



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport 563/94

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

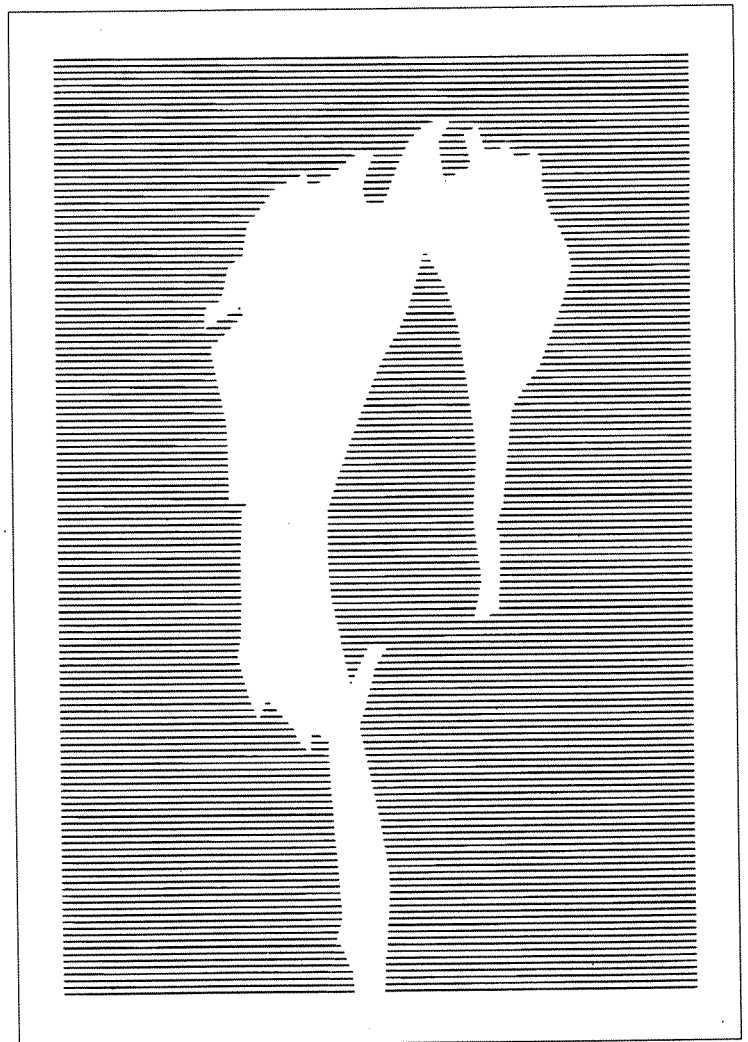
Deltakende institusjon

Biologisk Institutt, UiO

Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord

Delrapport 7

Bløtbunnsfauna i Oslo
havneområde



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-92131	3
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3104	Fri

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Miljøgiftundersøkelser i indre Oslofjord. Delrapport 7. Bløtbunnsfauna i Oslo havneområde. (Overvåkingsrapport nr. 563/94.TA-nr. 1076/94).	14.5.94	NIVA 1994
Forfatter(e):	Faggruppe:	Geografisk område:
Frode Olsgard	MØ	Akershus
	Antall sider:	Opplag:
	23	150

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Statens forurensningstilsyn (SFT)	P.E.Iversen

Ekstrakt:

PÅ bakgrunn av funn av tildels høye konsentrasjoner av miljøgifter i Oslo havn ble det gjort en undersøkelse av bløtbunnsfaunaen i Oslo havneområde. Basert på 9 stasjoner i og like utenfor havneområdet viser resultatene at bløtbunnsfaunaen innefor en linje fra Huk-Nakkholmen-Lindøya-Sursøya er svært arts- og individfattig, mens like utenfor dette området er faunaen mer rikholdig, men fortsatt preget av forurensning. Dårlig vannutskiftning og et anoksisk og løst bunnsediment er sannsynlig hovedårsaken til de dårlige forholdene inne i havneområdet. Nivåer av organisk stoff og miljøgifter i bunnsedimentene på disse stasjoner er ikke så høyt at dette isolert skulle hindre etableringen av en rikere fauna.

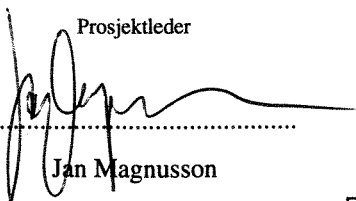
4 emneord, norske

1. Bløtbunnsfauna
2. Miljøgifter
3. Indre Oslofjord
- 4.

4 emneord, engelske

1. Soft bottom communities
2. Micropollutants
3. Inner Oslofjord
- 4.

Prosjektleder


.....
Jan Magnusson

For administrasjonen


.....
Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2584-6

O- 921311

MILJØGIFTUNDERSØKELSE I INDRE OSLOFJORD.

Delrapport 7.

Bløtbunnsfauna i Oslo havneområde.

Oslo den 14.5.1994

Prosjektledere: John S. Gray & Frode Olsgard

Medarbeidere: Jane Indrehus

Siri Bakke

Anne Helene Linnestad

Shabaz Yousefi

Anne Øverland

Biologisk institutt, Universitetet i Oslo

Forord

Biologisk undersøkelse av bløtbunnsfauna i og like utenfor Oslo havneområde er utført ved Avd. marin zoologi og marin kjemi, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT). Undersøkelsen er koordinert med en større undersøkelse av bløtbunnsfauna i hele Indre Oslofjord, dvs. Oslofjorden nord for Drøbak etter oppdrag fra Fagrådet for vann - og avløpsteknisk samarbeide i indre Oslofjord.

Ønsket om en rapport om biologiske forhold i og like utenfor Oslo havneområde fremkom som en følge av undersøkelser av bunnsedimenter i Oslo havn som viste tildels meget høyt innhold av miljøgifter som tungmetaller og PCB. Undersøkelsen inngår som en del av prosjektet "Miljøgiftundersøkelser i indre Oslofjord" under regi av Norsk institutt for vannforskning, NIVA, hvor forsker Jan Magnusson er prosjektleder. Ved Avd. for marin zoologi og marin kjemi, Biologisk Institutt, Universitet i Oslo har følgende personell deltatt :

Prosjektledere: John S. Gray & Frode Olsgard

Feltarbeid: Frode Olsgard
Jane Indrehus
Siri Bakke
Anne Helene Linnestad
Shabaz Yousefi
Anne Øverland

Sorteringsarbeid: Anne Helene Linnestad
Jane Indrehus

Artsbestemmelse: Jane Indrehus
Frode Olsgard

Rapportering: Frode Olsgard
Jane Indrehus

Blindern den 16.5.1994

Frode Olsgard

INNHold

SAMMENDRAG.....	3
1. Innledning - bløtbunnsfauna i miljøovervåking.....	4
2. Bakgrunn og målsetting	5
3. Feltarbeid og prøvetaking	6
3.1 Sortering og artsbestemmelse.	7
3.2 Dataanalyser.....	8
4 Resultater og diskusjon.....	8
4.1 Artsantall, arts-sammensetning og individtetthet.....	9
4.2 Diversitet og jevnhet	11
4.3 Likhetsanalyser.....	11
4.4 Sammenheng mellom fauna, dyp, sedimenttype og forurensing	14
5. Referanser	20
VEDLEGG 1. Faunalister for stasjonene i Oslo havneområde mars 1993.....	23

SAMMENDRAG

Kjemisk kartlegging av forurensning i bunnsedimentene fra Oslo havneområde og funn av tildels meget høye nivåer av miljøgifter (Koniczny 1992) gjorde det ønskelig med en vurdering av de biologiske forholdene i og i utkanten av havneområdet (havneområdet er i denne sammenheng regnet som området innenfor en linje fra Huk-Nakkholmen-Lindøya-Bleikøya-Sjursøya). Det fremkom derfor et ønske om å komme med en undersøkelse av bløtbunnsfaunaen i dette området.

Totalt sett omfatter delundersøkelsen 9 stasjoner, hvorav 5 stasjoner er innenfor havneområdet (Ap 3-2, Ap 4-2, Aq 4-1, Bp 1-1 og Bq 1-2), tre stasjoner like utenfor (Bo 2-2, Bo 4-2 og Bp 3-1) og en referansestasjon syd-vest for Nesoddtangen (Cm 4-1). Resultatene tyder på at de 5 stasjonene inne i havneområdet særlig er påvirket av dårlig vannutskiftning, og at et anoksisk og løst bunnsediment hindrer forekomst av mer normal bunnfauna. Nivåer av målte miljøgifter på faunastasjonene innenfor havneområdet er ikke så høyt at dette isolert sett skulle hindre etablering av en rikere fauna.

På de tre stasjonene like utenfor havneområdet (Bo 2-2, Bo 4-2 og Bp 3-1) er det en mer artsrik bunnfauna, men likevel tydelig forurensningspåvirket. Hvorvidt faunaen her er påvirket av spesielle forhold i havneområdet eller mer av den generelle forurensningen i denne delen av fjorden er uvisst. Faunaen på stasjon Bo 2-2 og Bo 4-2 tyder på belastning av organisk materiale, mens faunaen på stasjon Bp 3-1 kan tyde på effekter av metaller i tillegg til generell forurensning. Høyest diversitet og lavest dominans av forurensningstolerante arter ble påvist på referansestasjonen Cm 4-1, hvilket tyder på lavere forurensningsbelastning her enn i områdene på tilsvarende dyp lenger inne i fjorden.

1. Innledning - bløtbunnsfauna i miljøovervåking.

Bløtbunnsfauna er dyrene som lever på og i sedimentet på sand- silt- og leirbunn. Denne faunaen består av flerbørstemark (Polychaeta), krepsdyr (Crustacea), bløtdyr (Mollusca), pigghuder (Echinodermata) og andre (Varia).

Undersøkelse av bløtbunnsfauna (her: makrofauna dvs. dyr >1mm) er ofte inkludert i overvåkingsprogrammer fordi bløtbunnsfauna er en velegnet biologisk parameter til å vurdere effekter av forurensning fordi mesteparten av bløtbunnsartene er lite mobile, og endringer i artsammensetning og individtetthet derfor lett kan påvises. Det har videre sammenheng med at man via studier av bunndyrsamfunn ofte kan påvise effektene av forurensning, mens kjemisk overvåking har til hensikt å fastslå spredning og konsentrasjonsnivå av forurensende stoffer.

Viktige faktorer som bestemmer utbredelsen av bløtbunnsfauna i et område er bl.a. sedimentets kornstørrelsesfordeling, innhold av organisk stoff, metallinnhold, innhold av organiske miljøgifter, sedimenteringshastighet og type sedimenterende materiale og bunnvannets temperatur, saltholdighet og oksygenkonsentrasjon. Dybde vil ofte være en samleparameter som representerer variasjonen i flere av de overnevnte faktorene.

Faunaens sammensetning og fordelingsmønster kan ofte relateres til naturlige variasjoner i miljøparametre som f.eks. sedimenttype og dybde. Dersom det finnes forurensning av noe omfang kan faunaens sammensetning og fordeling ofte også relateres til sedimentets innhold av metaller og organiske miljøgifter eller til oksygenforhold.

2. Bakgrunn og målsetting

Kjemisk kartlegging av forurensning i bunnsedimentene fra Oslo havneområde og funn av tildels meget høye nivåer av miljøgifter (Konieczny 1992) gjorde det ønskelig med en vurdering av de biologiske forholdene i og i utkanten av havneområdet. Havneområdet er i denne sammenheng regnet som området innenfor en linje fra Huk-Nakkholmen-Lindøya-Bleikøya-Sjursøya, se figur 1.

Materialet fra de 9 stasjonene ble innsamlet samtidig med en undersøkelse i forbindelse med overvåking av indre Oslofjord (på oppdrag av Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord), hvor det i mars 1993 ble samlet inn bløtbunnsfauna på totalt 48 stasjoner fra

Drøbak i syd til Bunnefjorden i nord for å beskrive faunasammensetning og forurensingsforhold samt å vurdere utviklingen i bunndyrsamfunnene i forhold til tidligere undersøkelser (bl.a. Petersen 1915, Mirza & Gray 1981, Omdal 1985, Aschan & Skullerud 1990). Undersøkelsen i 1993 er den andre undersøkelsen som omfatter hele Indre Oslofjord, den første ble utført i 1977 (Mirza & Gray 1981).

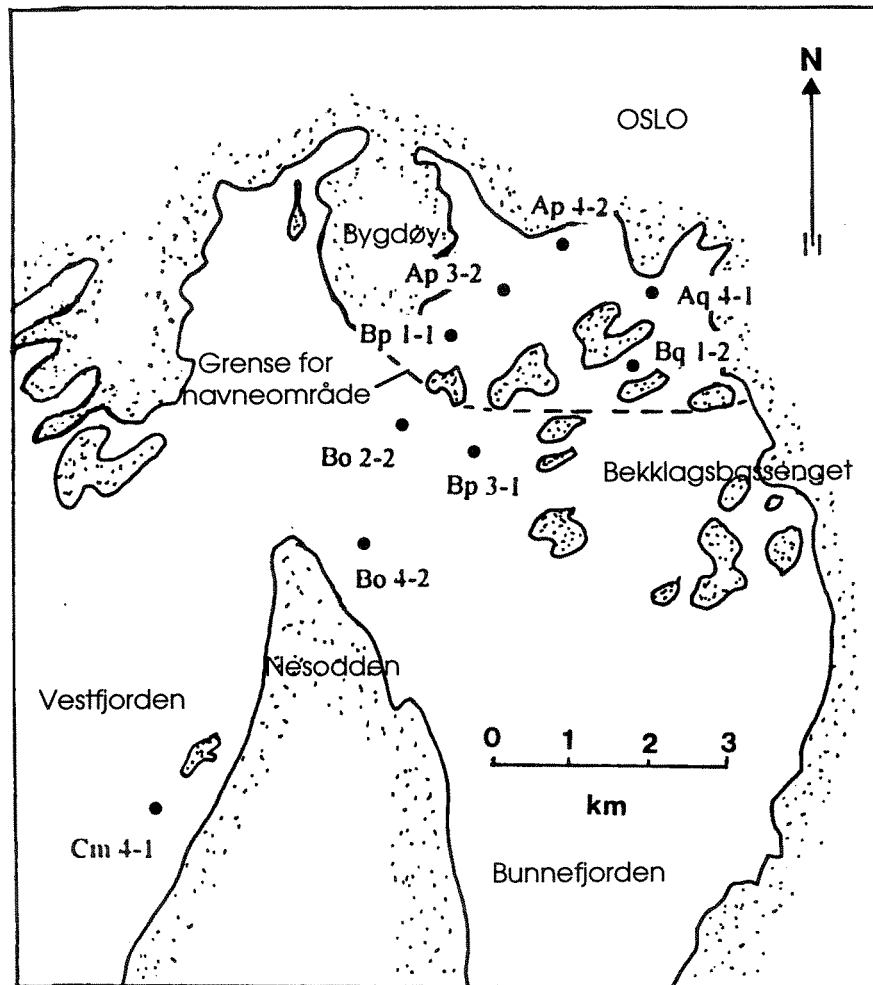
Dyp er en vesentlig faktor ved vurdering og sammenlikning av bunnfauna på ulike stasjoner, og for å kunne si noe om forurensingssituasjonen i havneområdet og en eventuell gradient i fauna like utenfor dette forurensede området ble det valgt å undersøke stasjoner innenfor noenlunde samme dybdeintervall. Dette øker muligheten for en mer direkte sammenlikning av fauna mellom stasjoner. Det må samtidig presiseres at den etterfølgende rapport om biologiske forhold i og like utenfor havneområdet er basert på få stasjoner og at utsagnskraften derfor er noe begrenset.

Utifra kjemiske undersøkelser og visuell inspeksjon av overflatesedimentene i havneområdet ble det ikke regnet med å finne særlig makroskopisk liv (>1 mm) innenfor den overnevnte linjen, men 5 stasjoner ble likevel undersøkt (figur 1). Det var også ønskelig å vurdere kvaliteten på bunnfaunaen like utenfor dette området, og resultatene for 3 stasjoner mellom Nakkholmen og Nesoddtangen ble inkludert, samt en referansestasjon syd-vest for Nesoddtangen (figur 1).

3. Feltarbeid og prøvetaking

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 3.-17 mars 1993. Det var bra værforhold under prøvetakingen. Plassering av stasjonene er angitt i figur 1, og posisjonene er de samme som NIVA benyttet for innsamling av bunnsedimenter for karakterisering og kjemisk analyse (Konieczny 1994). Resultatene fra kjemiske målinger i bunnsedimentene utført av NIVA og Veterinærinstituttet er benyttet i vurdering av de biologiske forhold i Oslo havneområde.

Prøver for analyse av bløtbunnsfauna ble innsamlet med en 0.1m² Day grabb. På de 5 stasjonene innenfor havneområdet ble det bare tatt 2 grabbprøver pr. stasjon fordi sedimentet var svart og luktet H₂S og det så, med unntak av stasjon Aq 4-1, helt livløst ut. På de 4 stasjonene utenfor havneområdet ble det tatt 4 grabbprøver pr. stasjon. I tillegg ble det på hver stasjon tatt 1 kjerneprøve av sedimentets topplag (Abdullah kjerneprøvetaker, indre rørdiameter 59 mm), og de øverste 10 cm ble analysert for kornstørrelse.



Figur 1 Kart over undersøkelsesområdet og plassering av stasjoner for innsamling av bløtbunnsfauna. Den stiplede linjen fra Huk-Nakkholmen-Lindøya-Bleikøya-Sursøya = skille mellom havneområdet og ytre delen av undersøkelsesområdet.

Bunnfaunaprøvene ble forsiktig vasket på et vaskebord og deretter siktet gjennom en siktesats med 4 mm og 1 mm sikt med runde hull. Materialet som var tilbake på siktene ble overført til merkede plastflasker, konserverert i nøytralisert formalin tilsatt Rose Bengal fargestoff.

3.1 Sortering og artsbestemmelse.

På laboratoriet ble prøvene vasket på 0,5 mm sikt for å fjerne formalin og gjenværende fint sediment, og deretter håndsortert under lupe. Dyrene ble inndelt i hovedgrupper og overført til 70

% etanol før de ble bestemt til art, mens deler av faunaen er bestemt til slekt, familie eller til høyere taksonomisk nivå.

3.2 Dataanalyser.

På grunnlag av arts- og individantall og arts sammensetning på stasjonene er det utført statistiske og matematiske analyser for vurdering av faunasammensetning og forurensingsgrad. Faunaen på de 5 stasjonene innenfor havneområdet, med unntak av stasjon Aq 4-1, var svært arts- og individfattig (gj.sn. 1 art og 6 individer pr. stasjon) og faunamaterialet på disse stasjonene var derfor ikke egnet for mer avanserte analyser. Anvendte analysemetoder er oppsummert nedenfor.

Antall metoder anvendt for å belyse data på så få stasjoner kan synes overdimensjonert, men de fleste av dem inngår som standardmetoder i bløtbunnsundersøkelser f.eks. offshore og vil i tillegg benyttes på datamaterialet for hele indre Oslofjord når dette foreligger. Metodene egner seg også godt til å visualisere sammenhenger mellom faunasammensetning og målte miljøvariable.

Diversitet er beregnet ved Shannon-Wiener's diversitetsindeks H' (Shannon & Weaver 1963) og Hurlbert's diversitet, ES_{100} (Hurlbert 1971). Jevnhet er beregnet ved Pielou's "evenness" J' (Pielou 1966).

Faunalikhet mellom stasjoner ble undersøkt med Bray-Curtis' ulikhetsindeks d (Bray & Curtis 1957) etter dobbel-kvadratrot transformasjon. Den resulterende ulikhetsmatrisen ble videre benyttet i multivariate metoder for å gruppere stasjoner utifra faunasammensetning. Disse metodene er: hierarkisk, agglomerativ klassifikasjon med group-average sorting (Lance & Williams 1967). Ordinasjon ble utført med non-metric Multi-Dimensional Scaling (MDS) (Shepard 1962, Kruskal 1964) samt Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill & Gauch, 1980) fulgt av en korrelasjon mellom DCA Akse I og Akse II og miljøvariable som resulterer i et såkalt biplot.

Ordinasjon av miljøvariable ble utført ved hjelp av Principal Component Analysis (PCA). Klassifikasjon, MDS-ordinasjon og PCA-ordinasjon ble utført med program-pakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research). Denne pakken ble også benyttet til kobling mellom PCA-ordinasjon med forskjellige kombinasjoner av miljøvariable og ordinasjonen av faunavariabel med MDS. DCA-ordinasjonen og korrelasjon med miljøvariable ble utført med program-pakken CANOCO (Ter Braak 1988).

4 Resultater og diskusjon

4.1 Artsantall, arts-sammensetning og individtetthet

Totalt ble det på de 9 stasjonene i og utenfor havneområdet påvist 93 ulike taxa. Tilsammen ble det funnet 7.746 individer. Komplette faunalister er gitt i Vedlegg 1. Stasjonsdyp, innsamlingsdato, totalt prøveareal, antall arter og individer, diversitet og jevnhet, og sedimentkarakteristika samt kjemiske data er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Stasjonsdyp, dato, areal, redoxforhold, antall arter, individer, diversitet, jevnhet samt andel silt-leire, totalt organisk stoff (TOC), total nitrogen (TN), metaller, PCB og DDT på bunnfaunastasjonene i og like utenfor Oslo havneområde.

Stasjon	I havneområdet					Utenfor havneområdet			Ref.
	Ap 3-2	Ap 4-2	Aq 4-1	Bp 1-1	Bq 1-2	Bo 2-2	Bo 4-2	Bp 3-1	Cm 4-1
Dyp (m)	26	23	15	25	24	20	24	32	35
Dato	03.03.93	03.03.93	17.03.93	03.03.93	17.03.93	03.03.93	03.03.93	03.03.93	03.03.93
Prøveareal (m ²)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Redox	Anoksisk	Anoksisk	Anoksisk	Anoksisk	Anoksisk	Oksisk	Oksisk	Oksisk	Oksisk
Antall arter	2	0	18	3	2	54	38	39	44
Antall individer	2	0	1024	3	26	3101	2610	751	229
Diversitet (H')	-	-	-	-	-	1.70	1.59	3.67	4.37
Diversitet (ES 100)	-	-	-	-	-	12	12	19	31
Jevnhet (J')	-	-	-	-	-	0.30	0.31	0.71	0.82
<63µm (%)	70	61	79	77	82	83	50	85	86
TOC (g/kg)	41.2	40.1	34.4	43.3	36.6	60.8	33.7	57.7	29.5
TN (g/kg)	4.5	3.8	2.3	5.2	3.3	4.7	3.6	5.3	3.1
Hg (mg/kg)	1.65	1.84	3.96	2.05	1.19	3.06	1.59	3.81	0.85
Cd (mg/kg)	1.80	2.10	2.70	1.40	2.20	0.29	0.28	1.30	0.19
Pb (mg/kg)	180	225	295	220	155	250	180	275	100
Cu (mg/kg)	-	-	246.0	-	-	-	-	254.0	-
Zn (mg/kg)	-	-	687.0	-	-	-	-	448.0	-
Ni (mg/kg)	-	-	54.0	-	-	-	-	51.5	-
Cr (mg/kg)	-	-	174.0	-	-	-	-	223.0	-
Total PCB (ug/kg)	204	204	88	154	148	146	88	202	36
Sum DDT (ug/kg)	14	19	12	10	9	6	5	10	2

-: ikke målt

På stasjonene innenfor havneområdet var det med unntak av stasjon Aq 4-1 en svært utarmet, arts- og individfattig bunnfauna. På stasjon Aq 4-1 var bunnfaunaen dominert av to meget forurensings-tolerante arter, polychaeten (flerbørstemarken) *Capitella capitata* og oligochaeten

(fåbørstemarken) *Pelescolex benedeni*. På stasjonene utenfor havneområdet ble det derimot påvist langt flere arter, selv om artsantallet fortsatt var lavere enn hva man forventer å finne i et upåvirket område. Dominerende arter på stasjon Aq 4-1 i havneområdet og på de 4 stasjonene utenfor havneområdet er vist i tabell 2. Viktige faunagrupper innen stasjoner og grupper av stasjoner er skyggelagt.

Tabell 2. Dominerende arter på stasjonene i og like utenfor Oslo havneområde, mars 1993.

Art	Fauna-element	Aq 4-1	Bo 2-2	Bo 4-2	Bp 3-1	Cm 4-1
<i>Capitella capitata</i>	Polychaeta	574				
<i>Pelescolex benedeni</i>	Oligochaeta	134				
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	Polychaeta		2320	2013		1
<i>Ampharete finmarchica</i>	Polychaeta		222	216	11	21
<i>Ophiura affinis</i>	Echinodermata		208	45		1
<i>Nuculoma tenuis</i>	Mollusca		21	41		2
<i>Mediomastus fragilis</i>	Polychaeta	64	23	8	161	6
<i>Chaetozone setosa</i>	Polychaeta	55	34	27	134	2
<i>Thyasira</i> spp.	Mollusca		24	57	91	17
<i>Polydora</i> spp.	Polychaeta	56		1	72	1
<i>Zeppelina monostyla</i>	Polychaeta			44		
Oligochaeta sp.I	Oligochaeta				39	1
<i>Pista cristata</i>	Polychaeta					42
<i>Philomedes globosus</i>	Mollusca					24

På stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 utenfor havneområdet finner vi svært høy tetthet av den forurensingstolerante polychaeten *Pseudopolydora paucibranchiata*, men i tillegg finnes også høy tetthet av to arter som er mindre tolerante ovenfor forurensing; polychaeten *Ampharete finmarchica* og slangestjernen *Ophiura affinis*.

Pseudopolydora paucibranchiata bygger små rør som står opp av sedimentet, og ernærer seg enten ved å fange partikler i vannmassene med tentaklene eller å spise fra bunnen. Valg av spisemetode varierer med partikkelfluksen i vannmassene. Stor tetthet av denne arten på stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 kan tyde på god tilgang av partikulært organisk materiale i dette området.

Lenger øst på den noe dypere stasjon Bp 3-1 dominerer derimot en annen faunagruppe bestående av polychaetene *Mediomastus fragilis*, *Chaetozone setosa*, *Polydora* spp. og *Zeppelina monostyla* samt muslingen *Thyasira* spp. Alle disse artene er kjent for å være

forurensingstolerante. På referansestasjonen Cm 4-1 er det derimot ingen sterk dominans av noen arter, viktige arter her er polychaeten *Pista cristata* og muslingkrepsen *Philomedes globosus*. Ingen av disse er kjent for å være spesielt forurensingstolerante.

4.2 Diversitet og jevnhet

Verdier for Shannon-Wiener's (H') og Hurlbert's (ES₁₀₀) diversitetsindeks (D) samt Pielou's jevnhet (J') er vist i tabell 1. Lavest diversitet og lavest jevnhet (= høyest dominans) ble påvist på stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 som isolert sett tyder på høyest forurensingsbelastning på disse to stasjonene i forhold til de resterende to stasjonene utenfor havneområdet. Stasjon Cm 4-1 hadde den høyeste diversiteten og høyeste jevnheten, mens stasjon Bp 3-1 hadde verdier mellom disse ytterpunktene. I beregningene av diversitet ovenfor spiller polychaeten *Pseudopolydora paucibranchiata* pga. sin sterke dominans en vesentlig rolle for de lave diversitetsverdiene påvist på stasjon Bo 2-2 og Bo 4-2. Når man samtidig vet at individtettheten av denne opportunistiske arten kan variere betydelig gjennom året og mellom ulike år (f.eks. Ramberg 1981, Omdal 1985) trenger derfor ikke den høye individtettheten av *Pseudopolydora paucibranchiata* påvist i mars 1993 være spesielt representativ for disse to stasjonene. Beregning av Shannon-Wiener's og Hurlbert's diversitet på stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 uten *Pseudopolydora paucibranchiata* viste at diversiteten nå var på nivå med den funnet på stasjon Bp 3-1. Det kan derfor være vanskelig å skille effekter av forurensing på disse 3 stasjonene utifra diversitet.

Ut fra SFTs klassifisering av tilstanden i fjorder (virkninger av næringssalter, Rygg & Thélin 1993), havner stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 i tilstandsklassene II-III (mindre god - nokså dårlig), mens stasjonene Bp 3-1 og Cm 4-1 havner i tilstandsklassen I (god). Stasjonene skiller seg også ut i forurensningsgrad, hvor stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 er markert til sterkt forurensede og Bp 3-1 og Cm 4-1 er lite forurensede. De øvrige stasjoner i havneområdet havner i tilstandsklasse V og forurensningsgrad 5 (meget dårlig tilstand og meget sterkt forurenset), men her er beregningen av indeks som grunnlag for klassifisering lite hensiktsmessig.

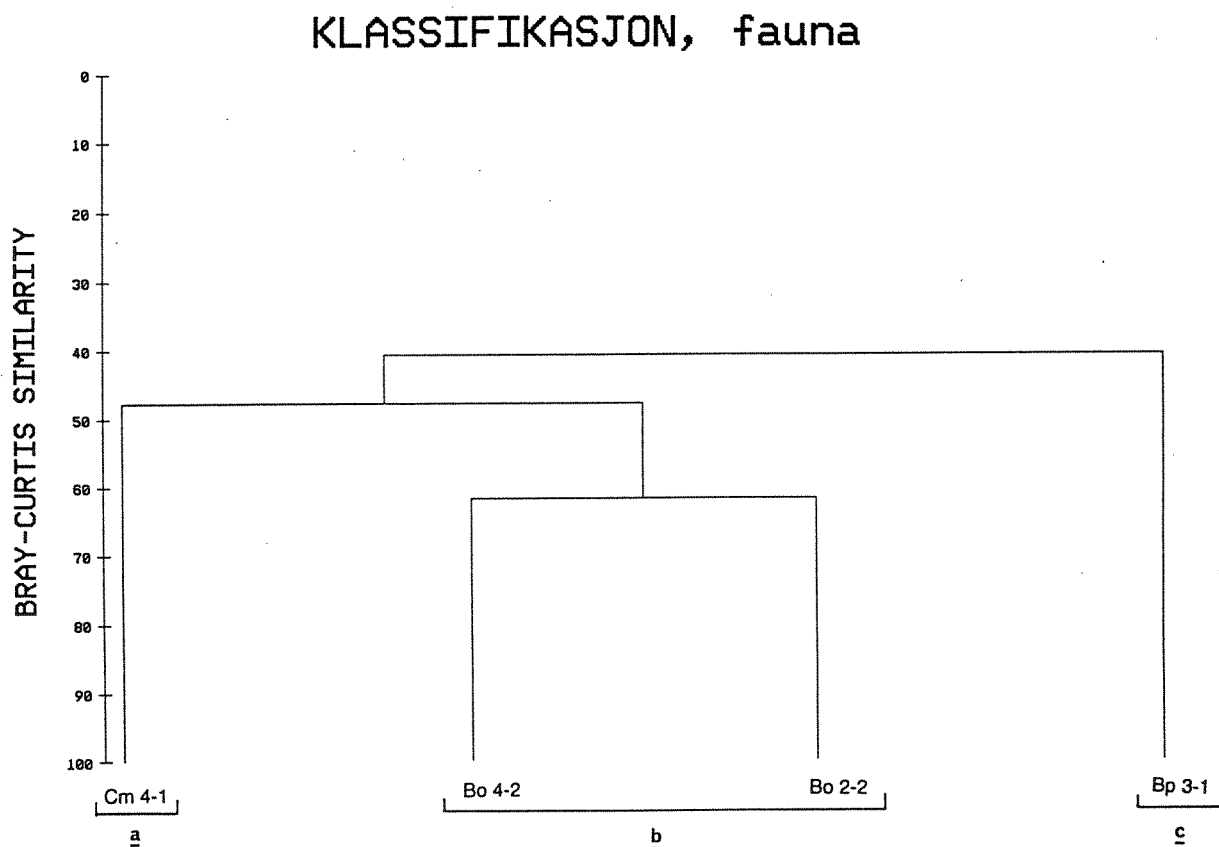
4.3 Likhetsanalyser

Klassifikasjon og ordinasjon ble benyttet til å studere likhet i fauna både mellom stasjoner og mellom grabber innen hver av de 4 stasjonene utenfor havneområdet. Likhetsanalyser har flere fordeler fremfor diversitetsindekser. I likhetsanalysene beholdes artenes identitet, mens det i beregninger av diversitet bare er tallverdiene som legges til grunn. I likhetsanalyser

sammenlignes dessuten alle stasjoner, og alle grabber, i forhold til hverandre og grupperes etter likhet, mens diversitetsindekser bare beregnes isolert for hver enkelt stasjon eller grabb. Likhetsanalyser har dessuten vist seg å være klart mer følsomme for endringer i faunasammensetning enn diversitets-indekser (f.eks. Gray et al. 1990, Warwick & Clarke 1991).

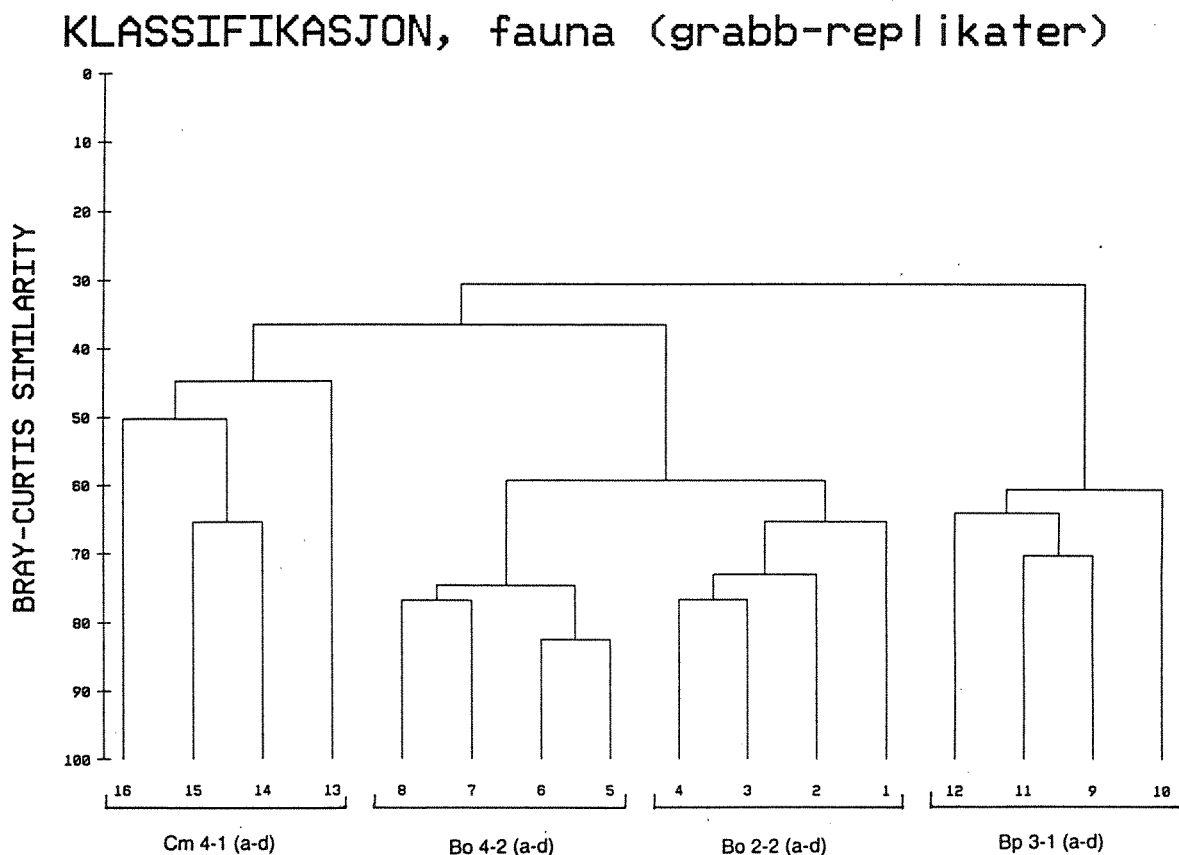
Klassifikasjon

Resultatet fra klassifikasjonen på stasjonsnivå fremkommer som et dendrogram, og er vist i figur 2. I dendrogrammet er stasjonene vist langs x-aksen og % ulikhet langs y-aksen. Jo lengre ned på y-aksen (lav prosent ulikhet) to stasjoner knyttes sammen, desto likere faunasammensetning har de. Stasjons-dendrogrammet indikerer en inndeling av stasjonene i 3 "grupper" (a-c). St. Bo 4-2 og Bo 2-2 har størst likhet (62%, se figur 2), st Cm 4-4 er noe mer forskjellig fra disse to, mens st Bp 3-1 har en faunasammensetning som er mest forskjellig fra de øvrige stasjonene (faunalikhet på 40 %, se figur 2).



Figur 2 Dendrogram for stasjoner basert på klassifikasjon (Bray-Curtis likhetsindeks). Oslo havneområde mars 1993.

For å vurdere variasjonen innen hver stasjon ble det også gjort en klassifikasjon på grabbnivå, som er vist i figur 3. De fire grabbreplikatene innen hver stasjon er angitt som a-d. Klassifikasjon på grabbnivå viste tydelig at det er større variasjoner i fauna mellom stasjoner enn innen stasjoner, hvilket tyder på at fire grabbprøver pr. stasjon har gitt et bra bilde av faunasammensetningen innen hver stasjon.

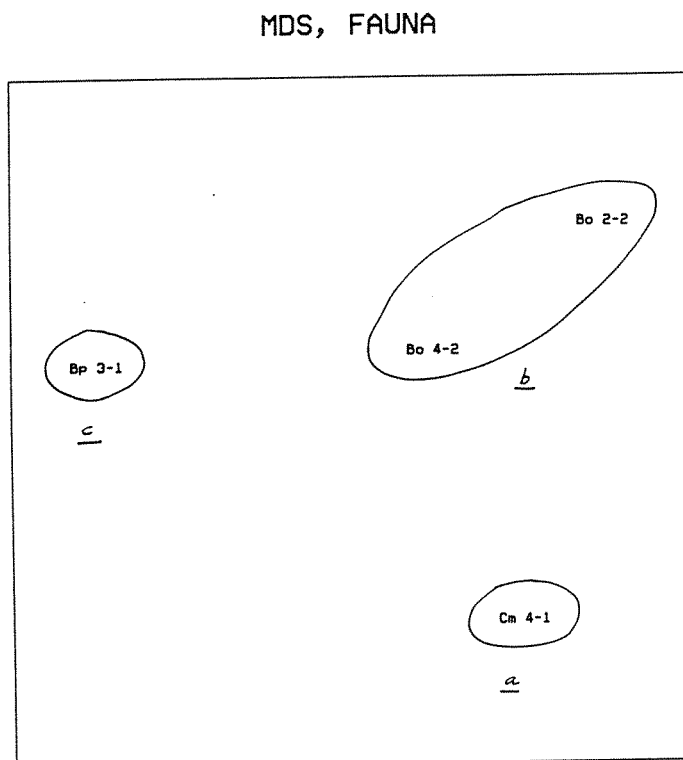


Figur 3 Gruppering av de individuelle grabbprøvene på grunnlag av klassifikasjon. Oslo havneområde mars 1993.

En ANOSIM-test (Clark & Green, 1988) av klassifikasjonen på grabbnivå viste at stasjonene Bo 2-2 og Bo 4-2 var signifikant forskjellige ($p < 0,05$) fra stasjonene Bp 3-1 og Cm 4-1, og at Bp 3-1 og Cm 4-1 var signifikant forskjellig fra hverandre.

Ordinasjon

Ordinasjon gir ofte en bedre beskrivelse enn klassifikasjon av den mer kontinuerlige overgangen som tross alt eksisterer mellom ulike bunndyrsamfunn, og gir derfor ofte en riktigere fremstilling av nyanser i data. MDS-ordinasjon av de 4 stasjonene er vist i figur 4. Inndelingen i stasjonsgrupper i ordinasjonsplottet (gruppe a-c) er basert på stasjonsgrupperingen fra klassifikasjon av stasjoner (figur 3). Det var bra overenstemmelse mellom klassifikasjons- og ordinasjonsanalysen.



Figur 4 Gruppering av stasjonene på grunnlag av MDS-ordinasjon. Oslo havneområde mars 1993.

4.4 Sammenheng mellom fauna, dyp, sedimenttype og forurensing

Bløtbunnsfaunaen lever på og i sedimentet, og i bunndyrunderøkelser blir det ofte vist en sammenheng mellom bunnsfauna og variasjoner i sediment-karakteristika som kornstørrelse og innhold av organisk stoff. Dersom det forekommer forurensning av betydning vil man ofte, i tillegg til de variasjoner som skyldes naturlige forhold, ofte også finne en korrelasjon mellom de

viktigste forurensings-komponentene og bunnfauna. I undersøkelser av bunnfauna i forurensede områder blir det derfor et viktig poeng å prøve å skille effektene av naturlig miljøfaktorer og effektene av forurensende stoffer. Dette forutsetter oftest at man har samlet inn prøver fra et større antall stasjoner, men ble likevel prøvet på det foreliggende materialet. For å undersøke sammenheng mellom bunnfauna og de målte miljøvariablene dyp, sedimentets prosentvise innhold av silt-leire (=andel av sedimentet <63 μm), innhold av totalt organisk stoff (TOC) og total nitrogen (TN) samt innhold av metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd) og bly (Pb) og de organiske miljøgiftene PCB og DDT på de 4 stasjonene utenfor havneområdet ble det kjørt en korrelasjon mellom ordinasjonsaksene fra en PCA-ordinasjon av disse miljøvariablene og ordinasjonsaksene fra MDS-ordinasjonen av fauna. Resultatene er vist i tabell 3, og vi ser at den enkeltstående miljøvariablen med høyeste korrelasjonen til faunasammensetning var kadmium ($r_s=0.803$), mens dyp kom ut som nummer to ($r_s=0.564$) etterfulgt av bly ($r_s=0.533$), DDT, TOC, Tn, Hg, TOC, C:N og andel silt-leire (<63 μm) i sedimentet. *Men den aller høyeste korrelasjonen ble funnet for kombinasjonen av kadmium og dyp i forhold til fauna ($r_s=0.871$), hvilket isolert sett antyder at disse to variablene er de viktigste bestemmende miljøfaktorene for faunasammensetningen på disse fire stasjonene.*

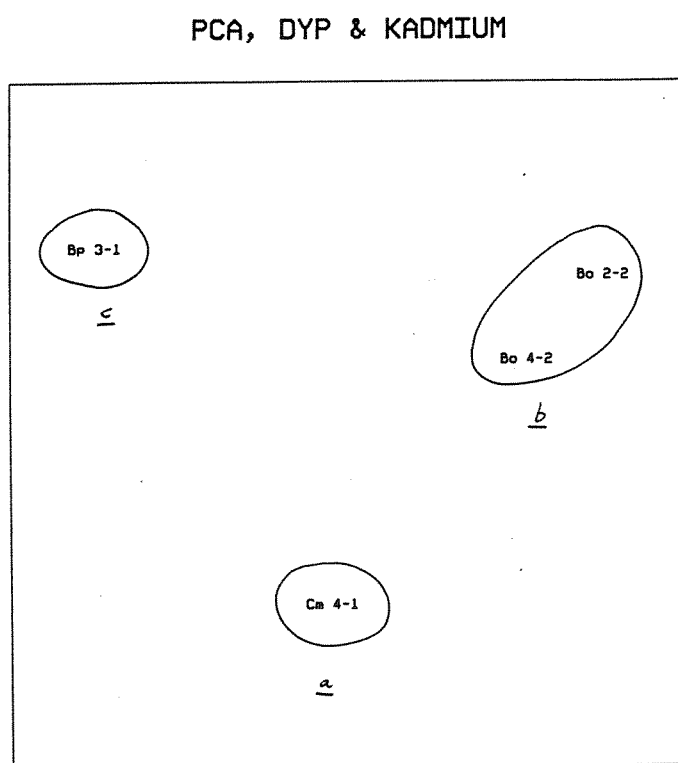
Tabell 3 Korrelasjon (Weighted Spearman r_s) mellom PCA- og MDS Akse I og Akse II. Oslo havneområde, mars 1993.

Miljøvariabel	Antall variab le	Korrelasjon r_s
Cd	1	0.803
Dyp	1	0.564
Pb	1	0.533
PCB	1	0.494
DDT	1	0.455
TN	1	0.412
Hg	1	0.399
TOC	1	0.394
C:N	1	0.283
<63 μm	1	0.204
Maks korrelasjon (Cd & dyp)	2	0.871

En PCA-ordinasjon av kadmiumverdiene samt dyp er vist i figur 5 og vi ser det er en bemerkelsesverdig god overenstemmelse mellom dette PCA-plottet og MDS-plottet av fauna

(figur 4). For å visualisere forholdet mellom kadmium, dyp og bly og stasjonsgrupperingen fra MDS-ordinasjonen av fauna er verdiene for disse tre miljøvariablene tegnet inn på MDS-plottet og vist i figur 6. Størrelsen på sirklene angir den relative verdien for hver av miljøvariable på hver stasjon. Vi ser igjen en tydelig sammenheng mellom fauna og disse tre miljøvariablene.

Sammenheng mellom bunnfauna og miljøvariable ble også undersøkt ved DCA-ordinasjon av fauna etterfulgt av en korrelasjon mellom fauna og miljøvariable. Denne analysen er følsom for samvariasjon (autokorrelasjon) mellom miljøvariable og TN, PCB og DDT som alle var korrelert til TOC, ble derfor holdt utenfor. Resultatene er angitt som biplot i figur 7. Stasjonsgrupperingene av fauna fra klassifikasjons-analysen (figur 2) er angitt som sirkler på plottet. Eigenvalues for Akse I og Akse II var henholdsvis 72,5% og 23,8%, hvilket antyder at nesten all variasjonen i dataene er forklart i dette to-dimensjonale plottet.



Figur 5 PCA-ordinasjon av miljøvariablene kadmium og dyp. Oslo havneområde mars 1993.

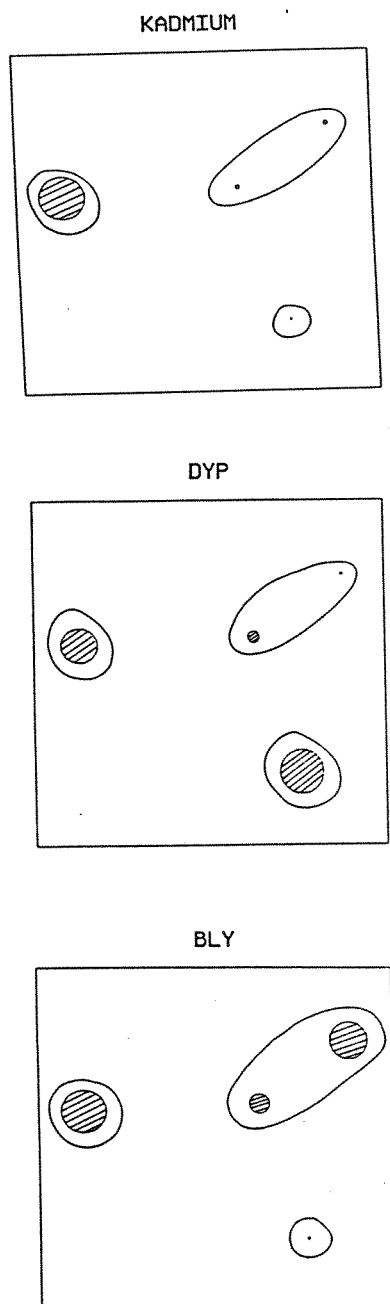
Miljøvariablene er angitt som piler som peker i retning av maksverdiene av hver variabel. Lengde på hver pil angir betydningen av hver variabel for faunagrupperingene. Det fremgår at *de viktigste forklarende miljøvariablene er henholdsvis andel kadmium (Cd) i sedimentet og*

stasjonsdyp. De øvrige miljøvariablene ble i denne analysen antydnet å være av mindre viktighet.

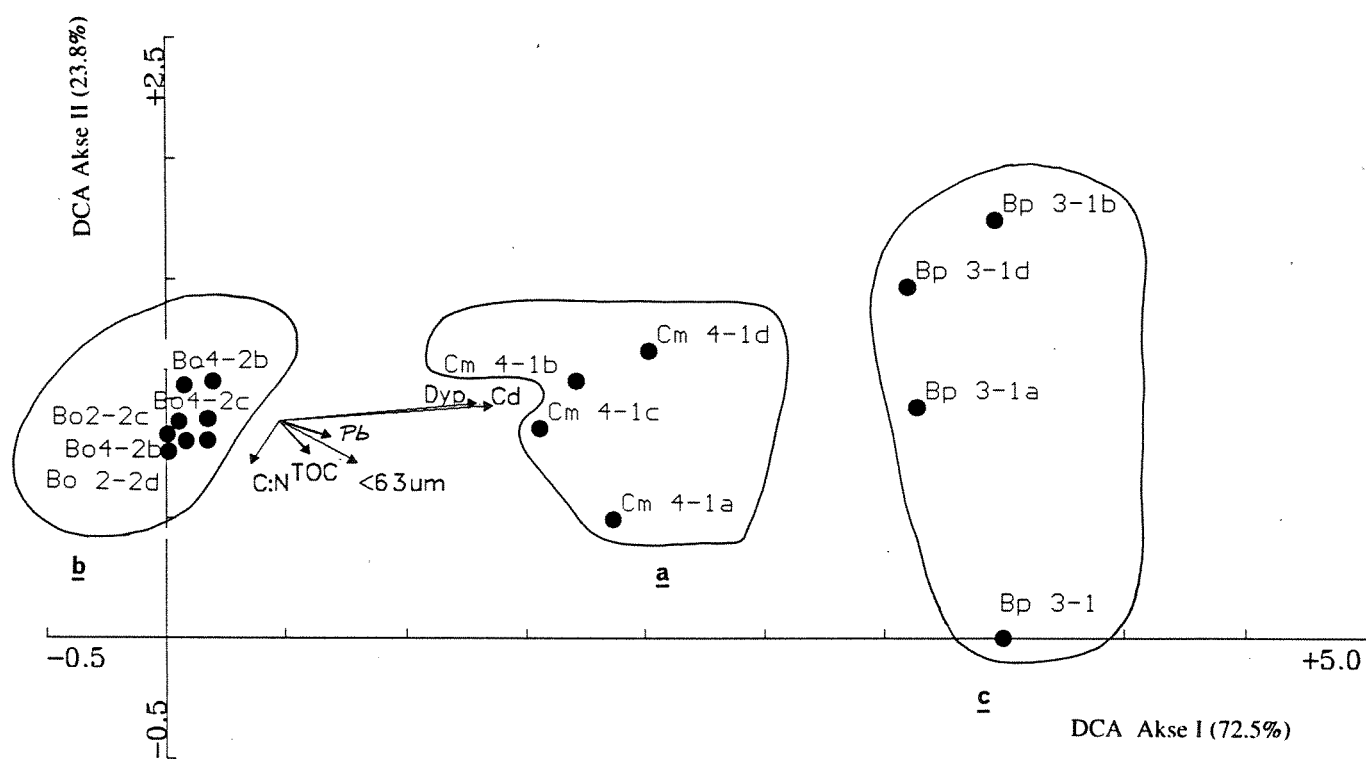
I vurdering av resultatene ovenfor er det imidlertid viktig å være klar over to ting. For det første **beviser** ikke resultatene at andel kadmium i bunnsedimentene og dyp er de viktigste forklarende faktorene. Det kan vel hende at det er andre ikke-målte variable som er korrelert til kadmium eller dyp er viktigere. For det andre er data fra 4 stasjoner et for lite materiale til å konkludere med stor grad av sikkerhet.

Det finnes få arbeider som direkte relaterer konsentrasjon av ulike miljøgifter i bunnsedimenter til effekter på bunndyrsamfunn. Rygg & Skei (1984) og Rygg (1985) har vurdert sammenheng mellom metaller og kvalitet i bunndyrsamfunn utifra data fra en rekke industriforensede, norske fjorder. Undersøkelsene tydet på at av metallene kvikksølv, kadmium, bly, kopper og sink var kobber det mest giftige ovenfor bunnfaunaen. Kobbernivå på 5 ganger naturlig bakgrunnsnivå ble funnet å ha effekter, og ved nivåer >200 mg/kg (=ppm) ble det vist at en rekke arter bare fantes i svært lavt antall eller manglet. Bare på to av de ni stasjonene i indre Oslofjord (Aq 4-1 og Bp 3-1) ble det gjort målinger av kobber, og begge steder ble det funnet Cu-innhold i overkant av 200 ppm (tabell 1). Fra listene til Rygg (1985) over arter som er tolerante og over arter som er ømfintlige ovenfor høyt Cu-innhold ser det ut til å være bra samsvar med Rygg's (1985) lister og andel Cu-tolerante arter på stasjonene Aq 4-1 og Bp 3-1 og tilsvarende fravær av ømfintlige arter. Dette tyder på at toksiske effekter av kobber er årsak til redusert diversitet og en forurensingspåvirket fauna på begge disse stasjonene. På stasjonene Bo 2-2, Bo 4-2 og Cm 4-1 utenfor havneområdet tyder derimot faunasammensetningen på at den ikke er påvirket av kobberforurensing (Rygg, 1985).

Dyp er **per se** ikke noen viktig miljøvariabel, mens det er ofte variable korrelert til dyp som er viktige. I indre Oslofjord er det påvist større variasjoner og årlige svingninger i temperatur og saltholdighet i dypdeintervallet 20-25 m enn i 30-35 m. Slike endringer i fysiske forhold kan være av betydning for hvilke arter og hvor mange arter man finner i de forskjellige områdene. I indre Oslofjord er det også store svingninger i vannets oksygeninnhold, særlig i de dypere områdene, men det er periodevis også påvist svært lave oksygenverdier (<1 ml/l) så høyt opp som på 20-30 m dyp i indre deler av fjorden. Så lave oksygenverdier er kjent for å kunne påvirke bunnfaunaens sammensetning, men da særlig i kombinasjon med sub-oksiske bunnsedimenter med høyt innhold av organisk stoff.



Figur 6 Stasjonsgrupperingene fra ordinasjonsanalysen (figur 4) vist sammen med dyp og andel kadmium og bly i bunnsedimentene. Oslo havneområde, mars 1993. Størrelsen på sirklene angir verdien for den målte parameter i en relativ skala. Høyeste verdi har størst sirkel, laveste verdi minst sirkel.



Figur 7 Biplot av DCA-ordinasjon av bunnfauna korrelert til miljøvariable. Oslo havneområde mars 1993.

Det er en markert forskjell i bunnfauna innenfor og like utenfor Oslo havneområde, og det er av interesse å vurdere hva som kan være årsakene til dette. I tabell 1 er angitt resultater for kjemiske målinger i de øvre 0-2 cm av bunnsedimentet. Det fremgår at verdiene for metaller og organiske miljøgifter i stor grad er de samme på stasjonene innenfor havneområdet som på stasjon Bp 3-1 like utenfor dette området. Stasjon Bp 3-1 var den av stasjonene utenfor som hadde høyest innhold av miljøgifter i sedimentene, men hadde likevel en mye rikere bunnfauna enn påvist på noen av stasjonene innenfor havneområdet. *Andel av miljøgifter i sedimentene på stasjonene innenfor havneområdet ser derfor ikke ut til å være hovedforklaringen på hvorfor vi finner en utarmet fauna her.*

Kjerneprøvene tatt på faunastasjonene innenfor havneområdet var uten unntak svarte og luktet H_2S . Dette skulle tyde på høyt innhold av organisk stoff, men verdiene for totalt organisk stoff (TOC) i tabell 1 viser at det i gjennomsnitt er lavere verdier her enn på stasjonene like utenfor

havneområdet. Dette viser at det ikke er akkumulert mer organisk materiale i sedimentene innenfor havneområdet enn like utenfor. Den vesentligste faktoren for anoksiske forhold på bunnen og svært utarmet bunnfauna i de dypere delene av havneområdet ser derfor ut til å være at

havneområdet ligger delvis innelukket og skjermet hvilket forhindrer god utveksling av vann, særlig i de dypere deler av havneområdet. En viktig faktor er også at vannvolumet mellom sprangsjikt og bunn er mindre i dette relativt grunne område, hvilket betyr at tilgjengelig mengde oksygen som funksjon av den organiske belastningen er mindre enn i de dypere deler av fjorden.

I de frie vannmasser i marint miljø er det til enhver tid en rekke larver av forskjellige bunndyrarter som er klare til å slå seg der de kan finne velegnede bunnforhold. Tilstedeværelsen av meget få arter i havneområdet tyder på at kontinuerlig dårlige bunnforhold med lite eller ingen oksygen i kontaktvannet i overgangsonen mellom bunnen og frie vannmasser. Dette hindrer overlevelse og vekst av bunndyr som prøver å slå seg ned på dette sedimentet. Bunnsedimentet på stasjonene innenfor havneområdet er i tillegg svært løst og "fluffy" og av den grunn også mindre egnet som substrat for bunndyr.

Totalt sett tyder undersøkelsene av faunaen på 5 stasjoner innenfor havneområdet (Ap 3-2, Ap 4-2, Aq 4-1, Bp 1-1 og Bq 1-2) at den vesentlig er påvirket av dårlig vannutskiftning, og at et anoksisk og løst bunn sediment hindrer forekomst av mer normal bunnfauna. St. Aq 4-1 viste høyest art - og individtetthet av de 5 innerste stasjonene. Dette har trolig sammenheng med at stasjonen ligger noe grunnere enn de øvrige og derfor kan ha noe bedre oksygenforhold (stasjonen ligger også i et område med stor fergetrafikk. Fartøyene vil bidra med omrøring av vann og derved tilførsel av oksygen). Nivåer av målte miljøgifter på faunastasjonene innenfor havneområdet er ikke så høyt at dette isolert sett skulle hindre etablering av en rikere fauna.

På de tre stasjonene like utenfor havneområdet (Bo 2-2, Bo 4-2 og Bp 3-1) er det en rikere bunnfauna, men likevel tydelig forurensingspåvirket. Hvorvidt faunaen her er påvirket av forholdene i havneområdet eller mer av den generelle forurensingen i denne delen av fjorden er uvisst. Faunaen på stasjon Bo 2-2 og Bo 4-2 tyder på belastning av organisk materiale, mens faunaen på stasjon Bp 3-1 kan tyde på effekter av metaller i tillegg til generell forurensing. Høyest diversitet og lavest dominans av forurensingstolerante arter ble i denne delundersøkelsen påvist på referansestasjonen Cm 4-1, hvilket tyder på lavere forurensingsbelastning her enn på de undersøkte stasjonene på tilsvarende dyp lenger inne i fjorden.

5. Referanser

- Aschan, M. M. & Skullerud, A.M. 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the Inner Oslofjord. *Sarsia*, 75: 169-190.
- Bray, J.R., & Curtis, J.T.. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.
- Clark, K.R. & Green, R.H. 1988. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Mar. Ecol.Prog. Ser.* , 46: 213-226.
- Gray, J.S, Clarke, K.R., Warwick, R.M. & Hobbs, G. 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfield, North Sea. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 66: 285-299.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42:47-58.
- Hurlbert, S.N. 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology*, 23: 577-586.
- Konieczny, R.M. 1992. Kartlegging og vurdering av forurensnings-situasjonen i bunnsedimenter fra Oslo havneområde. NIVA rapport O-91150. 52 s.
- Konieczny, R.M. 1994. Miljøgiftundersøkelser i indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 3094.
- Kruskal, J.B. 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numeric method. *Psychometrika*, 29: 115-129.
- Lance, G.N. & Williams, W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Comput.J.*, 9: 373-380.
- Mirza, F.B. & Gray, J.S. 1981. The benthic fauna of sediments from the organically enriched Oslofjord, Norway. *J.exp.Mar.Biol.Ecol.* 54: 181-207.
- Omdal, M.N. 1985. Dynamikken i bunndyrsamfunn i Vestfjorden, Indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave i marin zoologi, Univ. i Oslo. 165 s.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13: 131-144.
- Petersen, C.G.J. 1915. Om havbundens dyresamfund i Skagerrak, Kristianiafjord og de danske farvande. *Beretn. Minist. Landbr. Fisk. dan. biol. Stan.* 23: 3-26
- Ramberg, J.P. 1981. Polydorider (Polychaeta, Spionidae) i Indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave i marin zoologi, Univ. i Oslo. 160 s.

- Rygg, B. & Skei, J. 1984. Correlation between pollutant load and the diversity of marine soft-bottom fauna communities. I: Proceedings of the International Workshop on Biological Testing of Effluents (and related receiving waters). OECD/U.S. EPA/Environ. Canada, s.153-183.
- Rygg, B. 1985. Effect of sediment copper on benthic fauna. *Mar. Ecol.Prog.Ser.*, 25: 83-89.
- Shannon, C.E. & Weaver, W.W. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press.
- Shepard, R.N. 1962. The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 127: 125-140.
- Rygg, B. og I.Thélin. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkning av næringsalter. Veiledning. SFT. TA-nr. 924/1993.
- Ter Braak, C.J.F. 1988. CANOCO - a Fortran program for canonical community ordination by (partial)(detrended)(canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 3.10). TNO Inst.appl.Comp.Sci.Stat.Dept. 95 s.
- Warwick, R.M. & Clarke, K.R. 1991. A comparison of some methods for analysing changes in benthic communities. *Mar. Biol. Ass. U.K.* 71: 225-244.

VEDLEGG 1. Faunalister for stasjonene i Oslo havneområde mars 1993.

Stasjoner	Bq 4-1	Bq 1-2	Aq 4-1	Ap 4-2	Ap 3-2	Bp 1-1	Bo 2-2	Bo 4-2	Bp 3-1	Cm 4-1
CNIDARA										
Cerianthus lloydi	0	0	1	0	0	0	7	0	1	0
NEMERTINI										
Nemertini spp.	0	0	2	0	0	1	2	18	0	4
ANNELIDA										
Oligochaeta spp.	0	24	193	0	0	0	0	0	39	1
Polychaeta										
Aphroditidae sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Harmothoe spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Antinoella sarsi	0	0	0	0	0	0	10	7	6	2
Pholoe spp.	0	0	0	0	0	0	16	11	1	4
Nereis diversicolor	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Anaitides subulifera	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Anaitides mucosa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Anaitides groenlandica	0	0	1	0	0	0	10	0	1	0
Anaitides maculata	0	0	3	0	0	0	7	5	0	0
Phyllodocidae sp. juv.	0	0	0	0	0	0	4	3	3	1
Ophiodromus flexuosus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Nereimyra punctata	0	0	1	0	0	0	3	3	27	0
Syllis spp.	0	0	0	0	0	0	6	11	32	6
Nephtys caeca	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nephtys ciliata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nephtys longosetosa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nephtys spp. juv.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sphaerodorum gracilis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Glycera alba	0	0	0	0	0	0	13	16	1	7
Glycera spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Goniada maculata	0	0	0	0	0	0	16	13	0	14
Lumbrineris fragilis	0	0	0	0	0	1	8	10	1	14
Paraonis fulgens	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Pseudopolydora paucibranchiata	1	0	10	0	0	0	2320	2013	0	1
Polydora spp.	0	0	46	0	0	0	0	1	72	1
Prionospio malmgreni	0	0	1	0	0	0	7	0	0	1
Prionospio cirrifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Prionospio spp.	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1
Spiophanes spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Scoelepis spp.	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2
Spiochaetopterus typicus	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Caulleriella spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cirratulus cirratus	0	0	69	0	0	0	5	7	17	2
Cirratulus spp.	0	0	0	0	0	0	0	27	20	0
Chaetozone setosa	0	0	55	0	0	0	34	0	134	2

Stasjoner	Bq 4-1	Bq 1-2	Aq 4-1	Ap 4-2	Ap 3-2	Bp 1-1	Bo 2-2	Bo 4-2	Bp 3-1	Cm 4-1
Tharyx marioni	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Zeppelina monostyla	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0
Pherusa flabellata	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0
Polyphysia crassa	0	0	0	0	0	0	1	5	1	3
Scalibregma inflatum	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
Ophelina acuminata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Capitella capitata	0	2	574	0	0	0	0	0	9	0
Notomastus latericeus	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Mediomastus fragilis	0	0	64	0	1	0	23	8	161	6
Heteromastus filiformis	0	0	0	0	0	0	0	0	23	6
Capitella giardi	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Capitellidae unid.	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Maldane sarsi	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Euclymene lindrothi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pectinaria koreni	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Ampharete finmarchica	0	0	0	0	0	0	222	216	11	21
Melinna cristata	0	0	0	0	0	1	6	3	0	1
Ampharetidae spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	7	8
Pista cristata	0	0	0	0	0	0	0	8	5	42
Streblosoma bairdi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Polycirrus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eupolymnia nesidensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Eupolymnia nebulosa	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Terebellides stroemi	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Sabellidae spp.	0	0	0	0	0	0	2	14	7	0
CRUSTACEA										
Philomedes globosus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	24
Diastylis cornuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ampelisca spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eriopisa elongata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Caprellidae spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Amphipoda unid.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MOLLUSCA										
Chaetoderma nitidulum	0	0	0	0	0	0	5	1	2	2
Nuculoma tenuis	0	0	0	0	0	0	21	41	0	2
Thyasira spp.	0	0	0	0	0	0	24	54	91	17
Venus spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Arctica islandica	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Macoma calcarea	0	0	0	0	0	0	20	14	0	0
Tellina spp.	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0
Abra nitida	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2
Mya truncata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Corbula gibba	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Bivalvia sp. juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Bivalvia unid.	0	0	0	0	0	0	0	31	14	0

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2584-6