12.11.2010		
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen		
Prøvemerkning:	Skrubbe Muskel Ytre	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fettinnhold					
Fett	0.899	%		Gravimetri	
a) Torrstoff	22.74	%		DIN 38414-S2	
a) PCB (7 Dutch)					
PCB 28	164	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 52	355	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 101	799	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 118	863	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 138	989	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 153	1370	pg/g		SOP QMA504-341	
PCB 180	427	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	4960	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	4960	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	4100	pg/g		SOP QMA504-341	
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	4100	pg/g		SOP QMA504-341	

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 7



Provenr.:	439-2010-11160378	Prøvetakingsdato:	12.11.2010
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen
Provemerking:	Torsk Lever Indre	Analysestartdato:	16.11.2010
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
a) Fettinnhold			
Fett	34.3	%	Gravimetri
a) Torrstoff	41.77	%	DIN 38414-S2
a) PCB - dioksinlike			
PCB 77	1320	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 81	< 47.9	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 105	125000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 114	3440	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	564000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 123	6130	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 126	1230	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 156	143000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 157	19200	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 167	82700	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 169	< 240	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 189	24400	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	279	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	281	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	152	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	159	pg/g	SOP QMA504-341
a) PCB (7 Dutch)			
PCB 28	22300	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 52	40800	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 101	264000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	564000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 138	1270000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 153	2220000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 180	1350000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB eksl LOQ	5730000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	5730000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	5170000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	5170000	pg/g	SOP QMA504-341

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 5 av 7



Prøvenr.:	439-2010-11160379	Prøvetakingsdato:	12.11.2010
Prøvetype:	Fisk	Prøvetaker:	Kristin Hatlen
Prøvemerkning:	Torsk Lever Ytre	Analysedato:	16.11.2010
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode: LOQ:
a) Fettinnhold			
Fett	50.3	%	Gravimetri
a) Torrstoff	53.82	%	DIN 38414-S2
a) PCB - dioksinlike			
PCB 77	1550	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 81	52.3	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 105	39800	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 114	1440	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	124000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 123	1810	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 126	303	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 156	12700	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 157	3210	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 167	9050	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 169	< 99.7	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 189	1660	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998) - PCB-TEQ eksl. LOQ	56.0	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(1998)- PCB TEQ inkl. LOQ	57.0	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ eksl. LOQ	36.3	pg/g	SOP QMA504-341
WHO(2005)-PCB TEQ inkl. LOQ	39.3	pg/g	SOP QMA504-341
a) PCB (7 Dutch)			
PCB 28	16300	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 52	20600	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 101	55400	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 118	124000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 138	199000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 153	326000	pg/g	SOP QMA504-341
PCB 180	134000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB eksl. LOQ	876000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 7 indikator PCB inkl. LOQ	876000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	752000	pg/g	SOP QMA504-341
Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	752000	pg/g	SOP QMA504-341

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 6 av 7



Moss 30.11.2010

Hanne-Monica Reinback

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingenier

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 7 av 7

Vedleggstabell 8. Artsliste bunndyr

Vedlegg SF-SAM-505.2

BENTHOS ARTSLISTE

Seksjon for anvendt miljøforskning



SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Bergen kommune, Grønn etat v/Fritz Hafner,
P.b. 7700 , N-5020 Bergen

Prosjekt nr.: 804019

Prøvetakingssted (område): Kollevågen, Askøy kommune

Dato for prøvetaking: 24. mars 2010

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin)

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Tom Alvestad (under opplæring), Jon Hestetun (under opplæring) og Per Johannessen

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 16665 og interne standard forskrifter.

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:3 sider.

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

Signatur:.....*P-O. Johann*.....
Signaturberettiget

SAM-Marin

Dato	24.03.2010					24.03.2010					
Dyp	30 m					13 m					
Stasjon	Kolle 1					Kolle 2					
Arter	huggnummer	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
* ARTHROPODA											
* Chironomidae indet		1									
* PORIFERA											
* Porifera indet.								+			
* Cliona sp.											+
* HYDROZOA											
* Hydrozoa indet.							+	+	+		
* NEMERTINI indet.							1	4	10	7	7
* NEMATODA indet.		1					21	27	21	8	1
PRIAPULIDA											
Priapulus caudatus										0/1	
POLYCHAETA											
Polynoidae indet.							1	1			1
Pholoe assimilis										1	
Pholoe baltica							6	4	5	2	5
Phyllodocidae indet.										1	
Eteone foliosa									1		
Eteone longa							10	1/1	5	3/2	5/2
Kefersteinia cirrata								4	4	1	3
Ophiodromus flexuosus								1			
Syllidae indet.							18	8	24	15	19
Exogone sp.							1	1	2		
Platynereis dumerilii								1			
Sphaerodoropsis flavum									1		
Glycera alba							3	2		3	
Glycera lapidum								1/1		0/2	3/2
Goniada maculata							1	1	2		2
Lumbrineridae indet.							9	3	10	5	11
Protodorvillea kefersteini							2	4	6	45	2
Scoloplos armiger							43	86	106	71	62
Aonides paucibranchiata								1	1		
Polydora sp.							4	11	8	4	7
Prionospio cirrifera							29	45	46	33	42
Prionospio fallax							5	8	21	5	17
Spio sp.								3	1		3
Spiochaetopterus typicus		1				1					
Aphelochaeta sp.							66	85	81	58	46
Chaetozone zetlandica							15	24	15	46	9
Chaetozone sp.			1	3			15	23	20	15	11

SAM-Marin

Dato	24.03.2010					24.03.2010					
	30 m					13 m					
Stasjon	Kolle 1					Kolle 2					
Arter	hugnummer	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
Cirriformia tentaculata							0/1	0/1			
Macrochaeta clavicornis							1	47	5	17	6
Pherusa plumosa										1	
Ophelina acuminata		0/1									
Scalibregma inflatum							2	1	2	2	3
Capitella capitata				7	9	3					
Mediomastus fragilis							21	47	42	43	28
Notomastus latericeus							23	12	9	9	16
Maldanidae indet							1			2	
Owenia borealis									1		2
Pectinaria auricoma								1			1
Sosane sulcata									2		1
Eupolyornia nesidensis								1			1
Pista malmgreni							1	0/1			0/1
Polycirrus medusa							2	2		3	5
Polycirrus norvegicus							3	12	16	6	8
Terebellides stroemi							2			3	2
Sabellidae indet.							13	26	18	7	14
Hydroides norvegica								2			
Pomatoceros triqueter								1			
OLIGOCHAETA											
Oligochaeta indet.							4	7	3	4	7
SIPUNCULA											
Sipuncula indet.							1				
Phascolion strombus										1	1
CRUSTACEA											
* Copepoda indet.							1				
* Calanus finmarchicus		6	16	11	8	62	5	11	15	5	17
* Eudorella truncatula							8	3	1	7	5
* Amphipoda indet.							2	5	1	2	2
Calocaris macandreae											1
* Galathea intermedia											1
* Paguridae indet.											3
* Liocarcinus arcuatus											1
* Liocarcinus pusillus										1	1
* Inachus dorsettensis										1	
* Eurynome aspera								1			
MOLLUSCA											
Leptochiton asellus								1	0/1		2
Tonicella rubra									1		

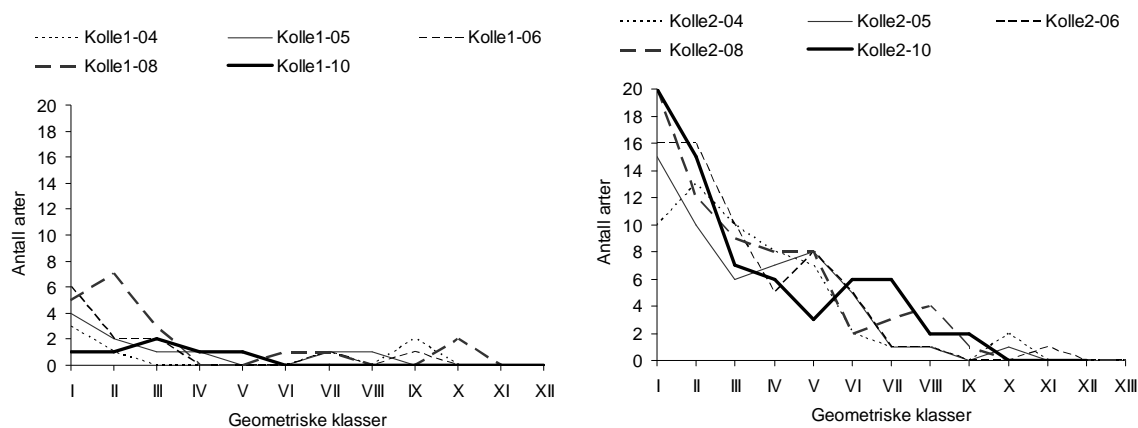
SAM-Marin

Dato	24.03.2010					24.03.2010					
Dyp	30 m					13 m					
Stasjon	Kolle 1					Kolle 2					
Arter	hugnummer	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
Euspira pulchella							1	1	2	1	
Vitreolina philippi								1	1		
Raphitoma linearis								1			
Nudibranchia indet.							1	1			
Lucinoma borealis							2/1				
Thyasira flexuosa	4	2					5/2	9/3	8/5	4/1	9/2
Parvicardium scabrum										1	
Corbula gibba	1	4		2/2	1/3		0/1	0/1			
Hiatella sp.								0/1			
Lyonsia norwegica								0/1			
BRYOZOA											
* Bryozoa skorpeformet								+			+
ECHINODERMATA											
Asterias rubens								0/1			
* Ophiuroidea indet.											+
Amphipholis squamata							1	3	1	1	
Ophiura robusta								1			
Echinocucumis hispida									0/1		
Leptosynapta sp.								1			
ASCIDIACEA											
Ascidiacea indet.								5		3	
* PISCES											
* Fiske egg.	2	2		1	11		2		1	1	8
* VARIA							+				+

Vedleggstabell 9. De mest tallrike artene på stasjonene i 2004, 2005 og 2006.

Kolle 1, 2004				Kolle 2, 2004			
Arter	Antall	0,5 m2 %	Kum %	Arter	Antall	0,5 m2 %	Kum %
Thyasira flexuosa	279	45.8	45.8	Aphelochaeta sp.	1021	42.5	42.5
Corbula gibba	261	42.9	88.7	Chaetozone sp.	743	30.9	73.3
Mediomastus fragilis	64	10.5	99.2	Scoloplos armiger	136	5.7	79.0
Ennucula tenuis	2	0.3	99.5	Lucinoma borealis	98	4.1	83.1
Eumida sanguinea	1	0.2	99.7	Protodorvillea kefersteini	39	1.6	84.7
Mytilidae indet.	1	0.2	99.8	Notomastus latericeus	34	1.4	86.1
Arctica islandica	1	0.2	100.0	Capitella capitata	28	1.2	87.3
				Mediomastus fragilis	25	1.0	88.3
				Glycera alba	20	0.8	89.1
				Scalibregma inflatum	20	0.8	90.0
				Polycirrus norvegicus	20	0.8	90.8
Kolle 1, 2005				Kolle 2, 2005			
Arter	Antall	0,5 m2 %	Kum %	Arter	Antall	0,5 m2 %	Kum %
Corbula gibba	139	60.4	60.4	Aphelochaeta sp.	588	41.9	41.9
Thyasira flexuosa	70	30.4	90.9	Scoloplos armiger	155	11.1	53.0
Glycera alba	8	3.5	94.3	Protodorvillea kefersteini	90	6.4	59.4
Chaetozone sp.	5	2.2	96.5	Chaetozone sp.	61	4.4	63.8
Polydora sp.	2	0.9	97.4	Prionospio fallax	51	3.6	67.4
Spio filicornis	2	0.9	98.3	Macrochaeta clavicornis	42	3.0	70.4
Mediomastus fragilis	1	0.4	98.7	Mediomastus fragilis	40	2.9	73.3
Lucinoma borealis	1	0.4	99.1	Glycera alba	32	2.3	75.5
Phyllodoce groenlandica	1	0.4	99.6	Sabellidae indet.	30	2.1	77.7
Spiochaetopterus typicus	1	0.4	100.0	Polycirrus norvegicus	28	2.0	79.7
Kolle 1, 2006				Kolle 2, 2006			
Arter	30 m Antall	0,5 m2 %	Kum %	Arter	13,5 m Antall	0,5 m2 %	Kum %
Corbula gibba	479	80.1	80.1	Aphelochaeta sp.	1069	55.6	55.6
Thyasira flexuosa	95	15.9	96.0	Scoloplos armiger	172	8.9	64.5
Ophiodromus flexuosus	7	1.2	97.2	Macrochaeta clavicornis	101	5.2	69.8
Chaetozone setosa	6	1.0	98.2	Chaetozone setosa	51	2.7	72.4
Ennucula tenuis	3	0.5	98.7	Mediomastus fragilis	45	2.3	74.7
Phyllodoce groenlandica	2	0.3	99.0	Notomastus latericeus	42	2.2	76.9
Eteone longa	1	0.2	99.2	Protodorvillea kefersteini	37	1.9	78.8
Polydora sp.	1	0.2	99.3	Prionospio fallax	34	1.8	80.6
Prionospio steenstrupii	1	0.2	99.5	Polycirrus norvegicus	30	1.6	82.2
Prionospio cirrifera	1	0.2	99.7	Sabellidae indet.	28	1.5	83.6
Mediomastus fragilis	1	0.2	99.8	Lucinoma borealis	28	1.5	85.1
Sabellidae indet.	1	0.2	100.0				

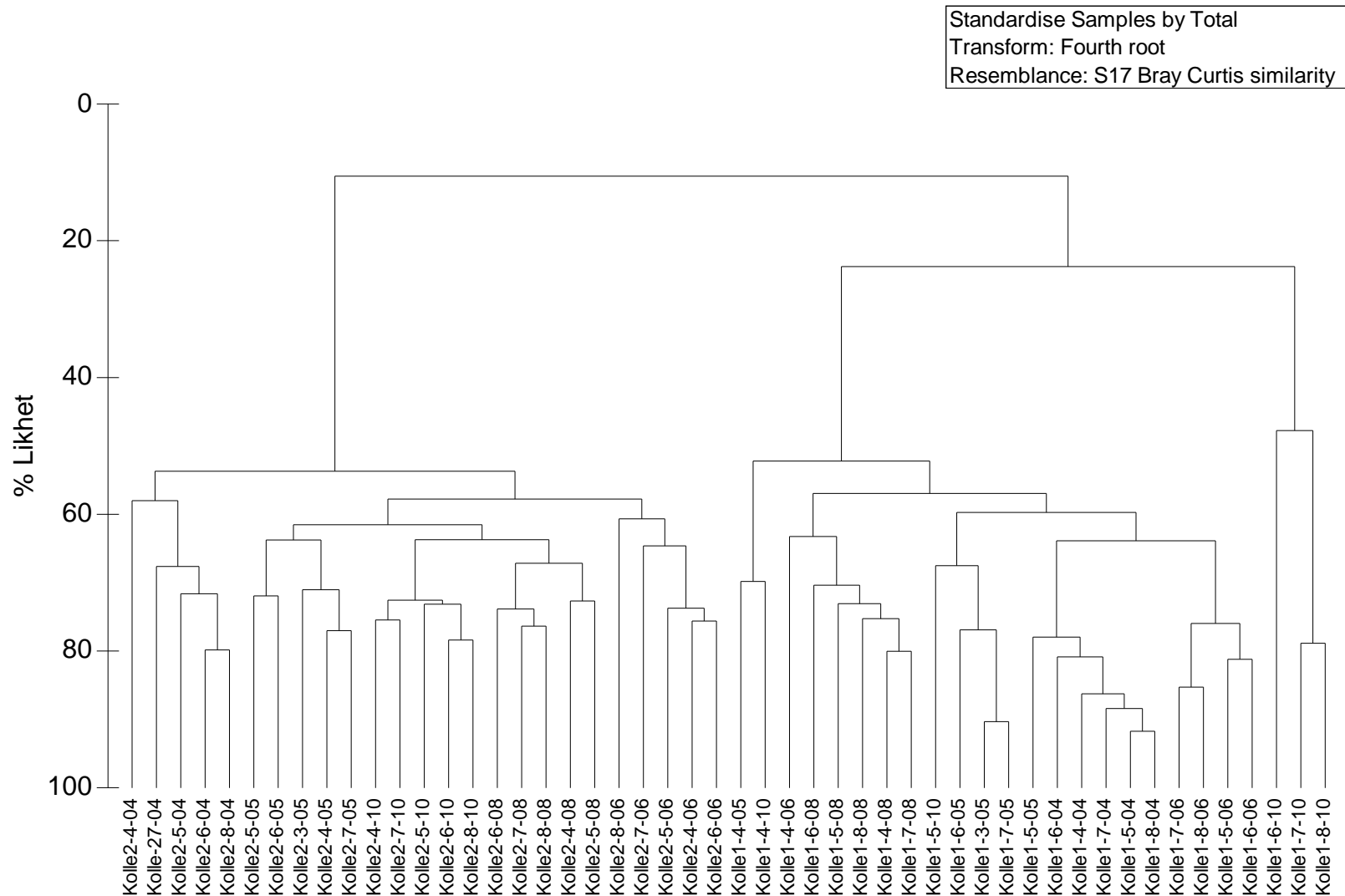
SAM-Marin



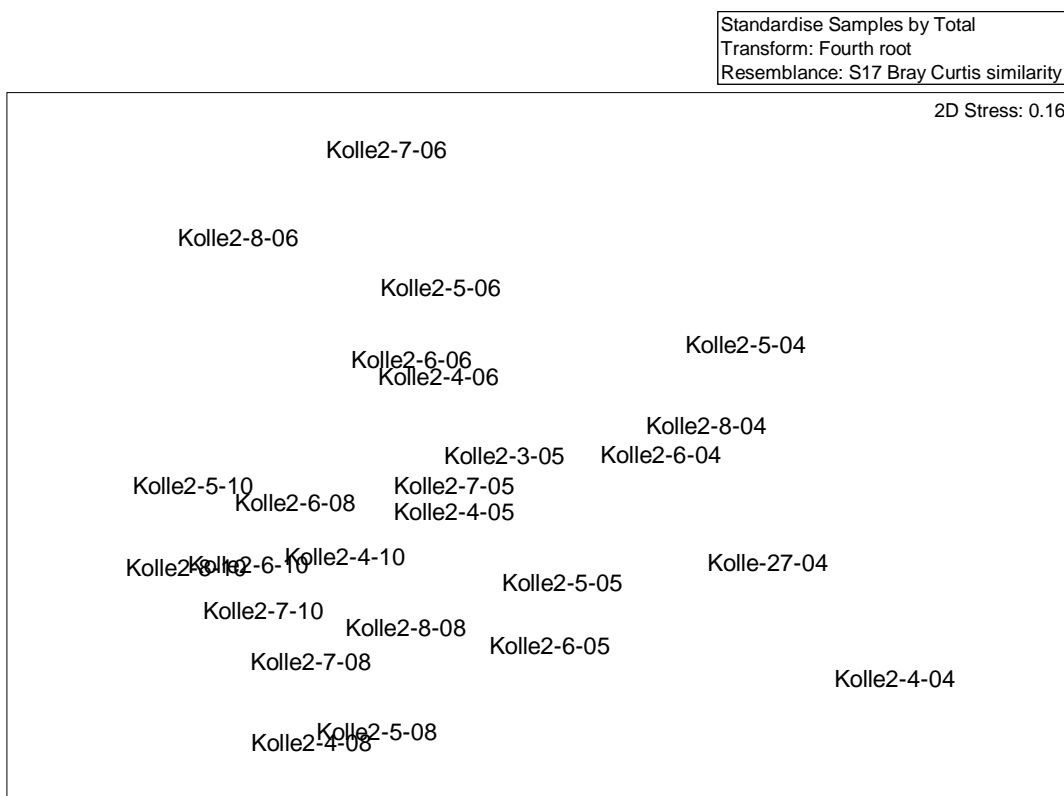
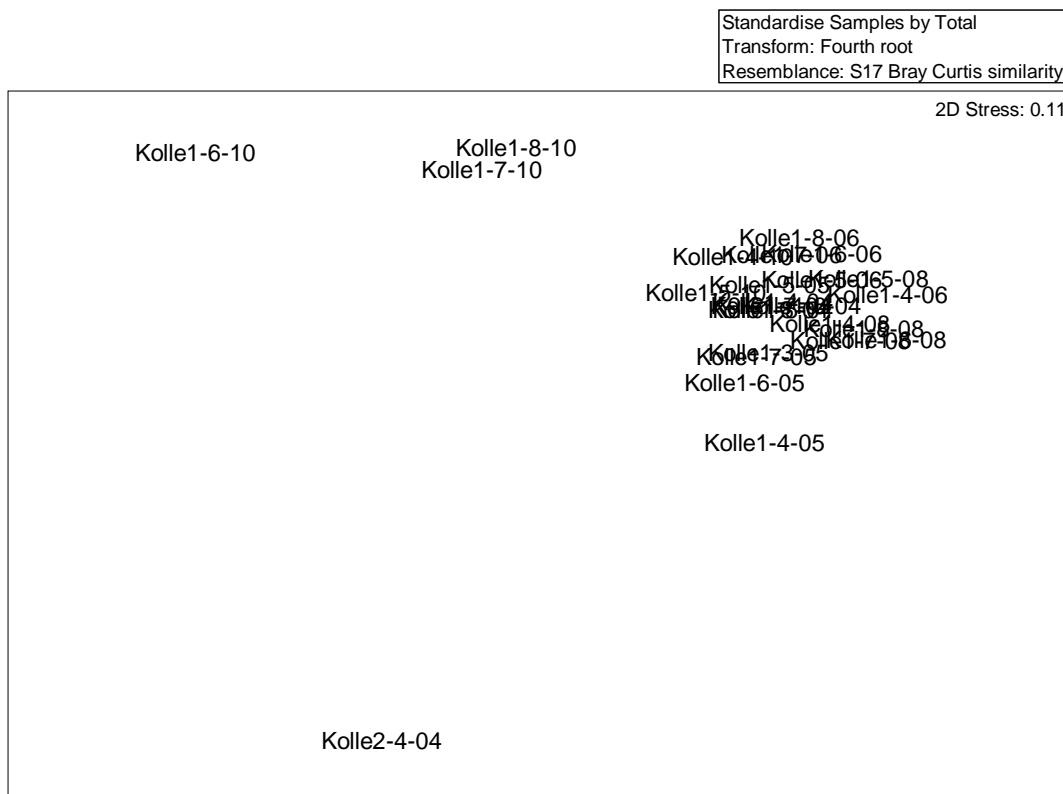
Vedleggsfigur 2. Faunastrukturen (geometriske klasser plottet mot antall arter) på stasjonene i Kollevågen fra 2004 til 2010.

Vedleggstabell 10. Antall arter fordelt på geometriske klasser.

	Kolle2-04	Kolle2-05	Kolle2-06	Kolle2-08	Kolle2-10	Kolle1-04	Kolle1-05	Kolle1-06	Kolle1-08	Kolle1-10
I	10	15	16	20	20	3	4	6	5	1
II	13	10	16	12	15	1	2	2	7	1
III	10	6	10	9	7	0	1	2	3	2
IV	8	7	5	8	6	0	1	0	0	1
V	7	8	8	8	3	0	0	0	0	1
VI	2	5	5	2	6	0	0	0	1	0
VII	1	1	1	3	6	1	1	1	1	0
VIII	1	1	1	4	2	0	1	0	0	0
IX	0	0	0	1	2	2	0	1	0	0
X	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0
XI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

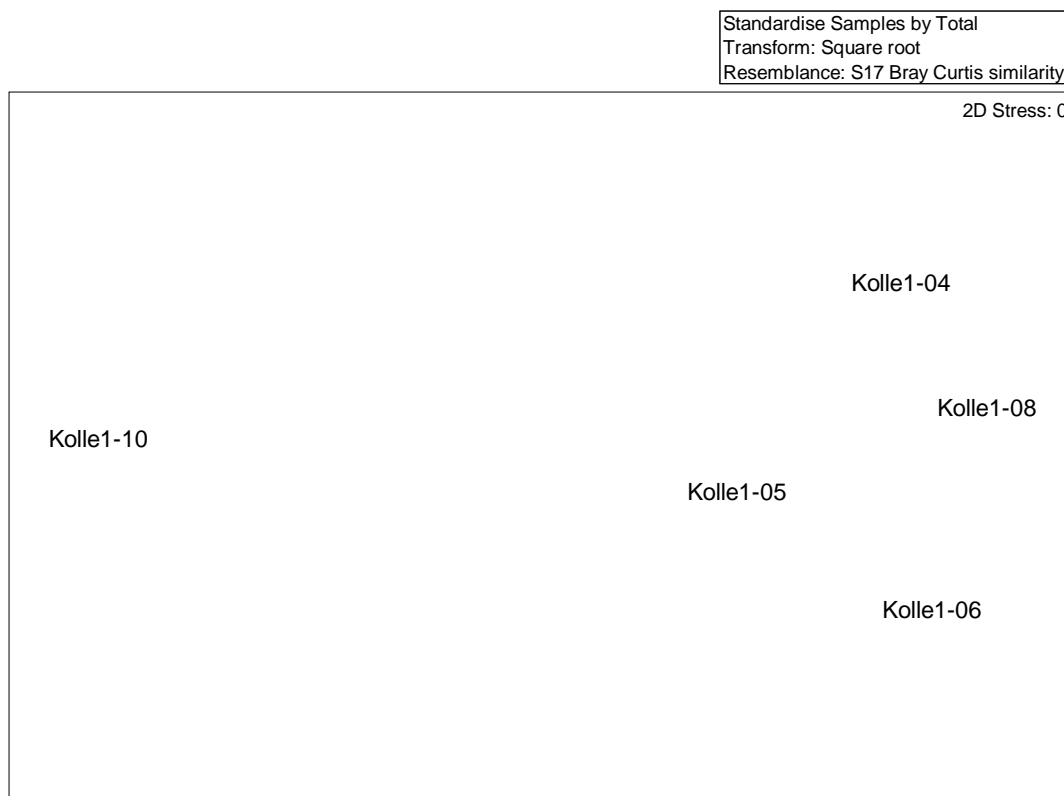
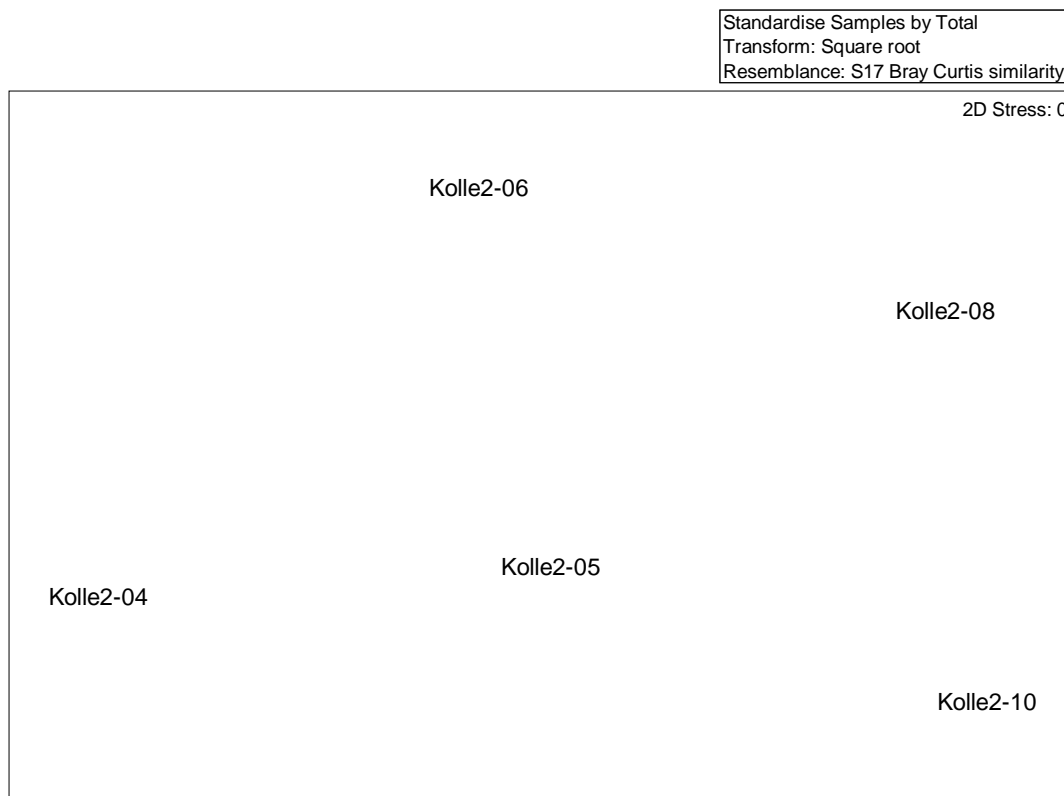


Vedleggsfigur 3. Dendrogram som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene i undersøkelsene fra 2004-2010 i Kollevågen. Prøvene er merket med stasjon-huggnummer-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og gruppegjennomsnitt. Individantallene er standardiserte og 4. rots transformert før analyse.



Vedleggsfigur 4. MDS-plott som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene fra Kolle 1 og Kolle 2 i 2004, 2005, 2006, 2008 og 2010. Prøvene er merket med stasjon-huggnummer-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og standardisert samt 4. rots transformerte individantall før analyse.

SAM-Marin



Vedleggsfigur 5. MDS-plott som viser faunalikheten mellom de ulike årene fordelt på Kolle 1 og Kolle 2. Dataene er basert på Bray-Curtis likhetsindeks og er standardisert og 4-rotstransformert før analyse.

GENERELL VEDLEGGSEDEL

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.

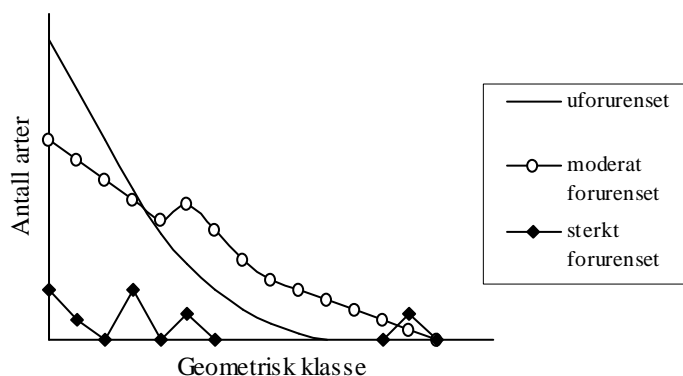
Geometriske klasser

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 antydning 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. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon og Weaver 1949):

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

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

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

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

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg og Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks og Hurlbert indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

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 prøvelighet 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. Miljøgraden trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles “group average sorting” og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

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

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

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

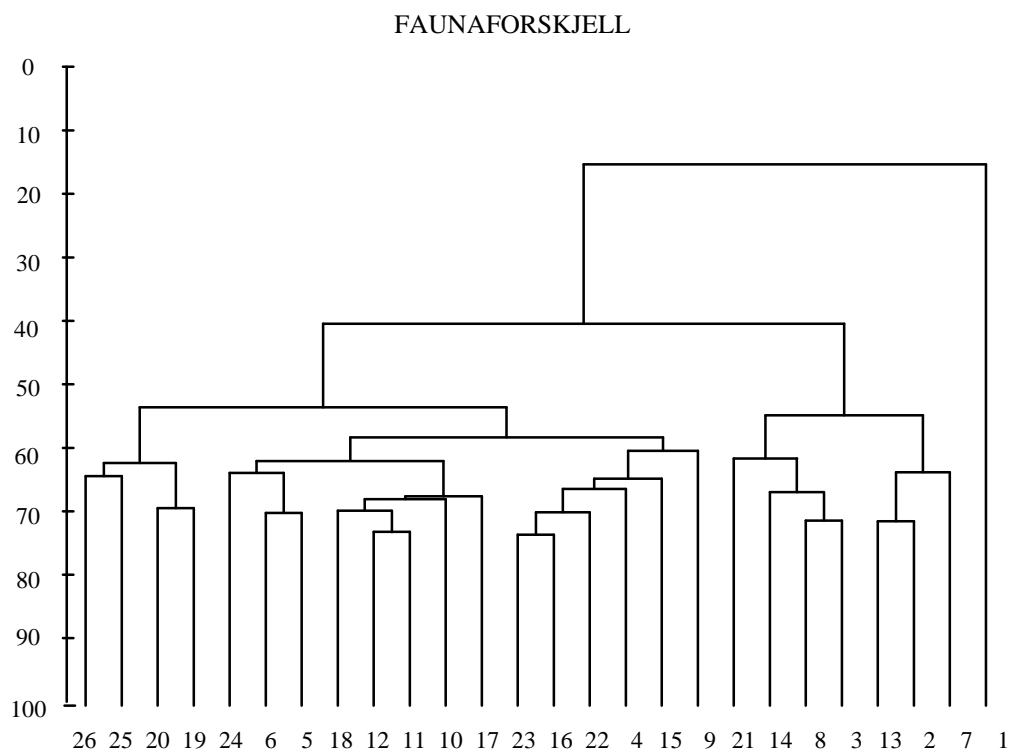
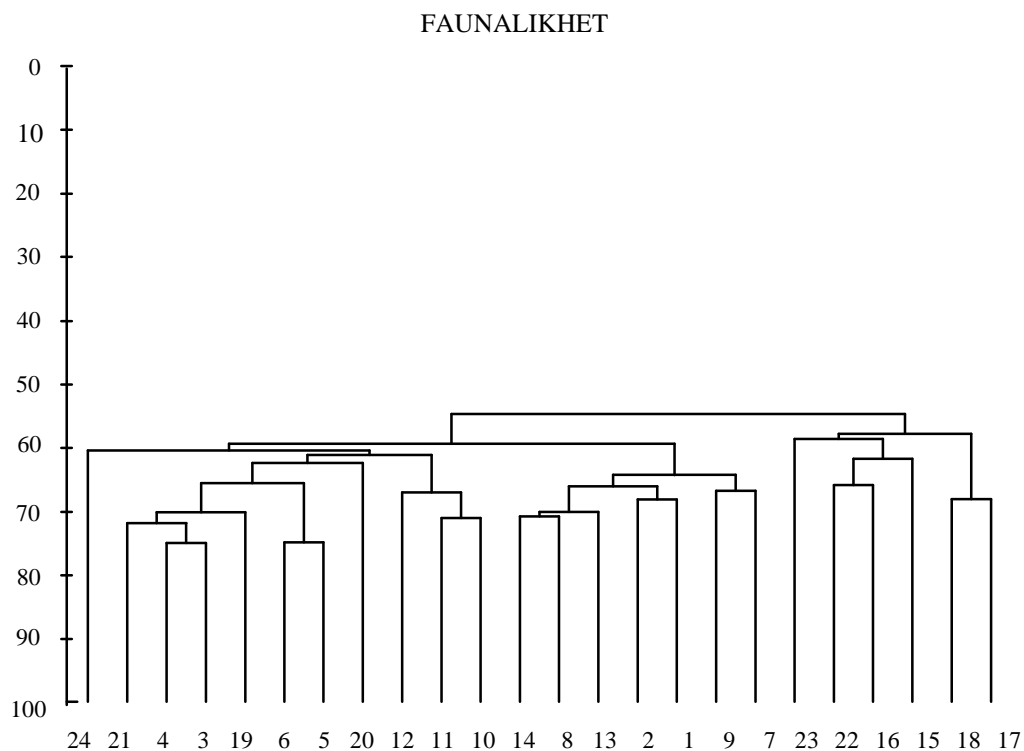
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

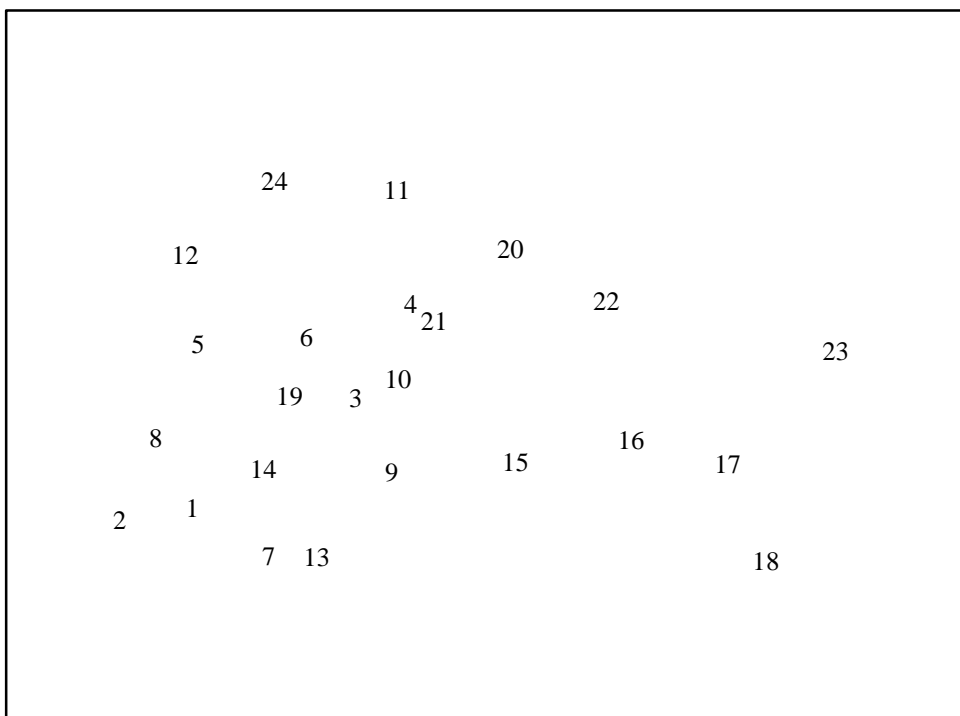
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.

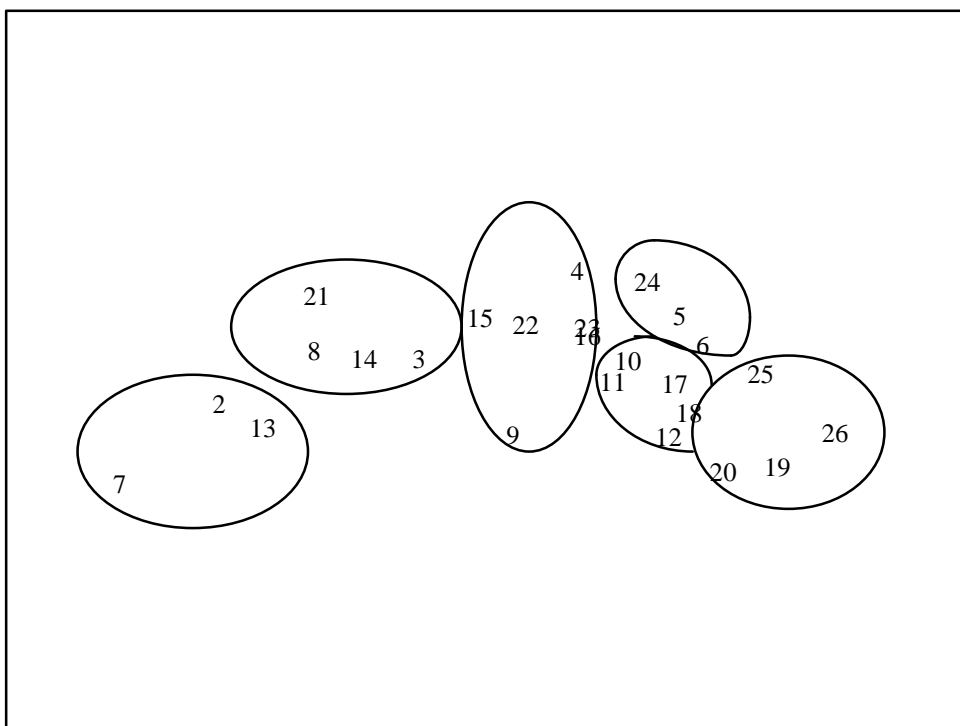


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- 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, Théliin, 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.