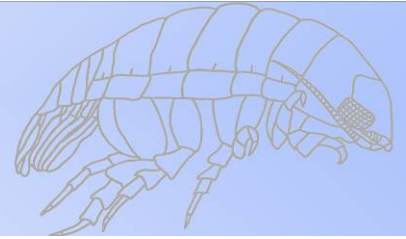


SAM e-Rapport

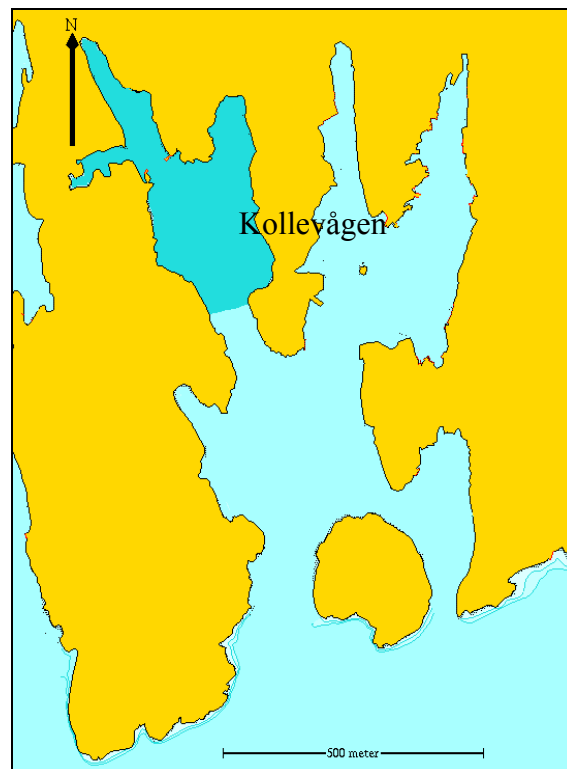
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 1-2009

Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2008

Gisle Vassenden
Per Johannessen



UNIFOB AS - Seksjon for anvendt miljøforskning
Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway
Tlf: 55 58 44 65 Fax 55 58 45 25
Internet: www.sammarin.unifob.uib.no/
E-post: fornavn.etternavn@bio.uib.no
Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA



| | |
|--|-----------------------------------|
| Rapportens tittel: Marinbiologiske undersøkelser i Kollevågen i 2006-2016. Observasjoner i 2008. | Dato: 04.02.2009 |
| | Antall sider og bilag: 74 |
| Forfatter(e): Gisle Vassenden og Per Johannessen | Prosjektleder: Per Johannessen |
| | Prosjektnummer: 801393 |

| | |
|---|--------------------------|
| Oppdragsgiver: Bergen Kommune v/Fritz Hafner | Tilgjengelighet: Åpen |
|---|--------------------------|

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 three years after the covering. The survey comprises hydrography, sediment analysis, benthos, and measurement of PCB content in sediment from sediment traps, blue mussel (*Mytilus edulis*) and fish.

Before the covering of the seabed, high PCB concentrations were found in sediment, blue mussel and fish. The trend of reduction of PCB which was registered after covering, continued or stabilized in 2008.

| | |
|--|---|
| Keywords: Recipient Sediment trap Hydrography Fish Blue mussel PCB | Emneord: Resipient Sedimentfeller Hydrografi Fisk Blåskjell PCB |
|--|---|

| |
|--------------------------|
| ISSN NR.: 1890-5153 |
| SAM e-Rapport nr. 1-2009 |

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 19/2 - 09 | Per Johannessen |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 19/2-09 | Gisle Vassenden |

INNHold

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INNLEDNING | 3 |
| 2 | MATERIALE OG METODER | 4 |
| | 2.1 Undersøkellesområdet..... | 4 |
| | 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder | 6 |
| | 2.2.1 Hydrografi | 7 |
| | 2.2.2 Kornstørrelse og glødetap | 8 |
| | 2.2.3 Miljøgifter | 8 |
| | 2.2.4 Bunndyrsundersøkelser | 12 |
| | 2.2.5 ROV | 12 |
| 3 | RESULTATER OG DISKUSJON | 13 |
| | 3.1 Hydrografi | 13 |
| | 3.2 Sediment..... | 15 |
| | 3.3 Miljøgifter - PCB..... | 16 |
| | 3.3.1 Bunn sediment..... | 16 |
| | 3.3.2 Sedimentfeller | 18 |
| | 3.3.3 Blåskjell..... | 21 |
| | 3.3.4 Fisk | 23 |
| | 3.3.5 Kostholdsrådsanalyse – WHO-TEQ | 26 |
| | 3.4 Bunndyr | 28 |
| | 3.5 ROV | 31 |
| 4 | SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | 32 |
| 5 | TILTAK SOM MÅ GJØRES | 37 |
| 6 | BEHOV FOR ENDRINGER I OVERVÅKNINGSPROGRAMMET | 37 |
| 7 | TAKK | 37 |
| 8 | LITTERATUR | 38 |
| 9 | VEDLEGG | 39 |

1 INNLEDNING

Kollevågen 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 under sjønivå. 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 2008 er den tredje i et overvåkingsprogram som skal gå fram til 2016. De to første undersøkelsene ble foretatt i 2006 (Vassenden & al. 2006) og i 2007 (Vassenden & Johansen 2008). 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):

- Egnet 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 2008 bestod av følgende deler:

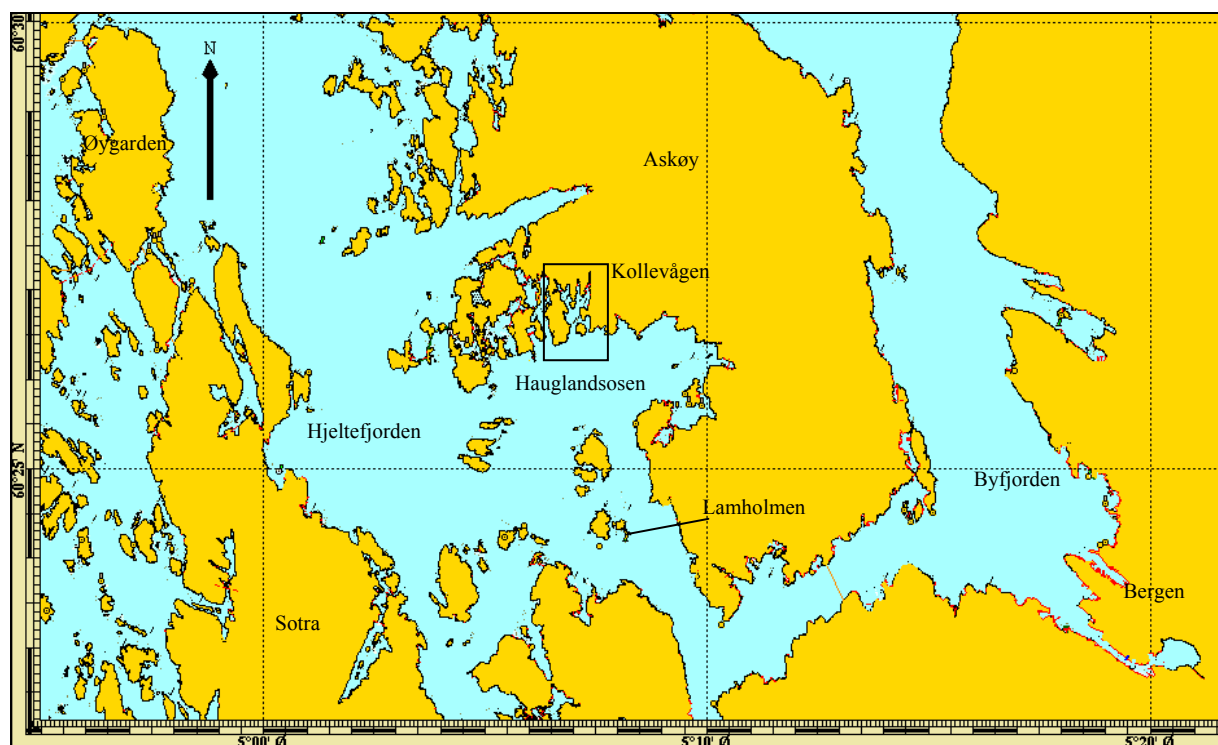
- **Hydrografiundersøkelse** (salinitet og temperatur, samt oksygen)
- **Sedimentkarakterisering** (kornfordeling og organisk innhold)
- **Miljøgifter** (polyklorerte bifenyler (PCB) i sediment, sedimentfeller, blåskjell og fisk)
- **Bunndyrsundersøkelse**
- **Kontroll av stabilitet i tilførte tildekkingsmasser 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.

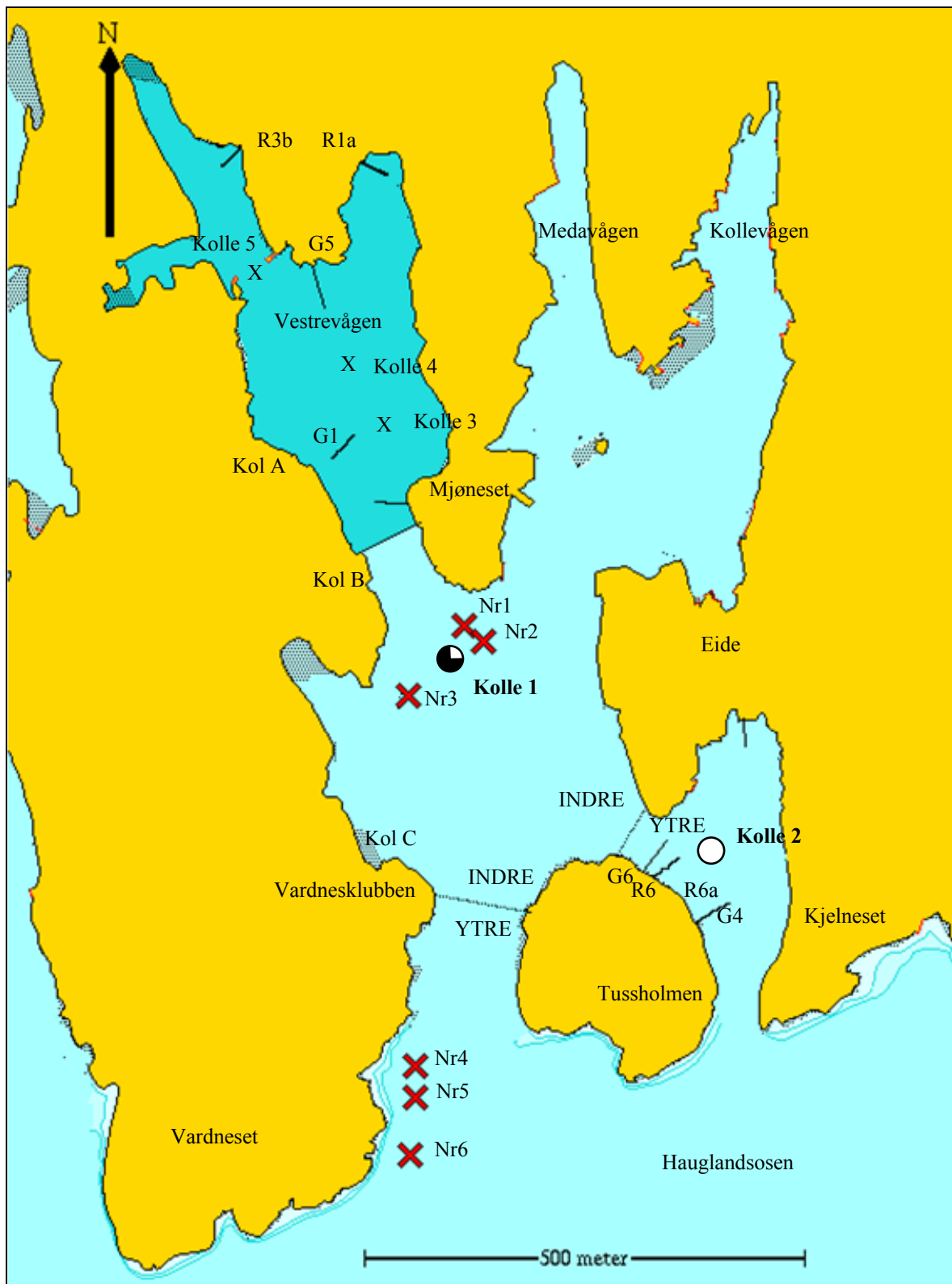
2 MATERIALE OG METODER

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 område 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 bunntasjonene er gitt stasjonsnavn Kalle 1-5. Etter en helhetlig vurdering av resultatene i undersøkelsen er bunndyrstasjonene Kalle 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 25. februar 2008. 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 methodedel står i Vassenden & Johannessen 2005.

Tabell 2.1. Oversikt over prøveinnsamlingene i 2004 (før tildekking), i 2005 (i anleggsperioden) og i 2006-2008 (etter tildekking). Prøvetaking i 2008 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 |
| 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 |
| 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 |
| Vannprøver | 12. oktober 2004 10. mars 2005 28. februar 2006 17. oktober 2007 25. februar 2008 08. oktober 2008 |
| Bunnprøver (biologi og kjemi) | 11. - 12. oktober 2004 10. mars 2005 27. - 28. februar 2006 25. februar 2008 |
| ROV | 27. februar 2006 25. februar 2008 |

Tabell 2.2. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i februar 2008. 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 25.02.08 | Kollevåg 60° 26,756'N 05° 06,967'Ø | 30 | 1 | 17 | Svart finkornet sediment med et tynt grått lag på toppen. Alle huggene hadde store mengder plast og boss. Hugg 1-3 prøve til analyse av PCB. Prøve til partikkelanalyse tatt ut fra 1. Hugg. Hugg 4-8 til biologi. |
| | | | 2 | 17 | |
| | | | 3 | 17 | |
| | | | 4 | 17 | |
| | | | 5 | 17 | |
| | | | 6 | 17 | |
| | | | 7 | 17 | |
| | | | 8 | 17 | |
| St. Kolle 2 25.02.08 | Kollevåg 60° 26,640'N 05° 07,273'Ø | 13 | 1 | 11 | 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 | 10 | |
| | | | 3 | 11 | |
| | | | 4 | 10 | |
| | | | 5 | 11 | |
| | | | 6 | 10 | |
| | | | 7 | 10 | |
| | | | 8 | 13 | |
| St. Kolle 3 25.02.08 | Kollevåg 60° 26,899'N 05° 06,878'Ø | 20 | 1 | ¼ full | Håndgrabb. Tatt ut prøver til analyse av PCB. Svart finkornet sediment med litt grus. |
| | | | 2 | ¼ full | |
| | | | 3 | ¼ full | |
| St. Kolle 4 25.02.08 | Kollevåg 60° 26,932'N 05° 06,845'Ø | 16 | 1 | ¼ full | Håndgrabb. Tatt ut prøver til analyse av PCB. Svart finkornet sediment. Brunt på toppen. |
| | | | 2 | ¼ full | |
| | | | 3 | ¼ full | |
| St. Kolle 5 25.02.08 | Kollevåg 60° 26,991'N 05° 06,745'Ø | 9 | 1 | ¼ full | Håndgrabb. Tatt ut prøver til analyse av PCB. Svart finkornet sediment med grus. |
| | | | 2 | ¼ full | |
| | | | 3 | ¼ full | |

2.2.1 Hydrografi

Temperatur, oksygeninnhold og saltholdighet ble målt på Kolle 1 og Kolle 3. Måling av temperatur og saltholdighet 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. Tettheten av sjøvannet (σ_t) ble beregnet. Tettheten i sjøvann øker med økende saltholdighet og avtagende temperatur. Til oksygenmålinger ble det tatt vannprøver med Nansen-vannhentere. Oksygeninnholdet (ml/l) i sjøvannsprøver ble bestemt etter

Winkler metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Det ble tatt vannprøver samtidig som bunnprøvetakningen foregikk i februar 2008.

Siktedypet ble målt som det dypet hvor man fra overflaten kan skimte en hvit skive med diameter 30 cm (Secchi-skive).

2.2.2 Kornstørrelse og glødetap

Fra hver av bunndyrstasjonene 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 Analycen AS under akkrediteringsnummer Test 043.

Bunnsediment

Det ble tatt bunnsedimentprøver til analyse av PCB₇ på Kolle 1-5 under bunndyrstoktet i februar 2008. 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 innpakning 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 10. september - 08. oktober 2008. 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 og 19. september - 17. oktober 2007. Hver enkelt sedimentfelle var et plastrør med endeplate i bunnen, og på hver lokalitet ble det satt ut tre kasser med syv feller i hver (Figur 3). 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. februar 2008 fra tre ulike 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

2007, og har dermed stått i sjøen ved Kollevågen i ca 4-5 måneder. Nye skjell ble plukket ved Lamholmen i september 2008, og satt ut i burene, for å sikre tilgang på blåskjell i (2009).

Fisk

Det ble forsøkt samlet inn torsk, skrubbe og ål fra inne i Vestrevågen og i referanseområdet nordøst for Tussholmen i perioden 09. september til 09. oktober 2008. Det ble benyttet torskeruser (indre: R1a og R3a, ytre: R6 og R6a) og trollgarn i hvert område (indre: G1, G2 og G5, ytre: G4 og G6) (Figur 2.2). Fangsten ble frosset inntil en liten filèt-prøve og leverprøve ble tatt ut til analyse. Det ble tatt blandprøver av opp til 5 fisk i hver lokalitet, avhengig av fangsten (Vedleggstabell 5 og 6). Prøvene ble pakket i Rilsan miljøposer, frosset og sendt til analyse av PCB forbindelser.

SFT's klassifisering av miljøtilstand

Resultatene fra undersøkelsen er vurdert opp mot SFT'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.

| | Parameter | Måleenhet | Tilstandsklasse | | | | |
|---------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | | | 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 |
| Sediment | Hurlberts indeks | ESn=100 | >26 | 26-18 | 18-11 | 11-6 | <6 |
| Sediment | 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 |
| Torsk lever | ∑PCB ₇ | µg/kg | <500 | 500-1500 | 1500-4000 | 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 |
| Skrubbe 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 er oppbevart på Zoologisk museum ved UiB.

Komplett 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 2008 gjelder dette: koralldyr (Anthozoa), pølseormer (Priapulida), børstemark (Polychaeta og Oligochaeta), bløtdyr (Mollusca), pigghuder (Echinodermata) 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} beregnet (univariat analyse). For å sammenligne faunaen på stasjonene, ble det utført clusteranalyse (multivariat analyse). Se vedleggsdelen for nærmere beskrivelse av metodene. Resultatene er vurdert opp mot SFT'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 (kartskisje vist i Vedleggsfigur 1). Film er overlevert Bergen Kommune, kopi er arkivert hos SAM.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Vannprøver ble tatt fra fire dyp på stasjon Kolle 1 og fra tre dyp på Kolle 3 den 25. februar 2008. Resultatene fra hydrografiundersøkelsen er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1 og 3.2.

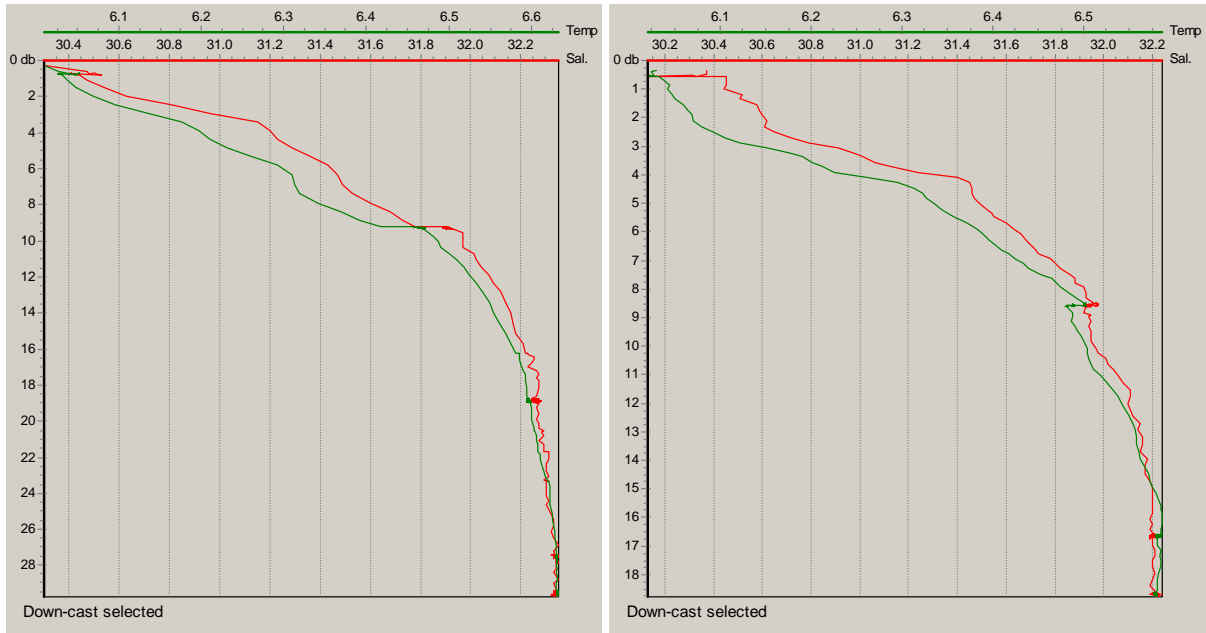
I februar 2008 var temperaturen i overflaten på Kolle 1 og Kolle 3 6,0 °C. Temperaturen steg nedover i dypet på begge stasjonene til 6,6 °C ved bunnen. Saltholdigheten varierte fra 30-32 psu på både Kolle 1 og Kolle 3. Forholdsvis høy saltholdighet i overflaten indikerer lite nedbør og liten avrenning fra land ved prøvetakingstidspunktet.

Oksygeninnholdet var høyt i hele vannsøylen både på Kolle 1 og Kolle 3 i februar 2008. Tidligere undersøkelser har vist at det i deler av året er mangel på oksygen i bunnvannet på Kolle 1. I oktober 2004 var det bare 0,44 ml/l (Vassenden & Johannessen 2005). Dette kommer av at terskelen inn til bassenget ligger på 12 m, og hindrer utskiftning av bunnvannet innenfor.

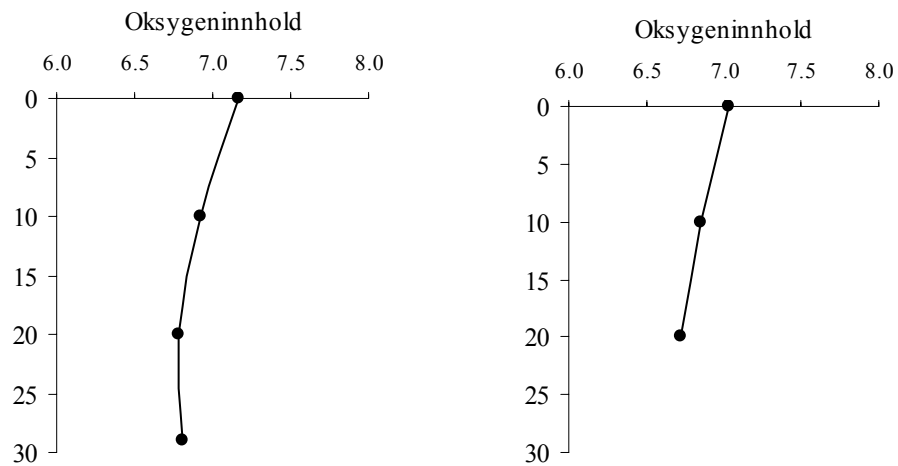
Siktedypet var 14 m i februar 2008.

Tabell 3.1 Hydrografidata fra Kolle 1 i februar 2008.

| Stasjon Dato | Dyp (m) | Temp. (°C) | Salth. (psu) | Tetthet (σ) | Oksygen (ml/l) | Oksygen metning (%) | Sikt (m) |
|-----------------------|------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| Kolle 1 25.02.2008 | 0 | 6.01 | 30.20 | 23.84 | 7.16 | 100.29 | 14 |
| | 10 | 6.49 | 31.97 | 25.15 | 6.93 | 99.30 | |
| | 20 | 6.60 | 32.26 | 25.41 | 6.78 | 97.63 | |
| | 29 | 6.63 | 32.34 | 25.50 | 6.80 | 98.05 | |
| Kolle 3 25.02.2008 | 0 | 6.03 | 30.37 | 23.89 | 7.04 | 98.70 | 14 |
| | 10 | 6.50 | 31.96 | 25.14 | 6.86 | 98.28 | |
| | 18 | 6.58 | 32.20 | 25.35 | 6.72 | 96.72 | |



Figur 3.1. Temperatur ($^{\circ}$ C) og saltholdighet (psu) på stasjon Kolle 1 (venstre) og Kolle 3 (høyre) i februar 2008.



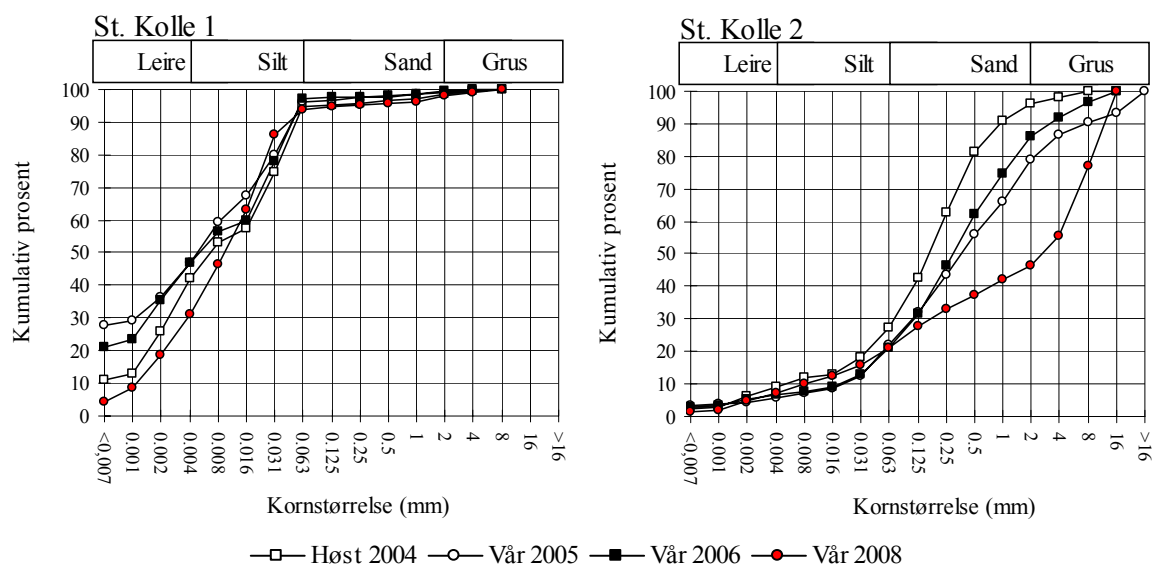
Figur 3.2. Oksygeninnhold (ml/l) på stasjon Kolle 1 (venstre) og Kolle 3 (høyre) i februar 2008.

3.2 Sediment

Sedimentprøver til analyse av kornstørrelse og glødetap ble tatt fra Kolle 1 og Kolle 2 i februar 2008, og resultatene er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.3.

Tabell 3.2. Dyp (m), organisk innhold (%) og kornfordeling i bunnsedimentet på stasjonene i Kollevågen i 2004, 2005, 2006 og 2008.

| 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 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 |



Figur 3.3. Kornfordelingen i bunnsedimentet på stasjonene i Kollevågen fra 2004-2008.

Stasjon Kolle 1 ligger på 30 m dyp i indre område. Sedimentet var svart og finkornet, med store mengder boss og plastikk. Andelen finfraksjon (leire + silt) utgjorde hele 94 %. Tidligere er det målt 95-97 % på stasjonen (Tabell 3.2). Glødetapet var høyt, 21,8 %. Glødetapet har variert fra 25-32 % i undersøkelsene fra 2004-2006.

På Kolle 2, som ligger på 13,5 m dyp i ytre område, var sedimentet grått og inneholdt for det meste grus (53 %) i 2008. Tidligere har det vært litt mer sand. Leire + silt-innholdet var 21 % i 2008, som er på nivå med det som er funnet tidligere (21-27 %). Glødetapet var på 8 % i 2008, som er litt høyere enn det som ble målt i 2004-2006 (5,2-6,3 %). Resultatene viser at Kolle 2 er plassert i et område med stor variasjon i sediment innenfor små avstander.

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 SFT's tilstandsklasser for summen av de syv PCB-kongenene nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180 (Molvær & al. 1997 og Bakke & al. 2007). Tilstandsklasser for sediment er revidert siden forrige undersøkelse. Derfor er tilstandsklassene for de historiske verdiene i sediment korrigert for de nye grenseverdiene i Bakke & al. 2007. Tilstandsklassene er inndelt etter en femdelt 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 3.3, Figur 3.4 og i Vedleggstabell 2.

Det har vært registrert en gradvis reduksjon i konsentrasjonen av PCB₇ på stasjon Kolle 1 fra 2004 til 2008. I 2008 var det 25 ± 8 µg PCB₇/kg, som tilsvarer SFT's tilstandsklasse III. Tidligere er det målt konsentrasjoner på 65 ± 36 µg/kg (2006), 135 ± 8 µg/kg (2005) og 195 ± 19 µg/kg (2004). Reduksjonen i PCB-konsentrasjonen skyldes at tilførselen av PCB har blitt redusert, og at renere partikler sedimenterer og overtar mer og mer på sedimentoverflaten.

På Kolle 2, var konsentrasjonen generelt lav, $1,7 \pm 0,9$ µg/kg i 2008 (SFT's tilstandsklasse I). Dette var litt lavere enn konsentrasjonene i 2004, 2005 og 2006.

De tre stasjonene på den "nye bunnen" i Vestrevågen var alle i SFT's tilstandsklasse I. På Kolle 3 og Kolle 4 var to av parallellene under deteksjonsgrensen, og i den siste parallellen ble det bare registrert 1-2 PCB forbindelser (kongener) over deteksjonsgrensen. På Kolle 5 ble det også funnet lave konsentrasjoner av PCB i to av parallellene, men i den siste parallellen var det meget høy PCB-konsentrasjon (415 µg/kg). På grunn av den store forskjellen mellom

parallelle, er det usikkerhet rundt denne verdien. Det var imidlertid ikke nok sediment til reanalyse. Derfor vil vi ikke få kontrollert denne verdien, og vi velger å se bort fra denne parallellen.

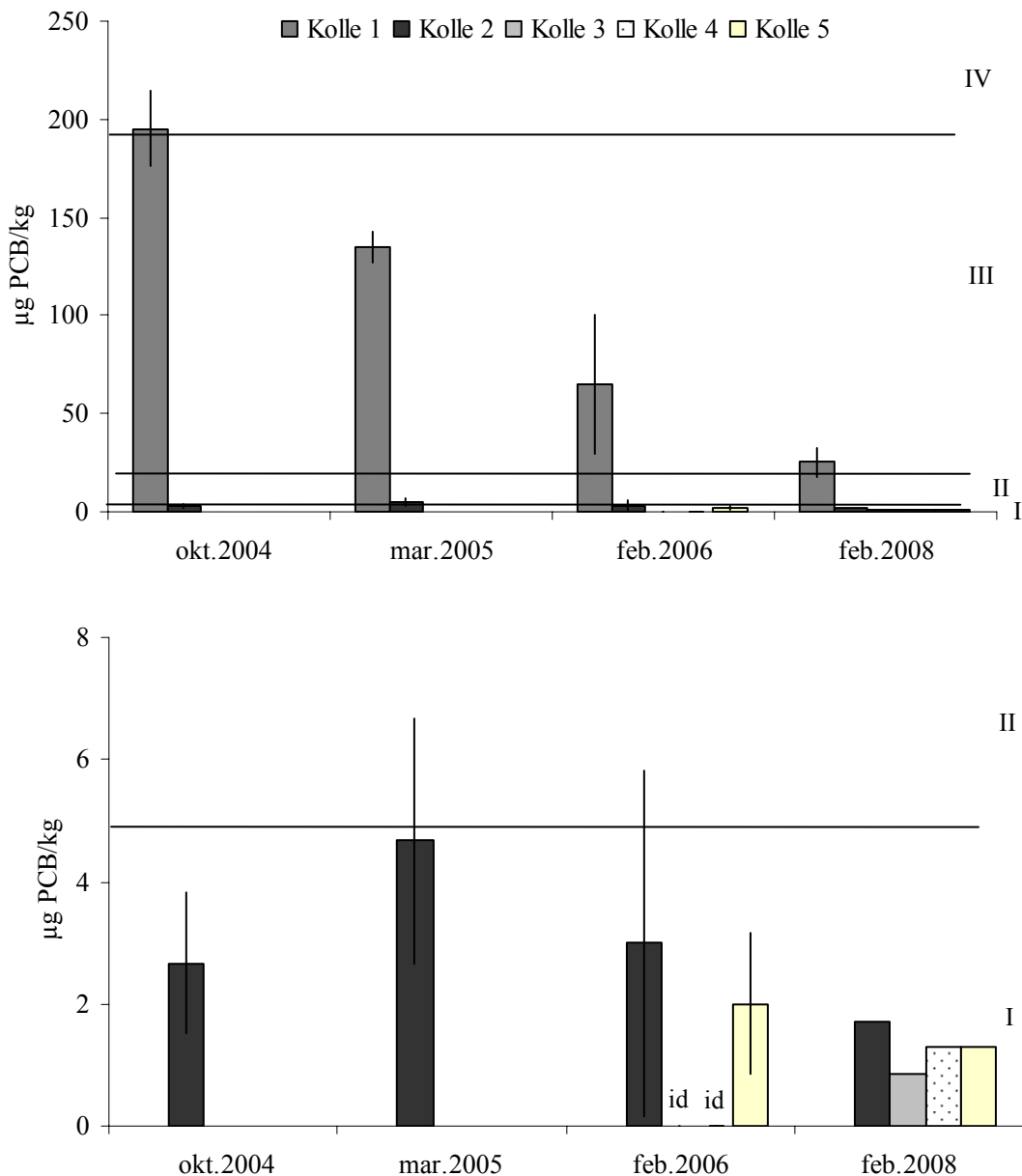
Til sammenlikning ble det i 1997 registrert fra 211 til 3945 µg PCB₇/kg inne i Vestrevågen, 115 µg PCB₇/kg utenfor Vestrevågen i nærheten av Kolle 1 og 49 µg PCB₇/kg utenfor terskelen til Hauglandsosen ved Tussholmen (i nærheten av sedimentfelle nr. 4-6) (Instanes & Solhaug 1997). I 1993 ble det funnet 11 ± 2 µg PCB₇/kg på 102 m dyp i indre del av Hauglandsosen og 1,3 ± 0,8 lengre ute i Hauglandsosen ved Hanøytangen (Botnen & al. 1995). I 1994 ble det funnet 6,5 µg PCB₇/kg lengst ute i Hauglandsosen (Knutzen & al. 1995). I 2004 var det opp til 12 ± 5 µg PCB₇/kg i samme område ved Hanøytangen (Johansen & al. 2004).

Tabell 3.3. Innhold av PCB₇ (µg/kg TS) i bunnsediment fra Kollevågen fra 2004 til 2008. Gjennomsnittsverdiene og standardavvik er avrundet til nærmeste hele siffer. SFT'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 |
|---------|-------------------|-----------------|-----------|----------------|-------------|----------------|------------|-------------------|------------|
| Kolle 1 | 1 | 217 | | 139 | | 106 | | 21,8 | |
| Kolle 1 | 2 | 188 | | 140 | | 42 | | 19,7 | |
| Kolle 1 | 3 | 181 | | 126 | | 47 | | 33,8 | |
| | Snitt ± sd | 195 ± 19 | IV | 135 ± 8 | III | 65 ± 36 | III | 25 ± 8 | III |
| Kolle 2 | 1 | 2 | | 7 | | 1 | | 2,4 | |
| Kolle 2 | 2 | 4 | | 5 | | 5 | | 2,0 | |
| Kolle 2 | 3 | 2 | | 3 | | 4 | | 0,6 | |
| | Snitt ± sd | 3 ± 1 | I | 5 ± 2 | I-II | 3 ± 2 | I | 1,7 ± 0,9 | I |
| Kolle 3 | 1 | | | | | <4 | | 0,6 | |
| Kolle 3 | 2 | | | | | <4 | | <2 | |
| Kolle 3 | 3 | | | | | <4 | | <2 | |
| | Snitt ± sd | | | | | <4 | I | *0,9 ± 0,2 | I |
| Kolle 4 | 1 | | | | | <4 | | <2 | |
| Kolle 4 | 2 | | | | | <4 | | <2 | |
| Kolle 4 | 3 | | | | | <4 | | 1,8 | |
| | Snitt ± sd | | | | | <4 | I | *1,3 ± 0,5 | I |
| Kolle 5 | 1 | | | | | <4* | | 0,6 | |
| Kolle 5 | 2 | | | | | 2 | | 2,0 | |
| Kolle 5 | 3 | | | | | 5 | | ** (415) | |
| | Snitt ± sd | | | | | 3 ± 2 | I | 1,3 ± 1,0 | I |

* Halve deteksjonsgrensen benyttet ved utregning av gjennomsnitt og standardavvik.

** På grunn av usikkerhet rundt denne høye verdien, er den utelatt fra gjennomsnittsberegningene. Ikke nok sediment til reanalyse.



Figur 3.4. Innhold av PCB ($\mu\text{g/kg TS}$) i bunnsediment fra Kollevågen i 2004-2008. På grunn av de høye verdiene på Kolle 1, er nederste figur uten Kolle 1. SFT's tilstandsklasse for bunnsediment er oppgitt. Id = ikkje detektert.

3.3.2 Sedimentfeller

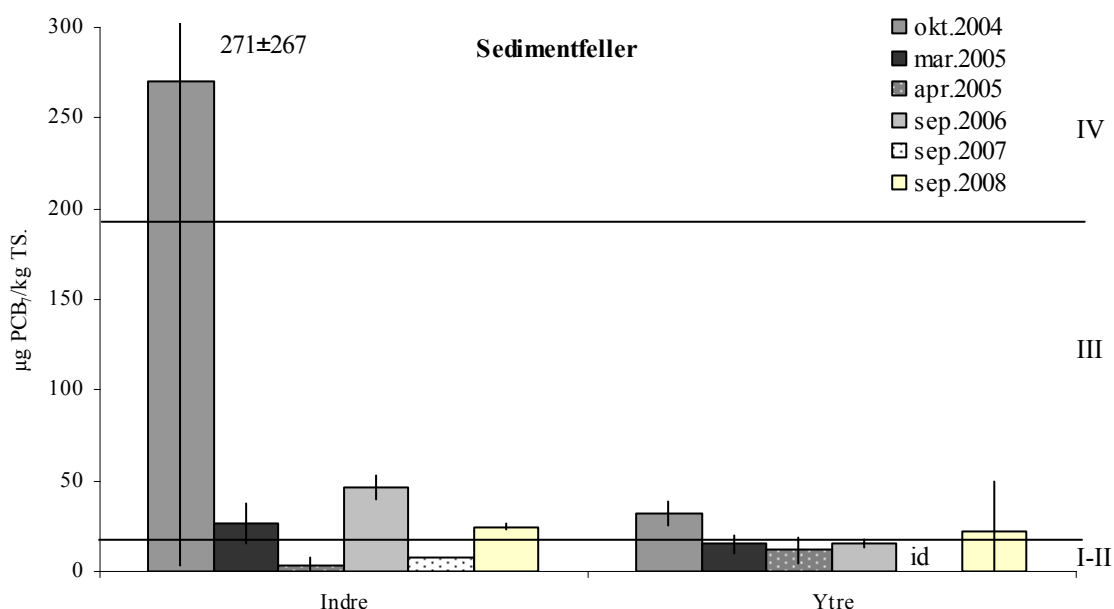
Sedimentfeller ble satt ut i sjøen for å fange opp partikler som transporteres med vannstrømmen. Resultatene fra analysene av polyklorerte bifenyler (PCB) på disse partiklene er vist i Tabell 3.4, Figur 3.5 og i Vedleggstabell 3. En av sedimentfellene i ytre område forsvant, så det rapporteres to paralleller i ytre område og tre i indre område.

Det var mer sediment i felle nr 1 og 2 enn i de andre fellene. Under lupe så materialet likt ut i alle fellene, og bestod av lette partikler, men også litt rødalger og noen små krepsdyr.

I indre område var konsentrasjonene i fellene i 2008 vesentlig lavere enn i oktober 2004 før tildekkingen av Kollevågen startet, men på nivå med konsentrasjonen som er funnet etter dette i 2005-2007. Konsentrasjonene var i SFT's tilstandsklasse III (moderat forurenset) i 2008.

I ytre område var konsentrasjonene av PCB i 2008 under deteksjonsgrensen for de fleste PCB forbindelsene (kongenere). Kun to kongenere ble målt i sedimentfelle 5, men til gjengjeld var konsentrasjonen av disse to relativt høye. Sum PCB₇ kom i dette tilfelle i tilstandsklasse III. I sedimentfelle 6 ble kun en kongener funnet, og i lav konsentrasjon. Sum PCB₇ var i tilstandsklasse I. Gjennomsnittlig konsentrasjon i ytre område var litt lavere enn før tildekking (2004), men litt høyere enn det som er funnet i de andre målingene (2005-2007).

Ved å beregne absolutte mengder av PCB i fellene, var det i 2008 i snitt 0,09 µg PCB i fellene fra indre område. I ytre område var det tilsvarende mengde PCB i den ene fellen, mens den andre hadde 0,004 µg PCB. Snittet var på 0,05 µg PCB. Mengden sedimentert PCB 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 SFT's tilstandsklasser (Bakke & al. 2007) i sediment er vist i figuren. Id = ikke detektert.

Tabell 3.4. Konsentrasjon av PCB₇ (µg/kg TS) i sedimentfellene fra 2008 sammen med tidligere målte konsentrasjoner. SFT's 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 SFT'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 | | |
|--------------|-----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|
| Stasjon | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) | PCB ₇ (ug/kg) | TK | PCB ₇ (ug) |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| sd | 276 | | 0,61 | 11 | | 0,06 | 3 | | 0,02 | 6 | | 0,04 | 1,27 | | 0,03 | 1,8 | | 0,01 |
| Nr.4 | 37 | III | 0,21 | 19 | II | 0,07 | 7 | II | 0,02 | 14 | II | 0,07 | i.d | I | i.d | - | - | - |
| Nr.5 | 24 | III | 0,09 | 16 | II | 0,06 | 17 | II-III | 0,06 | - | - | - | i.d | I | i.d | 41,1 | III | 0,09 |
| Nr.6 | 34 | III | 0,07 | 10 | II | 0,04 | - | - | - | 17 | II-III | 0,04 | i.d | I | i.d | 2,1 | I | 0,004 |
| 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 |
| sd | 7 | | 0,08 | 5 | | 0,02 | 7 | | 0,03 | 2 | | 0,02 | 27,6 | | 0,06 | 27,6 | | 0,06 |

* 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 i 2004-2007. Resultatene er presentert i Tabell 3.5, Figur 3.6 og i Vedleggstabell 4.

I 2008 var gjennomsnittlig PCB konsentrasjon på Kol A på nivå med det som ble målt i etter at tildekkingsarbeidet var ferdig (2006-2007), som er lavere enn før og under tildekking. På Kol B var også konsentrasjonen lavere enn før tildekkingen (2004), men på nivå med konsentrasjonen etter tildekkingen (2005-2006). Unntaket var i 2007 på Kol B, som hadde en verdi som var på nivå med 2004. På grunn av få blåskjell på stasjonen, ble det analysert bare en prøve på stasjonen i sundet ut av vågen i 2007, slik at det er en viss usikkerhet omkring dette resultatet. Utenfor vågen (Kol C) har også konsentrasjonen gått ned etter 2004, og har siden stabilisert seg like over grensen mellom SFT's tilstandsklasse I og II.

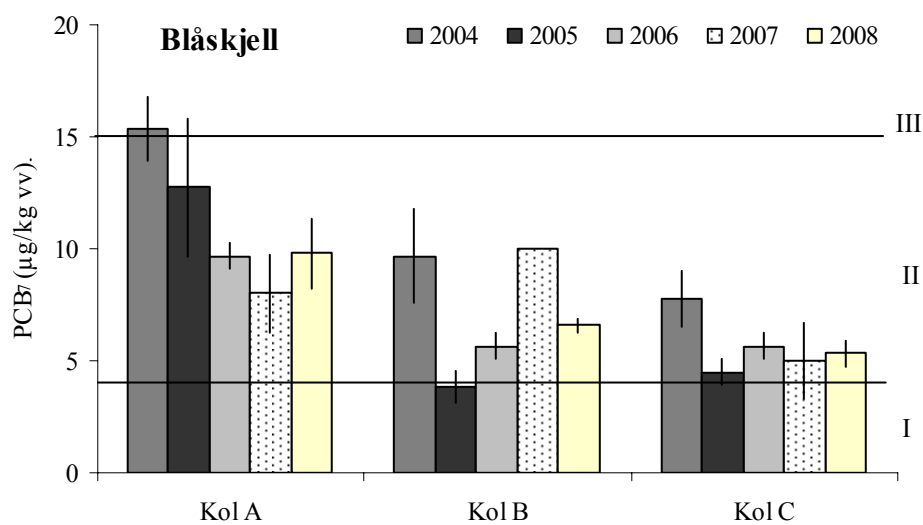
Blåskjell ble også i april 1997 analysert for PCB₇, og den gang ble det funnet konsentrasjoner inne i Vestrevågen fra 10,8 til 22,4 µg PCB₇/kg (tilstandsklasse II til III) (Instanes & Solhaug 1997). I oktober 1994 ble det målt 23,3 µg PCB₇/kg i blåskjell fra Vestrevågen (tilstandsklasse III) (Knutzen & 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 2008 var lavere enn dette, og målet er derfor nådd for tredje året på rad.

Tabell 3.5. 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 og 25. februar 2008. SFT's tilstandsklasse er oppgitt.

| Stasjon | Prøvenr | 19. mars 2004 | TK | 10. mars 2005 | TK | 27. feb 2006 | TK | 27. feb 2007 | TK | 25. feb 2008 | TK |
|---------|-------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|------------------|-----------|
| Kol A | 1 | 13,7 | | 14,7 | | 10 | | 7 | | 8.79 | |
| Kol A | 2 | 15,5 | | 14,3 | | 9 | | 7 | | 8.99 | |
| Kol A | 3 | 16,3 | | 9,2 | | 10 | | 10 | | 11.56 | |
| | 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 |
| Kol B | 1 | 7,3 | | 4,0 | | 5 | | 10 | | 6.87 | |
| Kol B | 2 | 11,1 | | 3,1 | | 6 | | - | | 6.53 | |
| Kol B | 3 | 10,7 | | 4,5 | | 6 | | - | | 6.32 | |
| | snitt ± sd | 9,7±2,1 | II | 3,9±0,7 | I | 5,7±0,6 | II | 10* | II | 6,57±0,28 | II |
| Kol C | 1 | 6,7 | | 5,0 | | 6 | | 7 | | 4.78 | |
| Kol C | 2 | 7,5 | | 3,9 | | 6 | | 4 | | 5.86 | |
| Kol C | 3 | 9,2 | | 4,6 | | 5 | | 4 | | 5.31 | |
| | 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 |

* En prøve pga for få skjell



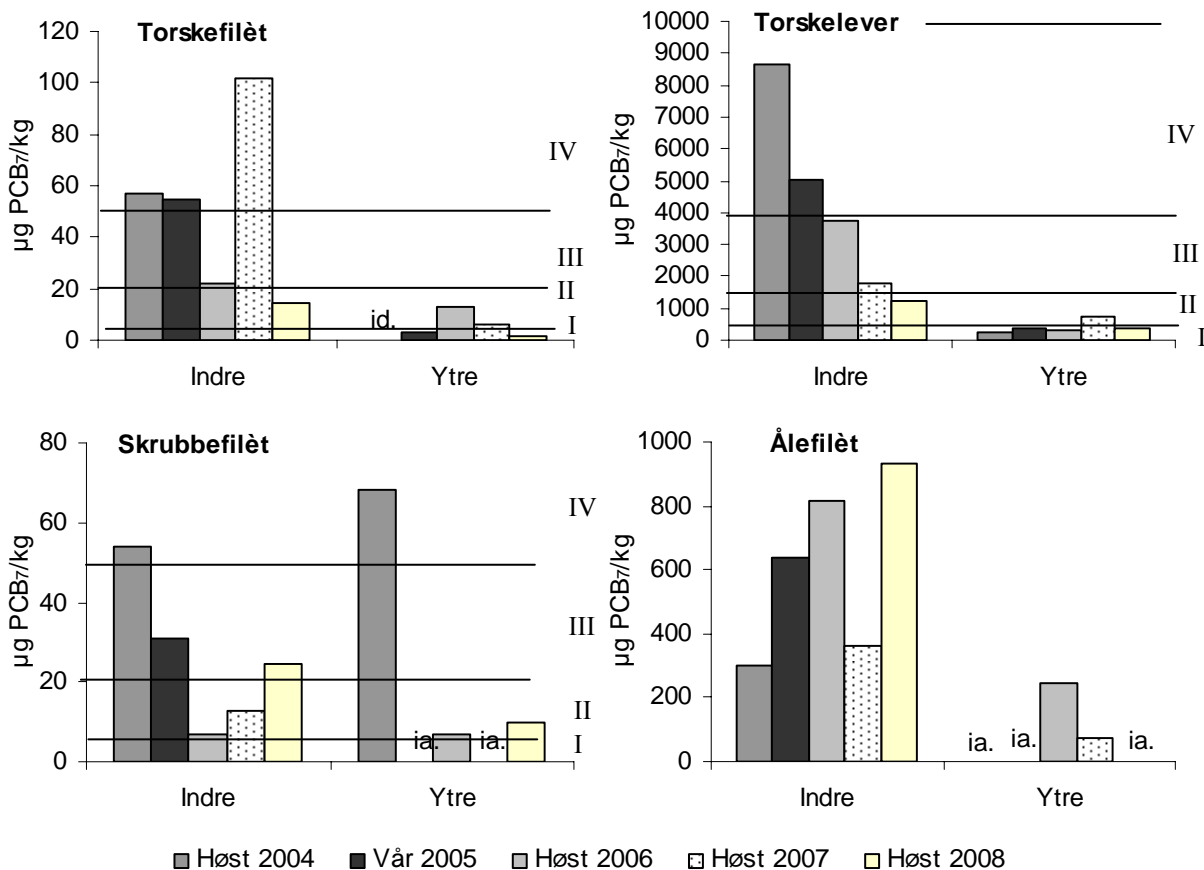
Figur 3.6. Gjennomsnitt og standardavvik av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i blåskjell fra Kollevågen-området. SFT's tilstandsklasser er inntegnet i figuren.

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 2008. Målet var 5 fisk av hver art i en blandprøve fra indre og en prøve fra ytre område. Dette ble ikke oppfylt for ål (2 stk) i indre område, og ål (0 stk) og skrubbe (1 stk) i ytre område. Resultatene fra analysene av PCB i fiskefilet og lever er presentert i Tabell 3.6, Figur 3.7 og i Vedleggstabell 5. Fangstdata fra 2008 er presentert i Vedleggstabell 6. Tidligere resultater fra høsten 2004 (før tildekking), våren 2005 (mens tildekking pågikk) og høsten 2006 og 2007 (etter tildekking) er også presentert for sammenlikning.

Tabell 3.6. 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 2004-2008. SFT's tilstandsklasser (TK) er oppført i tabellen.

| Fisk | Område | Antall fisk (n) 2004-2008 | PCB ₇ Høst 2004 | | PCB ₇ Vår 2005 | | PCB ₇ Høst 2006 | | PCB ₇ Høst 2007 | | PCB ₇ Høst 2008 | |
|----------------|--------|---------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------------|
| | | | TK | T.kl | TK | T.kl | TK | T.kl | TK | T.kl | | |
| Torsk | | | | | | | | | | | | |
| filet | indre | 3/3/5/4/5 | 57 | IV | 55 | IV | 22 | III | 102 | IV | 14,8 | II |
| filet | ytre | 3/3/3/5/5 | <4 | I | 3 | I | 13 | II | 6 | II | 1,48 | I |
| lever | indre | 3/3/5/5/5 | 8679 | IV | 5023 | IV | 3735 | III | 1770 | III | 1230 | II |
| lever | ytre | 3/3/3/5/5 | 217 | I | 396 | I | 316 | I | 728 | II | 387 | I |
| Skrubbe | | | | | | | | | | | | |
| filet | indre | 3/1/5/5/5 | 54 | IV | 31 | III | 7 | II | 13 | II | 24,6 | III |
| filet | ytre | 1/0/1/0/1 | 68 | IV | - | - | 7 | II | - | - | 9,72 | II |
| Ål | | | | | | | | | | | | |
| filet | indre | 3/1/5/5/2 | 302 | | 641 | | 817 | | 360 | | 935 | |
| filet | ytre | 0/0/5/5/0 | - | | - | | 246 | | 73 | | - | |



Figur 3.7. Gjennomsnitt og standardavvik av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i fisk fra Kollevågen-området. SFT's tilstandsklasser er inntegnet i figuren. Id = ikke detektert, ia = ikke analysert (ingen fangst).

For torsk var det fremdeles tydelige forskjeller i PCB-konsentrasjon i fisk fanget i indre og fisk fanget i ytre område. I indre område ble det målt 14,8 µg/kg PCB₇ (tilstandsklasse II) i torskefilet, mens det i ytre område ble målt 1,5 µg/kg (tilstandsklasse I). Sett i forhold til tidligere var konsentrasjonene i begge områdene de laveste som er målt siden 2004.

For torskelever i indre område, ble det målt lavere konsentrasjoner enn tidligere, 1230 µg/kg PCB₇ (tilstandsklasse II). I ytre område derimot, var konsentrasjonen på nivå med det som ble målt i 2004-2006, som er lavere enn i 2007. I 2008 ble det målt en konsentrasjon på 387 µg/kg PCB₇ (tilstandsklasse I) i lever fra ytre område.

Målet etter tildekking er konsentrasjoner ≤ 2500 µg PCB₇/kg våtvekt (tilstandsklasse III) i torskelever og ≤ 20 µg PCB₇/kg våtvekt (tilstandsklasse II) i torskefilet (Lone & Systad 2004). Således er målet nådd for konsentrasjonene i både torskefilet og torskelever. Fremtidige analyser vil vise om dette varer.

For skrubbe var det 24,6 µg PCB₇/kg (tilstandsklasse III) i filet fra indre område høsten 2008, noe som er lavere enn resultatet i 2004, på nivå med 2005, men litt høyere enn det som er målt i 2006 og 2007. Målet etter tildekking var konsentrasjoner ≤ 20 µg PCB₇/kg (tilstandsklasse II) i flyndrefilet (Lone & Systad 2004). Målet var nådd for andre året på rad for skrubbe i fjor, men i årets undersøkelse var konsentrasjonene i indre område litt høyere enn målet som var satt.

I årets undersøkelse, som i 2004 og 2005, lyktes det ikke å fange ål fra ytre område. I indre område derimot, ble det fanget 2 ål. Konsentrasjonen i ålefilet fra indre område var i 2008 (935 µg PCB₇/kg) som er den høyeste konsentrasjonen som er målt siden 2004. Det er tydelig at konsentrasjonene varierer mye fra år til år. Tidligere er det målt konsentrasjoner i ål fra Kollevågen i 1994 på 208 µg PCB₇/kg (Knutzen & al. 1995) og i 1996 på 1077 µg PCB₇/kg (Myhre 1998). Målet etter tildekking er konsentrasjoner på samme nivå som i Hauglandsosen (Lone & Systad 2004). Hvis målet er å komme ned på nivåene i ytre område (i dette tilfelle fra 2006 og 2007), er ikke målet nådd.

3.3.5 Kostholdsrådsanalyse – WHO-TEQ

Innholdet av dioksinlignende PCB-kongerere i torskefilet og – lever ble målt i 2008. Resultatene fra analysene er presentert i Tabell 3.7. Resultatene er sammenlignet med tilsvarende undersøkelse i 2006 og 2007. 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. De siste årene har en benyttet WHO's TEF-verdier fra 1998. Fra 2008 vil EU benytte WHO's TEF-verdier fra 2005.

Tabell 3.7. 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 2008. Tidligere rapporterte resultater i 2006 og 2007 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 | 44 | 2900 | 160 | 3,3 | 560 | 84 | 320 | 0,31 | 61 | 10 | 0,31 | 1,1 | |
| -filet | 2008 | 508 | 19,2 | 1600 | 21,4 | 2,6 | 482 | 68,3 | 277 | <0,28 | 43,9 | 5,09 | 0,16 | 0,77 | 0,35 |
| -lever | 2006 | 205000 | 14000 | 451000 | 47000 | 1300 | 137000 | 19500 | 92000 | 140 | 16000 | 2300 | 75 | 290 | |
| -lever | 2007 | 113000 | 5920 | 372000 | 3890 | 1300 | 129000 | 22300 | 88000 | 234 | 23300 | 1770 | 33,9 | 263 | |
| -lever | 2008 | 123000 | 5910 | 579000 | 5790 | 1120 | 146000 | 21400 | 94000 | 97,1 | 18500 | 1250 | 164 | 274 | 145 |
| Ytre | | | | | | | | | | | | | | | |
| -filet | 2006 | 220 | 8,9 | 580 | 32 | 1,5 | 83 | 17 | 58 | 0,2 | 11 | 5,9 | 0,22 | 0,29 | |
| -filet | 2008 | 90 | 2,72 | 215 | 4,49 | 0,62 | 31 | 8,11 | 19,9 | <0,21 | 2,62 | 3,18 | 0,09 | 0,12 | 0,07 |
| -lever | 2006 | 20600 | 740 | 58300 | 3500 | 190 | 6800 | 1600 | 5200 | 35 | 840 | 590 | 25 | 32 | |
| -lever | 2007 | 55800 | 2820 | 93400 | 2020 | 728 | 34300 | 6640 | 16600 | 90,4 | 4430 | 1710 | 70,3 | 111 | |
| -lever | 2008 | 32700 | 1470 | 90900 | 1330 | 291 | 10600 | 3060 | 6870 | 33,3 | 1310 | 1020 | 24,6 | 50 | 34,6 |

Det ble funnet betydelig høyere PCB₁₂-verdier i indre område enn i ytre. I torskefilet fra indre område ble det funnet 0,77 pg WHO (1998) TEQ/g, mens det ble funnet 0,12 pg WHO (1998) TEQ/g i ytre område. Tilsvarende verdier for WHO (2005) TEQ er henholdsvis 0,35 og 0,07 pg WHO (1998) TEQ/g. Grenseverdi i filet 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 274 pg WHO (1998) TEQ/g, mens det ble funnet 50 pg WHO (1998) TEQ/g i ytre område. Tilsvarende verdier for WHO (2005) TEQ i lever er henholdsvis 145 og 34,6 pg WHO (1998) TEQ/g.

Konsentrasjonene i 2008 var litt lavere i torskefilet i begge områdene enn i 2006 og 2007. I torskelever var konsentrasjonen uforandret i indre område, mens konsentrasjonen i ytre område var litt lavere enn i 2007, men høyere enn i 2006.

Tabell 3.8. 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. I tidligere undersøkelser er WHO (1998) TEQ presentert. *Porsjonsstørrelser benyttet: lever 30 g og filet 200 g.

| | Års-tall | Dioksinlignende PCB (pg TEQ 1998/g) | Dioksinlignende PCB (pg TEQ2005/g) | Innhold/porsjon (pg TEQ)* | Overskridelse av TWI (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 |
| Torskelever | 2006 | 290 | | 8700 | 8,9 |
| | 2007 | 263 | | 7890 | 8,1 |
| | 2008 | 274 | | 8220 | 8,4 |
| | | | 145 | 4350 | 4,4 |
| Ytre | | | | | |
| torskefilet | 2006 | 0,29 | | 58 | 0,06 |
| | 2008 | 0,12 | | 24 | 0,02 |
| | 2008 | | 0,07 | 15 | 0,02 |
| torskelever | 2006 | 32 | | 960 | 0,98 |
| | 2007 | 111 | | 3330 | 3,4 |
| | 2008 | 50 | | 1500 | 1,5 |
| | 2008 | | 35 | 1038 | 1,1 |

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 torskalever er 30 g og en torskemiddag er på 200 g, vil en porsjon torskalever fra indre område føre til et inntak av dioksinlignende PCB som er 8 ganger over TWI for dioksiner/dioksinlignende PCB (utregnet fra WHO (1998)-TEQ. En levermiddag fra ytre område tilsvarer 1,5 ganger tolerabelt ukentlig inntak. For fileten vil 16 % 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

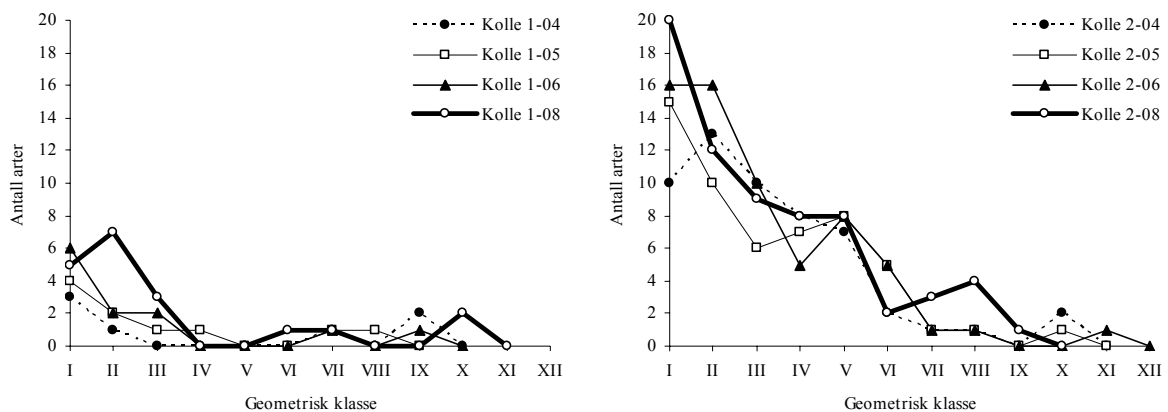
Bunndyrprøver ble i februar 2008 tatt på de to stasjonene i Kollevåg-området, som også ble undersøkt i oktober 2004, mars 2005 og februar 2006. Resultatene fra undersøkelsen er presentert i Tabell 3.9, Figur 3.8-3.10 og Vedleggstabell 8-11.

Tabell 3.9. Antall individer, arter, artsdiversitet (H'), jevnhet (J), H' -max for hvert enkelt hugg (prøve) og for hele stasjonen (totalt). Tilstandsklassene er angitt etter SFT's klassifisering (Molvær & al. 1997). Den foreslåtte klassifiseringen for NQI er vist i det generelle vedlegget.

| Stasjon | Huggnummer | Individer | Arter | H' | J | H' -max | SFT's tilstandskl. |
|------------------|------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| Kolle1-04 | Sum (n=5) | 609 | 7 | 1,45 | 0,52 | 2,81 | IV |
| Kolle1-05 | Sum (n=5) | 230 | 10 | 1,51 | 0,45 | 3,32 | IV |
| Kolle1-06 | Sum (n=5) | 598 | 12 | 0,98 | 0,27 | 3,58 | V |
| | 4 | 297 | 6 | 1,47 | 0,57 | 2,58 | |
| | 5 | 565 | 9 | 1,30 | 0,41 | 3,17 | |
| | 6 | 434 | 13 | 1,48 | 0,40 | 3,70 | |
| | 7 | 405 | 11 | 1,50 | 0,43 | 3,46 | |
| | 8 | 250 | 9 | 1,45 | 0,46 | 3,17 | |
| Kolle1-08 | Sum (n=5) | 1951 | 19 | 1,47 | 0,35 | 4,25 | IV |
| Kolle2-04 | Sum (n=5) | 2405 | 54 | 2,74 | 0,48 | 5,75 | III |
| Kolle2-05 | Sum (n=5) | 1402 | 54 | 3,57 | 0,62 | 5,75 | II |
| Kolle2-06 | Sum (n=5) | 1924 | 63 | 3,02 | 0,50 | 5,98 | II |
| | 4 | 348 | 36 | 3,67 | 0,71 | 5,17 | |
| | 5 | 291 | 31 | 3,97 | 0,80 | 4,95 | |
| | 6 | 477 | 40 | 3,99 | 0,75 | 5,32 | |
| | 7 | 359 | 43 | 4,19 | 0,77 | 5,43 | |
| | 8 | 279 | 38 | 3,85 | 0,73 | 5,25 | |
| Kolle2-08 | Sum (n=5) | 1754 | 67 | 4,22 | 0,70 | 6,07 | I |

På stasjon Kolle 1, som ligger på 30 m dyp i bassenget rett utenfor Vestrevågen, var sedimentet også i 2008 svart med meget sterk lukt av hydrogen sulfid (H_2S). Antall arter har økt fra 7 arter i 2004, 10 arter i 2005 og 12 arter i 2006 til 19 arter i 2008. Antall individer var 1951, mens det var henholdsvis 609, 230 og 598 individer i 2004, 2005 og 2006. Diversiteten var på 1,47 (tilstandsklasse IV - dårlig), likt med 2004 og 2005, men litt høyere enn i 2006. Selv om diversiteten er lik, tyder antall arter og individer i 2008 at forholdene er blitt bedre. Fordelingen av artene i geometriske klasser indikerer dårlig miljø. Foruten noen individer av krepsdyr og koralldyr, bestod bunnfaunaen kun av bløtdyr og børstemark. Muslingene *Thyasira flexuosa* og *Corbula gibba* dominerte, som tidligere, i prøvene. I 2008 var totalt 93 % av alle individer fra disse to artene, mot 89, 91 og 96 % av individene i 2004, 2005 og 2006.

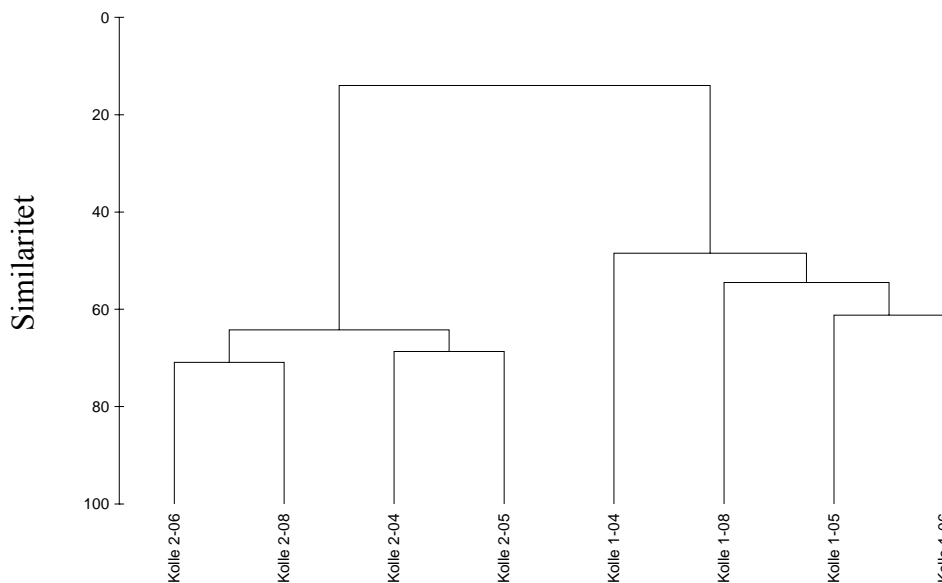
På stasjon Kolle 2, som ligger på 13,5 m dyp nordøst for Tussholmen, bestod sedimentet av for det meste sand og grus. Det ble funnet mange arter (67) i 2008, mot 54 arter både i 2004 og 2005 og 63 arter i 2006. Antall individer var 1754 i 2008 mot henholdsvis 2405, 1402 og 1924 i 2004, 2005 og 2006. Diversiteten var 4,2 våren 2008 (tilstandsklasse I – meget god), som er den høyeste diversiteten som er registrert på stasjonen. Tidligere har det vært en diversitet på 2,7, 3,5 og 3,0, som tilsvarer tilstandsklasse II (god) og III (mindre god). Fordelingen av artene i geometriske klasser indikerer godt miljø på stasjonen. Den mest tallrike artene i 2008 var, som tidligere, børstemarken *Aphelochaeta* sp. (360 individer, 20,5 %). Tidligere har denne arten stått for 42-56 % av alle individene på stasjonen, altså er dominansen til arten noe redusert i årets undersøkelse. Dette har blant annet resultert i høyere diversitet på stasjonen.



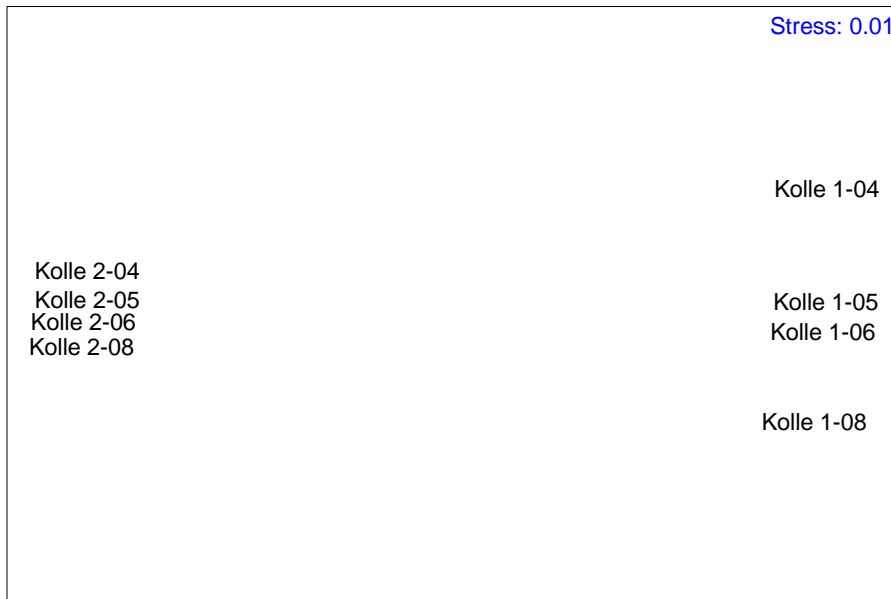
Figur 3.8. Faunastrukturen (geometriske klasser plottet mot antall arter) på stasjonene i Kollevågen fra 2004 til 2008.

I Figur 3.8 og Figur 3.9 er resultatene fra flervariabel (multivariat) 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.

Som i de univariate analysene, skiller de to stasjonene Kolle 1 og Kolle 2 seg mye fra hverandre. De to stasjonene danner to grupper i clusteranalysen, Kolle 1 bindes sammen på 55 %, mens Kolle 2 bindes sammen på 64 % likhetsnivå. Disse to stasjonene er bare 14 % like (Figur 3.8). Det har vært en svak endring i faunaen fra 2004 til 2008 på begge stasjonene. Endringen på Kolle 1 er større enn på Kolle 2, og kan indikere at tildekkingen av Vestrevågen har hatt en positiv effekt på bunnfaunaen på Kolle 1. Endringen på Kolle 2 er ikke større enn det en kan forvente av naturlig variasjon fra år til år.



Figur 3.9. Dendrogram som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene i undersøkelsen i Kollvågen. Prøvene er merket med stasjon-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og gruppegjennomsnitt. Individantallene er 4. rots transformert før analyse.



Figur 3.10. MDS-plott som viser faunalikheten mellom stasjonene Kolle 1 og Kolle 2 i 2004, 2005, 2006 og 2008. Prøvene er merket med stasjon-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og 4. rots transformerte individantall før analyse. Stress = 0,01.

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 noen plasser.

Det var spor av eremittkreps på kryss og tvers på det finkornete sedimentet i det dypeste område av vågen (dypere enn ca. 17 m). Store mengder eremittkreps ble observert. Også endel sjøstjerner og noen slangestjerner, samt en fløyfisk og en kråkebolle ble sett. Det ble også sett litt tare og rødalger.

Det ble også observert hvitt bakterie-belegg flere plasser på grunt vann (ca. 4-10 m dyp).

Endel boss, flasker og plastglass ble også sett, spesielt langs transekt 1 og 2. Dette tilføres fra folk som bruker området, og er ikke en del av den gamle fyllingen.

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 2008 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 og 2007 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. Konsentrasjonen av PCB har gått ned i fisk og blåskjell fra indre område, men fremdeles var det høyere konsentrasjoner i indre enn i ytre område. Forholdsvis lave konsentrasjoner i sedimentet fra sedimentfellene tyder på at det transporteres lite PCB ut av området. Lite PCB i sedimenterende partikler har gjort at PCB-nivået også har gått ned like utenfor Vestrevågen, og at bunnfaunaen blir mer arts- og individrik. Noen av målene med tildekkingen er nådd, men fortsatt overvåkning vil vise om alle mål blir nådd.

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) og i årets undersøkelse i 2008. Der det er gitt tilstandsklasser etter SFT'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 | Målsetning |
|--|--|--|--|---|--|--|
| Sediment - % finstoff (<63µm) - % organisk innhold (TOM) | Kolle 1 95 32 | Kolle 1 96 25 | Kolle 1 97 30 | Ikke målt | Kolle 1 94 22 | |
| 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 og 5 id, id og 3 ± 2 (I) | Ikke målt | Kolle 1 25 ± 8 (III) Kolle 3, 4 og 5 0,9±0,2, 1,1±0,1 og 1,0±0,6 (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) | Spredning av partikkelbundet forurensing 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) | ≤ 10 Mål nådd |
| 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) | |

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) og i årets undersøkelse i 2008. Der det er gitt tilstandsklasser etter SFT's klassifisering (Molvær & al. 1997), 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 | Målsetning |
|--|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| Torskefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl) | Vestrevågen 57 (IV) | Vestrevågen 55 (IV) | Vestrevågen 22 (III) | Vestrevågen 102 (IV) | Vestrevågen 15 (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) | ≤ 2550 Mål nådd |
| Skrubbefilet - PCB ₇ µg/kg vv (Tilst.kl) | Vestrevågen 54 (IV) | Vestrevågen 31 (III) | Vestrevågen 7 (II) | Vestrevågen 13 (II) | Vestrevågen 25 (III) | ≤ 20 Mål ikke nådd |
| Ålefilet - PCB ₇ µg/kg vv | Vestrevågen 302 | Vestrevågen 641 | Vestrevågen 817 | Vestrevågen 360 | Vestrevågen 935 | Nivå som i Hauglandsosen Mål ikke nådd |
| Torsk filet – PCB ₁₂ WHO - TEQ | | | Vestrevågen 1,1 | Vestrevågen Ikke analysert | Vestrevågen 0,77 | |
| Torsk lever – PCB ₁₂ WHO - TEQ | | | Vestrevågen 290 | Vestrevågen 263 | Vestrevågen 274 | |

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) og i årets undersøkelse i 2008. Der det er gitt tilstandsklasser etter SFT'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 |
|--|-----------------------|--|------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Sediment - % finstoff (<63µm) - % organisk innhold (TOM) | Kolle 2 27 5 | Kolle 2 22 6 | Kolle 2 21 6 | Ikke målt | Kolle 2 21 8 |
| 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) |
| 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) |
| 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) |
| 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) |

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) og i årets undersøkelse i 2008. Der det er gitt tilstandsklasser etter SFT's klassifisering (Molvær & al.1997), 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 |
|--|---|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 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) |
| 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) |
| 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) |
| Ålefilet - PCB ₇ µg/kg vv | v/Tussholmen ingen fangst | v/Tussholmen ingen fangst | v/Tussholmen 246 | v/Tussholmen 73 | v/Tussholmen ingen fangst |
| Torsk filet – PCB ₁₂ WHO – TEQ ng/kg | | | v/Tussholmen 0,29 | v/Tussholmen ingen fangst | v/Tussholmen 0,12 |
| Torsk lever – PCB ₁₂ WHO – TEQ ng/kg | | | v/Tussholmen 32 | v/Tussholmen 111 | v/Tussholmen 50 |

5 TILTAK SOM MÅ GJØRES

Foreløpig ingen.

6 BEHOV FOR ENDRINGER I OVERVÅKNINGSPROGRAMMET

- En av målsetningene var egnethet klasse 2 for bading og rekreasjon i henhold til SFT-veileder 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (hentet fra Lone & Systad 2004). Parametre som inngår i denne klassifiseringen er bakterieinnhold i sjøvannet (termotolerante koliforme bakterier (TKB) og fekale streptokokker), sikt, pH, turbiditet, næringssalter (vinter) og klorofyll-a (sommer). For å avgjøre om målsetningen blir nådd, bør noen av disse parametrene måles.

7 TAKK

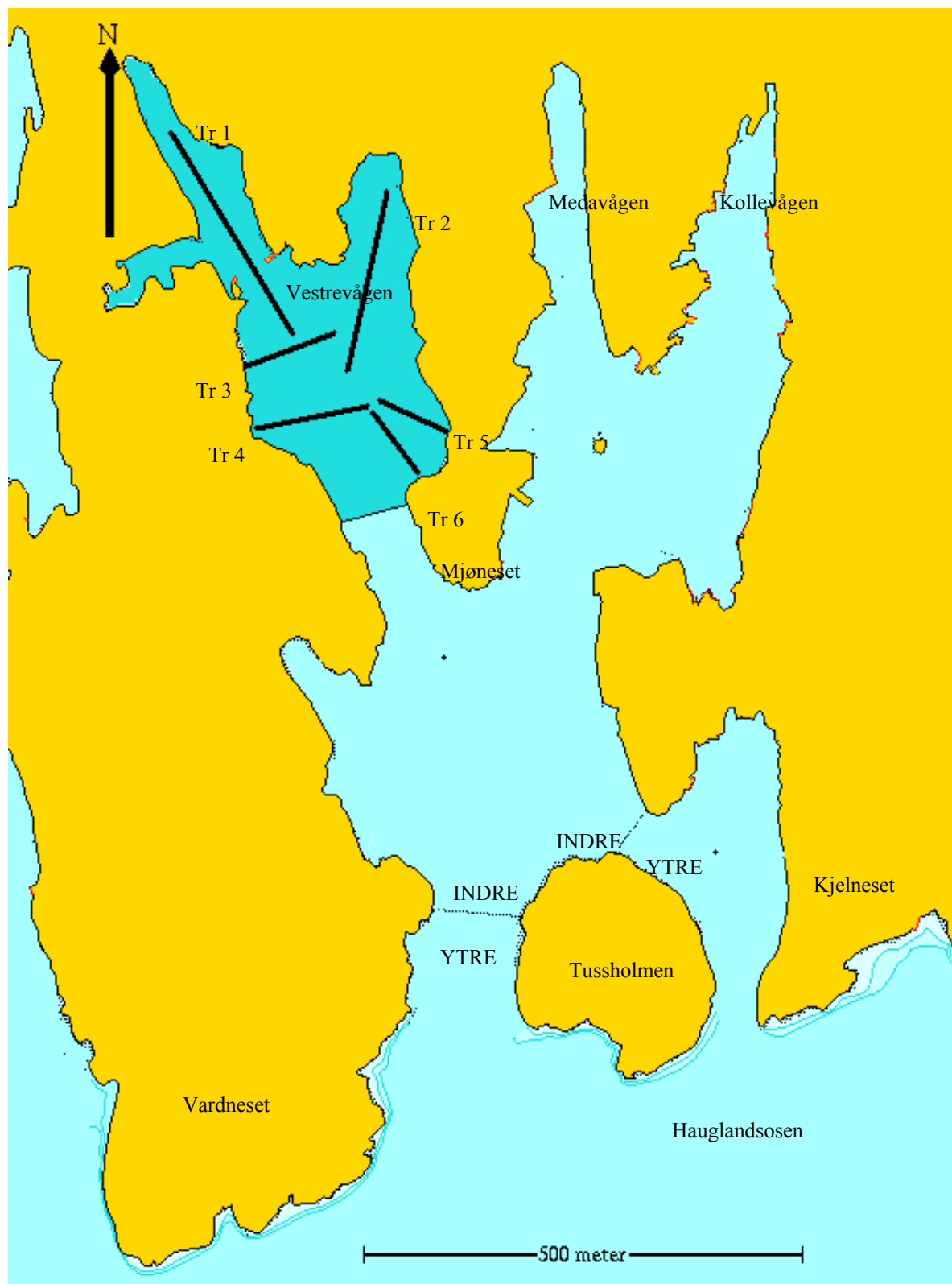
Vi vil gjerne få takke L. Pedersen på *Solvik* og T. Sørli på F/F *Aurelia* for hyggelige tokt. Takk også til H. Lorentzen på ROV-kjøringen. På toktet i februar deltok G. Vassenden og T. Ensrud. Takk også til E. Heggøy (SAM-Marin) for god hjelp ved utsetting og innhenting av sedimentfeller, garn og ruser.

8 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.
- Instanes D, Solhaug KP. 1997. Miljøtekniske undersøkelser i Kollevågen. Endelig rapport med tiltaksvurdering. *Instanesrapport* 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, Klungsøyr 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 laboratorieforsøk 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.

9 VEDLEGG

| | |
|---|-----------|
| Vedleggsfigur 1 Kartskisse ROV-transekt..... | 40 |
| Vedleggstabell 1 Posisjoner til sedimentfeller og blåskjellbur..... | 41 |
| Vedleggstabell 2 PCB i bunnsediment..... | 42 |
| Vedleggstabell 3 PCB i sedimentfeller..... | 43 |
| Vedleggstabell 4 PCB i blåskjell..... | 44 |
| Vedleggstabell 5 PCB i fisk..... | 45 |
| Vedleggstabell 6 Fangstdata – fisk..... | 46 |
| Vedleggstabell 7 PCB – Analysebevis..... | 47 |
| Vedleggstabell 8 Benthos artsliste..... | 60 |
| Vedleggstabell 9. De mest tallrike artene i 2004-2006..... | 63 |
| Vedleggstabell 10. De mest tallrike artene på stasjonene i 2008..... | 64 |
| Vedleggstabell 11. Geometriske klasser..... | 64 |
| Vedleggsfigur 2. Clusteranalyse på huggnivå..... | 65 |
| Vedleggsfigur 3. MDS-plott på huggnivå..... | 66 |
| Generell vedleggsdel – Metodebeskrivelse bunndyr..... | 67 |



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). Blåskjellbur ble 3. oktober 2007 montert på Kol B og Kol C. Posisjoner til disse burene og stedet der blåskjell fra Kol A blir hentet fra, er også oppført. Blåskjellene som ble samlet inn i februar 2008 fra Kol B og C var blåskjell som var hentet fra Lamholmen og satt ut i burene i oktober 2007, og hadde dermed stått 4 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. * Høy verdi som ikke er tatt med i utregninger.

| Stasjon | Prøve nr. | Dato | Tørrstoff (%) | PCB #28 | PCB #52 | PCB #101 | PCB #118 | PCB #138 | PCB #153 | PCB #180 | ΣPCB_7 |
|---------|-----------|----------|---------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| Kolle 1 | 1 | 25.02.08 | 20.5 | <0,5 | 1.5 | 2.8 | 3.3 | 6.1 | 5.4 | 2.7 | 21.8 |
| Kolle 1 | 2 | 25.02.08 | 21.2 | <0,5 | 1.5 | 2.8 | 3 | 5.4 | 4.8 | 2.2 | 19.7 |
| Kolle 1 | 3 | 25.02.08 | 24.3 | <1 | 3,0 | 4.3 | 5.2 | 8.6 | 8.1 | 4.6 | 33.8 |
| Kolle 2 | 1 | 25.02.08 | 54.1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 2.4 |
| Kolle 2 | 2 | 25.02.08 | 59.3 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 2 |
| Kolle 2 | 3 | 25.02.08 | 67.9 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0.6 | <0,5 | <0,5 | 0.6 |
| Kolle 3 | 1 | 25.02.08 | 68.9 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0.6 | <0,5 | <0,5 | 0.6 |
| Kolle 3 | 2 | 25.02.08 | 74.6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <2 |
| Kolle 3 | 3 | 25.02.08 | 70.1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <2 |
| Kolle 4 | 1 | 25.02.08 | 57.5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <2 |
| Kolle 4 | 2 | 25.02.08 | 55.7 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <2 |
| Kolle 4 | 3 | 25.02.08 | 60.3 | 0.6 | <0,5 | 0.6 | 0.6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1.8 |
| Kolle 5 | 1 | 25.02.08 | 75.1 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0.6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0.6 |
| Kolle 5 | 2 | 25.02.08 | 78.6 | 0.6 | <0,5 | 0.7 | 0.7 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 2,0 |
| Kolle 5 | 3 | 25.02.08 | 78.4 | 51.6* | 25.9* | 131.2* | 118.2* | 81.4* | <0,5 | 7* | 415.3* |

Vedleggstabell 3. PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) i sedimentfellene fra Kollevågen i 2004-2007. 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 | | |
|--------------------|------------|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------------|--------------|-------------|---------------------|-------------|------|
| | | | | | | | | | | | ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | (%) | (g) | (g) | $\mu\text{g PCB}_7$ | Glødetap | |
| 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 | 2,7 |
| 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 | 1,4 |
| 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 | 2,4 |
| 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 | 0,6 |
| 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 | 1,2 |
| 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 | - | 1,4 |
| Nr 1 | 10.09.2008 | 08.10.2008 | <2,0 | 3,6 | 3 | 3,6 | 5,3 | 4,7 | 2,4 | | 22,6 | 16,9 | 24,6 | 4,16 | 0,09 | 19,5 | |
| Nr 2 | | | <2,0 | 3,2 | 4,4 | 3,2 | 5,7 | 5,7 | 3,2 | | 25,4 | 15,8 | 24,2 | 3,82 | 0,10 | 23,2 | |
| Nr 3 | | | <2,0 | 5,2 | 3,4 | 2,3 | 6,9 | 5,2 | 2,9 | | 25,9 | 17,4 | 18,5 | 3,22 | 0,08 | 19,6 | |
| | | | | | | | | | | snitt | 24,6 | 16,7 | 22,43 | 3,73 | 0,09 | 20,8 | |
| | | | | | | | | | | sd | 1,8 | 0,8 | 3,41 | 0,48 | 0,01 | 2,1 | |
| Nr 4 | 10.09.2008 | 08.10.2008 | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | - | |
| Nr 5 | | | <2,5 | <2,5 | <2,5 | <2,5 | 21,3 | 19,8 | <2,5 | | 41,1 | 13,1 | 16,0 | 2,10 | 0,09 | 22,4 | |
| Nr 6 | | | <2,0 | 2,1 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | | 2,1 | 14,2 | 13,2 | 1,87 | 0,004 | 24,8 | |
| | | | | | | | | | | snitt | 21,6 | 13,7 | 14,6 | 1,99 | 0,05 | 23,6 | |
| | | | | | | | | | | sd | 27,6 | 0,8 | 1,98 | 0,16 | 0,06 | 1,7 | |

Vedleggstabell 4. Innhold av PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i blåskjell samlet inn 25. februar 2008.

| Stasjon | prøve | Dato | #28 | #52 | #101 | #118 | #138 | #153 | #180 | Σ PCB ₇ | Råfett |
|---------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|---------------------------|--------|
| Kol A | 1 | 25.02.08 | 0,252 | 0,661 | 1,85 | 1,05 | 1,67 | 3,10 | 0,206 | 8,79 | 1,8 |
| Kol A | 2 | 25.02.08 | 0,256 | 0,713 | 1,86 | 1,04 | 1,81 | 3,04 | 0,273 | 8,99 | 3,1 |
| Kol A | 3 | 25.02.08 | 0,278 | 0,840 | 2,24 | 1,40 | 2,36 | 4,10 | 0,337 | 11,56 | 2,6 |
| Kol B | 1 | 25.02.08 | 0,275 | 0,621 | 1,43 | 0,970 | 1,46 | 1,93 | 0,183 | 6,87 | 3,5 |
| Kol B | 2 | 25.02.08 | 0,234 | 0,546 | 1,32 | 0,909 | 1,28 | 2,06 | 0,18 | 6,53 | 2,2 |
| Kol B | 3 | 25.02.08 | 0,250 | 0,577 | 1,28 | 0,867 | 1,31 | 1,81 | 0,224 | 6,32 | 2,0 |
| Kol C | 1 | 25.02.08 | 0,181 | 0,413 | 0,902 | 0,667 | 1,03 | 1,44 | 0,145 | 4,78 | 2,9 |
| Kol C | 2 | 25.02.08 | 0,231 | 0,535 | 1,20 | 0,868 | 1,20 | 1,70 | 0,127 | 5,86 | 2,3 |
| Kol C | 3 | 25.02.08 | 0,201 | 0,481 | 1,02 | 0,758 | 1,12 | 1,54 | 0,189 | 5,31 | 2,5 |

Vedleggstabell 5. Innhold av PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i fisk samlet inn i 2008. 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 % | PCB ₇ $\mu\text{g}/\text{kg}$ vv | | | | | | | Vekt (g) | Lengde (cm) | Kjønn | |
|-----------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------|-------------|--------|-------------|
| | | | | | | #28 | #52 | #101 | #118 | #138 | #153 | #180 | | | | |
| Høst 2008 | Indre | Torsk | Bl,prøve filet (n=5) | 0,5 | 35,4 | 0,11 | 0,287 | 1,15 | 1,6 | 4,42 | 5,31 | 1,89 | 14,8 | 1205 | 48 | ♂ ♂ ♂ |
| | | | Bl,prøve lever (n=5) | 36,1 | 49,1 | 24,6 | 62,1 | 225 | 13,2 | 544 | 306 | 56,7 | 1230 | 1290 | 50 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 2260 | 62 | |
| | | Ål | Bl,prøve filet (n=2) | 20,6 | 39,9 | 11 | 80,7 | 133 | 245 | 175 | 155 | 135 | 935 | 100 | 38 | - |
| | | | | | | | | | | | | | | 588 | 65 | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Skrubbe | Bl,prøve filet (n=5) | 0,6 | 20,3 | 0,646 | 1,35 | 3,32 | 3,36 | 3,82 | 9,52 | 2,63 | 24,6 | | 270 | 24 | - |
| | | | | | | | | | | | | | | 270 | 30 | - |
| | | | | | | | | | | | | | | 650 | 37 | - |
| | | | | | | | | | | | | | | 300 | 27 | - |
| | | | | | | | | | | | | | 510 | 39 | - | |
| Ytre | Torsk | Bl,prøve filet (n=5) | 1,8 | 26,7 | 0,0403 | 0,067 | 0,1 | 0,215 | 0,372 | 0,548 | 0,141 | 1,48 | 912 | 42 | ♂ ♂ | |
| | | Bl,prøve lever (n=5) | 50,8 | 58,7 | 8,05 | 16,9 | 38,5 | 2,1 | 117 | 137 | 67,1 | 387 | 844 | 43 | | |
| | Ål | Filet (n=0) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Skrubbe | Filet (n=1) | 13,9 | 17,9 | 0,0835 | 0,196 | 0,462 | 1,35 | 2,7 | 3,72 | 1,21 | 9,72 | 300 | 27 | - |

Vedleggstabell 6. Fangstdata fra utsetting av ruse (R) og garn (G) ved Kollevågen i 2008. I parentes er antall fisk som er tatt ut til analyse,

| Indre Stasjon | 2 garn | | | | | | 1 garn | | 2 garn | | sum |
|----------------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|-----------|
| | G1 | G5 | R1a | R3b | R1a | R3b | G1 | G5 | R1a | R3b | |
| Dato | 10.sep | 10.sep | 10.sep | 10.sep | 24.sep | 24.sep | 09.okt | 09.okt | 09.okt | 09.okt | 2008 |
| Torsk | 3 (2) | 3 (3) | | | | 1 | 2 | 1 | | 1 | 11 |
| Skrubbe | | 2 | | | | | 1 (1) | 3 (3) | | 1 (1) | 7 |
| Ål | | | | 1 (1) | | 1 (1) | | | | | 2 |
| Lomre | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| Lyr | 1 | 2 | | | | | 3 | 2 | | | 8 |
| Krabbe | | 10 | | 1 | 3 | 1 | 1 | 9 | 2 | 4 | 31 |
| Makrell | | 1 | | | | | | 1 | | | 2 |
| Småfisk | | | 5 | | 2 | | | | | | 7 |
| Leppefisk | 1 | 2 | | | | | | 3 | 1 | | 7 |

| Ytre Stasjon | 1 garn | | 2 garn | | | | 2 garn | | | | sum |
|----------------|--------------|--------------|----------|----------|-----------|----------|----------|--------|-----------|-----------|-----|
| | G4 | G6 | R6a | R6 | R6a | R6 | G6 | R6a | R6 | | |
| Dato | 10.sep | 10.sep | 10.sep | 10.sep | 24.sep | 24.sep | 09.okt | 09.okt | 09.okt | 2008 | |
| Torsk | | 5 (5) | 2 | | | | | | Ruse tapt | 7 | |
| Skrubbe | 1 (1) | | | | | | | | | 1 | |
| Ål | | | | | | | | | | 0 | |
| Lomre | | 1 | | | | | | | | 1 | |
| Lyr | 1 | 2 | | | | | 4 | | | 7 | |
| Krabbe | 4 | | | | 8 | 3 | 5 | | 4 | 24 | |
| Leppefisk | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| Makrell | | 2 | | | | | 2 | | | 4 | |
| Rognkall | | | | | | | 1 | | | 1 | |
| Sypike | | | | | | | 1 | | | 1 | |
| Småfisk | | | | 2 | 10 | | | | 4 | 16 | |

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

Bunnsediment:

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

AnalyCen



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244726 | Prøvemottak | 05.03.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analyserapport klar | 12.03.2008 |
| Oppdragsmerket | prosjektnr 801393, ref 09/08 Stedkode 611101 (Kolle) | | |
| Sted for prøvetaking | Kolle | | |

| Lab.nr. | | NOV007412-08 | NOV007413-08 | NOV007414-08 | NOV007415-08 |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Merket | | Kolle 1, 1.hugg | Kolle 1, 2.hugg | Kolle 1, 3.hugg | Kolle 2, 1.hugg |
| Tatt ut | | 25.02.08 | 25.02.08 | 25.02.08 | 25.02.08 |
| | | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 |
| Parameter | Enhet | | | | |
| Tørrestoff | % | 20.5 | 21.2 | 24.3 | 54.1 |
| PCB 101 | mg/kg TS | 0.0028 | 0.0028 | 0.0043 | <0.0005 |
| PCB 118 | mg/kg TS | 0.0033 | 0.0030 | 0.0052 | <0.0005 |
| PCB 138 | mg/kg TS | 0.0061 | 0.0054 | 0.0086 | 0.0010 |
| PCB 153 | mg/kg TS | 0.0054 | 0.0048 | 0.0081 | 0.0009 |
| PCB 180 | mg/kg TS | 0.0027 | 0.0022 | 0.0046 | 0.0006 |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0010 | <0.0005 |
| PCB 52 | mg/kg TS | 0.0015 | 0.0015 | 0.0030 | <0.0005 |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | 0.0218 | 0.0197 | 0.0338 | 0.0024 |

GA
Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

AnalyCen

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244726 | Prøvemottak | 05.03.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analyserapport klar | 12.03.2008 |
| Oppdragsmerket | prosjektnr 801393, ref 09/08 Stedkode 611101 (Kolle) | | |
| Sted for prøvetaking | Kolle | | |

| Lab.nr. | | NOV007416-08 | NOV007417-08 | NOV007418-08 | NOV007419-08 |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Merket | | Kolle 2, 2.hugg | Kolle 2, 3.hugg | Kolle 3, 1.hugg | Kolle 3, 2.hugg |
| Tatt ut | | 25.02.08 | 25.02.08 | 25.02.08 | 25.02.08 |
| | | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 |
| Parameter | Enhet | | | | |
| Tørrstoff | % | 59.3 | 67.9 | 68.9 | 74.6 |
| PCB 101 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 118 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 138 | mg/kg TS | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | <0.0005 |
| PCB 153 | mg/kg TS | 0.0007 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 180 | mg/kg TS | 0.0006 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 52 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | 0.0020 | 0.0006 | 0.0006 | <0.0020 |

Analyserapport

Moss

AnalyCen

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244726 | Prøvemottak | 05.03.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analyserapport klar | 12.03.2008 |
| Oppdragsmerket | prosjektnr 801393, ref 09/08 Stedkode 611101 (Kolle) | | |
| Sted for prøvetaking | Kolle | | |

| | | | | | |
|------------------|-----------------|---------|---------------|-------------------|------------|
| Lab.nr. | NOV007420-08 | | | | |
| Merket | Kolle 3, 3.hugg | | | | |
| Tatt ut | 25.02.08 | | | | |
| | 25.02.2008 | | | | |
| Parameter | Enhet | | Måleu. | Ref/Metode | Lab |
| Tørrstoff | % | 70.1 | ±15% | NS 4764-1 | ○ |
| PCB 101 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 118 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 138 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 153 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 180 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 52 | mg/kg TS | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | <0.0020 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |

Analyserapport

Moss

AnalyCen

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1275778 | Prøvemottak | 29.04.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analysereport klar | 08.05.2008 |
| Oppdragsmerket | Prosjektnr: 801393, ref 14/08 (PCB, TS) | | |
| Sted for prøvetaking | Kolle | | |

| Lab.nr. | | NOV013713-08 | NOV013714-08 | NOV013715-08 | NOV013716-08 |
|------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Merket | | Kolle 4 Hugg1 | Kolle 4 Hugg2 | Kolle 4 Hugg3 | Kolle 5 Hugg1 |
| Tatt ut | | 25/2-08 | 25/2-08 | 25/2-08 | 25/2-08 |
| | | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 | 25.02.2008 |
| Parameter | Enhet | | | | |
| Tørrstoff | % | 57.5 | 55.7 | 60.3 | 75.1 |
| PCB 101 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | 0.0006 | <0.0005 |
| PCB 118 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 138 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | 0.0006 | <0.0005 |
| PCB 153 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | 0.0006 | 0.0006 |
| PCB 180 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB 52 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | <0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | <0.0020 |


Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1275778 | Prøvemottak | 29.04.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analysereport klar | 08.05.2008 |
| Oppdragsmerket | Prosjektnr: 801393, ref 14/08 (PCB, TS) | | |
| Sted for prøvetaking | Kollevågen | | |

| Lab.nr. | | NOV013717-08 | NOV013718-08 | | | |
|-----------------|----------|--------------|--------------|---------|----------------------|-----|
| Merket | | Kollevågen 2 | Kollevågen 3 | | | |
| Tatt ut | | 25/2-08 | 25/2-08 | | | |
| Parameter | Enhet | 25.02.2008 | 25.02.2008 | Måleu. | Ref/Metode basert på | Lab |
| Tørrstoff | % | 78.6 | 78.4 | ±15% | NS 4764-1 | ○ |
| PCB 101 | mg/kg TS | 0.0006 | 0.0516 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 118 | mg/kg TS | <0.0005 | 0.0259 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 138 | mg/kg TS | 0.0007 | 0.1312 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 153 | mg/kg TS | 0.0007 | 0.1182 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 180 | mg/kg TS | <0.0005 | 0.0814 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0005 | <0.0005 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 52 | mg/kg TS | <0.0005 | 0.0070 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | <0.0020 | 0.4153 | ±25-25% | NTR 329 Sintef | ○ |

Sedimentfeller:

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (2)

| | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1371332 | Prøvemottak | 10.10.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analysereport klar | 11.12.2008 |
| Oppdragsmerket | Stedkode 611101 Kollevåg, prosjekt nr 801393, Ref. 2308 | | |
| Sted for prøvetaking | Kollevåg | | |

| | | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Lab.nr. | NOV041450-08 | NOV041451-08 | NOV041452-08 | NOV041453-08 | NOV041454-08 |
| Tatt ut | 09.10.2008 | 09.10.2008 | 09.10.2008 | 09.10.2008 | 09.10.2008 |
| Merket | Sedimentfelle 1 | Sedimentfelle 2 | Sedimentfelle 3 | Sedimentfelle 5 | Sedimentfelle 6 |

| Parameter | Enhet | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Tørrstoff | % | 16.9 | 15.8 | 17.4 | 13.1 | 14.2 |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | 0.0226 | 0.0254 | 0.0259 | 0.0411 | 0.0021 |
| PCB 28 | mg/kg TS | <0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | <0.0025 | <0.0020 |
| PCB 52 | mg/kg TS | 0.0036 | 0.0032 | 0.0052 | <0.0025 | 0.0021 |
| PCB 101 | mg/kg TS | 0.0030 | 0.0044 | 0.0034 | <0.0025 | <0.0020 |
| PCB 118 | mg/kg TS | 0.0036 | 0.0032 | 0.0023 | <0.0025 | <0.0020 |
| PCB 153 | mg/kg TS | 0.0047 | 0.0057 | 0.0052 | 0.0198 | <0.0020 |
| PCB 138 | mg/kg TS | 0.0053 | 0.0057 | 0.0069 | 0.0213 | <0.0020 |
| PCB 180 | mg/kg TS | 0.0024 | 0.0032 | 0.0029 | <0.0025 | <0.0020 |
| Glødetap | % TS | 19.5 | 23.2 | 19.6 | 22.4 | 24.8 |
| *Mengde materiale, våtvekt | gram | 24.6 | 24.2 | 18.5 | 16.0 | 13.2 |

Kemisk kommentar:

NOV041450-08 PCB: forhøyet deteksjonsgrense pga lavt TS
 NOV041451-08 PCB: forhøyet deteksjonsgrense pga lavt TS
 NOV041452-08 PCB: forhøyet deteksjonsgrense pga lavt TS
 NOV041453-08 PCB: forhøyet deteksjonsgrense pga lavt TS
 NOV041450-08 Denne rapporten erstatter tidligere tilsendt rapport, resultat for PCB er korrigert.

Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

AnalyCen

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (2)

| | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1371332 | Prøvemottak | 10.10.2008 |
| Prøvetyp | Sedimentprøve | Analyserapport klar | 11.12.2008 |
| Oppdragsmerket | Stedkode 611101 Kollevåg, prosjektnr 801393, Ref. 2308 | | |
| Sted for prøvetaking | Kollevåg | | |

Lab.nr.

Tatt ut

Merket

| Parameter | Enhet | Måleu. | Ref/Metode basert på | Lab |
|----------------------------|----------|--------|-------------------------|-----|
| Tørrstoff | % | ±15% | NS 4764-1 | ○ |
| PCB(7) totalsum | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 28 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 52 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 101 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 118 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 153 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 138 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| PCB 180 | mg/kg TS | ±25% | NTR 329 Sintef | ○ |
| Glødetap | % TS | ±10% | NS 4764-1 | ○ |
| *Mengde materiale, våtvekt | gram | | | ○ |

Blåskjell:

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | | |
|------------------------|--|----------------------------|------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244733 | Prøvemottak | 05.03.2008 | Side 1 (3) |
| Prøvetype | Miljøprøve | Analyserapport klar | 03.04.2008 | |
| Oppdragsmarking | 611101, Gisle Vassenden. Prosjekt 801393, ref 09/08 (blåskjell Kol A-C) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Lab.nr. | NOV007426-08 | NOV007427-08 | NOV007428-08 | NOV007429-08 |
| Sted for prøvetaking | Kol | Kol | Kol | Kol |
| Tatt ut | 28.02.2008 | 28.02.2008 | 28.02.2008 | 28.02.2008 |
| Merket | Kol A, prøve 1 25.02.08 | Kol A, prøve 2 25.02.08 | Kol A, prøve 3 25.02.08 | Kol B, prøve 1 25.02.08 |

| Parameter | Enhet | | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| HeptaCB(#180) | ng/g fw | 0.206 | 0.273 | 0.337 | 0.183 |
| HexaCB(#138) | ng/g fw | 1.670 | 1.810 | 2.360 | 1.460 |
| HexaCB(#153) | ng/g fw | 3.100 | 3.040 | 4.100 | 1.930 |
| PentaCB(#101) | ng/g fw | 1.850 | 1.860 | 2.240 | 1.430 |
| PentaCB(#118)-IND | ng/g fw | 1.050 | 1.040 | 1.400 | 0.970 |
| TetraCB(#52) | ng/g fw | 0.661 | 0.713 | 0.840 | 0.621 |
| TriCB(#28) | ng/g fw | 0.252 | 0.256 | 0.278 | 0.257 |
| Fettinnhold | % | 1.8 | 3.1 | 2.6 | 3.5 |
| Tørrestoff | % | 15.8 | 18.0 | 20.9 | 17.8 |


Grethe Arnestad

Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | | |
|------------------------|--|---------------------------|------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244733 | Prøvemottak | 05.03.2008 | Side 2 (3) |
| Prøvetype | Miljøprøve | Analysereport klar | 03.04.2008 | |
| Oppdragsmarking | 611101, Gisle Vassenden. Prosjekt 801393, ref 09/08 (blåskjell Kol A-C) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Lab.nr. | NOV007430-08 | NOV007431-08 | NOV007432-08 | NOV007433-08 |
| Sted for prøvetaking | Kol | Kol | Kol | Kol |
| Tatt ut | 28.02.2008 | 28.02.2008 | 28.02.2008 | 28.02.2008 |
| Merket | Kol B, prøve 2 25.02.08 | Kol B, prøve 3 25.02.08 | Kol C, prøve 1 25.02.08 | Kol C, prøve 2 25.02.08 |

| Parameter | Enhet | | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| HeptaCB(#180) | ng/g fw | 0.180 | 0.224 | 0.145 | 0.127 |
| HexaCB(#138) | ng/g fw | 1.280 | 1.310 | 1.030 | 1.200 |
| HexaCB(#153) | ng/g fw | 2.060 | 1.810 | 1.440 | 1.700 |
| PentaCB(#101) | ng/g fw | 1.320 | 1.280 | 0.902 | 1.200 |
| PentaCB(#118)-IND | ng/g fw | 0.909 | 0.867 | 0.667 | 0.868 |
| TetraCB(#52) | ng/g fw | 0.546 | 0.577 | 0.413 | 0.535 |
| TriCB(#28) | ng/g fw | 0.234 | 0.250 | 0.181 | 0.231 |
| Fettinnhold | % | 2.2 | 2.0 | 2.9 | 2.3 |
| Tørrstoff | % | 16.9 | 16.2 | 16.0 | 18.4 |

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
 Gisle Vassenden
 Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
 Høytteknologisenteret
 5020 Bergen

Rapport utført av
 akkreditert laboratorium

Report issued by
 Accredited Laboratory



| | | | | |
|------------------------|--|---------------------------|------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1244733 | Prøvemottak | 05.03.2008 | Side 3 (3) |
| Prøvetype | Miljøprøve | Analysereport klar | 03.04.2008 | |
| Oppdragsmarking | 611101, Gisle Vassenden. Prosjekt 801393, ref 09/08 (blåskjell Kol A-C) | | | |

Lab.nr. NOV007434-08
Sted for prøvetaking Kol
Tatt ut 28.02.2008
Merket Kol C, prøve 3
 25.02.08

| Parameter | Enhet | Måleu. | Ref/Metode basert på | Lab |
|-------------------|---------|--------|----------------------|-----|
| HeptaCB(#180) | ng/g fw | 0.189 | QMA504-171 | ○ |
| HexaCB(#138) | ng/g fw | 1.120 | QMA504-171 | ○ |
| HexaCB(#153) | ng/g fw | 1.540 | QMA504-171 | ○ |
| PentaCB(#101) | ng/g fw | 1.020 | QMA504-171 | ○ |
| PentaCB(#118)-IND | ng/g fw | 0.758 | QMA504-171 | ○ |
| TetraCB(#52) | ng/g fw | 0.481 | QMA504-171 | ○ |
| TriCB(#28) | ng/g fw | 0.201 | QMA504-171 | ○ |
| Fettinnhold | % | 2.5 | QMA504-171 | ○ |
| Tørrestoff | % | 17.7 | QMA504-171 | ○ |

Fisk:



Analyserapport

Moss

Analycen

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------------|------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1378641 | Prøvemottak | 16.10.2008 | Side 1 (2) |
| Prøvetype | Miljøprøve | Analyserapport klar | 02.02.2009 | |
| Oppdragsmarking | Stedskode 611101. | | | |

| Lab.nr. | | NOV043662-08 | NOV043663-08 | NOV043664-08 | NOV043665-08 |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Sted for prøvetaking | | Kollevåg | Kollevåg | Kollevåg | Kollevåg |
| Tatt ut | | 16.10.2008 | 16.10.2008 | 16.10.2008 | 16.10.2008 |
| Merket | | Kollevåg indre, torsk filet | Kollevåg indre, torsk lever | Kollevåg indre, skrubbe | Kollevåg indre, Ål |
| Parameter | Enhet | | | | |
| Fettinnhold | % | 0.5 | 36.1 | 0.6 | 20.6 |
| TriCB(#28) | pg/g fw | 110 | 24600 | 646 | 11000 |
| TetraCB(#52) | pg/g fw | 287 | 62100 | 1350 | 80700 |
| PentaCB(#101) | pg/g fw | 1150 | 225000 | 3320 | 133000 |
| PentaCB(#118)-IND | pg/g fw | 1600 | 13200 | 3360 | 245000 |
| HexaCB(#138) | pg/g fw | 4420 | 544000 | 3820 | 175000 |
| HexaCB(#153) | pg/g fw | 5310 | 306000 | 9520 | 155000 |
| HeptaCB(#180) | pg/g fw | 1890 | 56700 | 2630 | 135000 |
| Total 7 Indicator PCB excl. LOQ | pg/g fw | 14800 | 1230000 | 24600 | 935000 |
| Total 7 Indicator PCB incl. LOQ | pg/g fw | 14800 | 1230000 | 24600 | 935000 |
| Tørrestoff | % | 35.4 | 49.1 | 20.3 | 39.9 |
| PCB 77 | pg/g | 5.09 | 1250 | | |
| PCB 81 | pg/g | 0.16 | 164 | | |
| PCB 105 | pg/g | 508 | 123000 | | |
| PCB 114 | pg/g | 19.2 | 5910 | | |
| PCB 118 | pg/g | 1600 | 579000 | | |
| PCB 123 | pg/g | 21.4 | 5790 | | |
| PCB 126 | pg/g | 2.60 | 1120 | | |
| PCB 156 | pg/g | 482 | 146000 | | |
| PCB 157 | pg/g | 68.3 | 21400 | | |
| PCB 167 | pg/g | 277 | 94000 | | |
| PCB 169 | pg/g | <0.28 | 97.1 | | |
| PCB 189 | pg/g | 43.9 | 18500 | | |
| WHO(1998)-PCB-TEQ excl. LOQ | pg/g | 0.766 | 274 | | |
| WHO(1998)-PCB-TEQ incl. LOQ | pg/g | 0.768 | 274 | | |
| WHO(2005)-PCB-TEQ excl. LOQ | pg/g | 0.351 | 145 | | |
| WHO(2005)-PCB-TEQ incl. LOQ | pg/g | 0.360 | 145 | | |

Kommentar:

NOV043663-08 Denne rapport erstatter tidligere utsendt rapport. Endring av PCB 167.

Marianne Isebakke

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Analyserapport

Moss

Analycen

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



| | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------------|------------|------------|
| Kundenummer | 8183600-1378641 | Prøvemottak | 16.10.2008 | Side 2 (2) |
| Prøvetype | Miljøprøve | Analyserapport klar | 02.02.2009 | |
| Oppdragsmarking | Stedskode 611101. | | | |

| Lab.nr. | | NOV043666-08 | NOV043667-08 | NOV043668-08 | | |
|---------------------------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|--------------|
| Sted for prøvetaking | | Kollevåg | Kollevåg | Kollevåg | | |
| Tatt ut | | 16.10.2008 | 16.10.2008 | 16.10.2008 | | |
| Merket | | Kollevåg ytre, torsk filet | Kollevåg ytre, torsk lever | Kollevåg ytre, skrubbe | | |
| Parameter | Enhet | | | | Måleu. basert på | Lab |
| Fettinnhold | % | 1.8 | 50.8 | 13.9 | QMA504-171 | Ø |
| TriCB(#28) | pg/g fw | 40.3 | 8050 | 83.5 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| TetraCB(#52) | pg/g fw | 67.0 | 16900 | 196 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| PentaCB(#101) | pg/g fw | 100 | 38500 | 462 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| PentaCB(#118)-IND | pg/g fw | 215 | 2100 | 1350 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| HexaCB(#138) | pg/g fw | 372 | 117000 | 2700 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| HexaCB(#153) | pg/g fw | 548 | 137000 | 3720 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| HeptaCB(#180) | pg/g fw | 141 | 67100 | 1210 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| Total 7 Indicator PCB excl. LOQ | pg/g fw | 1480 | 387000 | 9720 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| Total 7 Indicator PCB incl. LOQ | pg/g fw | 1480 | 387000 | 9720 | QMA504-171 | Eurofins Gfa |
| Tørrestoff | % | 26.7 | 58.7 | 17.9 | QMA504-171 | Ø |
| PCB 77 | pg/g | 3.18 | 1020 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 81 | pg/g | 0.09 | 24.6 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 105 | pg/g | 90.0 | 32700 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 114 | pg/g | 2.72 | 1470 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 118 | pg/g | 215 | 90900 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 123 | pg/g | 4.49 | 1330 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 126 | pg/g | 0.62 | 291 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 156 | pg/g | 31.0 | 10600 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 157 | pg/g | 8.11 | 3060 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 167 | pg/g | 19.9 | 6870 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 169 | pg/g | <0.21 | 33.3 | | Intern | Eurofins Gfa |
| PCB 189 | pg/g | 2.62 | 1310 | | Intern | Eurofins Gfa |
| WHO(1998)-PCB-TEQ excl. LOQ | pg/g | 0.115 | 49.8 | | Intern | Eurofins Gfa |
| WHO(1998)-PCB-TEQ incl. LOQ | pg/g | 0.117 | 49.8 | | Intern | Eurofins Gfa |
| WHO(2005)-PCB-TEQ excl. LOQ | pg/g | 0.074 | 34.6 | | Intern | Eurofins Gfa |
| WHO(2005)-PCB-TEQ incl. LOQ | pg/g | 0.080 | 34.6 | | Intern | Eurofins Gfa |

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

O Postboks 3055, 1506 Moss, Norge Tlf.: +47 69 27 98 00
Y Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge Tlf.: +47 69 27 98 20

Eurofins AB, Sverige – www.eurofins.se

K Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige Tlf.: +46 44 28 11 00
L Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige Tlf.: +46 51 08 87 00
U Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige Tlf.: +46 18 68 10 80

Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.

For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

Øvrige forklaringer

- * Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner. Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering.

Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025.

Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.

Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896
MVA

Vedleggstabell 8



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT MILJØFORSKNING (SAM)
Høytteknologiseret i Bergen,
Thormøhlensgate, 49, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver: Bergen Kommune, Miljø, byutvikling og tekniske tjenester, Vann- og avløpsetaten, Postboks 7700, 5020 Bergen

Prosjekt nr.: 801393

Prøvetaksingssted (område): Kollevåg

Dato for prøvetaking: 25. februar 2008

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: ingen

Artene er identifisert av: 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 Norsk Standard NS 9423 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 tilstede 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.

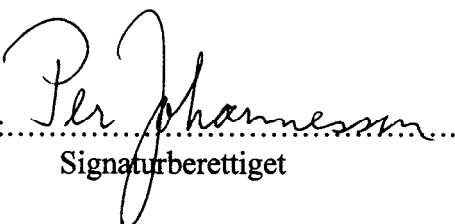
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 2 sider.

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

Signatur: ...
Signaturberettiget

Seksjon for anvendt miljøforskning

| Dato | | 25.02.2008 | | | | | 25.02.2008 | | | | |
|----------------------------|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|------------|------|-------|------|-------|
| Stasjon | Side 1 av 2 | Kolle 1 | | | | | Kolle 2 | | | | |
| Arter | huggnummer | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| * PORIFERA indet. | | | | | + | | | | | | |
| * HYDROZOA indet. | | | | | | | | | + | + | |
| * ANTHOZOA | | | | | | | | | | | |
| Cerianthus lloydii | | | 2 | | | | | | | | |
| Edwardsia sp. | | | 2 | 1 | | | | | | | |
| * NEMERTINI indet. | | | | | | | 7 | 7 | 6 | 5 | 2 |
| * NEMATODA indet. | | | | | | | ca.40 | 18 | ca.60 | 7 | ca.30 |
| Priapulus caudatus | | | | | | | | | | | 1 |
| POLYCHAETA | | | | | | | | | | | |
| Polynoidae indet. | | | | | | | 1 | | 1 | | |
| Pholoe assimilis | | | | | | | | | 2 | 3 | 1 |
| Pholoe baltica | | | | | | | 9/1 | 10/1 | 13/3 | 18/8 | 12 |
| Phyllodoce groenlandica | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| Eumida bahusiensis | | | | 0/1 | 1 | | | | | 1 | |
| Eteone longa | | | | | | | 4/1 | 1/2 | 2 | 2 | 3 |
| Kefersteinia cirrata | | | | | | | 2 | 1 | 5/1 | 2 | 1 |
| Ophiodromus flexuosus | | | 1 | 1 | | 1 | | | 2 | | |
| Syllidae indet. | | | | | | | 13 | 42 | 29 | 11 | 15 |
| Ehlersia cornuta | | | | | | | | | 3 | | |
| Exogone sp. | | | | | | | | | 3 | 1 | |
| Nereidae indet. | | | | | | | | | | 1 | |
| Nereis pelagica | | | | | | | 1 | | 0/1 | | |
| Platynereis dumerilii | | | | | | | | | 2 | 2 | 1/1 |
| Glycera alba | | 0/1 | | 0/1 | 1 | 0/1 | | 4 | 1/1 | 0/1 | 3 |
| Goniada maculata | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| Eunice norvegica | | | | | | | 1 | | | | |
| Lumbrineridae indet. | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 4 | 4 |
| Protodorvillea kefersteini | | | | | | | 5 | 22 | 15/1 | 68/2 | 18 |
| Scoloplos armiger | | | | | | | 26/8 | 24/8 | 33/17 | 21/5 | 16/4 |
| Aonides paucibranchiata | | | | | | | 1/1 | 1 | | 1 | |
| Polydora sp. | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | |
| Polydora caeca | | | | | | | 1 | | | | |
| Pseudopolydora pulchra | | | | | | | 1 | | | | |
| Prionospio cirrifera | | | | 1 | | 1 | 65 | 40 | 62/1 | 18 | 7 |
| Prionospio fallax | | | | | | | 3/1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Spio sp. | | 1 | 2 | | 1 | | | | | | |
| Aphelochaeta sp. | | | | | | | 89 | 36 | 99 | 50 | 86 |
| Chaetozone setosa | | 5/1 | 7/1 | 10 | 8/2 | 2 | | | | | |
| Chaetozone sp. | | | | | | | 17 | 5 | 9 | 7 | 6 |
| Macrochaeta clavicornis | | | | | | | 4 | 1 | 14 | 19/1 | 1 |
| Diplocirrus glaucus | | | | 1 | | | | | | | |
| Pherusa plumosa | | | | | | | 1 | | | | |
| Scalibregma inflatum | | | | | | | 1 | 3 | 1 | 7 | 6 |
| Capitella capitata | | | | | | | | | | 1 | 3 |
| Heteromastus filiformis | | | | | | | 1 | 2 | | 0/1 | |
| Mediomastus fragilis | | | | 3 | 4 | | 41 | 12/2 | 45 | 13/2 | 30 |
| Notomastus latericeus | | | | | | | 8 | 4 | 9 | 5 | 3 |
| Arenicolides ecaudata | | | | | | | | | | 1 | |
| Praxillella praetermissa | | | | | | | | 1 | | | |
| Pectinaria auricoma | | | | | | | 1/1 | | | | |

Seksjon for anvendt miljøforskning

| Dato | | 25.02.2008 | | | | | 25.02.2008 | | | | |
|-----------------------------------|-------------|------------|--------|--------|-------|-------|------------|-----|-------|------|------|
| Stasjon | Side 2 av 2 | Kolle 1 | | | | | Kolle 2 | | | | |
| Arter | huggnummer | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Pectinaria koreni | | | 1 | | 1 | | | | | | |
| Polycirrus norvegicus | | | | | | | 8/3 | 9/3 | 26/11 | 24/8 | 23/1 |
| Trichobranchus roseus | | | | | | | 1 | | | | |
| Terebellides stroemi | | | | | | | 3 | 6 | 1 | 6 | 1 |
| Sabellidae indet. | | | | | | | 4 | | 14 | 5 | 4 |
| Hydroides norvegica | | | | | | | | | | 1 | |
| OLIGOCHAETA indet. | | | | | | | 4 | | 16 | 2 | 5 |
| CRUSTACEA | | | | | | | | | | | |
| * Calanus finmarchicus | | 2 | | 2 | 3 | 1 | | 1 | 2 | 4 | |
| * Diastylis rathkei | | | 2 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| * Amphipoda indet. | | 1 | | | | | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| * Corophium sp. | | | | | | | | | | | 1 |
| * Eualus occultus | | | | | | | | | | | 1 |
| * Pagurus cuanensis | | | | | | | | | | 1 | |
| * Anapagurus laevis | | | | | | | | | | 1 | 3 |
| * Ebalia tumefacta | | | | | | | | | 1 | | |
| * Eurynome spinosa | | | | | | | 1 | | | | |
| MOLLUSCA | | | | | | | | | | | |
| Leptochiton asellus | | | | | | | | 2 | | 1 | 2 |
| Tonicella marmorea | | | | | | | | | 1 | | |
| Tonicella rubra | | | | | | | | | | | 0/1 |
| Ischnochiton albus | | | | | | | | | | | 0/1 |
| Acmaea virginea | | | | | | | | | | | 1 |
| Aporrhais pespelecani | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Euspira pulchella | | | | | | | 1 | 1/1 | 1 | 1 | 0/1 |
| Polygireulima polita | | | | | | | | | | 1 | |
| Raphitoma linearis | | | | | | | 1 | | | | |
| Philine scabra | | | | | | 1 | | | | | |
| Akera bullata | | | | | | | | | 1 | | |
| Nudibranchia indet. | | | | 1 | | | | | | | |
| Ennucula tenuis | | 22/1 | 6/1 | 9/3 | 8/4 | 11/1 | | | | | |
| Lucinoma borealis | | | | | | | 4 | 25 | | | 1 |
| Thyasira flexuosa | | 105/4 | 264/14 | 234/8 | 170/5 | 107/2 | 1 | 5/1 | 5/1 | 3/3 | 3/2 |
| Mysella bidentata | | | | | 1 | | | | 6/1 | 2/3 | 2 |
| Corbula gibba | | 145/12 | 249/15 | 146/13 | 192/6 | 119/3 | | | | | |
| Hiatella sp. | | | | | | | | | 1 | | |
| * BRYOZOA | | | | | | | | | | | |
| * Bryozoa grenet | | | | | | | | | + | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | | | | | | |
| Asterias rubens | | | | | | | | | 0/2 | | |
| Amphipholis squamata | | | | | | | | 1/1 | 0/1 | 3/3 | |
| Ophiura affinis | | | | | | | 1/2 | 1 | | 1 | |
| Ophiura albida | | | | | | | 1 | 0/1 | | | 1 |
| Strongylocentrotus droebachiensis | | | | | | | | | | | 1 |
| Echinocyamus pusillus | | | | | | | | 2 | 1 | | |
| Echinocardium flavescens | | | | | | | 1 | 2/1 | 1 | 4/1 | 2 |
| ASCIDIACEA indet. | | | | | | | | | | | |
| * PISCES | | | | | | | | | 3 | 6 | 2 |
| * Fiske egg. | | | 1 | | 2 | | | | | | |
| * VARIA | | | | | | | | + | | + | + |

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

| Kolle 1, 2004 | 30 m | 0,5 m ² | Kum |
|-----------------------------|--------|--------------------|-------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 279 | 45,8 | 45,8 |
| <i>Corbula gibba</i> | 261 | 42,9 | 88,7 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 64 | 10,5 | 99,2 |
| <i>Ennucula tenuis</i> | 2 | 0,3 | 99,5 |
| <i>Eumida sanguinea</i> | 1 | 0,2 | 99,7 |
| Mytilidae indet. | 1 | 0,2 | 99,8 |
| <i>Arctica islandica</i> | 1 | 0,2 | 100,0 |

| Kolle 2-04 | 13,5 m | 0,5 m ² | Kum |
|-----------------------------------|--------|--------------------|------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 1021 | 42,5 | 42,5 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 743 | 30,9 | 73,3 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 136 | 5,7 | 79,0 |
| <i>Lucinoma borealis</i> | 98 | 4,1 | 83,1 |
| <i>Protodorvillea kefersteini</i> | 39 | 1,6 | 84,7 |
| <i>Notomastus latericeus</i> | 34 | 1,4 | 86,1 |
| <i>Capitella capitata</i> | 28 | 1,2 | 87,3 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 25 | 1,0 | 88,3 |
| <i>Glycera alba</i> | 20 | 0,8 | 89,1 |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | 20 | 0,8 | 90,0 |
| <i>Polycirrus norvegicus</i> | 20 | 0,8 | 90,8 |

| Kolle 1-05 | 30 m | 0,5 m ² | Kum |
|---------------------------------|--------|--------------------|-------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Corbula gibba</i> | 139 | 60,4 | 60,4 |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 70 | 30,4 | 90,9 |
| <i>Glycera alba</i> | 8 | 3,5 | 94,3 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 5 | 2,2 | 96,5 |
| <i>Polydora</i> sp. | 2 | 0,9 | 97,4 |
| <i>Spio filicornis</i> | 2 | 0,9 | 98,3 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 1 | 0,4 | 98,7 |
| <i>Lucinoma borealis</i> | 1 | 0,4 | 99,1 |
| <i>Phyllodoce groenlandica</i> | 1 | 0,4 | 99,6 |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 1 | 0,4 | 100,0 |

| Kolle 2-05 | 13,5 m | 0,5 m ² | Kum |
|-----------------------------------|--------|--------------------|------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Aphelochaeta</i> indet. | 588 | 41,9 | 41,9 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 155 | 11,1 | 53,0 |
| <i>Protodorvillea kefersteini</i> | 90 | 6,4 | 59,4 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 61 | 4,4 | 63,8 |
| <i>Prionospio fallax</i> | 51 | 3,6 | 67,4 |
| <i>Macrochaeta clavicornis</i> | 42 | 3,0 | 70,4 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 40 | 2,9 | 73,3 |
| <i>Glycera alba</i> | 32 | 2,3 | 75,5 |
| Sabellidae indet. | 30 | 2,1 | 77,7 |
| <i>Polycirrus norvegicus</i> | 28 | 2,0 | 79,7 |

| Kolle 1, 2006 | 30 m | 0,5 m ² | Kum |
|--------------------------------|--------|--------------------|-------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Corbula gibba</i> | 479 | 80,1 | 80,1 |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 95 | 15,9 | 96,0 |
| <i>Ophiodromus flexuosus</i> | 7 | 1,2 | 97,2 |
| <i>Chaetozone setosa</i> | 6 | 1,0 | 98,2 |
| <i>Ennucula tenuis</i> | 3 | 0,5 | 98,7 |
| <i>Phyllodoce groenlandica</i> | 2 | 0,3 | 99,0 |
| <i>Eteone longa</i> | 1 | 0,2 | 99,2 |
| <i>Polydora</i> sp. | 1 | 0,2 | 99,3 |
| <i>Prionospio steenstrupii</i> | 1 | 0,2 | 99,5 |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 1 | 0,2 | 99,7 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 1 | 0,2 | 99,8 |
| Sabellidae indet. | 1 | 0,2 | 100,0 |

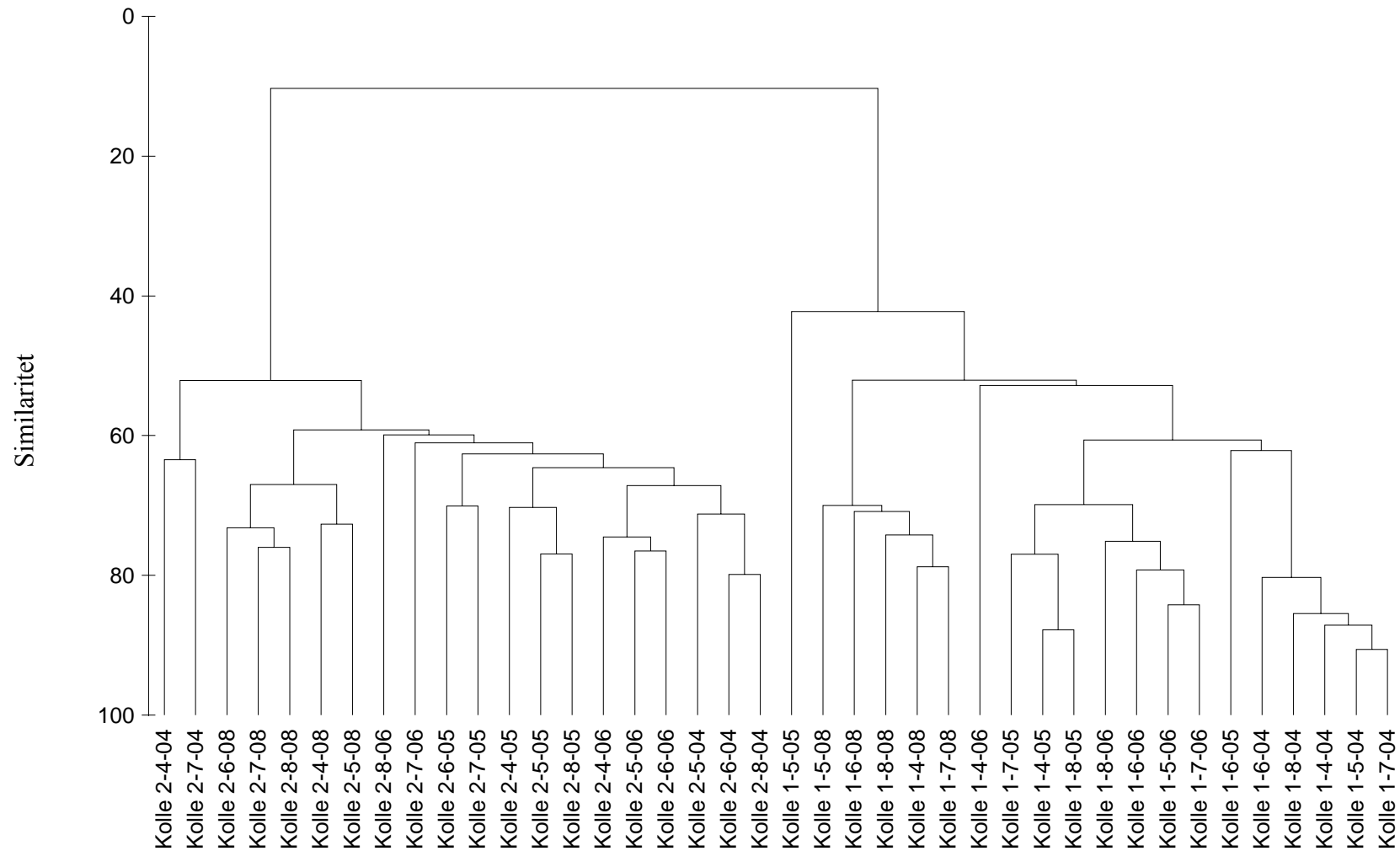
| Kolle 2, 2006 | 13,5 m | 0,5 m ² | Kum |
|-----------------------------------|--------|--------------------|------|
| Arter | Antall | % | % |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 1069 | 55,6 | 55,6 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 172 | 8,9 | 64,5 |
| <i>Macrochaeta clavicornis</i> | 101 | 5,2 | 69,8 |
| <i>Chaetozone setosa</i> | 51 | 2,7 | 72,4 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 45 | 2,3 | 74,7 |
| <i>Notomastus latericeus</i> | 42 | 2,2 | 76,9 |
| <i>Protodorvillea kefersteini</i> | 37 | 1,9 | 78,8 |
| <i>Prionospio fallax</i> | 34 | 1,8 | 80,6 |
| <i>Polycirrus norvegicus</i> | 30 | 1,6 | 82,2 |
| Sabellidae indet. | 28 | 1,5 | 83,6 |
| <i>Lucinoma borealis</i> | 28 | 1,5 | 85,1 |

Vedleggstabell 10. De mest tallrike artene på stasjonene i 2008.

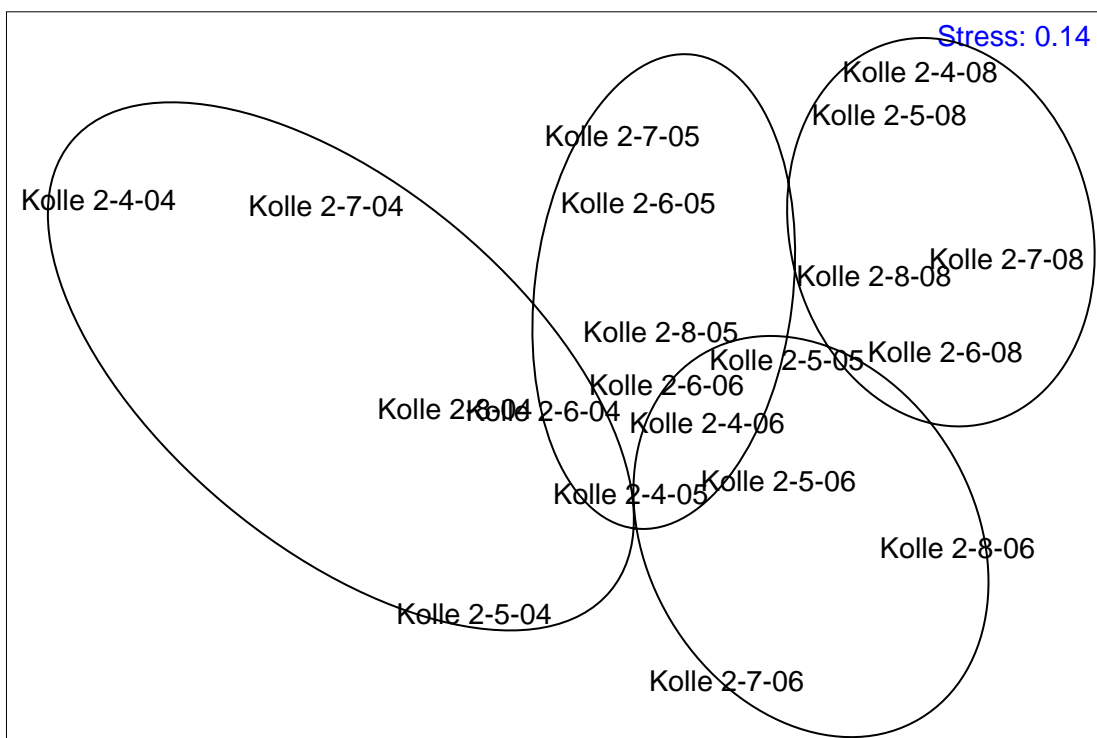
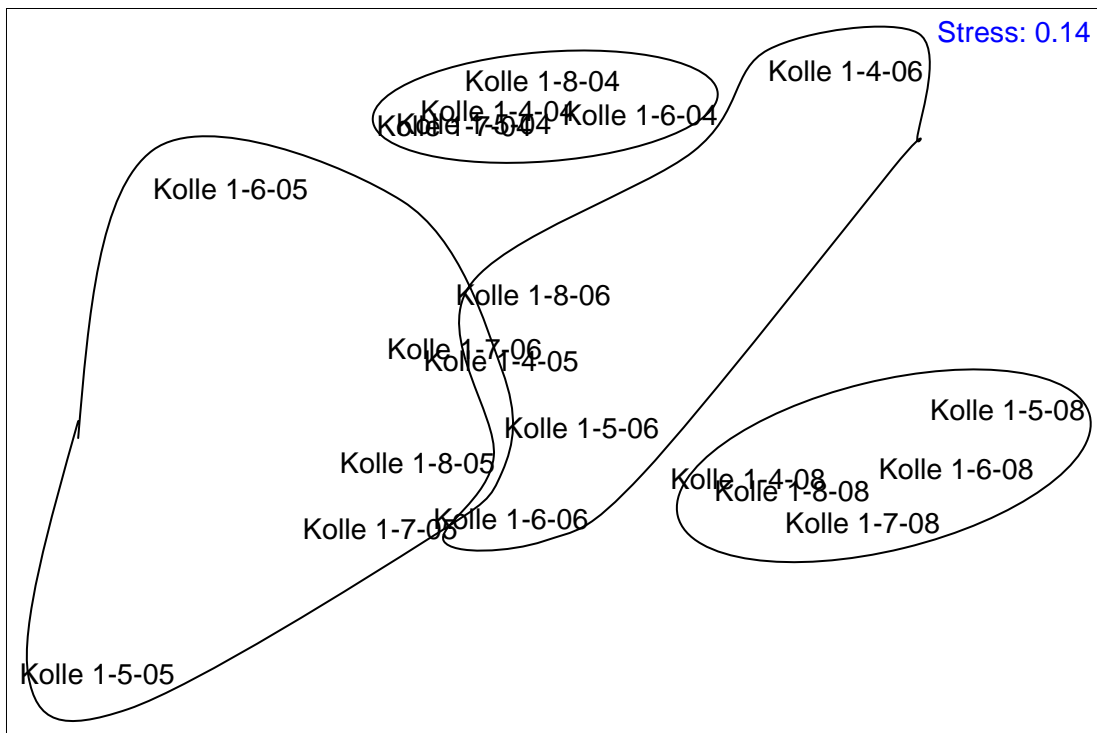
| Kolle 1, 2008 | | | | Kolle 2, 2008 | | | |
|-------------------------|---------|-----------------------|----------|----------------------------|-----------|-----------------------|----------|
| | 30 m | 0,5 m ² | Kum % | | 13,5 m | 0,5 m ² | Kum % |
| Arter | Antall | % | | Arter | Antall | % | |
| Thyasira flexuosa | 913 | 46,8 | 46,8 | Aphelochaeta sp. | 360 | 20,5 | 20,5 |
| Corbula gibba | 900 | 46,1 | 92,9 | Prionospio cirrifera | 193 | 11,0 | 31,5 |
| Ennucula tenuis | 66 | 3,4 | 96,3 | Scoloplos armiger | 162 | 9,2 | 40,8 |
| Chaetozone setosa | 36 | 1,8 | 98,2 | Mediomastus fragilis | 145 | 8,3 | 49,0 |
| Mediomastus fragilis | 7 | 0,4 | 98,5 | Protodorvillea kefersteini | 131 | 7,5 | 56,5 |
| Glycera alba | 4 | 0,2 | 98,7 | Polycirrus norvegicus | 116 | 6,6 | 63,1 |
| Spio sp. | 4 | 0,2 | 98,9 | Syllidae indet. | 110 | 6,3 | 69,4 |
| Ophiodromus flexuosus | 3 | 0,2 | 99,1 | Pholoe baltica | 75 | 4,3 | 73,7 |
| Edwardsia sp. | 3 | 0,2 | 99,2 | Chaetozone sp. | 44 | 2,5 | 76,2 |
| Prionospio cirrifera | 2 | 0,1 | 99,3 | Macrochaeta clavicornis | 40 | 2,3 | 78,4 |
| Phyllodoce groenlandica | 2 | 0,1 | 99,4 | | | | |
| Eumida bahusiensis | 2 | 0,1 | 99,5 | | | | |
| Cerianthus lloydii | 2 | 0,1 | 99,6 | | | | |
| Pectinaria koreni | 2 | 0,1 | 99,7 | | | | |

Vedleggstabell 11. Antall arter fordelt på geometriske klasser.

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



Vedleggsfigur 2. Dendrogram som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene i undersøkelsene fra 2004-2008 i Kollevågen. Prøvene er merket med stasjon-huggenummer-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og gruppegjennomsnitt. Individantallene er 4. rots transformert før analyse.



Vedleggsfigur 3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom de enkelte prøvene fra Kolle 1 (a) og Kolle 2 (b) i 2004, 2005, 2006 og 2008. Prøvene er merket med stasjon-hugge nummer-årstall. Basert på Bray-Curtis likhetsindeks og 4. rots transformerte individantall før analyse. For å lette tolkningen av figuren er det trukket sirkel rundt prøver fra samme årstall.

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.

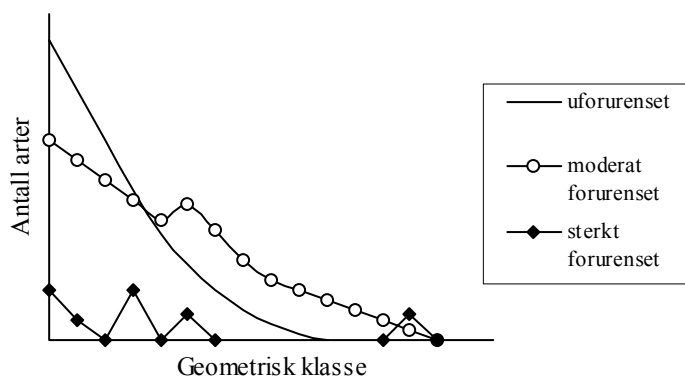
Geometriske klasser

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 antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. 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 prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

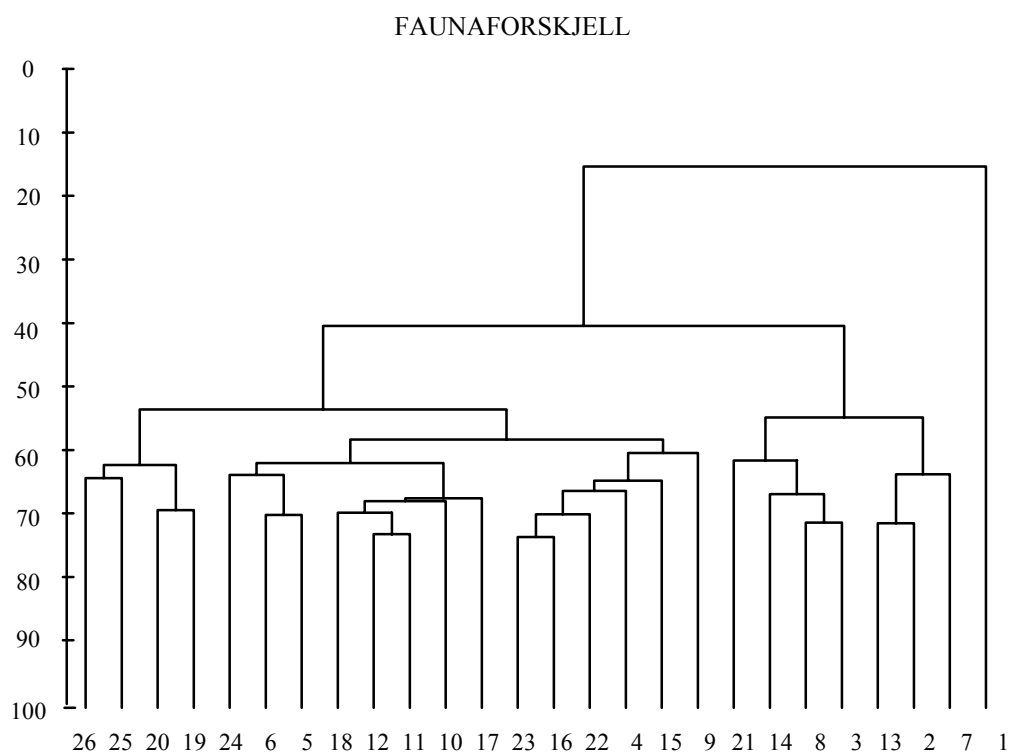
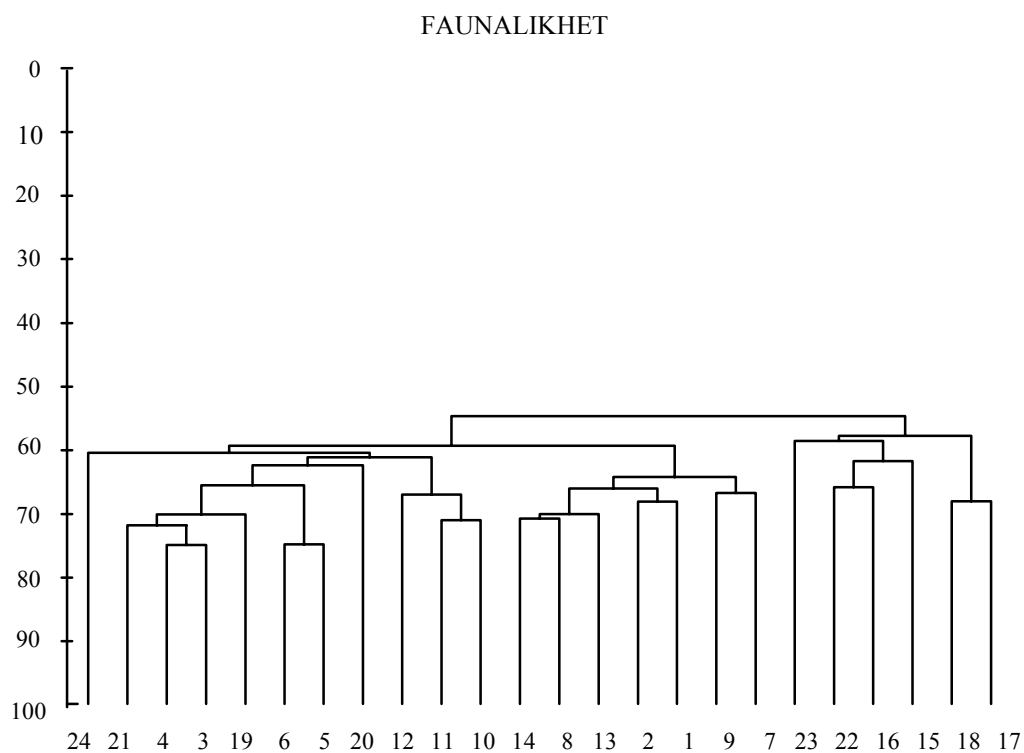
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

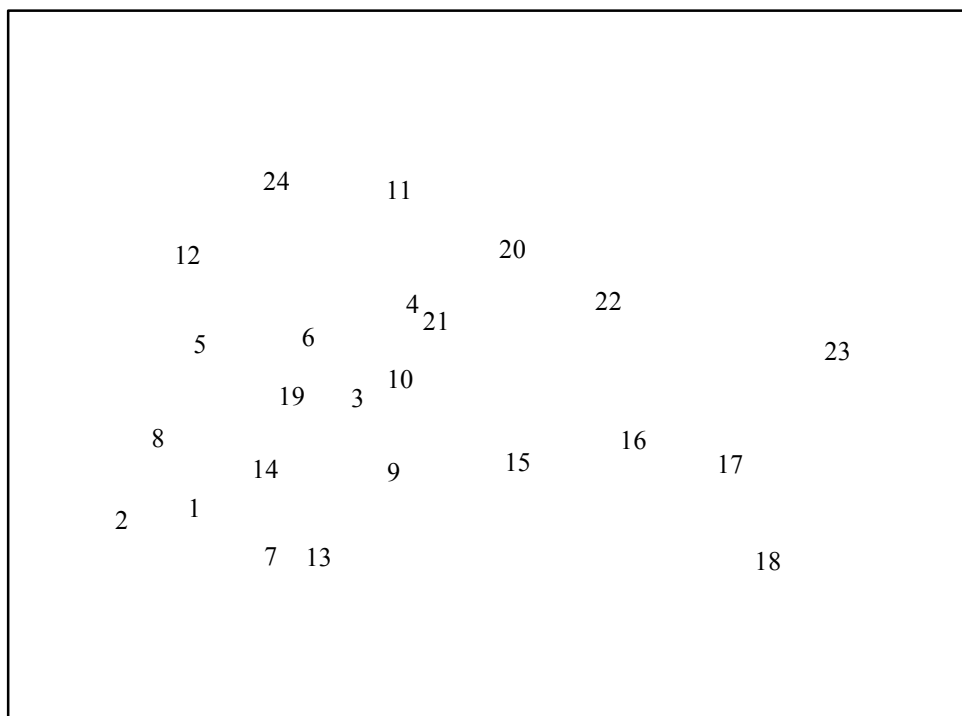
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

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

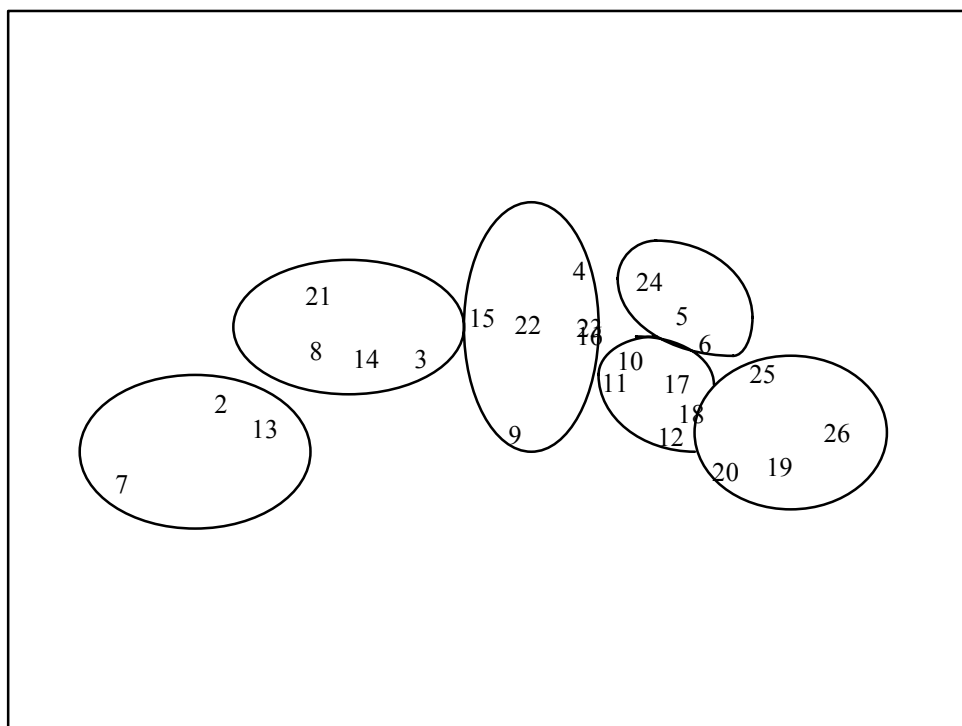


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning Bergen (Unifob), Unifob er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap, SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere, SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157,

Våre internettsider finnes på internettdressen: <http://sammarin.unifob.uib.no/>