



O-90073

Bestemmelse av  
influensområdet  
for utslipp fra  
Protan A/S  
i Karmsundet

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Rapportnummer:

Undernummer:

Løpnummer: 2595

Begrenset distribusjon:

<b>Rapportens tittel:</b> Bestemmelse av influensområdet for utslipp fra Protan A/S i Karmsundet	<b>Dato:</b> 19. juni 1991
<b>Forfattere:</b> Kristoffer Næs Brage Rygg	<b>Prosjektnummer:</b> 0-90073
	<b>Faggruppe:</b> Industriforurensninger
	<b>Geografisk område:</b> Rogaland
	<b>Antall sider:</b> 24

<b>Oppdragsgiver:</b> Protan A/S	<b>Oppdragsg.ref.:</b>
-------------------------------------	------------------------

**Ekstrakt:**  
Sedimenter og bløtbunnfauna i midtre deler av Karmsundet er markert påvirket av utslippene av tarerester fra Protan A/S, men det er store variasjoner innenfor influensområdet. Dette skyldes ujevn topografi, fra strømrrike områder og ingen sedimentasjon, til lokale dypområder og bakevjer som fungerer som sedimentasjonsområder.

Arter som normalt forekommer i organisk overbelastete områder dominerte på flere av prøvetakingsstasjonene. De fleste prøvene inneholdt synlige tarerester. Også de kjemiske analysene viste høyt innhold av organiske komponenter på flere av stasjonene.

<b>5 emneord, norske:</b>
1. Karmsundet 2. Alginatfabrikk 3. Tarerester 4. Sedimenter 5. Bløtbunnfauna

<b>5 emneord, engelske:</b>
1. 2. 3. 4. 5.

Prosjektleder:



Kristoffer Næs

For administrasjonen:



Torgeir Bakke

ISBN 82-577-1919-6

0-90073

**BESTEMMELSE AV INFLUENSOMRÅDET FOR UTSLIPP FRA PROTAN A/S I KARMSUNDET**

Grimstad, 19. juni 1991

Prosjektleder: Kristoffer Næs

Medarbeidere: Brage Rygg

Unni Efraimsen

Bodil Ekstrøm

Frank Kjellberg

Pirkko Rygg

## FORORD

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Protan A/S i henhold til programforslag av 13.2.1990, modifisert i brev av 8.3.1990.

Kontaktperson hos Protan A/S ved prosjektinitiering har vært tekn. dir. Gunnar T. Birkeland, senere ass. prod. sjef Leif Heiberg ved gjennomførelsen av prosjektet.

Ved NIVA har Brage Rygg hatt ansvaret for de biologiske undersøkelsene og Kristoffer Næs for de sedimentkjemiske.

Feltarbeidet ble gjennomført 5. og 6. mai 1990. Toktfartøy var M/S "Sirafjord". Deltakere fra NIVA var Unni Efraimsen og Frank Kjellberg.

Alle takkes for bidrag.

Grimstad, juni 1991

Kristoffer Næs,  
prosjektleder

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	5
2. STASJONSVALG OG METODER	5
3. RESULTATER	9
3.1. Sedimenter	9
3.2. Bløtbunnfauna	16
4. DISKUSJON	20
5. HENVISNINGER	21
VEDLEGG	22

## SAMMENDRAG

Formålet med undersøkelsen var å bestemme virkningen av organiske utslipp fra Protan A/S på sedimenter og bløtbunnfauna i Karmsundet.

Sedimenter og bløtbunnfauna i midtre deler av Karmsundet er markert påvirket av utslippene av tarerester fra Protan A/S, men det er store variasjoner innenfor influensområdet. Dette skyldes ujevn topografi, fra strømrrike områder og ingen sedimentasjon, til lokale dypområder og bakevjer som fungerer som sedimentasjonsområder.

Arter som normalt forekommer i organisk overbelastete områder dominerte på flere av prøvetakingsstasjonene. De fleste prøvene inneholdt synlige tarerester. Også de kjemiske analysene viste høyt innhold av organiske komponenter på flere av stasjonene.

Sedimenter og fauna på stasjon 1 (lengst nord) og stasjon 11 (lengst sør i sundet) var tilsynelatende ikke påvirket av forurensninger fra Protan A/S.

De markerte forurensningspåvirkningene av faunaen på stasjon 2, 4, 7 og 9 må, med mulig unntak for stasjon 2, for en stor del skyldes utslippene av tarerester fra Protan A/S.

Ingen markerte virkninger ble påvist på de mellomliggende stasjonene 3, 5, 6 og 8. Disse stasjonene og stasjon 10 klassifiseres som moderat påvirket.

## 1. INNLEDNING

Undersøkelser i Karmsundet i 1988 under Statlig program for forurensningsovervåking (Knutzen et al. 1989) konkluderte med at organiske utslipp, i hovedsak fra Protan A/S, medførte moderat forhøyede konsentrasjoner av organisk innhold i sedimentene i området ved bedriften. Bløtbunnsfaunaen var imidlertid sterkt forurensningspåvirket her.

Undersøkelsene i 1988 hadde som hovedformål å kartlegge den generelle forurensningstilstanden i Karmsundet. Mer detaljerte beskrivelser av effektene av enkeltbedrifters utslipp var forutsatt å måtte dekkes av oppfølgende undersøkelser.

I forbindelse med påvisningen av effekter av det organiske utslippet fra Protan A/S, ble det avholdt et møte mellom bedriften og NIVA den 4.1.1990. Konklusjonen på dette møtet var at Protan A/S ønsket en bedre dokumentasjon av størrelsen på influensområdet fra bedriftens utslipp før omfattende rensetiltak ble iverksatt.

Formålet med denne undersøkelsen var derfor:

*Å bestemme effekten av organiske utslipp fra Protan A/S på sedimenter og bløtbunnsfauna.*

Utslippet fra Protan A/S består av nedmalte, finfordelte tang- og tarerester som går ut på 20-40 m dyp. I 1990 var utslippene ca. 8000 tonn tang- og tarerester regnet som suspendert tørrstoff.

Sedimentene i det aktuelle området vil også være påvirket av naturlig algeproduksjon i vannmassene, transport fra andre områder med strømmen og avrenning fra land.

## 2. STASJONSVALG OG METODER

Undersøkelsen ble gjennomført ved å samle inn prøver av bunnsedimenter og fauna på bløtbunn.

I det opprinnelige programforslaget av 13.2.1990 ble det foreslått å samle inn prøver fra 18 stasjoner. Et såpass høyt stasjonsantall var begrunnet ut fra at Karmsundet er et strømrikt område med vekslende syd- og nordgående vanntransport. Dette sammen med den ujevne bunntopografien med rygger og fordypninger medfører heterogene

bunnforhold. Protan A/S ønsket imidlertid et noe redusert prøveomfang. Undersøkelsen ble derfor gjennomført ved å samle inn prøver på 10 utvalgte stasjoner samt en referansestasjon. Stasjonsplasseringen er vist på Fig. 1. Feltarbeidet ble gjennomført 5. og 6. mai 1990. Det reduserte prøveomfanget samt mislykkede analyser av alginatinnholdet i prøvene (se nedenfor) medførte at påvisningen av influensområdets utstrekning ble mindre presis enn tiltenkt i det opprinnelige programforslaget.

Utslippene fra Protan A/S vil påvirke sedimentene ved at innholdet av organisk karbon forhøyes. For å kartlegge influensområdet ble det innsamlet prøver av overflatesedimentet (0-2 cm). På stasjoner hvor bunnen besto av silt/leire ble denne prøvetakingen gjort med en Niemistö (1974) kjerneprøvetaker. På stasjoner hvor bunnen besto av mye sand/skjellsand ble prøvene tatt fra de øverste 2 cm av materialet i en grabb. I tillegg ble det tatt ut prøver av grabbene for fauna, slik at det foreligger parallellprøver (angitt som <sub>A</sub> og <sub>B</sub> i resultattabellene). Prøvene ble analysert for innhold av organisk karbon og nitrogen med en CHN-elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre. Karmsundet er et strømrikt sund med ujevn topografi. Det kan derfor være store forskjeller i sedimentbeskaffenhet over små avstander (varierende innhold av sand, grus, skjellsand, leire) (Knutzen et al. 1989). De kjemiske analysene av sedimentet ble derfor gjennomført både på siktede (gjennom 0.063 mm sil) og usiktede prøver, og prosent finfraksjon (<0.063 mm) bestemt.

Analyser av vanninnhold, karbohydrater og kjemisk oksygenforbruk i sedimentet ble utført av Protan A/S. For å kvantifisere den prosentvise delen av det organiske materialet i sedimentene som stammer fra Protan A/S, forsøkte bedriften også å analysere alginatinnholdet i sedimentprøvene, men med negativt resultat.

Analyser av totalt organisk karbon, nitrogen, sedimentfraksjon mindre enn 63µm, samt de faunistiske analysene, er utført av NIVA. NIVA gjorde også en visuell undersøkelse av forekomsten av tarerester i grovfraksjonen av materialet etter at prøvene var spylt gjennom siler med 1mm hull.

For å få et mål for alderen på de forskjellige sedimentlagene og dermed mektigheten av eventuelt påvirket bunnslam, ble sedimentet på stasjon 8 aldersdatert ved hjelp av bly-210 isotopen. Arbeidet ble utført av Isotopcentralen, Danmark.

Prøver for undersøkelser av dyrelivet på bløtbunn ble innsamlet med en 0.1 m<sup>2</sup> Day-grabb eller Petersen-grabb. Det ble tatt én prøve pr.



stasjon. Prøvene ble vasket gjennom siler med 1.0 mm runde hull. Prøvene ble fiksert i 4% nøytralisert formalin og senere overført til 70% etanol. I laboratoriet ble dyrene sortert ut, artsbestemt og tallet. Statistisk behandling av resultatene ble utført etter metoder som er nærmere omtalt i resultatkapitlet.



Fig. 1. Stasjonskart.

### 3. RESULTATER

#### 3.1. Sedimenter

En visuell beskrivelse av sedimentene i grabbprøvene er gitt i Tab. 1, resultatene fra de kjemiske analysene i Tab. 2 og 3.

Tabell 1. Sedimentbeskrivelser.

- 
- St 1: Store mengder skjellsand. Ingen synlige tarerester. Dyp 27m.
- St 2: Løst organisk materiale med lukt av hydrogensulfid.  
Rikelig med mark. Materialet ble ikke undersøkt visuelt med tanke på å registrere tarerester. Dyp 29m.
- St 3: Store mengder skjellsand. Tarerester til stede. Dyp 40m.
- St 4: Skjellsand og grus. Mye tarerester til stede, hovedsakelig i form av biter mindre enn 2mm. Løst organisk materiale med lukt av hydrogensulfid. Rikelig med mark. Dyp 41m.
- St 5: Store mengder skjellsand. Tarerester til stede. Dyp 49m.
- St 6: Mye skjellsand. Noe tarerester. Dyp 46m.
- St 7: Fin sand. Tarerester til stede. Rikelig med mark. Dyp 52m.
- St 8: Silt, sand og mye skjellsand. Noe tarerester. Dyp 66m.
- St 9: Siltig sand. Svak lukt av hydrogensulfid. Tarerester til stede. Rikelig med mark. Dyp 58m.
- St10: Løs siltig leire med noe grus og skallrester. Noe tarerester. Dyp 30m.
- St11: Referansestasjon lengst sør i Karmsundet. Sandig silt med noe grus. Ingen synlige tarerester. Dyp 190m.
- 

Tarerestene som ble igjen i prøvene etter siling besto av biter på opptil 2-3 mm størrelse. Mengden varierte fra stasjon til stasjon, men materialets utseende var nokså likt (Fig. 2).

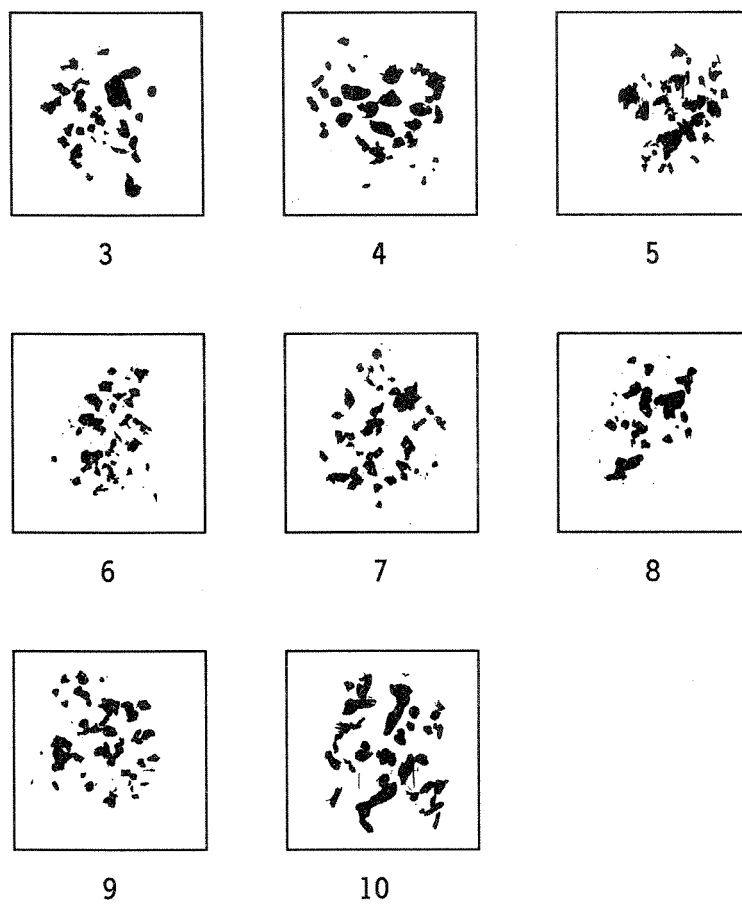


Fig. 2. Tarerester i prøvene fra stasjon 3-10. På stasjon 1 og 11 ble det ikke funnet tarerester. Prøve fra stasjon 2 mangler. (Skala 1:1)

Fravær av tarerester ble kun fastslått på stasjon 1 lengst nord og på stasjon 11 lengst sør. På alle de andre stasjonene ble det funnet tarerester i prøvene. Et mulig unntak er stasjon 2, der bunnmaterialet uheldigvis ble kastet før det var visuelt bedømt. Størst mengde tarerester fantes på stasjon 4 nærmest utslippet. Også på stasjon 7 og 9 sør for utslippet var det tarerester av samme type som på stasjon 4. På de andre stasjonene var det tarerester tilstede, men i noe mindre mengder.

Tabell 2. Verdier for sedimentparametre.

St	<63 $\mu$ m			Bulk						Bulk/<63	
	TOC <sub>A</sub>	N <sub>A</sub>	TOC/N <sub>A</sub>	TOC <sub>A</sub>	N <sub>A</sub>	TOC/N <sub>A</sub>	TOC <sub>B</sub>	N <sub>B</sub>	TOC/N <sub>B</sub>	%<63 <sub>B</sub>	TOC <sub>A</sub>
1	53.7	5.8	9.25	5.2	1.0	5.20	4.0	<1.0	-	7.6	0.10
2	69.4	7.9	8.78	92.7	10.9	8.50	89.7	10.3	8.71	78.3	1.3
3	34.1	3.3	10.33	8.0	1.1	7.27	14.6	<1.0	-	16.8	0.23
4	149.0	14.8	10.06	200.0	24.4	8.19	148.0	15.3	9.67	33.5	1.3
5	57.3	6.0	9.55	15.1	2.5	6.04	33.3	4.3	7.74	24.0	0.26
6	20.4	2.2	9.27	9.2	1.4	6.57	10.9	1.1	9.91	9.2	0.45
7	22.6	2.5	9.04	4.9	0.8	6.12	4.2	<1.0	-	8.1	0.22
8	41.0	4.0	10.25	38.1	4.6	8.28	11.8	1.5	7.87	17.9	0.93
9	51.8	5.7	9.08	71.7	8.6	8.33	96.1	11.5	8.36	63.8	1.4
10	39.2	4.1	9.56	39.0	4.3	9.06	40.7	4.1	9.93	71.2	1.0
11	23.7	2.9	8.17	18.9	2.3	8.21	17.7	1.6	11.10	75.9	0.80

Bulk: Ikke siktet prøve

<63 $\mu$ m: Sedimentfraksjon finere enn 63 $\mu$ m

TOC: Total organisk karbon (mg/g)

N: Nitrogen (mg/g)

A: Første parallellprøve

B: Andre parallellprøve

Tabell 3. Sedimentanalyser utført av Protan A/S.

St	%TS	%KH	KOF(g/kg)
1	55.5	0.05	16.9
2	24.8	2.6	272.6
3	51.2	0.03	36.3
4	14.9	4.05	442.3
5	43.5	0.29	47.4
6	56.6	0.03	25.6
7	62.6	0.13	18.0
8	45.6	1.04	121.9
9	25.8	1.88	200.0
10	40.0	1.32	96.8
11	37.9	0.73	61.2

TS: Tørrstoff

KH: Karbohydrater

KOF: Kjemisk oksygenforbruk

Tabell 4. Korrelasjonskoeffisienter for sedimentparametre.

	KH	KOF	TOC <sub>B</sub>	N <sub>B</sub>
KOF	0.989			
TOC <sub>B</sub>	0.948	0.954		
N <sub>B</sub>	0.931	0.936	0.994	
Vanninnh.	0.923	0.904	0.927	0.926

Perfekt korrelasjon: 1.000

Ingen korrelasjon: 0.000

Perfekt omvendt korrelasjon: -1.000

B: Andre parallellprøve (cf. Tab. 2)

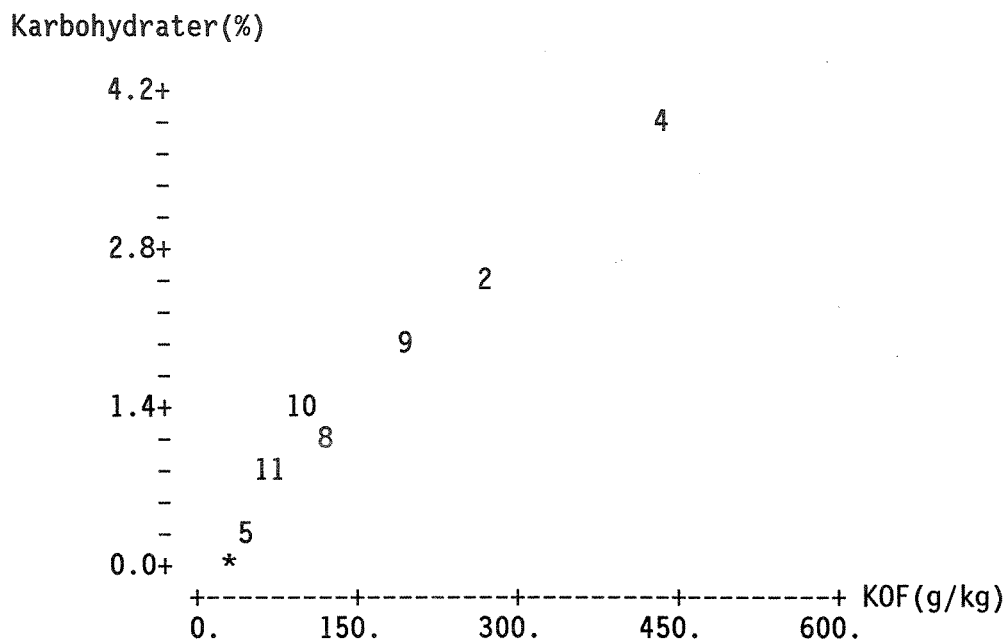


Fig. 3. Plot av karbohydrater mot kjemisk oksygenforbruk (KOF). Tallene i plottet angir stasjonsnummer. \*: stasjon 1,3,6,7.

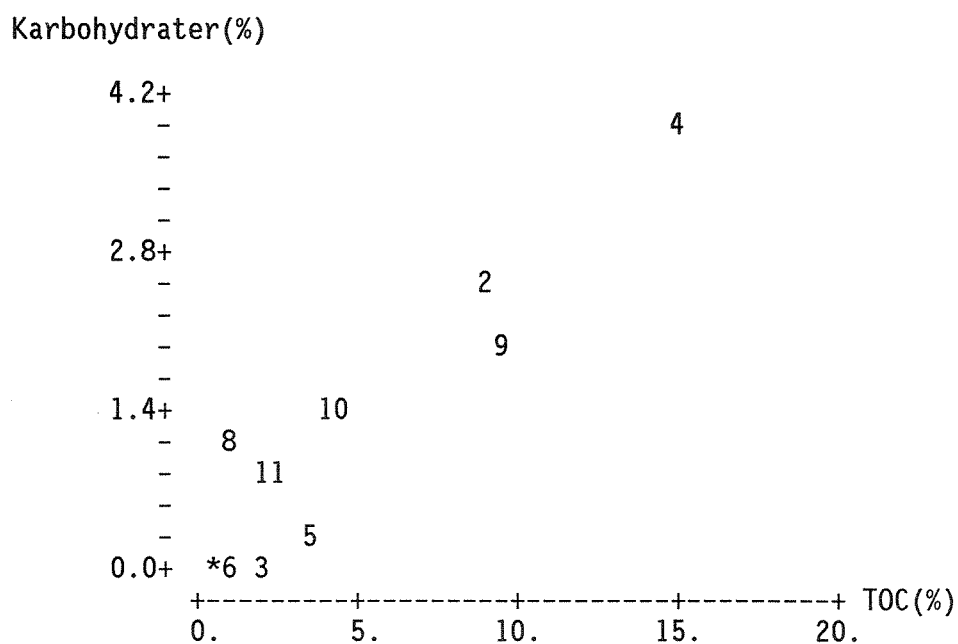


Fig. 4. Plot av karbohydrater mot totalt organisk karbon (TOC). Tallene i plottet angir stasjonsnummer. \*: stasjon 1,7.

Stasjon 2, 4 og 9 kom ut med de høyeste verdiene for organisk belastning.

Resultatene viser, som fra undersøkelsene i 1988 (Knutzen et al. 1989), en svært varierende sedimentbeskaffenhet på de forskjellige stasjonene i sundet. Andel av finstoff (dvs  $<63\mu\text{m}$ ) varierte fra kun ca. 8% på stasjon 1 til høyeste verdi på 78% på stasjon 2. Denne store variasjonen skyldes en svært varierende topografi, fra strømrrike områder og ingen sedimentasjon, til lokale "dyphull" og bakevjer som fungerer som sedimentasjonsområder. Sedimentet på de strømrrike stasjonene besto i stor grad av sand, grus eller skjellsand. Siden disse komponentene ikke inneholder organisk materiale, vil også konsentrasjonen av organisk karbon i den usiktede prøven (merket "bulk" i Tab. 2) variere sterkt. For eksempel hadde stasjon 1 en TOC-konsentrasjon på ca. 5 mg/g (eller 0.5%), mens verdien på stasjon 2 var ca. 90 mg/g. En verdi på 10–50 mg TOC/g (1–5%), er gjerne vanlig å observere i fjordsedimenter. Prosent organisk innhold i sedimentet fås grovt ved å multiplisere TOC-prosenten med en faktor på 2. Sedimentet på stasjon 4 utenfor Protan besto derfor av så mye som ca. 40% organisk materiale.

Det er vanlig at konsentrasjonen av organisk materiale er høyest i den mest finkornete fraksjonen av sedimentet. Det organiske innholdet i den siktede fraksjonen ( $<63\mu\text{m}$ ) er således vanligvis høyere enn i den usiktede fraksjonen (bulk prøve). Dette var også tilfelle i Karmsundsedimentene, bortsett fra stasjon 2, 4 og 9, hvor det var omvendt. Dette indikerer sedimentasjon av større ( $>63\mu\text{m}$ ) organiske partikler på disse stasjonene.

I sedimenter hvor det organiske materialet er av marin planktonisk opprinnelse observeres det gjerne et forholdstall mellom organisk karbon og nitrogen (TOC/N i Tab. 2) på 6–10. I makroalger varierer dette mye (10–30) avhengig av f.eks. vekstperiode (Valiela 1984). I motsetning til planktonisk materiale, skjer det en reduksjon i TOC/N-forholdet ved nedbrytning av makroalger. Dette skyldes immobilisering av nitrogenforbindelsene (Valiela 1984). Det er derfor vanskelig å bruke TOC/N-forholdet i sedimentene for å spore tilførsler av tarerester.

Det var meget god sammenheng mellom karbohydratinnhold (mål for den totale mengden sukkerarter), kjemisk oksygenforbruk (oksygenforbruket ved total oksydasjon av alle organiske forbindelser) og innhold av organisk karbon i sedimentene (Tab. 4, Fig. 3–4). Igjen skilte stasjon 2, 4 og 9 seg ut med de høyeste verdiene.

Aldersdatering av sedimentet ble gjort på stasjon 8. Resultatene (se Vedlegg) viste at det gjennomsnittlig over de øverste 20 cm av sedimentlaget, var en årlig sedimenttilvekst på 1.5–2.0 mm. De øverste



4 cm av sedimentet ble beregnet til å representere avsetninger de siste ca. 10 årene. Siden det er stor variasjon i sedimentbeskaffenheten i sundet, vil dette variere. I områder med lite strøm og relativt stor sedimentasjon, vil den årlige sedimenttilveksten være større og de øverste 4 cm av bunnslammet representativt for en tilsvarende kortere periode. Det omvendte vil være tilfelle på strømrrike lokaliteter. Sedimentet på stasjon 8 besto av silt og sand blandet med noe skjellsand og kan representere en "gjennomsnittsverdi" for sundet.

### 3.2. Bløtbunnfauna

Individantallene av de vanligste artene på hver stasjon er vist i Tab. 5. De komplette lister over artenes forekomst og individantall er gitt i Vedlegg.

Tabell 5. Individantall av de fem vanligste artene på hver stasjon.

Stasjon 1:		Stasjon 2:	
Jasmineira caudata	131	Malacoceros fuliginosus	1360
Ampelisca typica	48	Oligochaeta indet	225
Chone infundibuliformis	23	Capitella capitata	27
Edwardsiidae indet	15	Diastylis lucifera	5
Glycera capitata	9	Eteone sp	4
Stasjon 3:		Stasjon 4:	
Edwardsiidae indet	58	Malacoceros fuliginosus	3500
Typosyllis cornuta	21	Capitella capitata	2000
Owenia fusiformis	9	Gammarus locusta	72
Pholoe minuta	7	Diastylis lucifera	23
Lysianassidae indet	4	Nebalia bipes	17
Stasjon 5:		Stasjon 6:	
Diastylis lucifera	178	Jasmineira sp	589
Paratylus swammerdami	157	Nemertinea indet	132
Mediomastus fragilis	103	Ampelisca typica	33
Ampelisca typica	29	Mediomastus fragilis	33
Microdeutopus propinquus	22	Photis reinhardi	21
Stasjon 7:		Stasjon 8:	
Oligochaeta indet	9000	Jasmineira sp	111
Capitella capitata	998	Mediomastus fragilis	61
Jasmineira cf. caudata	117	Capitella capitata	52
Diastylis lucifera	71	Scoloplos armiger	23
Argissa typica	52	Cirratulus cirratus	22

## Stasjon 9:

Capitella capitata	1953
Mediomastus fragilis	150
Oligochaeta indet	70
Scoloplos armiger	60
Jasmineira sp	30

## Stasjon 10:

Diastylis lucifera	143
Prionospio malmgreni	18
Mediomastus fragilis	15
Glycera alba	9
Oligochaeta indet	9

## Stasjon 11:

Heteromastus filiformis	31
Nucula turgida	4
Eclysippe vanelli	3
Lumbrineris sp	3
Diplocirrus glaucus	2

### 3.2.1. Artsmangfold

Artsmangfoldet (diversiteten) går ned ved forurensningspåvirkning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold.

Artsmangfoldet kan defineres som artsantall som funksjon av antall individer i prøven. Det er utarbeidet et klassifiseringssystem som viser sammenhengen mellom artsantall og individantall ved forskjellig artsomangfold (Rygg 1984). Dette har blitt brukt til å gradere miljøtilstand (Fig. 5). Artsantall og individantall er vist i Tab. 6.

En annen vanlig brukt indeks for artsomangfold er Shannon-Wieners indeks (H) (Shannon & Weaver 1963). Verdiene for H er vist i Tab. 6. H-verdier under 2 er klassifisert som svært lave, verdier mellom 2 og 3 som lave, mellom 3 og 4 som moderate, og over 4 som høye (Aschan & Skullerud 1990)

Tabell 6. Verdier for utvalgte faunaparametre.

St	Individantall	Sum M.f.+C.c.	Artsantall	Artsomangfold (H')
1	285	0	32	3.01
2	1642	1497	13	0.85
3	125	1	21	2.89
4	5618	5500	9	1.11
5	626	9	39	3.24
6	904	2	42	2.12
7	10382	1005	32	0.80
8	362	52	44	3.57
9	2392	1953	37	1.30
10	241	5	24	2.57
11	64	0	23	3.20
Samlet artsantall			151	

M.f.: *Malacoceros fuliginosus*

C.c.: *Capitella capitata*

### 3.2.2. Forurensningsindikatorer

Stasjonene 2, 4, 7 og 9 var sterkt dominert av to arter manglebørstemark (*Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*) og fåbørstemark (*Oligochaeta*). Dette er arter som overalt i europeiske farvann typisk opptrer i organisk overbelastede bunnsedimenter (Pearson & Rosenberg 1978). På disse stasjonene indikerer derfor faunaen langt over normale tilførsler av organisk materiale (Tab. 5-6).

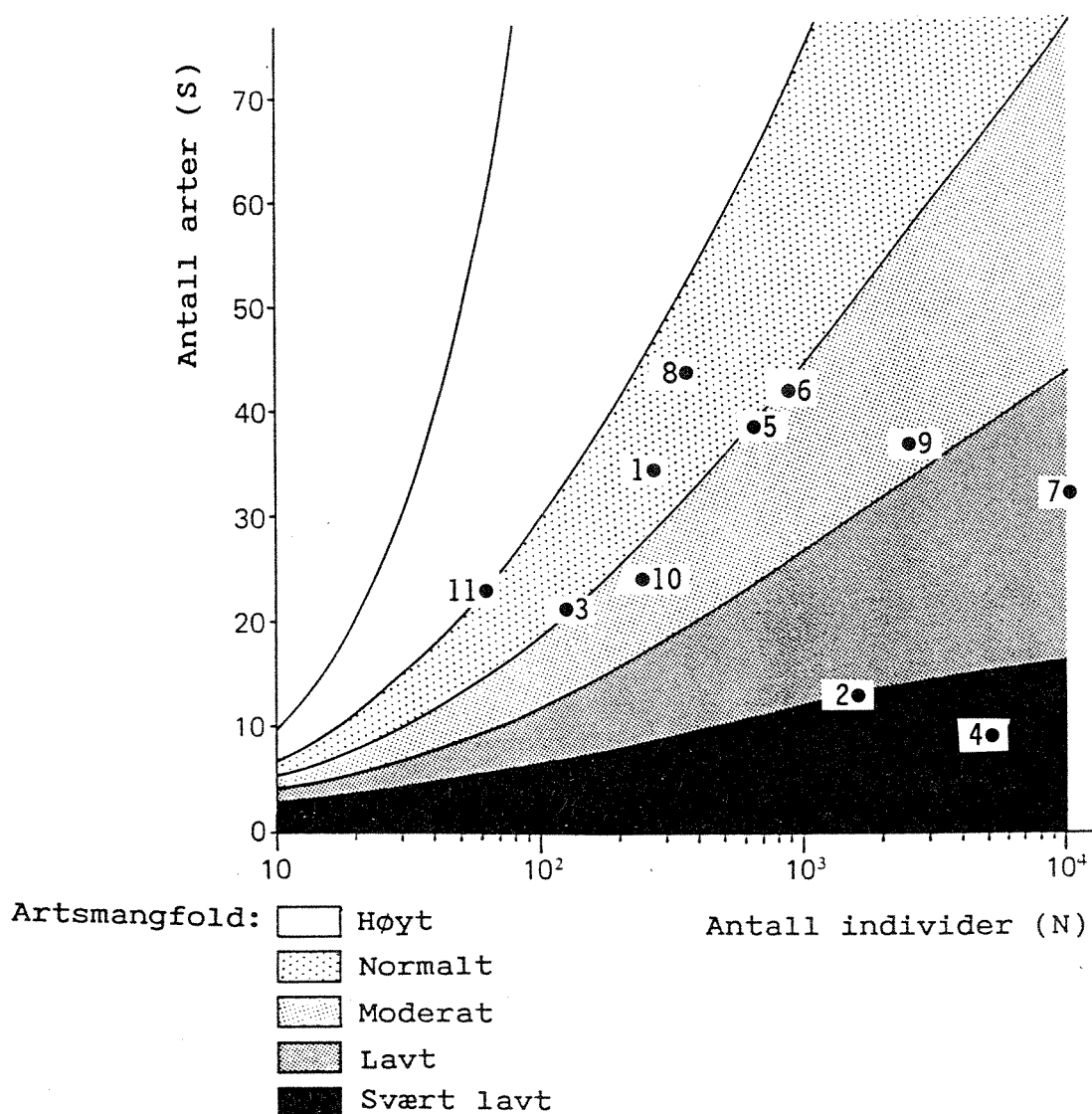


Fig. 5. Klassifisering av artsmangfoldet på stasjonene i Karmsundet.

#### 4. DISKUSJON

Generelt sett vil sedimenter med høyt innhold av finstoff ha de høyeste TOC-konsentrasjonene (Næs og Oug 1991; Rygg 1991). TOC-verdiene skulle derfor være høyest i de siktede prøvene fra Karmsundet. Dette var også tilfelle, bortsett fra på stasjon 2, 4 og 9, hvor det var omvendt (Tab. 2). Siktingen av sedimentet skjedde gjennom sikter med lysåpning 63  $\mu\text{m}$ . Eventuelle tang- og tarerester fra Protan A/S vil derfor ikke gjenfinnes i den siktede fraksjonen. Tang- og tarerester bragt inn i området pga. bølgeeksponering ville i hovedsak utgjøre relativt store fragmenter (deler av blad, stilk osv.). Restene i sedimentprøvene var imidlertid små, nedmalte biter. Høyere TOC-konsentrasjon i usiktet sediment tyder derfor på forekomst av tang- og tarerester fra utslippet. Denne observasjonen er i godt samsvar med resultatene fra undersøkelsene av dyrelivet på bunnen. Det kunne argumenteres med at stasjon 2 i stor grad er påvirket av lokale utslipp og avrenning. Dette kan nok også være tilfelle. Selv om det meste av det organiske materialet i slike områder erfaringsmessig finnes i finfraksjonen, kan grove planterester fra land prege enkelte spesielle lokaliteter.

De høye individantall av forurensningstolerante mangebørstemarkene Malacoceros fuliginosus og Capitella capitata på stasjon 2, 4, 7 og 9 og forekomsten av tarerester på stasjon 4, 7 og 9 viser at disse lokalitetene er sterkt forurenset. På stasjon 2 og 7 var også forurensningstolerante fåbørstemark (*Oligochaeta*) tallrike.

Den totale mengden av dyr var høyest, og artsmangfoldet lavest på stasjon 2, 4, 7 og 9. Dette viser at den organiske belastningen er stor.

De kjemiske analysene fra stasjon 7 viste forholdsvis lavt innhold av organisk materiale. Årsaken til dette var at det forholdsvis grove sedimentet (sand) dominerte i prøven og fortynnet konsentrasjonen av organisk materiale, selv om bunnen antagelig tilføres mye organiske partikler pr.  $\text{m}^2$ . Muligens er dette et område hvor sedimentasjon veksler med resuspensjon av de organiske partiklene, slik at akkumulasjonen ikke blir så stor. Mangebørstemarken Jasmineira, som var tallrik på stasjonen, ernærer seg av partikler i vannmassen.

Bare moderate påvirkninger ble påvist på de mellomliggende stasjonene 3, 5, 6 og 8, selv om tarerester fantes også der.

Resultatene fra 1990 stemmer i hovedtrekket overens med resultatene fra 1988 (Knutzen & al. 1989), dvs. en forurensningspreget bløtbunnfauna i midtre del av Karmsundet. Undersøkelsene i 1990

påviste organisk belastning noe lenger sørover i sundet. Materialet gir ikke grunnlag for å si om det har skjedd endringer eller ikke fra 1988 til 1990. For å kunne påvise en eventuell tidsutvikling måtte stasjonene ha vært nøyaktigere posisjonert og flere parallellprøver for faunaanalyser tatt på hver stasjon.

## 5. HENVISNINGER

Aschan, M.M., Skullerud, A.M. 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. *Sarsia* 75: 169-190.

Knutzen, J., Næs, K., Rygg, B. 1989. Tiltaksorientert overvåking av Karmsundet. Undersøkelse av sedimenter, bløtbunnsfauna og miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 371/89. (NIVA 2284), 75 s.

Niemistö, L. 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. *Havsforskningsinst. Skr. Helsinki*, 238: 33-38.

Næs, K., Oug, E. 1991 (under forberedelse). Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. Rapport 1. Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje.

Pearson, T.H., Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311.

Rygg, B. 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1990. Årsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 444A/91, 42 s.

Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 pp.

Valiela, I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Springer Verlag.

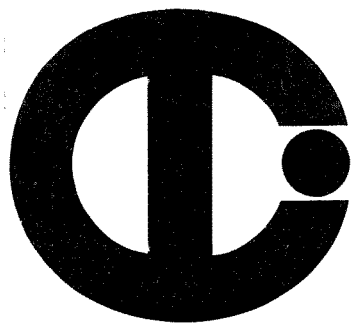
## VEDLEGG: Arter og individtall

KARMSUNDET 900506	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>ANTHOZOA</b>											
Anthozoa indet	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Cerianthus lloydii Gosse	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Edwardsiidae indet	15	-	58	-	-	6	-	-	-	2	-
<b>NEMERTINEA</b>											
Nemertinea indet	5	-	2	-	4	132	3	1	6	3	-
<b>NEMATODA</b>											
Nematoda indet	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>POLYCHAETA</b>											
Ampharete falcata Eliason 1955	-	-	-	-	-	-	3	4	12	1	-
Ampharete lindstroemi Malmgren	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Anaitides groenlandica (Oersted	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-
Arenicola marina (Linne 1758)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Argissa typica	-	-	-	-	4	-	52	-	-	-	-
Capitella capitata (Fabricius 1780)	-	37	-	2000	8	2	998	52	1953	5	-
Caulleriella sp	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Chaetozone setosa Malmgren 1867	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	1
Chone cf. infundibuliformis Kroey	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chone duneri Malmgren 1867	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Chone infundibuliformis Kroeyer	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller	1	1	-	-	-	-	-	22	1	-	-
Dasybranchus caducus (Grube 1846)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dodecaria sp	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Drilonereis filum (Claparede 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Eclysippe vanelli (Fauvel 1936)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Eteone lactea Claparede 1868	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Eteone sp	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	-
Euchone sp	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Eupolymnia cf. nesidensis (Delle Ch	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Eupolymnia nesidensis (Delle Chiaje	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flabelligera affinis M.Sars 1829	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Gattyana cirrosa (Pallas 1766)	3	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	-	1	2	-	5	3	2	5	6	9	-
Glycera capitata Oersted 1843	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycinde nordmanni (Malmgren 1865)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Goniada maculata Oersted 1843	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Harmothoe sp	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Heteromastus filiformis (Claparede	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	31
Hydroides norvegica Gunnerus 1768	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Jasmineira caudata Langerhans 1880	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jasmineira cf. caudata Langerhans	-	-	-	-	-	-	117	-	-	-	-
Jasmineira sp	-	1	-	1	21	589	-	111	30	-	-
Kefersteinia cirrata (Keferstein	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Laonome kroeyeri Malmgren 1865	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Lumbrineris cf. fragilis (O.F.Muell	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Lumbrineris sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Malacoceros fuliginosus (Claparede	-	1360	1	3500	1	-	7	-	-	-	-
Malacoceros sp	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-
Maldanidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Mediomastus fragilis Rasmussen	1	1	-	-	103	33	43	61	150	15	-
Myriochele oculata Zaks 1922	-	-	-	-	8	5	-	-	8	2	-
Myxicola infundibulum (Renier 1804)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nephtys ciliata (O.F.Mueller 1776)	2	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
Nereimyra punctata (O.F.Mueller	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Nereis cf. pelagica L.	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-



KARMSUNDET 900506	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nereis pelagica L.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Nereis virens Sars 1835	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolea venustula (Montagu 1818)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Ophelina acuminata Oersted 1843	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Ophelina cf. acuminata Oersted	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Ophelina norvegica Stoep-Bowitz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ophryotrocha cf. gracilis	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-
Ophryotrocha sp	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Owenia fusiformis Delle Chiaje	1	-	9	-	1	3	-	-	-	-	1
Paraonis lyra (Southern 1914)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Pectinaria belgica (Pallas 1766)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pherusa plumosa (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	6	-	7	-	12	15	7	5	-	2	1
Phyllodoce groenlandica (Oersted	2	1	-	3	-	-	4	2	1	-	-
Phyllodoceidae indet	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Polycirrus plumosus (Wolfebaek 1912	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Polycirrus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Polydora sp	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	-	-	-	-	-	-	-	1	12	3	-
Prionospio malmgreni Claparede	-	-	-	-	-	-	1	-	25	18	-
Pseudopolydora antennata (Claparede	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Rhodine gracilior Tauber 1879	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Sabellides octocirrata (M.Sars 1835	-	-	-	-	-	2	-	4	-	-	-
Scalibregma inflatum Rathke 1843	-	-	-	-	1	12	7	-	1	2	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller)	-	-	-	-	4	1	14	23	60	-	-
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Spionidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Terebellidae indet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Thelepus cincinnatus (Fabricius	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-
Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	1	-	21	-	1	-	1	9	4	-	-
OLIGOCHAETA											
Oligochaeta indet	-	225	-	-	1	-	9000	-	70	9	-
PROSOBRANCHIA											
Lunatia alderi (Forbes)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lunatia fusca	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius pygmaeus (Lamarck)	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
OPISTHOBANCHIA											
Philine sp	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
POLYPLACOPHORA											
Polyplacophora indet	2	-	-	-	2	5	-	1	-	-	-
BIVALVIA											
Abra alba (W.Wood 1802)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Abra longicallus (Scacchi 1836)	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-
Abra nitida (Mueller 1789)	-	-	-	-	-	-	-	6	8	5	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	3	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-
Corbula gibba (Olivi 1792)	-	-	-	-	-	-	3	-	2	4	-
Cultellus pellucidus (Pennant)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Hiatella arctica (Linne 1767)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Modiolus modiolus (L.)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mysella bidentata (Montagu 1803)	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-
Nucula sulcata (Bronn 1831)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Nucula turgida Leckenby & Marshall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Nuculana minuta (Mueller 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Nuculoma tenuis (Montagu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Parvicardium minimum (Philippi 1836	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Thyasira cf. sarsi (Philippi 1845)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Thyasira sarsi (Philippi 1845)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
Thyasira sp	-	-	-	-	-	-	3	-	-	5	-

KARMSUNDET 900506	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Venus ovata Pennant	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
OSTRACODA											
Asterope mariae (Baird)	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Ostracoda indet	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
NEBALIACEA											
Nebalia bipes Fabricius	1	-	2	17	7	1	-	-	-	-	-
CUMACEA											
Diastylis lucifera (Kroeyer)	1	5	-	23	178	-	71	13	11	143	-
Diastylis rathkei Kroeyer	-	4	3	-	2	-	-	-	-	1	-
Diastylis sp	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
ISOPODA											
Pleurogonium rubicundum G.O.Sars	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
AMPHIPODA											
Ampelisca sp	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Ampelisca tenuicornis Lilljeborg	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-
Ampelisca typica (Bate)	48	-	3	-	29	33	-	-	-	-	-
Atylus swammerdami (Milne-Edwards)	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-
Atylus vedlomensis (Bate & Westwood)	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-
Cheirocratus sp	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Corophium sp	-	-	-	-	10	2	-	-	-	-	-
Dexamine thea Boeck	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Gammaropsis melanops G.O.Sars	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Gammarus locusta (Linnaeus)	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-
Harpinia sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hippomedon denticulatus (Bate)	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ischyrocerus minutus Lilljeborg	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Lysianassidae indet sp. a	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Lysianassidae indet sp. b	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Lysianassidae indet sp. c	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Megamphopus cornutus Norman	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus anomalus (Rathke)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus propinquus	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-
Microdeutopus sp	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Paratylus swammerdami	-	-	-	-	157	-	-	-	-	-	-
Photis reinhardi Kroeyer	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
Phoxocephalus holbolli (Kroeyer)	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Phtisica marina Slabber	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Tryphosites longipes (Bate & Westwo	2	-	2	-	19	-	1	-	-	-	-
DECAPODA											
Hyas coarctatus Leach	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Inachus dorsettensis (Pennant)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Macropipus pusillus (Leach)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Pagurus sp	-	-	-	-	1	-	-	6	1	-	-
OPHIUROIDEA											
Amphilepis norvegica Ljungman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Amphiura chiajei Forbes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ophiura affinis Luetken	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiura cf. albida Forbes	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1	-
Ophiura sp	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA											
Leptosynapta sp	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-



ISOTOPCENTRALEN/ATV

Skelbækgade 2 · DK-1717 København V. Danmark · Tlf. 31 21 41 31

*Tilknyttet AKADEMIET FOR DE TEKNISKE VIDENSKABER*

Til

NIVA

**Sedimentakkumulation i  
Karmsund**

København, juli 1990  
for ISOTOPCENTRALEN



Anders Jensen

## 1. Indledning

Isotopcentralen har for NIVA foretaget bly 210 datering på 1 sedimentkerne fra Karmsund nær Haugesund by. Sedimentkernen er benævnt K8.

Sedimentkernerne som var 20 cm lang, er leveret til Isotopcentralen opskåret i 2cm skiver med vandindholdet bestemt.

## 2. Bestemmelse af akkumulationsrater for tørstof

Baggrunden for Pb-210 datering af sedimentkerner er beskrevet i ref. /1/

Fordelingen af Pb-210 i en sedimentkerne beskrives generelt af en matematisk model, som er baseret på følgende ligning:

$$\frac{dA}{dt} = D \frac{d^2A}{dz^2} - w * \frac{dA}{dz} - l * A$$

hvor

A = aktiviteten af Pb-210 (dpm/g)  
D = blandingskoefficient (cm<sup>2</sup>/år)  
z = dybde fra overfladen (cm)  
w = linier akkumulationsrate (cm/år)  
l = henfaldskonstanten for Pb-210 (år<sup>-1</sup>)  
t = tiden (år)

Under steady state forhold løses ligningen med finite difference metoden, ref/2/.

### 3. Resultat

Det målte Pb-210 profil anvendes til bestemmelse af modellens parametre: D, w, I(B) og akkumulationsrate af Pb-210. Resultatet af Pb-210 målingerne for K8 er gengivet i bilag 1. Alder- dybde sammenhænge og dybdeprofiler for unsupported Pb-210 fra K8 er vist i bilag 2. I bilag 2 er gengivet det målte og det på basis af blandingsparametrene beregnede UPB profil .

#### K8 Haugesund

Akkumulationsrate	: 0.1119 ± 0.0249	g/cm <sup>2</sup> /år
svarende til w (gennemsnit)	: 0.20 - 0.15	cm/år
Blandingskoefficient, D	: 525	cm <sup>2</sup> /år
Blandingsdybde, I(B)	: 3	cm

### 5. Referencer

- /1/ Pfeiffer Madsen, P. and Sørensen, J. 1979. Validation of the Lead-210 method. Journal of Radioanalytical Chemistry, Vol 54, No.1-2, 1979, pp.39-48.
- /2/ Christensen, E. and Bhunia, P. 1986. Modeling Radiotracers in Sediments: Comparison With Observations in Lakes Huron and Michigan.. Journal of Geophysical Research, Vol. 91, No. C7, pp. 8559-8571.

SAG NR M1 1309109.49 NIVA  
 DATO 10. jul. 1990  
 BETEGNELSE KARMSUND ST K8  
 OPERATØR JS  
 DATATE-  
 RING NR: 9028

BILAG 1

\*\*\*\*\*

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm3	g/cm2	g/cm2	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	2	33.37	IM	4.76	0.20	0.417	0.834	0.417	1.00	4.01	0.21
2	2	4	36.51	IM	5.91	0.26	0.468	0.935	1.302	3.00	5.16	0.27
3	4	6	35.15	IM	5.99	0.25	0.445	0.891	2.215	5.00	5.24	0.26
4	6	8	40.15	IM	4.23	0.18	0.529	1.058	3.189	7.00	3.48	0.19
5	8	10	48.42	IM	6.18	0.24	0.682	1.365	4.401	9.00	5.43	0.25
6	10	12	37.19	IM	4.75	0.21	0.479	0.957	5.562	11.00	4.00	0.22
7	12	14	49.38	IM	3.51	0.15	0.702	1.403	6.742	13.00	2.76	0.16
8	14	16	59.64	IM	2.62	0.13	0.929	1.857	8.373	15.00	1.87	0.14
9	16	18	63.83	IM	1.78	0.11	1.034	2.069	10.336	17.00	1.03	0.13
10	18	20	67.08	IM	0.74	0.06	1.123	2.245	12.493	19.00	-0.01	0.08
11	20	22	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	21.00	IM	IM
12	22	24	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	23.00	IM	IM
13	24	26	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	25.00	IM	IM
14	26	28	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	27.00	IM	IM
15	28	30	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	29.00	IM	IM
16	30	32	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	31.00	IM	IM
17	32	34	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	33.00	IM	IM
18	34	36	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	35.00	IM	IM
19	36	38	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	37.00	IM	IM
20	38	40	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	39.00	IM	IM
21	40	42	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	41.00	IM	IM
22	42	44	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	43.00	IM	IM
23	44	45	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	44.50	IM	IM
24	45	46	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	45.50	IM	IM
25	46	47	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	46.50	IM	IM
26	47	48	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	47.50	IM	IM
27	48	49	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	48.50	IM	IM
28	49	50	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	49.50	IM	IM
29	50	51	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	50.50	IM	IM
30	51	52	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	51.50	IM	IM
31	52	53	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	52.50	IM	IM
32	53	54	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	53.50	IM	IM
33	54	55	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	54.50	IM	IM
34	55	56	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	55.50	IM	IM
35	56	57	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	56.50	IM	IM
36	57	58	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	57.50	IM	IM
37	58	59	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	58.50	IM	IM
38	59	60	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	59.50	IM	IM
39	60	61	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	60.50	IM	IM

\*\*\*\*\*

ANTAL LINIER = 9.  
 SPB = 1. DPM/G  
 SSPB = 0. DPM/G  
 PRØVETAGNING = 1990.  
 BLANDINGSDYBDE = 3. CM  
 BLANDINGSINT. = 525. CM2/YEAR

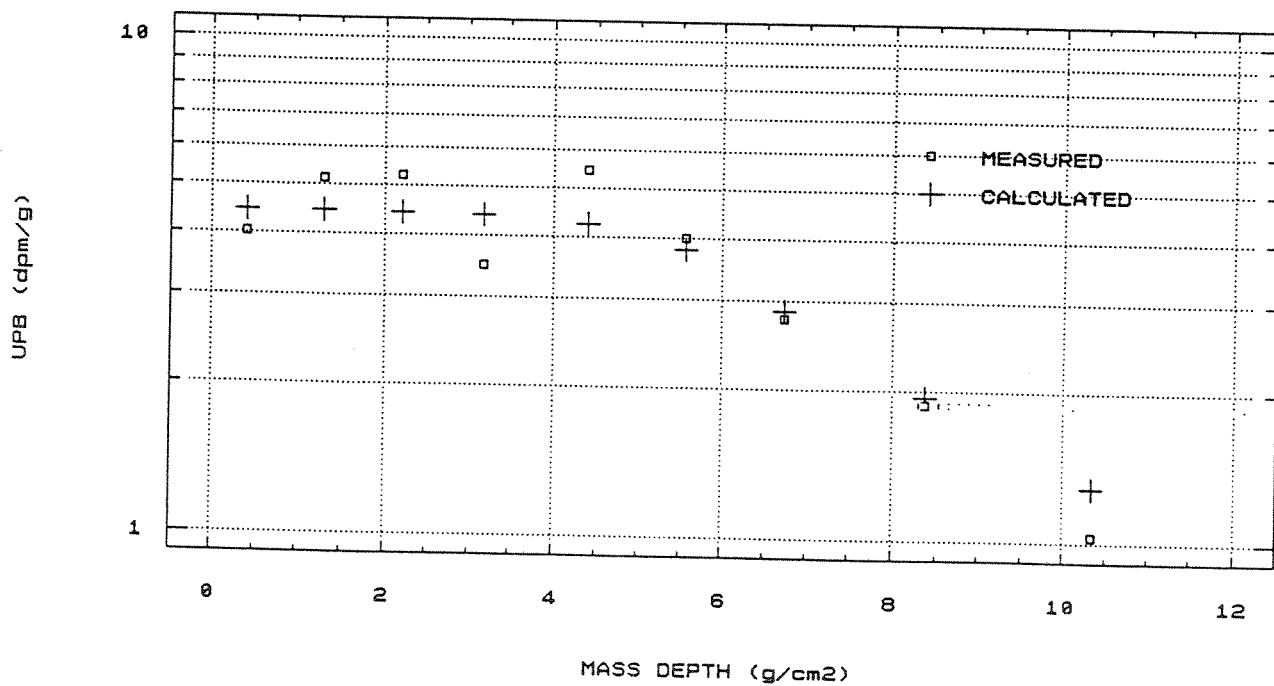
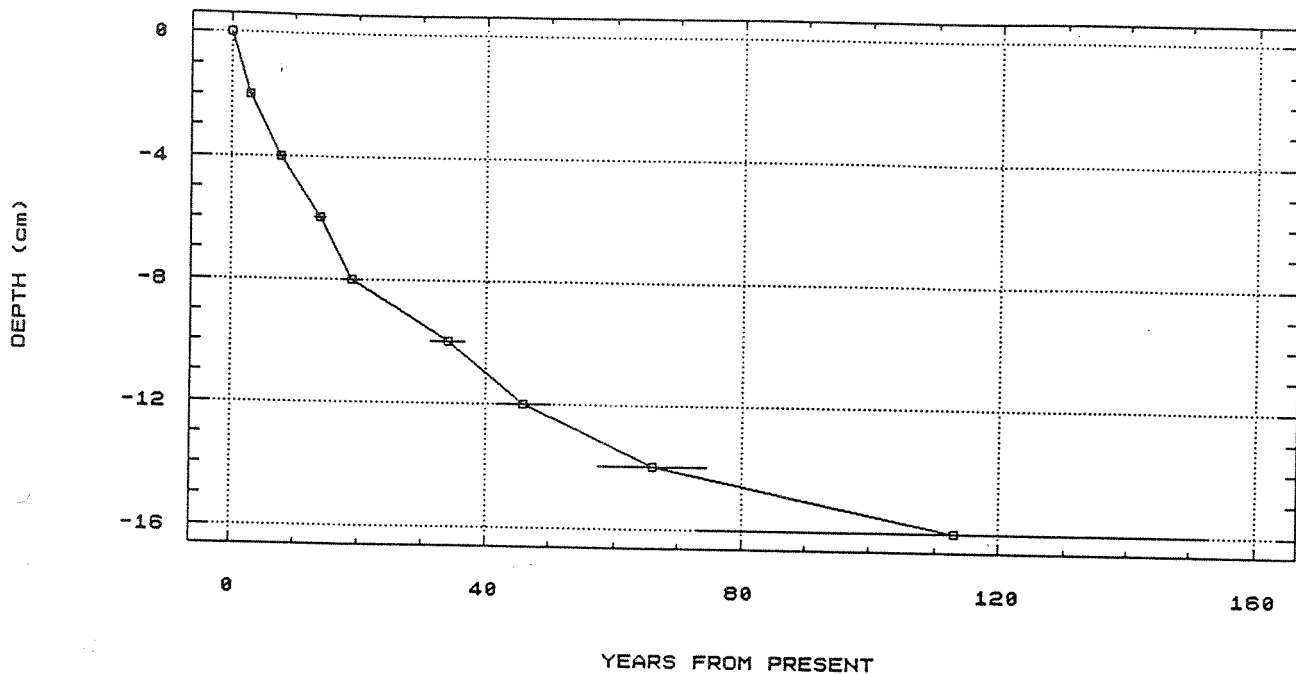
IM : IKKE MÅLT  
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT  
 I : INDEX  
 T , B: DYBDE TOP OG BUND  
 TS : TØRSTOF  
 GL : GLØDETAB  
 TPB : TOTAL PB-210

STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB  
 TRV : TØR RUMVÆGT  
 TV : TØR VÆGT  
 MD : MASSE DYBDE  
 LD : LINIÆR DYBDE  
 UPB : UNSUPPORTED PB-210  
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

\*\*\*\*\*

KARMSUND

st. K8





---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-1919-6