

RAPPORT TIL:

MILJØSTYRELSEN

VEDRØRENDE:

MILJØKVALITETEN
I DE
KYSTNÆRE FARVANDE

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

udfærdiget af:

VANDKVALITETSINSTITUTTET, ATV
Agern Alle 11 - 2970 Hørsholm

sagsnr.:

90.4.759.

sagsbehandlere:

cand.scient. Peter Rand
civ.ing. K.I. Dahl-Madsen

dato:

1979-11-02

MK/BS

INDHOLDSFORTEGNELSE

side

<u>1.</u>	<u>INDLEDNING</u>	1
<u>2.</u>	<u>BAGGRUND</u>	1
<u>3.</u>	<u>FORMÅL</u>	1
<u>4.</u>	<u>GENERELT</u>	2
4.1.	Områdets afgrænsning	2
4.2.	Udgangsmateriale og fejlkilder	2
<u>5.</u>	<u>STATUS OVER MILJØKVALITETEN I DE KYSTNÆRE FARVANDE</u>	3
5.1.	Organisk stof	4
5.2.	Kvælstof og fosfor	7
5.3.	Opløst ilt	15
5.4.	Tungmetaller	18
5.5.	Planktonalger	31
5.6.	Havbundens alger og planter	35
5.7.	Bundfauna	37
5.8.	Fisk	38
<u>6.</u>	<u>ÅRSAGER OG KONSEKVENSER</u>	40
6.1.	Årsager	40
6.2.	Recipientkvalitetsplaner	41
6.3.	Konsekvenser	42
<u>7.</u>	<u>REFERENCER</u>	44
<u>BILAG</u>	: Tabel 1 - 21.	52

1. I N D L E D N I N G

Med brev af 16. oktober 1978 er der truffet aftale mellem *MILJØSTYRELSEN* og *VANDKVALITETSINSTITUTTET*, ATV om udarbejdelsen af en rapport vedrørende miljøkvaliteten i de kystnære farvande.

2. B A G G R U N D

I forbindelse med revisionen af miljøbeskyttelsesloven i folketingsåret 1980-81 vil *MILJØSTYRELSEN* fremlægge en samlet redegørelse for miljøreformens virkninger.

Nærværende rapport udgør en delrapport i ovennævnte redegørelse.

3. F O R M Å L

Formålet med rapporten er:

- at gøre status over, samt beskrive de senere års udvikling i miljøkvaliteten i de kystnære farvande på basis af foreliggende undersøgelser i disse områder.
- at give en beskrivelse af årsagerne til den konstaterede miljøkvalitet.
- at vurdere om eksisterende recipientkvalitetsmålsætninger er eller inden længe kan forventes at blive opfyldt.
- at vurdere konsekvenserne af en utilfredsstillende miljøkvalitet i de kystnære farvande.

4. G E N E R E L T

4.1 OMRÅDETS AFGRÆNSNING

I nærværende rapport er de kystnære farvande afgrænset fra de åbne farvande efter de i Forureningsrådets publikation nr. 12 /1/ angivne grænser mellem "fjorde og bugter" og "de åbne farvande", med undtagelse af Lillebælt, der i denne rapport betragtes som et åbent farvand på linie med Øresund og Storebælt.

4.2 UDGANGSMATERIALE OG FEJLKILDER

Som primær kilde til rapporten vedrørende miljøkvaliteten i de kystnære farvande har været anvendt: Miljøstyrelsen, Danish Marine Monitoring, Methods and Data - Part III, som indeholder en bibliografi af undersøgelsesaktiviteten i de danske farvande samt Part I, II og IV i samme serie, hvor undersøgelsesresultater vedrørende indholdet af tungmetaller m.v. i fisk, planter og hvirvelløse dyr samt sedimenter er samlet.

Som en følge af, at hovedparten af de gennem årene udførte undersøgelser er gennemført i farvandsafsnit, hvor der oftest var konstateret væsentlige miljøændringer, eller i områder, hvor kulturpåvirkningen havde nået et sådant omfang, at den kunne forventes at påvirke miljøkvaliteten, vil en sammenfattende beskrivelse af miljøkvaliteten i de kystnære farvande baseret på resultaterne fra de foreliggende undersøgelser ikke kunne give et reelt billede af miljøkvaliteten i de kystnære farvande som helhed, men snarere en beskrivelse af tilstanden i de mere kulturpåvirkede dele af kystområdet.

5. STATUS OVER MILJØKVALITETEN I DE KYSTNÆRE FARVANDE

I det følgende er der på baggrund af eksisterende resultater af undersøgelser foretaget i de kystnære farvande foretaget en beskrivelse af, samt i videst muligt omfang, en sammenligning af miljøkvaliteten i de kystnære farvande. Beskrivelsen vil hovedsagelig blive baseret på analysevariabler og processer, som enten har en direkte betydning for vurderingen af miljøkvaliteten, eller hvis anvendelse i de senere års undersøgelsesmetoder bevirker, at der eksisterer et datagrundlag med en tilstrækkelig bred geografisk dækning til brug for en sammenligning mellem de enkelte kystafsnit.

Som det vil fremgå, har det kun undtagelsesvis været muligt at beskrive egentlige udviklinger i miljøkvaliteten i de kystnære farvande gennem de senere år.

Dette forhold skyldes hovedsagelig, at langt den overvejende del af de gennem de sidste 10 år gennemførte undersøgelser har haft til formål at give en beskrivelse af den eksisterende miljøkvalitet som grundlag for vurderingen af behovet for tekniske indgreb overfor eksisterende tilledninger af spildevand.

I det omfang resultaterne af undersøgelserne har ført til etableringen af tekniske indgreb, er der kun i begrænset omfang foretaget opfølgende undersøgelser af effekten af disse indgreb, og som følge af den betydelige naturlige variation som kendetegner miljøkvaliteten i de kystnære farvande, må det på forhånd forventes, at en påvisning af en signifikant effekt på den generelle miljøkvalitet kan kræve tidsserier af 5-10 års længde.

Det bør ligeledes bemærkes, at undersøgelsesaktiviteten i de kystnære områder i en vis udstrækning har båret præg af manglen på generelle retningslinier for fastlæggelse af stationsplacering, under-

søgelsesindhold og undersøgelsesfrekvens, hvilket i et vist omfang reducerer undersøgelsesresultaternes anvendelse som sammenligningsgrundlag for eventuelle kontrolundersøgelser efter etableringen af tekniske indgreb overfor spildevandstilledninger samt som grundlag for en generel beskrivelse af miljøkvaliteten i de kystnære farvande.

5.1 ORGANISK STOF

Tilførslen af organisk stof er af fundamental betydning for miljøkvaliteten i de kystnære farvande, idet det organiske stof fungerer som energikilde for mikro- og macrofaunaen. Mængden af tilført organisk stof vil således i vid udstrækning være bestemmende for omfanget af den biologiske aktivitet i de enkelte farvandsområder.

Tilførslen af organisk stof skyldes dels en produktion af alger og højere planter i selve vandområdet, og dels en tilførsel fra land via vandløb og ved udledning af spildevand direkte til det kystnære farvand.

Sammenlignet med de åbne havområder, vil de kystnære farvande generelt være kendetegnet ved en væsentlig højere biologisk aktivitet. Dette skyldes en kombination af tilledninger fra land af organisk stof og vækstfremmende stoffer (kvælstof, fosfor etc.), samt gunstige betingelser for alge- og plantevækst som følge af højere temperaturer i vækstperioden og en tilførsel af nærings-salte ved opblandingen af overfladevand og bundvand.

Som en følge af den store biologiske aktivitet i de kystnære farvande fungerer disse som det primære fouragerings- og opvækstområde for en række af de kommercielt udnyttede fiskearter.

Tilstanden i de kystnære farvande er imidlertid afhængig af, at tilførslerne og produktionen af organisk stof ikke er større end den mængde, konsumenterne til stadighed omsætter. Stiger tilførslerne og/eller produktionen uforholdsmæssigt, vil der i vandmassen og sedimentet ske en akkumulering af organisk stof.

For vandmassen vil dette betyde en misfarvning og reduktion i lysets evne til at trænge ned i vandet, således at dybdegrænserne for udbredelsen af bundvegetation reduceres. For sedimentet vil et stigende indhold af organisk stof betyde en ændring i arts-sammensætningen i det dyresamfund, som lever på og i sedimentet, og dermed ændrede og som oftest ringere føde- og vækstbetingelser for områdets fiskearter.

Koncentrationen af organisk stof i vandet og i sedimentoverfladen er derfor variable som er velegnede til at beskrive tilstanden i de kystnære områder.

At målinger af koncentrationen af organisk stof i vandmassen kun indgår i en mindre del af det betydelige antal recipientundersøgelser, som siden 1960 er gennemført i de kystnære områder, skyldes primært savnet af en velegnet målemetode.

Indholdet af organisk stof i vandmassen har således været målt dels som biologisk iltforbrug (BI_5) i Odense Fjord (1966-72), Haderslev Fjord (1970), Farvandet ud for Fornæs (1971-72), Kerteminde Fjord (1972), Roskilde Fjord (1972) og Isefjord (1972), dels som glødetab i Åbenrå Fjord, Haderslev Fjord, Kolding Fjord, Vejle Fjord og Horsens Fjord (1971), Farvandet ud for Fornæs (1971-72), Odense Fjord (1972), Kerteminde Fjord (1972) og Randers Fjord (1973-74), dels som kemisk iltforbrug (permanganat) i Odense Fjord (1966-71), Randers Fjord (1973-74) og Gylling Næs (1975) og endelig som total organisk kulstof (TOC) i Flensborg Fjord (1972), Randers Fjord (1973-74), Limfjorden (1974), Gylling Næs (1975), Storstrømmen (1975), Kalø Vig (1977), Stevns (1977-78) og Køge Bugt (1977-78).

Resultaterne af analyserne for BI_5 , glødetab, kemisk iltforbrug og total organisk kulstof er sammenstillet i tabellerne 1 til 4.

I tabellerne er dels angivet middelværdien og dels maksimums- og minimumsværdien samt antallet af værdier for de enkelte farvands-afsnit. Maksimums- og minimumsværdierne er angivet for at give et kombineret billede af den tidsmæssige- og arealmæssige variation indenfor området.

Den generelle miljøkvalitet i to områder med samme middelkoncentration kan således være væsentligt forskellig som følge af, at der i et område med f.eks. store tilledninger og et generelt hurtigt vandskifte i perioder med et reduceret vandskifte kan akkumuleres væsentligt højere mængder af et givet stof end i et område med mindre tilledninger og et langsommere men forholdsvis konstant vandskifte.

Det fremgår af tabel 1, at middelniveauet for BI_5 i de undersøgte områder varierer fra 0,7 til 3,0 mg O_2/l . Det skal imidlertid understreges, at usikkerheden på BI_5 analysen er meget betydelig i koncentrationsområdet < 3 mg O_2/l , og koncentrationen af BI_5 er derfor ikke et velegnet mål for indholdet af organisk stof i marine områder.

Middelniveauet for indholdet af glødetab (se tabel 2) ses generelt at ligge i området 3-5 mg/l med undtagelse af Randers Fjord, hvor der jfr. /8/ dels er konstateret et markant fald i indholdet af glødetab ud gennem fjorden, og hvor middelniveauet for hele fjorden ligger ca. 5 gange højere end i de øvrige undersøgte kystnære farvande.

Middelniveauet for indholdet af kemisk iltforbrug ($KMnO_4$) varierer i de undersøgte områder fra 2-14 mg O_2/l med de højeste værdier i Odense Fjord og Nakskov Fjord (jfr. tabel 3).

Middelkoncentrationen af total organisk kulstof i de undersøgte kystområder ses, med undtagelse af Flensborg Fjord, at ligge i området 4-7 mg C/l (jfr. tabel 4). Med baggrund i de seneste års erfaring m.h.t. analyser for total organisk kulstof i havvand, må værdierne fra Flensborg Fjord anses for at være 50-100% for høje og behæftet med en betragtelig usikkerhed. Da analyser på ufiltrerede og filtrerede vandprøver endvidere tyder på, at ca. 90% af det totale indhold af organisk kulstof forefindes på en tilstandsform (opløst), som kun i begrænset omfang omsættes i de kystnære farvande, er værdien af analysen for total organisk kulstof overvejende begrænset til verificering af eventuelle massebalancer for kulstof.

På baggrund af de foreliggende resultater kan det således konkluderes, at der ikke til dato foreligger et direkte anvendeligt mål for indholdet af omsætteligt organisk stof i de kystnære farvande. Til vurdering af spildevandsudledningens konsekvenser for iltforholdene i og omkring udledningsområderne savnes endvidere et realistisk mål for omsætningshastigheden af det organiske stof.

5.2. KVÆLSTOF OG FOSFOR

Ligesom en stadig tilførsel af organisk materiale er en forudsætning for opretholdelsen af alt højere dyreliv, er tilførslen af kvælstof og fosfor en forudsætning for algerne og planternes produktion af ilt og organisk stof.

Tilførslen af kvælstof og fosfor til de kystnære farvande afhænger dels af en transport fra de åbne farvande, fra sedimentet, fra land via afstrømning og spildevandsudledninger og fra luften via nedbøren og dels af omsætningen af kvælstof- og fosforforbindelser i selve vandmassen.

Indholdet af kvælstof og fosfor i vandmassen giver imidlertid ikke et direkte billede af vækstbetingelserne for områdets alger og planter, idet disse bl.a. er afhængige af, at kvælstoffet og fosforet findes på en tilgængelig tilstandsform.

Vandets indhold af kvælstof og fosfor kan således opdeles i to fraktioner: en uorganisk fraktion som er direkte tilgængelig for algerne og planternes opbygning af organisk stof samt en organisk fraktion, som overvejende er utilgængelig for alger og planter.

Medens det samlede indhold af kvælstof- og fosforfraktioner er forholdsvis konstant gennem året i hovedparten af de kystnære farvandsområder, varierer koncentrationen af uorganiske kvælstof- og fosforforbindelser betydeligt. De højeste koncentrationer findes i de sene vintermåneder, hvor tilførslen af uorganiske kvælstof-

og fosforforbindelser via afstrømningen fra land er maksimal, og hvor algerne og planternes vækst er begrænset af den lave lysintensitet. De laveste indhold findes i sommermånederne, hvor afstrømningen fra land er reduceret, og hvor den overvejende del af kvælstoffet og fosforet er bundet i alger og planter samt organiske nedbrydningeprodukter.

I kystnære områder med en god vandfornyelse eller med begrænsede tilførsler af kvælstof- og fosfor, vil koncentrationsniveauet for uorganiske kvælstof- og fosforforbindelser i sommerperioden ofte ligge på detektionsgrænsen for de anvendte analysemetoder. For disse områder vil indholdet af uorganiske kvælstof- og fosforforbindelser kun i begrænset omfang kunne anvendes som grundlag for sammenligninger af miljøkvaliteten i forskellige farvandsområder.

I mere lukkede kystområder med større tilførsler af spildevand vil der selv i sommerperioden kunne måles rigelige mængder af uorganiske næringssalte. I disse områder er algerne vækst ikke, som i de åbne kystområder begrænset af næringssalte, men af lysintensiteten i vandvassen. Da algerne til deres vækst både behøver kvælstof og fosfor, kan der i områder med store forskelle i størrelsen af tilførslerne af de to næringsstoffer forekomme rigelige mængder af f.eks. uorganiske kvælstofforbindelser, medens algerne har opbrugt de tilgængelige fosforforbindelser eller, som det hyppigst er tilfældet i de ydre dele af stærkt spildevandsbelastede fjorde og vige, at de tilgængelige kvælstofforbindelser er opbrugt, medens der til stadighed er rigelige mængder af uorganiske fosforforbindelser. Kendskabet til hvilket næringsstof som er, eller lettest kan bringes, i minimum er vigtig ved vurderingen af effekten af eventuelle tekniske indgreb overfor tilførslerne, idet effekten af en eventuel reduktion i tilførslerne af et næringsstof som ikke er, eller kan forventes, at bringes i minimum på forhånd må vurderes som minimal.



Fig. 1: Middelkoncentrationen af total kvælstof i kystnære danske farvande.

Skønt det samlede indhold af kvælstof- og fosforfraktioner som tidligere nævnt ikke direkte kan anvendes som mål for miljøkvaliteten, er der for at give et integreret billede af tilførslernes størrelse samt opblandingsforholdene i de forskellige kystnære områder, i tabellerne 5 og 6 foretaget en sammenstilling af analyseresultater vedrørende henholdsvis kvælstof- og fosforkoncentrationen i de kystnære farvande.

På baggrund af de beregnede middelkoncentrationer for indholdet af total kvælstof er der i figur 1 på foregående side vist koncentrationsniveauet i de undersøgte kystnære farvande.

Med udgangspunkt i de overfladenære vandmassers indhold af total-kvælstof kan de kystnære farvande groft opdeles i tre grupper, med henholdsvis ingen - svag, middel eller stor forhøjelse af koncentrationsniveauet som vist i omstående skema.

En gruppe med middelkoncentrationer mindre end 400 $\mu\text{g N/l}$ svarende til ingen - svag påvirkning, bestående af de mere åbne farvande samt fjord- og bugtområder med en begrænset tilførsel af kvælstof-forbindelser og/eller gode opblandingsforhold.

En gruppe med middelkoncentrationer af total-kvælstof i intervallet 400-1000 $\mu\text{g N/l}$ bestående af Limfjordssystemet med undtagelse af Hjarbæk Fjord, smalle østjyske fjorde med en stor ferskvands-afstrømning, f.eks. Mariager-, Randers-, Haderslev- og Flensborg Fjord (indre del) og fjorde og vige med en smal passage til de åbne farvande som f.eks. Nybøl Nor, Kerteminde Fjord samt Roskilde Fjord og Isefjorden. At Jammerland Bugt efter tabellen tilhører denne gruppe, virker områdets belastning og hydrauliske forhold taget i betragtning umiddelbart overraskende, og kan, undersøgelsestidspunktet (1969) taget i betragtning, muligvis skyldes en systematisk analysefejl. Det bør således nævnes, at de senere års

K V Æ L S T O F

INGEN - SVAG FORHØJELSE < 400 µg N/l	MIDDEL FORHØJELSE 400 - 1000 µg N/l	STOR FORHØJELSE > 1000 µg N/l
Kattegat (v.Hals)	Vesterhavet (v.Thyborøn)	Hjarbæk Fjord
- (vest.del)	Limfjorden (* Hjarbæk Fj.)	Randers Fjord
- (v.Fornæs)	Skive Fjord	Odense Fjord
Århus Bugt	Nissum Bredning	Roskilde Fj.(indre)
Kalø Vig	Mariager Fjord	Nakskov Fjord
Gylling Næs	Horsens Fjord	Sakskøbing Fjord
Lillebælt	Vejle Fjord	
Flensborg Fj.(ydre)	Kolding Fjord	
Østersøen (vest.del)	Haderslev Fjord	
Store Bælt	Åbenrå Fjord	
Sydfynske Øhav	Flensborg Fjord (indre)	
Kalundborg Fjord	Nybøl Nor	
Storstrømmen	Kerteminde Fjord	
Stevns	Roskilde Fjord (ydre)	
Køge Bugt	Isefjord	
Øresund	Jammerland Bugt	
	Guldborg Sund	

Gruppering af kystnære danske farvande efter middelkoncentrationen og total kvælstof i de øverste vandlag (0-10m).

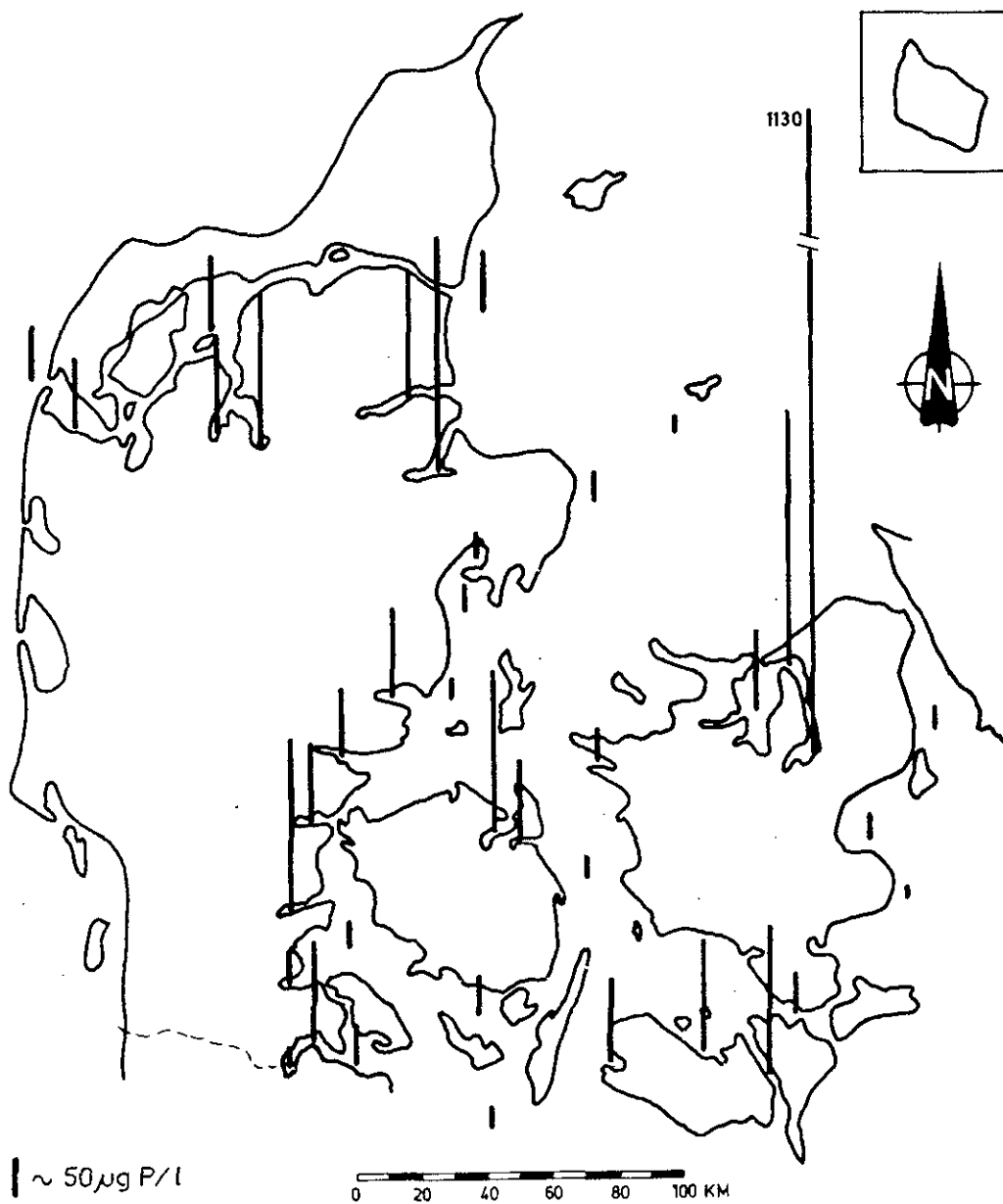


Fig. 2: Middelkoncentrationen af total fosfor i kystnære danske farvande.

opbygning af laboratorierutine og udvikling af analysemetoder for en lang række kemiske variable, ud over at reducere analyseusikkerheden, har bevirket, at koncentrationsniveauet har haft en faldende tendens, hvilket bevirker, at sammenligninger mellem nye og ældre analyseresultater bør foretages med varsomhed.

Den sidste gruppe af kystnære områder med middelkoncentrationer større end 1000 $\mu\text{g N/l}$ udgøres af farvandsafsnit med en stor kvælstoftilførsel og et ringe vandskifte, f.eks. Hjarbæk Fjord, Odense Fjord, Roskilde Fjord's indre del, samt Nakskov- og Saks-købing Fjord.

På baggrund af de i tabel 6 anførte middelkoncentrationer for indholdet og total fosfor er der i figur 2 på foregående side vist koncentrationsniveauet i de undersøgte kystnære farvande.

Som for total kvælstof er der i omstående skema foretaget en gruppering af de kystnære farvande efter indholdet af total fosfor i de øverste vandlag (0-10 m's dybde).

Sammenholdes de to skemaer, kan det bemærkes, at områderne med hensyn til indholdet af total fosfor overvejende følger den under kvælstofforbindelser beskrevne gruppering. For fosfors vedkommende er der imidlertid en væsentlig større relativ forskel mellem koncentrationsniveauerne i de tre grupper. Dette skyldes, at baggrunds niveauet af kvælstof er væsentligt højere end baggrunds niveauet af fosfor og forskellen på udledningsmængden er relativt mindre. De stejle fosforgradienter skyldes endvidere, at det udledte fosfor i højere grad end kvælstof bindes til sedimenterne i de kystnære farvande, og derfor i væsentligt mindre omfang end kvælstoffet transporteres til de mere åbne farvande.

F O S F O R

INGEN - SVAG FORHØJELSE < 50 µg P/l	MIDDEL FORHØJELSE 50 - 150 µg P/l	STOR FORHØJELSE > 150 µg P/l
Kattegat (vest.del) Kattegat (v.Fornæs) Århus Bugt Kalø Vig Gylling Næs Lillebælt Østersøen (vest.del) Store Bælt Kalundborg Fjord Stevns Køge Bugt Øresund Sydfynske Øhav	Limfjorden (* Hjarbæk Fj.) Skive Fjord Nissum Bredning Kattegat (v.Hals) Horsens Fjord Vejle Fjord Kolding Fjord Åbenrå Fjord Flensborg Fj.(ydre) Nybøl Nor Kerteminde Fjord Isefjord Nakskov Fjord Guldborg Sund Storstrømmen	Hjarbæk Fjord Mariager Fjord Randers Fjord Haderslev Fjord Flensborg Fj.(indre) Odense Fjord Roskilde Fjord Sakskøbing Fjord

Gruppering af kystnære danske farvande efter middelkoncentrationen af total fosfor i de øverste vandlag (0-10 m).

5.3. OPLØST ILT

Tilstedeværelse af opløst ilt i vandmassen er en forudsætning for alt højere plante- og dyreliv i et vandområde.

Ilt tilføres vandmassen fra luften via vandoverfladen og ved planternes fotosyntese. Ilt forbruges ved forbrændingen af det tilførte og producerede organiske stof.

Medens ilttilførslen overvejende sker i de øverste vandmasser, sker iltforbruget i hele vandmassen og i de lavvandede kystnære områder i særlig grad i og umiddelbart over havbunden. I områder med en ufuldstændig opblanding af vandmasserne vil der således ofte forekomme et fald i iltkoncentrationen fra overfladen mod bunden.

Da vandets evne til at opløse ilt endvidere aftager med stigende temperatur, vil de laveste iltkoncentrationer hyppigst optræde i de sene sommer måneder, hvor vandtemperaturen er højest og hvor iltforbruget er stort som følge af den intense biologiske aktivitet.

I lavvandede kystnære områder vil der ud over den beskrevne årstidsvariation forekomme en betydelig døgnvariation i indholdet af opløst ilt som følge af, at algerne og de højere planters iltproduktion er begrænset til de lyse timer.

Da iltindholdet i de bundnære vandmasser endvidere er stærkt afhængig af opblandingsforholdene, og dermed af de meteorologiske forhold, vil de omtalte døgn- og årstidsvariationer være overlejret af en betydelig stokastisk variation, hvilket bevirker, at det er meget vanskeligt ved hjælp af 10-20 målinger igennem et år, som det har været brugt i de tidligere års recipientundersøgelser, at få et tilstrækkeligt billede af iltforholdene i et givet farvandsområde.

Det har således på baggrund af foreliggende undersøgelsesresultater kun undtagelsesvis været muligt at forklare en manglende forekomst af bunddyr og fisk, som efter al sandsynlighed skyldes dårlige iltforhold, ud fra direkte målte lave iltkoncentrationer.

Dette skyldes dels vanskeligheder med at opnå et tilstrækkeligt detaljeret billede af iltforholdene, og dels at bunddyrene og fiskene i områder, hvor der naturligt forekommer store iltsvingninger i vid udstrækning er adapteret til disse forhold ved enten midlertidigt at kunne forlade området, eller at kunne overleve kortvarige perioder med dårlige iltforhold.

De senere års erfaringer m.h.t. iltforholdenes betydning for bunddyrenes og fiskenes udbredelse og artssammensætning tyder på, at det er minimumskoncentrationen af opløst ilt samt længden af perioden med lave iltforhold, som er afgørende for faunaens sammensætning. I områder, hvor der årligt tilbagevendende forekommer selv kortvarige perioder med ekstremt lave iltkoncentrationer, vil der således ikke kunne opretholdes en permanent bestand af mere iltkrævende arter, og dyresamfundet vil derfor være præget af forholdsvis få tolerante arter samt eventuelt unge (< 1 år) individer af de mindre tolerante arter.

Perioder af længere varighed med konstant lave iltkoncentrationer vil betyde en reduceret produktion af bunddyr og fisk, og dermed mindre fødeudbud for lokale og migrerende fisk. Under perioder med lave iltindhold ved bunden, vil den iltfri zone i sedimentet gradvis nærme sig sedimentoverfladen, og der vil derfor opstå stigende sandsynlighed for, at bunden "vender", hvorved giftige luftarter trænger op i den overliggende vandmasse og udsletter bundfaunaen. Forekomsten af "bundvendinger" kan skyldes naturlige forhold, men deres frekvens og arealmæssige udstrækning kan tænkes forøget som følge af stigende tilførsler af organisk stof. Undersøgelser i Limfjorden i 1973-75 /59/ viste således (jfr. figur 3), at ca 1/5 af fjorden er ramt af jævnlige tilbagevendende bundvendinger (gennemsnitligt hyppigere end hvert 5. år).

Bortset fra Lovns Bredning og måske området vest for Mors, er bundvendinger angiveligt ikke blevet hyppigere i Limfjorden. Da de foreliggende oplysninger overvejende stammer fra interviews med erhvervsfiskere, er det dog ikke muligt at foretage nogen detaljeret statistik over problemet.

Da "bundvendinger" synes at forekomme i en betydelig del af de mindre strøm- og vindeksponerede dele af de danske kystnære områder, må det anbefales, at der foretages en undersøgelse af udbredelsen af disse områder, samt af frekvensen af bundvendingerne i de enkelte områder.

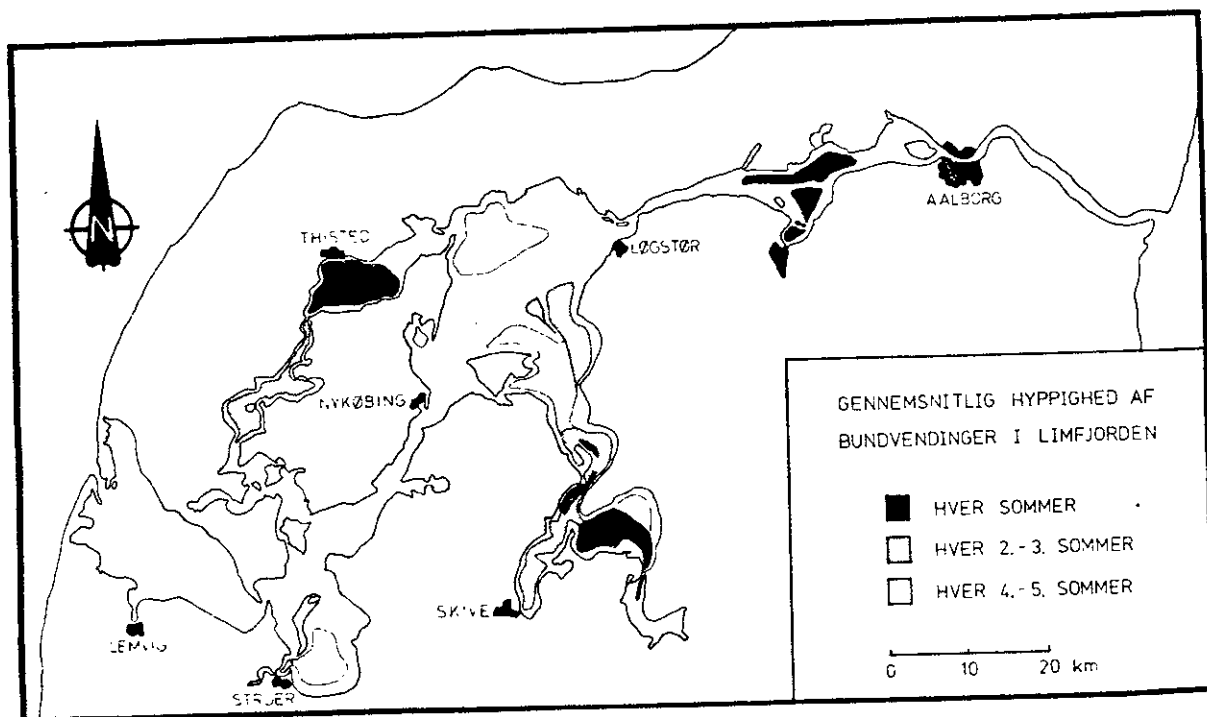


Fig. 3: Kort over bundvendingers udbredelse og hyppighed i Limfjorden /59/.

5.4. TUNGMETALLER

Tungmetallernes transport til det aquatiske miljø sker dels direkte via tungmetalholdigt spildevand fra industrien og rensningsanlæg samt ved overfladeafstrømning fra mark, skov og befæstede arealer, og dels indirekte via atmosfærisk nedfald.

Tungmetallernes transport i de aquatiske systemer sker dels via vandmassen og dels via de organismer, som findes i recipienten.

I spildevandet forekommer tungmetallerne i opløst form, som uorganiske eller organiske komplekser eller associeret til kolloidalt eller partikulært materiale. De kan således være adsorberet eller udfældet på overfladen af mineralpartikler eller hydrolyserede metaloxider af f.eks. jern eller mangan eller indbygget i organiske eller uorganiske partikler.

Efter opblandingen af spildevandet med recipientvandet vil der i et stabilt system indstille sig en række ligevægtskoncentrationer styret af faktorer som: opløselighedsforhold, pH, redoxforhold, komplekseringsforhold samt af heterogene ligevægte mellem vandfasen og faste faser i recipienten.

Tungmetaller har generelt en stærk tendens til at danne komplekser, det være sig rent mineralske komplekser eller komplekser med organisk materiale.

Som regel vil åer, søer og kystnære farvande indeholde betydelige mængder af organiske, opløste og partikulære forbindelser, som, ved udledning af tungmetalholdigt spildevand, i større eller mindre omfang vil kunne danne komplekser med tungmetallerne. Sådanne forbindelser kan dels være naturligt forekommende aminosyrer, peptider og proteiner, karboxylsyrer, saccarider, humus- og fulvinsyrer, samt dels syntetiske forbindelser som detergenter og aminopolykarboxylsyrer (EDTA).

Komplexeringen af tungmetaller har betydning for transporten af tungmetaller i det aquatiske miljø, idet den bevirker, at der i et vandsystem kan opretholdes en koncentration af tungmetaller, som er højere end den, der kunne eksistere, hvis komplekseringen ikke fandt sted. Endelig er komplekseringen forudsætningen for, at der kan opretholdes liv i det aquatiske miljø.

Tungmetallernes affinitet til grænselagene mellem de forskellige overflader bevirker, at en væsentlig andel af de udledte mængder kan genvindes, f.eks. i overfladefilmen, på sedimentoverfladen og på overfladen af partikulært materiale. Ved ferskvandets møde med saltvand sker der dels en ændring i ionstyrken og dels en ændring i de hydrauliske forhold, som bevirker, at en væsentlig del af det partikulære materiale sedimenterer sammen med flokkuleret kolloidalt materiale. Ved åers udmunding findes derfor ofte et sediment, som dels er rigt på organisk materiale og dels på tungmetaller, som er tilført med det organiske og uorganiske materiale. I sedimentationsområder vil koncentrationen af tungmetaller i de øverste lag således til enhver tid genspejle en eventuel naturlig eller menneskeskabt belastning af vandområdet. Forholdene kompliceres imidlertid af faktorer som resuspension, bioturbation samt af fysisk-kemiske omdannelser i de underliggende sedimentlag (diagenese), hvis virkning kan indvirke betydeligt på tungmetallernes horisontale og vertikale fordeling i sedimentet.

På grundlag af foreliggende data vedrørende indholdet af tungmetallerne, chrom, zink, kobber, bly, cadmium og kviksølv i de kystnære farvandes overfladesedimenter (0-5 cm) er der i tabellerne 7 til 12 angivet middelkoncentrationer, maksimum- og minimumsværdier samt antallet af analyser for de undersøgte områder.

Som følge af, at de i tabel 7 - 12 angivne koncentrationer af tungmetaller dels skjuler en naturlig variation på grund af forskelle i sedimentationsforhold områderne imellem, samt i en vis udstrækning forskelle som følge af i hvilket omfang prøvetagningsstationerne ved de enkelte undersøgelser er lagt i eller udenfor disse sedimentationsområder, kan de angivne værdier kun i begrænset omfang anvendes som et mål for tungmetaltilførslen til de pågældende områder.

For at give et samlet billede af berigelsen med tungmetaller i de enkelte områders overfladesedimenter, er der, med udgangspunkt i den i tabel 13 viste fordelingsnøgle, i nedenstående skema vist en gruppering af de undersøgte kystnære farvande i områder med ingen - svag, middel eller stor berigelse af overfladesedimentet med tungmetaller. Resultaterne af grupperingen er endvidere illustreret i figur 4.

T U N G M E T A L

INGEN - SVAG BERIGELSE	MIDDEL BERIGELSE	STOR BERIGELSE
Kattegat (v. Skagen By)	Limfjorden (hele området)	Mariager Fjord
- (v.Fornæs)	Limfjorden (v.Ålborg)	Randers Fjord
Gylling Næs		
Kerteminde Fjord	Århus Bugt- Kalø Vig	Kolding Fjord
	Horsens Fjord	Nyborg Fjord
Isefjord	Vejle Fjord	Fåborg Fjord
Agersø Sund	Flensborg Fjord	
Sakskøbing Fjord	Odense Fjord	
Køge Bugt	Sydfynske Øhav	
	Torø Vig	
	Roskilde Fjord	
	Holbæk Fjord	
	Karrebæk- og Dybsø Fj.	
	Nakskov Fjord	

Gruppering af undersøgte kystnære danske farvande m.h.t. berigelse af overfladesedimenterne (0-5 cm) med tungmetallerne chrom, zink, kobber, bly, cadmium og kviksølv.

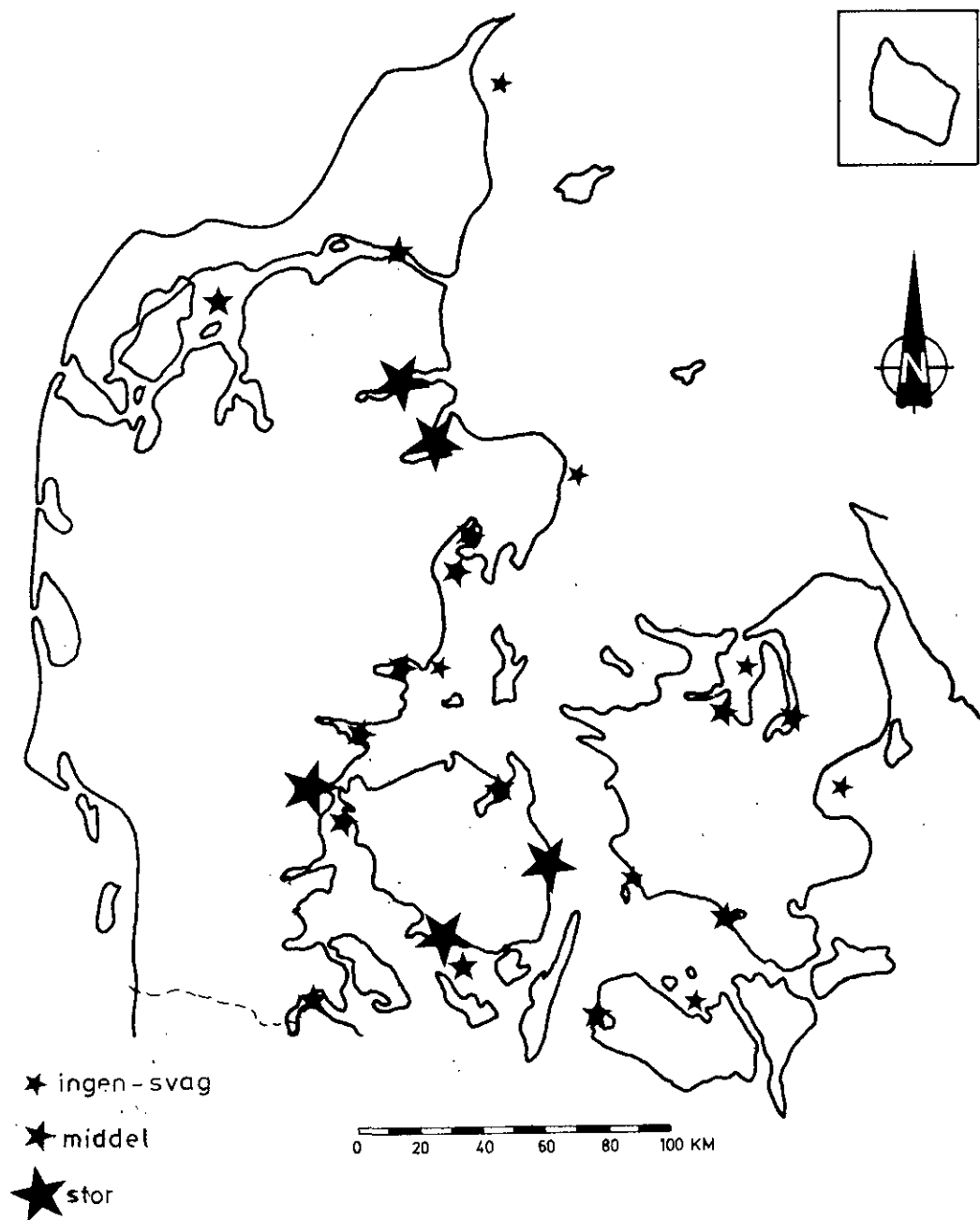


Fig. 4: Berigelse med tungmetaller i overfladesedimenter fra kystnære danske farvande.

Grupperingen viser, at overfladesedimenterne fra Mariager Fjord, Randers Fjord, Kolding Fjord, Nyborg Fjord og Fåborg Fjord generelt er stærkt beriget med tungmetaller, hvilket skyldes en kombination af store tilledninger af tungmetalholdigt spildevand og gode sedimentationsbetingelser som følge af en begrænset vandbevægelse.

Gruppen med en middel berigelse med tungmetaller udgøres af fjorde eller bugter med et langsomt vandskifte og/eller udledninger fra større bysamfund.

Gruppen med ingen - svag berigelse af overfladesedimenterne med tungmetaller udgøres af kyststrækninger eller åbne fjorde og bugter med en god vandfornyelse eller mere lukkede fjordområder uden udledninger fra større bysamfund.

Det skal pointeres, at ovennævnte gruppering er foretaget på baggrund af indholdet af tungmetaller pr. kg tørstof og derfor i væsentlig grad reflekterer sedimentationsbetingelserne og dermed sedimentets indhold af lerpartikler og organisk stof i de enkelte områder.

En gruppering af områderne på baggrund af indholdet af tungmetaller pr. kg organisk stof (glødetab) må således forventes at give et mere nuanceret billede af tilførslerne af tungmetaller til de enkelte farvandsafsnit. Det skal ligeledes bemærkes, at betegnelsen "beriget" ikke er synonym med "kulturpåvirket", idet overfladesedimenter fra kystnære områder med gode sedimentationsforhold og/eller store naturbetingede tilførsler fra naturens hånd vil have et "tungmetalberiget" overfladesediment.

En nøjere vurdering af, hvorvidt en berigelse af overfladesedimentet med tungmetaller er kulturskabt eller "naturlig" forudsætter kendskab til den naturlige baggrundsværdi for indholdet af de enkelte tungmetaller i det undersøgte område.

Dette kan opnås ved bestemmelser af tungmetalkoncentrationen i forskellige dybder i sedimentet som illustreret i fig. 5 fra undersøgelsen i Det Sydfynske Øhav 1975/76 /32/.

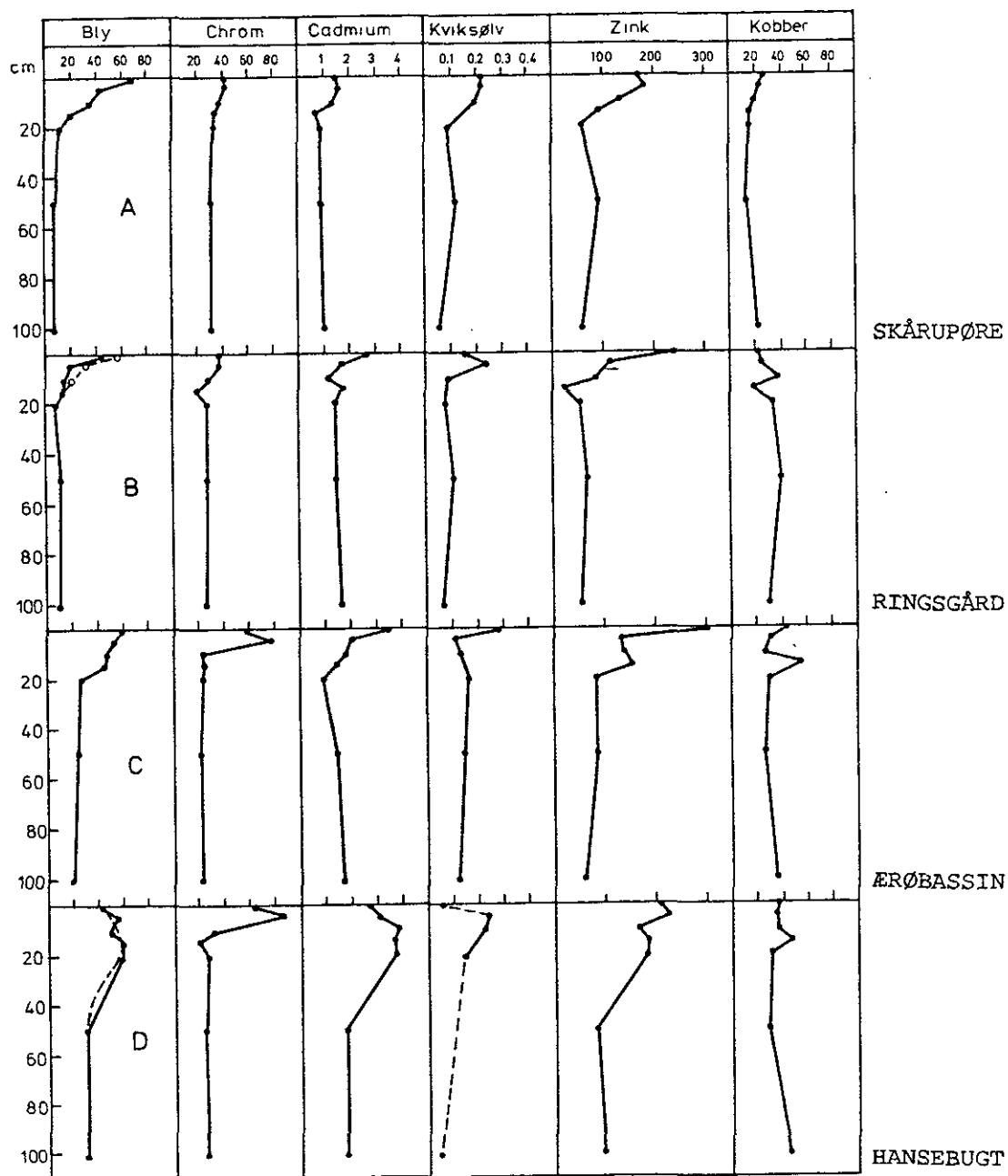


Fig. 5: Den vertikale fordeling af tunge metaller i sediment-søjler udtrykt i mg/kg tørstof (ikke saltkorrigeret), /32/.

Som det fremgår af figuren, kan der for den overvejende del af de undersøgte tungmetaller konstateres et fald i koncentrationerne på de første 20-40 cm, hvorefter koncentrationerne ikke ændres væsentligt ned til ca. 1 m's dybde i sedimentet.

Undersøgelsen viser, at der i de seneste 100-150 år er sket en generel kulturbetinget berigelse af sedimentet med tungmetaller.

Undersøgelser af den vertikale fordeling af bly i sedimenter fra Kalø Vig /63/, og af bly, chrom, cadmium, kviksølv, zink og kobber i sedimenter fra Kongedybet (ved Københavns Havn) /64/ viser samme tendens til en kulturbetinget berigelse af overfladesedimenterne med tungmetaller.

Alger, zooplankton, muslinger, krebsdyr, fisk og vandlevende pattedyr opkoncentrerer tungmetaller fra vandet. Metallerne kan således trænge ind gennem de biologiske membraner og indbygges eller oplagres i organismerne. Ved organismernes ekskretion eller ved død og nedbrydning af biologiske materialer kan tungmetallerne vende tilbage til vandmassen eller sedimentet. Undersøgelser viser således, at i produktive kystnære områder kan op til 90% af metaltransporten ske via materiale af biogen oprindelse.

Som et særligt aspekt af den biologiske transport af tungmetaller kan nævnes muligheden for remobilisering af immobiliserende metalforbindelser forårsaget af mikrobiologisk aktivitet. De mest kendte eksempler herpå er methyleringen af kviksølv og arsen. Uorganiske kviksølv- og arsenforbindelser kan således methyleres til flygtige forbindelser som methyl- og dimethylkviksølv samt di- og trimethylarsen der kan spredes videre i det aquatiske miljø.

Optagelsen af tungmetaller sker enten direkte fra vandet eller via føden (fødeorganismer, partikler og sediment). Bioakkumulering af tungmetaller sker når optagelseshastigheden er større end udskillelseshastigheden, hvilket dels kan ske i spildevandsbelastede områder, men også i områder med et naturligt indhold af tungmetaller. Under naturlige forhold synes optagelses- og udskillelseshastighederne at være næsten konstante og af samme størrelse, hvilket vil bevirke et konstant forhold mellem koncentrationerne i vandet og i organismen.

Planteplanktonet og større alger synes ikke at have evnen til at regulere indholdet af tungmetaller, og de vil således i en vis udstrækning reflektere forholdene i vandmassen.

Det skal imidlertid bemærkes, at der ikke eksisterer en entydig sammenhæng mellem koncentrationen af tungmetaller i vand og i de vegetationsformer, som lever i det pågældende vandområde, og man kan derfor ikke anvende en enkelt art som universal indikatororganisme for tungmetalkoncentrationsniveauet i forskellige vandområder. For afgrænsede områder vil det derimod være muligt at anvende en eller nogle få arter som indikatororganismer.

Hvirvelløse dyr kan optage tungmetaller dels via føden og dels direkte gennem overfladen. Elementarsammensætningen i cellerne reguleres ved aktiv optagelse og ved ekskretion via blodet og fordøjelseskanalen.

En del invertebrater vil således være i stand til at regulere indholdet af tungmetaller i vævene, men i mange tilfælde vil koncentrationen i vævene dog ligesom ved alger og planter afspejle koncentrationerne i det omgivende vandige miljø.

I filtrerende muslinger, som både kan optage tungmetaller fra vandet og som filtrerer plankton og detritus med dets indhold af tungmetaller fra det omgivende vand vil koncentrationen af tungmetaller i bløddelene i en vis udstrækning afspejle variationerne i koncentrationerne i det omgivende vand - men i en væsentlig langsommere takt. Muslingernes bløddele vil derfor kunne anvendes som integrator af koncentrationsforholdene i vandmassen.

Højere organismer med mere specialiserede vævsfunktioner optager den væsentligste del af tungmetallerne via føden. Fisk optager desuden ioner over gællerne, men hovedparten absorberes gennem tarmepithelet, hvorefter de indbygges i forskellige væv. Herfra kan der ske en langsom eliminering via blod, urin og fæces. Optagelsen reguleres af mataboliske processer og afhænger bl.a. af tungmetallernes tilstandsform og koncentration i vand og fødeemner.

Akkumulering af tungmetaller i fødekæder har betydning i flere henseender. Akkumuleringen har således stor betydning for opkoncentrering af tungmetaller fra det vandige miljø, idet tungmetalmængden, bundet i biogent materiale, er medvirkende til at kontrollere og regulere tungmetalkoncentrationen i vandfasen, således at der i vandfasen til stadighed er en konstant, lav koncentration af tungmetaller. Opkoncentrering af disse fra vandfasen har imidlertid også betydning for hele det biologiske samfund, idet transporten af tungmetaller i biologisk materiale fra et led til det næste i fødekæden ofte er forbundet med en yderligere opkoncentrering. Jo højere man kommer i fødekæderne, jo bedre vil organismerne være i stand til at regulere deres indhold af tungmetaller, og store mængder af tungmetal i føden vil, hvis de er uønskede for organismen, i nogle tilfælde selektivt kunne udskilles igen, således at organismen opretholder sin egen ønskede tungmetalsammensætning. Organismernes evne til at regulere tungmetaloptagelsen er imidlertid kun effektiv overfor et vist koncentrationsområde. Når koncentrationen i føden således overstiger en for organismen bestemt grænse, vil der ske optagelse af tungmetal ud over organismens behov, og den ekstra tungmetalmængde vil aflejres i forskellige væv i organismen i varierende mængder.

Forøgede koncentrationer af tungmetaller i forskellige organismers væv behøver ikke at have direkte indflydelse på deres overlevelses-evne, men ved overføringen til næste led i fødekæden kan en forøget tungmetalkoncentration være af direkte skadelig karakter. Enkente tungmetaller, f.eks. cadmium, bly og kviksølv er kumulative og vil således opkoncentreres ved hver passage af et led i fødekæden. Som konsekvens af dette kan de højeste led i fødekæden,

f.eks. fugle, vandlevende pattedyr og mennesket blive udsatte for en sundhedsfarlig påvirkning med tungmetaller via føden, hvis der sker en forøgelse af tungmetalindholdet ud over den "naturlige" mængde i de vandige økosystemer.

For at give et billede af koncentrationsniveauet for tungmetaller i marine organismer i de kystnære områder, er der i tabellerne 14 til 18 vist indholdet af kviksølv, cadmium, bly, zink og kobber i blåmuslingen (*Mytilus edulis*) som gennem de senere år i stigende omfang har fundet anvendelse som indikatororganisme.

Ved vurderingen af værdierne i tabellerne 14-18 bør det bemærkes, at skønt materialet synes forholdsvist omfattende er analyserne overvejende foretaget på to laboratorier, hvis resultater, ved en sammenligning af resultater fra undersøgelser ved Gylling Næs og Køge Bugt, ikke synes at være sammenlignelige med hensyn til indholdet af bly og zink. Endvidere forekommer de af De Volf /43/ angivne koncentrationer af kviksølv i blåmuslinger fra Fanø Bugt, Vesterhavet og Ålborg Bugt urealistisk høje sammenlignet med koncentrationsniveauet i de øvrige undersøgte områder.

Sammenlignes de af Phillips /47/, /48/ angivne værdier for koncentrationen af cadmium, bly og zink i blåmuslinger, synes der imidlertid at forekomme en større berigelse af disse metaller i blåmuslinger fra den sydlige del af Øresunds-området end i de øvrige undersøgte områder.

Set ud fra et levnedsmiddelhygiejnisk synspunkt kan de i tabellerne 14-18 anførte koncentrationsniveauer for tungmetaller i blåmusling ikke forventes at udgøre et problem. En indtagelse af muslinger med en middelkoncentration af kviksølv, cadmium og bly på henholdsvis 0,06 mg Hg, 0,3 mg Cd og 4,8 mg Pb pr. kg vådvægt skulle således for at svare til de af FAO/WHO /49/ angivne grænser for tolerable ugentlige indtag af de pågældende tungmetaller omfatte 5 kg muslinger pr. uge for kviksølv, 1 kg pr. uge for cadmium samt 0,6 kg muslinger pr. uge for bly.

Til sammenligning kan det nævnes, at det gennemsnitlige fiskekonsum fra danske husholdninger svarer til ca. 190 g/person/uge /50/.

Medens undersøgelser over indholdet af tungmetaller i blåmuslinger overvejende har været koncentreret omkring de kystnære farvande, har undersøgelser vedrørende tungmetalindholdet i fisk hovedsagelig været koncentreret omkring de åbne farvandsafsnit.

I forbindelse med de af Statens Levnedsmiddelinstitut gennemførte undersøgelser af tungmetaller i fisk, 1973-75 /51/ er der udover undersøgelse af skrubber, torsk og sild fra de åbne farvandsområder foretaget en undersøgelse af tungmetalindholdet i skrubber fanget langs Sjællands-kysten. I det følgende er der foretaget en sammenfatning af resultaterne fra denne undersøgelse.

Med hensyn til indholdet af kviksølv viste undersøgelsen af skrubber fanget nær kysten rundt om Sjælland en tydelig systematisk variation, jfr. tabel 19.

De laveste værdier fandtes langs nordkysten samt i Isefjord og Roskilde Fjord, hvor der ikke fandtes målelig forhøjelse sammenlignet med fisk fra åbne farvande (Nordsøen, Kattegat og Østersøen). Et lokalt maksimum fandtes i Karrebæk Fjord, typisk 0,22 mg Hg/kg mod ca. 1,0 mg Hg/kg for prøver indfanget 5 år tidligere /52/. De højeste indhold af kviksølv fandtes i Københavns Havn (middel: 0,7 mg Hg/kg, max.: 1,5 mg Hg/kg).

Indholdet af kviksølv i skrubbelever svarer til ca. 65% af indholdet i skrubbefilet. Undersøgelsen viste iøvrigt en sammenhæng mellem leverstørrelse og indholdet af kviksølv i leveren, idet skrubber med stort indhold af kviksølv i leveren generelt havde relativ større lever sammenlignet med fisk fra de åbne havområder.

Undersøgelser af indholdet af kviksølv i lever fra skrubber fanget i Køge Bugt i 1977 /38/ viste en middelkoncentration på 0,2 mg Hg/kg og en variation mellem 16 prøver på 0,01-0,47 mg Hg/kg, hvilket er i god overensstemmelse med de i tabel 19 anførte værdier.

Indholdet af bly i skrubber fanget langs Sjællands kyst viste indhold svarende til koncentrationen i fisk fanget i mere åbne farvande (omkring 0,05 mg Pb/kg friskvægt). Kun i skrubber fra Køge Bugt fandtes let forhøjede koncentrationer (0,11 mg Pb/kg). Forholdet mellem bly i lever og bly i filet fandtes til ca. 5.

Undersøgelsen foretaget i Køge Bugt i 1977 /38/ viste en koncentration i skrubbelever på < 0,10 mg Pb/kg friskvægt og en variation på 18 prøver i intervallet - < 0,1-0,3 mg Pb/kg friskvægt.

For cadmium fandtes gennemsnitlig 0,006 mg Cd/kg friskvægt i filet fra skrubber fanget langs Sjællands kyst mod 0,015 mg Cd/kg i filet fra skrubber fanget i de åbne farvande. Koncentrationsforholdet mellem cadmium i lever og cadmium i filet hos skrubber fanget ved kysten varierer mellem ca. 8 og ca. 70 (middelværdi = 30).

Man finder forholdet 8 i fjordområderne Isefjord og Karrebæk Fjord, hvor kadmiumpkoncentrationen i leveren er lavest (svarer til forholdet 6 for havtorsk), og forholdet 60-70 ved sydøstkysten af Sjælland, svarende til 0,3-0,4 mg Cd/kg i skrubbelever.

Undersøgelsen i Køge Bugt 1977 /38/ viste en middelkoncentration i skrubbelever på 0,65 mg Cd/kg vådvægt og en variation på 18 prøver i intervallet - < 0,05 - 1,0 mg Cd/kg vådvægt.

Indholdet af kobber i skrubber fanget langs Sjællands kyst viste ingen tydelig geografisk variation rundt langs kysten. Derimod fandtes ved en sammenligning med fisk fanget fra tilstødende åbne

farvande, at kystfiskene indeholdt 29-46% mindre kobber (middel: 0,29 mg Cu/kg friskvægt). Med hensyn til forholdet mellem kobber i lever / kobber i filet, fandtes for skrubbe typisk et forhold på 30, svarende til en middelkoncentration i skrubbelever på ca. 9 mg Cu/kg friskvægt.

Ved undersøgelsen i 1977 af indholdet af kobber i leveren fra skrubber fanget i Køge Bugt /38/, fandtes en middelkoncentration på 42 mg Cu/kg vådvægt og et variationsinterval ved 18 prøver på - 0,6-70 mg Cu/kg vådvægt. Da der i et referenceområde ved Gilleleje i samme undersøgelse er konstateret indhold af kobber i skrubbelever svarende til undersøgelsen i 1973-74 /51/, må forøgelsen i indholdet af kobber i skrubbelever fra Køge Bugt med en faktor 4 fra 1973-74 til 1977 anses for reel.

Ligesom for indholdet af kobber viste undersøgelsen i 1973-74 /51/ beskedne geografiske variationer i indholdet af zink i skrubber fanget langs Sjællands kyst. Sammenlignet med skrubber fanget i de tilstødende åbne farvande, fandtes generelt 20-36% lavere zinkindhold i skrubber fanget langs kysten. (Middelindhold i filet ca. 10 mg Zn/kg friskvægt). Forholdet zink i lever / zink i filet fandtes for skrubber til ca. 3 med en middelkoncentration i skrubbelever på ca. 30 mg Zn/kg friskvægt.

Skrubber fra Køge Bugt fanget i forbindelse med undersøgelsen i 1977 /38/ viste et middelindhold af zink i skrubbelever på 85 mg Zn/kg vådvægt. Da der, som for indholdet af kobber, fandtes sammenlignelige indhold af zink i leveren fra skrubber fanget ved Gilleleje, synes der også for indholdet af zink i skrubbelever at være tale om en reel forøgelse med en faktor 2-3 i skrubber fra Køge Bugt i tidsrummet 1973-74 til 1977.

Med hensyn til det levnedsmiddelhygiejniske aspekt ved de konstaterede indhold af tungmetaller i fisk, konkluderes i /51/, at af de konstaterede variationer, er det på kortere sigt kun indholdet af kviksølv, som kan siges at have en direkte levnedsmiddelhygiejnisk interesse.

5.5. PLANKTONALGER

Planktonalger udgør sammen med havbundens alger og planter det første led i fødekæden i de marine områder. Medens planktonalgerne er helt dominerende som producent af organisk stof på større dybder, spiller havbundens bevoksning af små og store alger samt planter en væsentlig rolle for stofomsætningen i de lavvandede kystzoner.

Planktonalgerne tjener som direkte fødekilde for zooplanktonet, hvis mængde i vid udstrækning reguleres af planktonalgernes vækst men som samtidig ved deres fødeoptagelse begrænser indholdet af planktonalgerne.

Koncentrationen af planktonalger i de kystnære områder kan derfor anvendes som et direkte mål for miljøkvaliteten, idet en forøgelse i indholdet af planktonalger dels vil reducere vandområdets æstetiske værdi og dermed anvendelse til en række rekreative formål, dels indicere at områdets kapacitet som modtager af kvælstof og / eller fosfor via afstrømning eller spildevand er overskredet.

I tabel 20 er vist indholdet af planktonalger målt som klorofyl-a i de kystnære områder.

På baggrund af de beregnede middelkoncentrationer for klorofyl-a er der i figur 6 vist koncentrationsniveauet for klorofyl-a i de undersøgte kystnære områder.

Ved vurderingen af værdierne for klorofyl-a bør det bemærkes, at koncentrationen af klorofyl-a i et kystnært område er underkastet en meget betydelig årstidsvariation, samt en ofte betydelig korttidsvariation som følge af variationer i bl.a. lysintensiteten over det pågældende område.

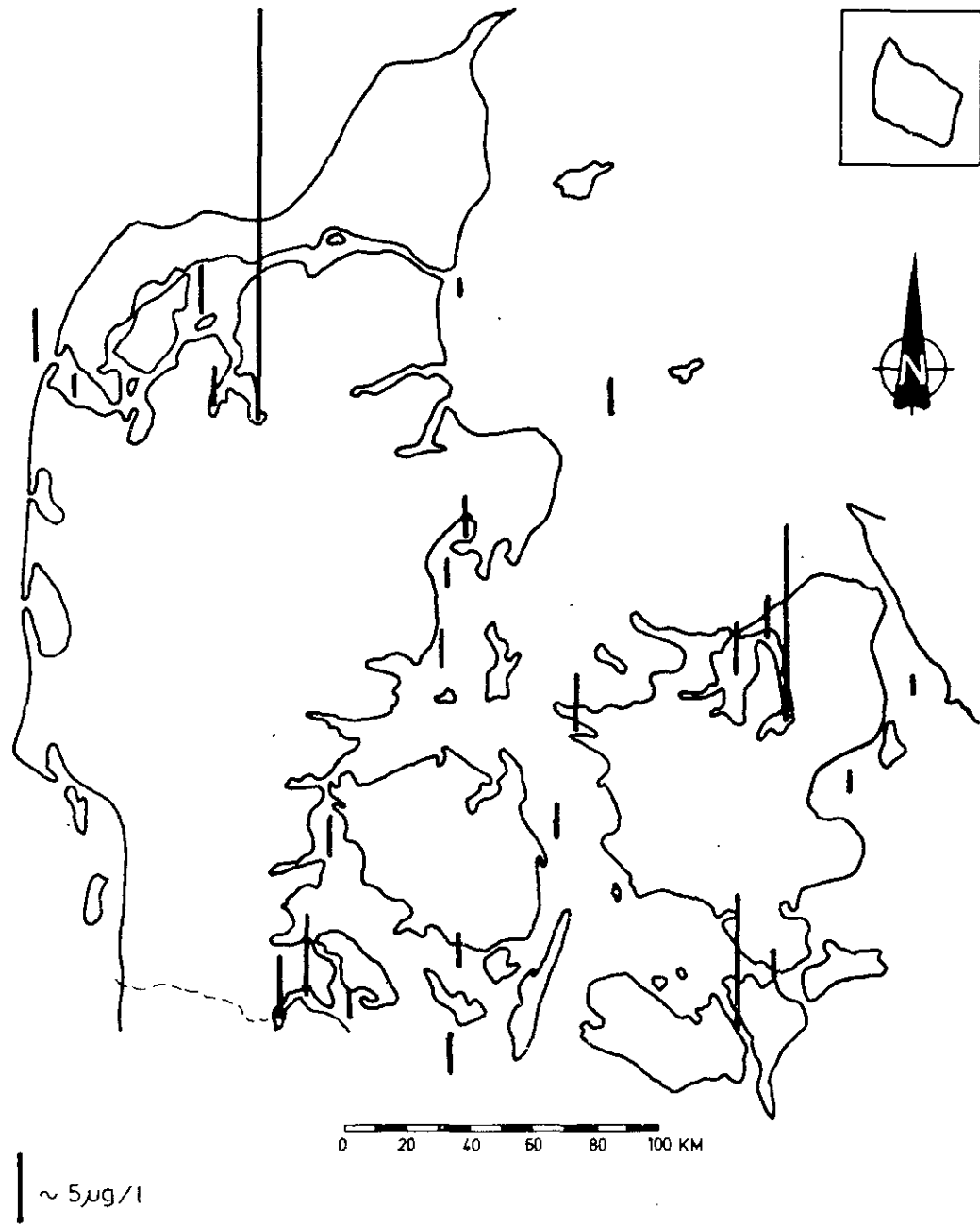


Fig. 5: Middelkoncentrationen af planktonalger (målt som klorofyl-a) i kystnære danske farvande.

Dette forhold bevirker, at middelværdierne generelt ligger væsentligt højere end medianværdierne og dermed, at middelværdierne for områder, hvor der er udtaget et begrænset antal prøver (< 100) er stærkt influeret af, om prøvetagningerne bevidst eller af tilfældige årsager er foretaget i perioder med store algemængder. Som eksempel kan nævnes, at medianværdien for målingerne i Guldborgsund 1975-76 ligger på 2,4 µg klorofyl-a/l. At middelværdien ligger på 9,8 µg klorofyl-a/l skyldes, at der ved et enkelt prøvetagningstogt blev målt koncentrationer i intervallet 50-90 µg klorofyl-a/l på hovedparten af stationerne indenfor undersøgelsesområdet.

Som for de øvrige analysevariabler er der på baggrund af foreliggende undersøgelsesresultater i omstående skema foretaget en gruppering af de kystnære danske farvande efter middelmiddelt koncentrationen af klorofyl-a i de øverste vandmasser (0-10 m).

Af omstående skema fremgår, at middelmiddelt koncentrationen af klorofyl-a ligger i intervallet 1,5-3,0 µg/l i hovedparten af de åbne undersøgelsesområder. Endvidere ses koncentrationsniveauet for klorofyl-a at være væsentligt forhøjet i Hjarbæk Fjord samt i den indre del af Roskilde Fjord.

Planteplanktonet udgøres normalt af et stort antal forskellige arter og former med hver deres geografiske og årstidsmæssige udbredelse. Planteplanktonets artssammensætning varierer således gennem året, hvilket dels er en forudsætning for en optimal udnyttelse af vækstbetingelserne i et givet område, og dels er en forudsætning for forekomsten af et zooplanktonsamfund med en stor artsrigdom.

De senere års undersøgelser af planteplanktonets artssammensætning i de kystnære farvande tyder på, at en generel forøgelse af indholdet af planktonalger følges af en reduktion i antallet af arter, med det resultat, at algearter som kun i ringe grad udnyttes af zooplanktonet, f.eks. blågrønalger, kan opformeres i så store mængder, at de dels forrykker balancen mellem planteplanktonet og zooplanktonet, og dels udgør en alvorlig gene for den rekreative anvendelse af de berørte kystområder som følge af misfarvning af vandet og udvikling af ildelugtende luftarter under algernes forrådnelse /54/.

K L O R O F Y L - a

INGEN - SVAG FORHØJELSE < 3 µg/l	MIDDEL FORHØJELSE 3 - 9 µg/l	STOR FORHØJELSE > 9 µg/l
Nissum Bredning Kattegat (v.Hals) - (vest.del) Århus Bugt Gylling Næs Lille Bælt Flensborg Fjord(ydre) Sydneyske Øhav Store Bælt Storstrømmen Stevns Køge Bugt Øresund	Limfjorden (% Hjarbæk Fj.) Skive Fjord Kalø Vig Flensborg Fjord (indre) Nybøl Nor Østersøen (vest.del) Roskilde Fjord (ydre) Isefjord Kalundborg Fjord	Hjarbæk Fjord Roskilde Fjord (indre) Guldborg Sund

Gruppering af kystnære danske farvande efter middelkoncentrationen af klorofyl-a i de øverste vandmasser (0-10 m).

5,6, HAVBUNDENS ALGER OG PLANTER

Som tidligere nævnt bidrager havbundens alger og planter ofte væsentligt til opbygningen af organisk stof i de kystnære farvande. Hvor lysintensiteten ved havbunden er tilstrækkelig kan der således opstå vækstmuligheder for små encellede alger på sedimentets overflade eller tætte bevoksninger af større algearter - f.eks. savtang og blæretang samt blomsterplanter - f.eks. havgræs og ålegræs.

I modsætning til planktonalgerne og sedimentoverfladens belægninger med små encellede alger, der i vid udstrækning tjener som direkte fødekilde for højere organismer, synes de større fastsiddende alger og planter kun i begrænset omfang at tjene som direkte fødekilde for områdets dyreliv.

Efter en afsluttet vækstsæson føres en del af tangen og ålegræsset op på land, men den væsentligste del føres som oftest ud på dybere vand hvor den via en sønderdeling og bakteriel omsætning tjener som fødekilde for en del af havbundens dyreliv.

For at illustrere betydningen af havbundens alger og planter i stofomsætningen i de kystnære farvande er der i tabel 21 vist resultater af målinger og beregninger af de tre gruppers andel i opbygningen af organisk stof i en række kystnære områder.

Som det fremgår af tabel 21 er den årlige produktion af organisk stof fra større alger og planter samt fra encellede dyr på havbunden af størrelsesordenen lig med eller større end planktonalgernes produktion i dybdeområdet 2-10 m. I områder, som f.eks. det Sydfynske Øhav, med store fladvandede arealer og gode vækstbetingelser for bl.a. ålegræs, ses produktionen af organisk stof fra havbundens alger og planter at udgøre 95% af den totale produktion af organisk stof i området. I områder med mindre udstrakte fladvande eller dårligere betingelser for vækst af alger og planter på havbunden som f.eks. Køge Bugt udgør planteplanktonets produktion af organisk materiale ca. 90% af områdets totale produktion af organisk stof.

Skønt der fra omkring århundredeskiftet foreligger en række beskrivelser af udbredelsen af større alger og planter i de kystnære områder er der først i de senere år og kun i begrænset omfang foretaget undersøgelser af de store algers og planters rolle i stofomsætningen og deres afhængighed af miljøkvaliteten i de kystnære farvande.

Ved undersøgelsen af udbredelsen af større alger og planter i Limfjorden i 1973-75 /59/, kunne der i forhold til tidligere konstateres en ændring i dybdegrænsen for udbredelsen af ålegræs fra ca. 6 m's dybde til ca. 3 m's dybde samt en generel reduktion i den horisontale udbredelse af ålegræs i Limfjorden.

I området omkring f.eks. Skive og Løgstørhavn blev der endvidere, som effekt af spildevandsudledninger, konstateret masseforekomster af små alger på ålegræsset.

I Hjarbæk Fjord, Nibe Bredning og ved Sebbesund blev der registreret store løstdrivende måtter af levende og døde grønalger.

Ved undersøgelsen i Mariager Fjord i 1971 /17/ blev der ved at sammenligne med en tidligere undersøgelse (1956) konstateret en række ændringer i udbredelsen af større alger og planter, som sammen med forekomsten af områder med sort mudderbund og løstliggende måtter af grønalger, pegede mod at forureningen af Mariager Fjord (fra Hobro til Hadsund) var steget i væsentlig grad.

I Århus Bugt og Kalø Vig er der i perioden 1971 - 1977 foretaget en række undersøgelser af udbredelsen og artssammensætningen af større alger og planter /60/, /61/, /62/.

Undersøgelserne synes at vise at der i området omkring Århus havn samt ved udløbet fra Marselisborg Renseværk forekommer en stærk kulturpåvirkning og stærk forurening, som bevirker, at algevegetationen kun når 0,5 m's dybde på molerne, og at visse områder som følge af tilstedeværelsen af sort mudder helt mangler vegetation af større alger og planter. Den indre del af Århus Bugt har generelt en ringe udviklet vegetation af alger og planter, som for visse områder med sikkerhed kan siges, at være fattigere end ved

århundredskiftet /61/.

I Kalø Vig kunne der i området fra Skæving Strand til Havskov, samt i Løgten Bugt konstateres en tydelig eutrofieringseffekt som gav sig udslag i: stærkt reducerede dybdegrænser for vegetationen, bevoksninger af små alger på ålegræsset, drivende algemåtter samt algesamfund domineret af få arter af grønalger.

5.7. BUNDFAUNA

Ved bundfauna forstås de dyrearter som lever på eller nedgravet i havbunden. Bundfaunaen udgør sammen med zooplanktonet i vandmassen den primære konsument af det organiske materiale som produceres i eller tilføres til de kystnære farvande. Bundfaunaen tjener som fødekilde for en række af de økonomisk vigtigste fiskearter.

Generelt består bundfaunaen af en række arter hvis sammensætning i et givet område er et resultat af et samspil af en række faktorer, bl.a. saltholdighed, temperatur, iltkoncentration, fødeudbud, sedimentforhold og andre organismer. Da disse forhold dels varierer mellem undersøgelsesområderne og ofte over korte afstande indenfor det samme fjordsystem, vil der i modsætning til forholdene i de frie vandmasser, kun være begrænset mulighed for at foretage sammenligninger af bundfaunaens artssammensætning og udbredelse mellem forskellige farvandsafsnit.

De store naturlige variationer i de fysiske faktorer i de kystnære farvande bevirker endvidere, at bundfaunaen generelt er relativt artsfattig og domineret af arter med en stor tolerance overfor ændringer i omgivelsesfaktorerne. Dette indeværer, at faunaændringer, som følge af kulturskabte ændringer i omgivelsesfaktorerne, overvejende vil være kvantitative, og at en effektiv påvisning forudsætter eksistensen af referenceundersøgelser over et længere tidsrum.

Skønt der gennem de seneste 10 år er gennemført et relativt omfattende kortlægningsarbejde vedrørende bundfaunaens artssammensætning

i de kystnære farvande har dette arbejde som følge af manglende referencemateriale kun undtagelsesvist kunnet bruges som udgangspunkt for vurderinger af eventuelle forurenings-skabte ændringer indenfor de pågældende områder. Værdien af det udførte arbejde ligger således væsentligst i at der er skabt et referencemateriale til brug ved en løbende kontrol med bundfaunaens udvikling.

For Limfjorden, hvor der fra tidligere undersøgelser foreligger en detaljeret beskrivelse af bundfaunaens udbredelse og artssammensætning kunne det således ved en undersøgelse i 1973-75 /59/ konstateres at der siden 1950 var sket væsentlige kvantitative og kvalitative ændringer i bundfaunaen i Limfjorden som helhed, med de største ændringer i Thisted Bredning, Kås Bredning, Vodstrup Bredning, Skive Fjord og Lovns Bredning.

Ud over ændringer i ålegræssets udbredelse angives bundvendinger (frigivelse af giftige gasarter fra bunden) at være den mest sandsynlige årsag til de konstaterede ændringer.

5.8. FISK

Kendskabet til sammensætningen og mængden af fiskebestanden i i de kystnære dele af søterritoriet og kendskabet til fiskenes kvalitet er et vigtigt element i bedømmelsen af miljøkvaliteten. Disse oplysninger er nyttige både ved bedømmelse af de rekreative og de erhvervsmæssige muligheder for at udnytte disse vandområder. I den offentlige debat har diskussioner omkring forekomst af attraktive sportsfisk en stor vægt. Ligesom fiskenes og skal-dyrenes kvalitet og hygiejniske tilstand er overordentlig vigtig ved vurdering af levnedsmiddelhygiejniske problemer.

Desværre er der kun et meget begrænset grundlag for at vurdere fiskebestandens forhold og hvorledes disse er påvirket af tekniske indgreb. Der findes en del informationer i fiskeristatistikkerne, men desværre er denne information ikke særlig fyldestgørende. F.eks. undervurderes den samlede fiskemængde, når fiskeristati-

stikkerne lægges til grund, idet lyst- og visse bierhvervsfiskeres fangst ikke inkluderes. Ofte tages disse statistikker imidlertid til indtægt for stærke udsagn om miljøpåvirkning, idet enhver nedgang i fiskemængde tolkes som udtryk for virkningen af udledning af forurenende stoffer.

I de senere år er der i forbindelse med enkelte af de større recipientundersøgelser f.eks. i Køge Bugt gennemført fiskeribiologiske undersøgelser indeholdende gennemgang og vurdering af fiskeristatistikker og indsamling af viden ved feltundersøgelser. Materialet er imidlertid stadig for spinkelt til at danne grundlag for generelle udsagn om fiskenes placering ved bedømmelse af miljøkvalitet. Der er i høj grad behov for at sådanne vurderinger og undersøgelser inkluderes i de kommende års programmer for overvågning af miljøkvaliteten.

Et særligt problem, som har været omdiskuteret, er indflydelsen af spildevandsudledninger på forekomst af sår på fisk, især torsk. Der er foretaget en del sammenlignende undersøgelser af sårhyppighed hos torsk for farvandsområder, der er udsatte for forskellig belastning med forurenende stoffer. En hypotese er, at spildevandsudledningen danner grobund for en stærk vækst af fiskepatogene mikroorganismer især kulhydratholdigt spildevand er blevet fremhævet i denne forbindelse. En anden mulighed kan være, at spildevandsudledningen svækker fiskenes modstandskraft mod infektioner og dermed øger sårhyppigheden. Den sygdom, der er mest udbredt i denne forbindelse er vibriose eller rødsyge. Denne sygdom optræder imidlertid også på lokaliteter og tidspunkter, hvor der ikke forekommer mærkbare spildevandsbelastninger, og der opstår således det klassiske problem i enhver miljøundersøgelse - nemlig at adskille den naturlige forekomst fra den eventuelle kulturfremkaldte.

På trods af de ret intensive undersøgelser, der har været gennemført på dette område, har det ikke været muligt til dato at finde frem til klarhed vedrørende denne problemstilling. Der er således god grund til at inkludere opgørelser af fiskekvalitet og fiskesårhyppighed i fremtidige grundige overvågningsprogrammer.

6. ÅRSAGER OG KONSEKVENSER

6.1. ÅRSAGER

I foregående afsnit er i et vist omfang redegjort for årsagerne til de ændringer i miljøkvalitet, der har fundet sted i de kystnære farvande. De to hovedårsager er belastning med forurenende stoffer og fysiske indgreb.

Belastningen med forurenende stoffer kan inddeles i 4 elementer: belastning med organisk stof, næringsstoffer, metaller og miljøfremmede stoffer.

Belastningen med organisk stof fra spildevand har kun i meget begrænset omfang betydning for miljøkvaliteten i de kystnære marine områder, ofte er de mængder organisk stof, der produceres af planterne langt større end de udledte stofmængder, ligesom de "naturlige" iltforbrug er væsentlig større end de kultur-fremkaldte. I områder hvor den vertikale transport af ilt fra luften periodevis hæmmes, og hvor der derfor er øget sandsynlighed for forekomst af iltsvind, kan organisk stof fra en spildevandsudledning imidlertid forøge hyppighed og varighed af iltsvindet.

Endvidere kan udledning helt lokalt omkring udledningsstedet frembringe mærkbare ændringer.

Belastningen med næringsalte kan, som tidligere nævnt, bevirke en kraftig eutrofiering af nogle af vore lukkede fjorde og moderat eutrofiering i en række andre vandsystemer. Kilderne til disse næringsstoffer er imidlertid ikke blot husspildevand og industriudledninger, men i væsentlig grad afstrømning fra landbrugsområder og i nogle tilfælde atmosfærisk nedfald. Især spiller kvælstof, som er algevækstregulerende i mange vandområder, en stor rolle, idet kvælstoffet strømmer hurtigt af fra store landbrugsområder. En virkelig vidtgående reduktion af eutrofieringen i en række kystnære områder kan kun nås ved indgreb, der reducerer dette afstrømningsbidrag.

Metalbelastningen stammer dels fra lokale kilder, især industriudledninger, og dels fra det atmosfæriske nedfald, som har vist sig at være en meget væsentlig kilde. Luftbårne mængder af en række metaller udledt fra industrivirksomheder, oliefyr og biler, har således bevirket, at alle sedimentationsområder i danske kystnære farvande må antages at have metalkoncentrationer, der er forøget med op til en størrelsesorden.

Den eksisterende viden om miljøfremmede stoffers udledning og effekt i danske vandområder er meget spinkel. Disse stoffer stammer især fra industriudledninger, men kun i få tilfælde har det været muligt at kortlægge udledningens mængde og omsætningen i vore vandområder.

Fysiske ændringer i form af landvindinger, dæmningsbygning m.v. kan i nogle tilfælde spille en langt mere afgørende rolle for miljøkvaliteten end spildevandsudledninger. Som et markant eksempel kan nævnes udviklingen i Hjarbæk Fjord, der efter anlæg af Virksund dæmningen blev til et ferskvandsreservoir indeholdende en tunge af saltholdigt vand, hvori der periodevis optræder iltfrie forhold. Som følge af dette indgreb, har de biologiske forhold i området fuldstændigt ændret karakter.

6.2. RECIPIENTKVALITETSPLANER

Planlægningen af kvaliteten af de kystnære dele af søterritoriet har indtil dato haft en foreløbig karakter. Dette skyldes især, at det er vanskeligt at formulere nogle eksakte krav til de fysiske og kemiske størrelser, der svarer til en given miljøkvalitet. Typiske forslag til recipientkvalitetsplaner er f.eks. at tilstanden ikke må forværres i forhold til den nuværende, eller at et givet område skal være egnet som fiskevand til kyst- og erhvervsfiskeri. På grund af det beskedne omfang planlægningen har haft, er det ikke muligt generelt at angive om planerne er overholdt.

6.3. KONSEKVENSER

Konsekvenserne af en reduceret miljøkvalitet i de kystnære dele af søterritoriet kan inddeles i: de fredningsmæssige og naturvidenskabelige, i de æstetiske og rekreative, i de erhvervs-mæssige og i de hygiejniske.

FREDNING/NATURVIDENSKABELIG

En stofbelastning af et kystnært område kan fremkalde væsentlige ændringer af artssammensætning i det aquatiske økosystem. Dette kan endvidere få indflydelse på fugle- og pattedyrbestanden i det betragtede område, i grelle tilfælde kan sjældne arter trues eller udryddes. En for stærk belastning reducerer arealet af de områder, der kan betragtes som uberørte naturområder og som har en væsentlig naturvidenskabelig og kulturel betydning.

ÆSTETIK

En forøget belastning med forurenende stoffer forøger hyppigheden af situationer med uklart vand og med stærke opblomstringer af algearter, som ved forrådnelse giver lugtgener. Endvidere kan opskyl af tang med tilhørende lugtgener forøges.

ERHVERV

Udledninger kan påvirke fisk og skaldyrers yngle- og opvækstområder og derved nedsætte fiskeriudbyttet. Endvidere kan en reduceret miljøkvalitet lægge hindringer i vejen for dyrkning af fisk og skaldyr i de kystnære dele af søterritoriet. Væsentlige økonomiske ulemper kan være forbundet med sådanne påvirkninger. Det kan angives, at værdien af det samlede danske kystfiskeri er af størrelsesordenen 200 mio. kr/år. Herudover har yngle- og opvækstområdernes tilstand betydning for fiskeriet også i de mere åbne farvande.

HYGIEJNE

Belastninger med spildevand forøger risikoen for infektioner i forbindelse med badning og nedsætter klart den rekreative værdi. Der findes ikke til dato gode kvantitative opgørelser over infektionsrisikoen ved badning. Det er således ikke muligt at opgøre de økonomiske konsekvenser af denne risiko. F.eks. i form af forøgede antal sygedage. En dårlig badevandskvalitet vil endvidere kunne nedsætte den turistmæssige værdi af de ramte lokaliteter. Dette kan have væsentlige økonomiske konsekvenser, som der imidlertid til dato ikke findes et dansk materiale, der kan belyse.

Endvidere kan udledning af mikroorganismer og miljøfremmede stoffer medføre en levnedsmiddelhygiejnisk risiko i forbindelse med indtagelse af produkter fra de belastede områder, hvilket naturligvis også kan få væsentlige økonomiske konsekvenser.

OMKOSTNINGER/UDBYTTE

En forringet miljøkvalitet i de kystnære dele af søterritoriet kan som ovenfor nævnt have betragtelige økonomiske konsekvenser. Imidlertid kan problemstillingen ikke forenkles så meget, at der blot foretages en sammenligning mellem udgiften til forureningsbegrænsende foranstaltninger og indtægter ved erhvervsmæssig og anden udnyttelse af søterritoriet, og denne sammenligning derefter benyttes til at afgøre behovet for foranstaltninger. Dette vil sandsynligvis medføre, at der kun kan gennemføres foranstaltninger på et lavt niveau, da økonomien i forbindelse med den erhvervsmæssige udnyttelse og rekreation i almindelighed er beskednen i forhold til rensningsudgiften. Hovedbegrundelsen for at undgå en for stærk belastning af søterritoriet med forurenende stoffer bør være, at bevare værdier, der ikke uden videre kan opgøres i kroner og ører - værdier af naturvidenskabelig, fredningsmæssig og rekreativ art.

7. REFERENCER

- /1/ Spildevandsudvalget (nu VKI), ATV:
Vandkvalitetsundersøgelse i Skagen Kommune. Nov. 197.
- /2/ Isotopcentralen, ATV:
Recipientundersøgelse i Grenå og farvandet ud for Grenå og Fornæs.
Rapport nr. 4. Sammenfattende rapport. Nov. 1972. Rapport til Grenå Kommune.
- /3/ Spildevandsudvalget (nu VKI), ATV:
Recipientundersøgelser i Haderslev Kommune.
Delrapport nr. 4. Haderslev Fjord. Nov. 1970.
- /4/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Odense Fjord - Seden Strand, Kerteminde Fjord - Kertinge Nor, 1972.
- /5/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Primærproduktion og vandkemi i Roskilde Fjord og Isefjord. 1972.
Delrapport 1. Til Frederiksborg, Københavns, Roskilde og Vestsjællands Amtskommuner.
- /6/ Industrispildevandsudvalget (nu VKI), ATV:
1. og 2. rapport over recipientundersøgelser i Jammerland Bugt.
Udført for Kalundborg Købstad. 1970.
- /7/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV og Isotopcentralen, ATV:
Forundersøgelser for recipientundersøgelser i Nakskov Fjord.
Til stads- og havneingeniøren. Nakskov Kommune. Marts 1972.
- /8/ Gudenåudvalget:
Delrapport 4.1 Randers Fjord - Vandkvalitet. Bind 1 og 2.
Projektledelse: Enviroplan A/S. Jan. 1976.

- /9/ Spildevandsudvalget (nu VKI), ATV:
Primærproduktion 1971. Horsens Fjord, Vejle Fjord, Kolding Fjord, Haderslev Fjord og Åbenrå Fjord.
- /10/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelser ved Gylling Næs, 1975.
Delrapport nr. 1. Fysisk-kemiske målinger. Rapport til Elsam.
Nov. 1975.
- /11/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Primærproduktion og vandkemi i Limfjorden 1974.
Rapport til Limfjordskomiteen. Marts 1976.
- /12/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Biologiske undersøgelser ved Studstrupværket, 1977.
Rapport til Midtkraft I/S. April 1978.
- /13/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelser af Flensborg Fjord.
Delrapport nr. 6. Primærproduktion og vandkemi.
Fælleskomiteén for Flensborg Fjord.
Eget forlag. Amtshuset, Åabenrå. 1974.
- /14/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser ved Stevns - 1977
Rapport til ELKRAFT I/S. Under udarbejdelse.
- /15/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Vandkvalitetsundersøgelser i Køge Bugt 1977/78.
Delrapport nr. 19. Vandkemi. Udført for Hovedstadsrådet. 1978.
- /16/ Miljøstyrelsen:
Bæltprojektet. Kemiske og biologiske undersøgelser. Nov. 1976.
- /17/ F.L. Smidth & Co. A/S, Miljøteknisk Afdeling:
Mariager Fjord, Vandkvalitet, 1971.
Undersøgelser - vurderinger - konklusioner - forslag.
København - Mariager. 1972.

- /18/ Isotopcentralen, ATV:
Århus Bugt. Recipientkontrol 1975/76.
Rapport til Århus Kommune. April 1977.
- /19/ Botanisk Institut, Århus Universitet og Stadsingeniørens
Kontor, Århus:
Statusrapport vedr. Nodutania Spumigena undersøgelser i
Århus Bugt og Kalø Vig. Sommeren 1977.
Foreløbig delrapport. Nov. 1977.
- /20/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Statusrapport til Århus Amtskommune og Århus Kommune.
Undersøgelser i Århus Bugt og Kalø Vig. Juli-dec. 1978.
Jan. 1979.
- /21/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser i Det Sydfynske Øhav, 1975/76.
Delrapport nr. 1. Vandkemi.
- /22/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Rapport til Miljøstyrelsen. Undersøgelser i Kalundborg Fjord.
Undersøgelser i Kalundborg Fjord. Juli-aug. 1977.
Oktober 1977.
- /23/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser i Guldborgsund 1975/76.
- /24/ Isotopcentralen, ATV:
Recipientundersøgelser i Sakskøbing Fjord og Bandholm-Askø
området.
Rapport til Maribo og Sakskøbing Storkommune. Sept. 1971.
- /25/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser i Storstrømmen 1975.
Delrapport nr. 1. Fysisk-kemiske forhold.
Maj 1976.

- /26/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Sedimentundersøgelser samt undersøgelser af tungmetaller i
brunalger og muslinger i Limfjorden 1973/75.
Rapport til Limfjordskomiteén. Marts 1976.
- /27/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Kontrolundersøgelser ved Fornæs i maj 1978.
Rapport til Århus Amtskommune, Amtsvandvæsenet. Jan. 1979.
- /28/ Isotopcentralen, ATV:
Recipientundersøgelser i Århus Bugt 1971/72.
Rapport til Stadsingeniørens Kontor, Århus. Dec. 1972.
- /29/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Sediment- og bundfaunaundersøgelser i Horsens Fjord, Vejle
Fjord og nordlige del af Lillebælt. Feb. 1973.
- /30/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelser af Flensborg Fjord.
Delrapport nr. 5. Sedimentundersøgelser.
Fælleskomiteén for Flensborg Fjord. 1973.
- /31/ Funder-Schmidt, Bent, Odense Kommunes Laboratorium:
Tungmetaller som forurening i spildevand og slam samt i
sediment fra kystnære områder på Fyn. Juni 1971.
- /32/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser i Det Sydfynske Øhav 1975/76.
Delrapport nr. 6. Sedimentkemi.
- /33/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Bundfauna og sedimentkemi i Roskilde Fjord og Isefjord.
Delrapport nr. 2. Maj 1974.
- /34/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientforholdene i Isefjorden ud for Kyndbyværket.
Rapport til Elektricitetsselskabet Isefjord I/S. Dec. 1972.

- /35/ Birklund, Jørgen:
En økologisk undersøgelse af makrofaunaen i Holbæk Fjord.
Licentiatprojekt ved Københavns Universitet. 1975. Udført
på Vandkvalitetsinstituttet, ATV.
- /36/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelse i Karrebæk Fjord og Dybsø Fjord 1973.
Rapport til Storstrøms Amtskommune. Juli 1974.
- /37/ Biokon A/S:
Biologisk forureningsundersøgelse i Nakskov Fjord. Marts 1973.
- /38/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Vandkvalitetsundersøgelser i Køge Bugt 1977/78.
Delrapport nr. 8. Akkumulering af tungmetaller i sediment,
bundvegetation, bundfauna og fisk. Udarbejdet for Hovedstads-
rådet. Juli 1978.
- /39/ Isotopcentralen, ATV:
Recipientundersøgelse i Limfjorden.
Rapport til Landvæsenskommissionen, Ålborg Amts 1. område.
1970.
- /40/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelser ved Gylling Næs 1976.
Delrapport nr. 6. Tungmetaller i sediment, muslinger og alger.
Udført for Elsam. Dec. 1975.
- /41/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelse ved Stignæsværket og Skærbækværket. Bundfauna.
Rapport til Elsam. 1976.
- /42/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV og Isotopcentralen, ATV:
Recipientundersøgelse i 1971. Fåborg Fjord og farvandet
mellem Knolden og Lyø. Juli 1972.

- /43/ DeWolf, P.:
Mercury content of mussels from West European Coasts.
Mar. Poll. Bull. 6(4): 61-63, 1975.
- /44/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelse af sediment og bundfauna omkring udlednings-
området for Lynetteanlægget, 1976.
Rapport til Københavns Kommune, 1977.
- /45/ Bagge, O.:
Upublicerede data.
- /46/ Bagge, O.:
Upublicerede data.
- /47/ Phillips, D.J.H.:
The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of
trace metals in Scandinavian waters.
1. Zinc and cadmium. Mar. Biol. 43: 283-291, 1977.
2. Lead, iron and manganese. Mar. Biol. 46: 147-156, 1978.
- /48/ Phillips, D.J.H.:
Trace metals in the common mussel, *Mytilus edulis*(L),
and in the alge *Fucus vesiculosus* (L), from the region
of the Sound (Øresund).
Environ. Pollut. 18: 31-43, 1979.
- /49/ FAO/WHO:
Sixteenth report of the joint FAO/WHO expert committee
on food additives, Geneva, 4th - 12th April, 1972.
- /50/ Statens Husholdningsråd:
Vægtede gennemsnit over 8 års kostundersøgelser.
Tekniske meddelelser, 1969: 4 p. 83,
Tekniske meddelelser, 1971: 7 p. 13,
Tekniske meddelelser, 1973: 2 p. 18,
Tekniske meddelelser, 1975: 7 p. 3.

- /51/ Engberg, Å.:
Rapport over tungmetaller i fisk, 1973-75.
Statens Levnedsmiddelinstitut, Afd. f. pesticider
og forureninger. Publ. No. 33, december 1976.
- /52/ Somer, E.:
Rapport fra Isotopcentralen, ATV.
Kviksølv i fisk, 1968-1972. September 1972.
- /53/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Vandkvalitetsundersøgelser i Køge Bugt, 1977/78.
Delrapport nr. 17. Planktonalger.
Udført for Hovedstadsrådet, 1978.
- /54/ Miljøstyrelsen.
Miljørapport nr. 18. Undersøgelser vedr. forekomsten
af blågrønalgen *Nodularia spumigena* i sommeren 1977.
Samlerapport. Februar 1979.
- /55/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelser ved Gylling Næs, 1975.
Delrapport nr. 8. Produktion, Phytobenthos.
Udført for ELSAM, januar 1976.
- /56/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelser i Det Sydfynske Øhav, 1975/76.
Delrapport nr. 7. Primærproduktion.
- /57/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Recipientundersøgelse i Storstrømmen, 1975.
Delrapport nr. 3. Makrofytvegetation. Maj 1976.
- /58/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Vandkvalitetsundersøgelser i Køge Bugt. 1977/78.
Delrapport nr. 15. Mikrofyto-benthos-algeproduktion.
Udført for Hovedstadsrådet. 1978.

- /59/ Limfjordskomiteen:
Limfjordsundersøgelsen 1973-1975.
Delrapport nr. 3. Biologisk vandkvalitet i Limfjorden.
Limfjordskomiteen.
- /60/ Mathiesen, L.:
Om fastsiddende algevegetation i Århus Bugt med til-
stødende farvande.
Forureningsrådets sekr. publ. nr. 12. Recipientforhold, 1971.
- /61/ Mathiesen, L.:
Århus Bugt, 1976.
Fastsiddende algevegetation.
Rapport til Århus Amtskommune, 1977.
- /62/ Mathiesen, L. & Mathiesen, H.:
Kalø Vig, 1977.
Orienterende undersøgelse over algevegetation og
ålegræsforekomster i Kalø Vig, 1977.
Foreløbig rapport til Århus Amtskommune, 1977.
- /63/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Sedimentationsundersøgelser i Kalø Vig - 1977.
Rapport til Århus Amtskommune, 1978.
- /64/ Vandkvalitetsinstituttet, ATV:
Undersøgelse af sediment og bundfauna omkring udled-
udledningsområdet fra Lynetteanlægget, 1976.
Rapport til Københavns Kommune, juni 1977.

B I L A G

TABEL 1 - 21.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Kattegat (ud for Skagen)	/1 /	1971-72	1,2	2,8	0,7	23
Kattegat (ud for Fornæs)	/2 /	1971-72	0,7	1,8	0,0	89
Haderslev Fjord	/3 /	1970	0,9	5,8	0,1	56
Odense Fjord	/4 /	1966-72	3,0	14,6	1,0	155
Kerteminde Fjord	/4 /	1972	2,6	7,9	0,5	44
Roskilde Fjord	/5 /	1972	2,1	11,0	0,3	77
Isefjord	/5 /	1972	1,4	3,7	0,2	90
Jammerland Bugt	/6 /	1969	0,9	4,9	0,0	168
Nakskov Fjord	/7 /	1967-71	3,0	13,0	1,0	108

Tabel 1: Koncentration af BI_5 (mg O_2/l) i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Kattegat (ud for Fornæs)	/2 /	1971-72	5,0	23,0	2,8	107
Randers Fjord	/8 /	1973-74	19,9	55,0	7,0	15
Horsens Fjord	/9 /	1971	4,8	20,4	1,1	60
Vejle Fjord	/9 /	1971	3,6	9,2	1,0	60
Kolding Fjord	/9 /	1971	3,8	8,2	1,7	60
Haderslev Fjord	/9 /	1971	4,1	10,4	0,8	60
Åbenrå Fjord	/9 /	1971	3,0	5,5	2,3	60
Odense Fjord	/4 /	1972	4,5	29,7	0,7	63
Kerteminde Fjord	/4 /	1972	4,5	22,8	0,6	53
Jammerland Fjord	/6 /	1969	3,9	15,2	1,0	163

Tabel 2: Koncentrationen af glødetab (g/l) i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Randers Fjord	/ 8/	1973-74	5,4	10,5	1,6	57
Gylling Næs	/ 10/	1975	2,0	3,7	0,6	32
Odense Fjord	/ 4/	1966-71	11,4	26,0	4,0	108
Nakskov Fjord	/ 7/	1967-71	14,0	36,0	8,0	107

Tabel 3: Koncentrationen af kemisk iltforbrug (MNO_4) i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden	/ 11/	1975	6,5	49,0	1,0	400
Kalø Vig	/ 12/	1977	6,1	11,3	4,1	78
Gylling Næs	/ 10/	1975	4,6	20,0	2,0	195
Flensborg Fjord(indre)	/ 13/	1972	12,0	65,0	3,0	79
- - (ydre)	/ 13/	1972	11,9	40,0	3,0	76
Stevns	/ 14/	1977	6,0	8,4	4,1	42
Køge Bugt	/ 15/	1977-78	5,0	7,2	2,2	96

Tabel 4: Koncentrationen af total organisk kulstof (mg C/l) i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Vesterhavet (ud for Tyborøn)	/11/	1974	430	810	170	21
Limfjorden (*Hjarbæk Fj.)	/11/	1974	600	2050	170	1060
Hjarbæk Fjord	/11/	1974	1600	8900	940	36
Skive Fjord	/11/	1974	700	1330	500	66
Nissum Bredning	/11/	1974	420	760	320	26
Kattegat (ud for Hals)	/11/	1974	390	630	220	18
- (vestl.del)	/16/	1975-77	320	840	70	448
Mariager Fjord	/17/	1973	710	2110	80	101
Randers Fjord	/ 8/	1974	3910	34900	210	137
Kattegat (ud for Fornæs)	/ 2/	1971	350	1560	30	98
Århus Bugt	/18,19,20/	1975-78	320	1270	130	342
Kalø Vig	/18,19,20,12/	1975-78	340	810	180	167
Gylling Næs	/10/	1975	360	800	220	288
Horsens Fjord	/ 9/	1971	500	900	250	60
Vejle Fjord	/ 9/	1971	440	1370	250	60
Kolding Fjord	/ 9/	1971	480	1760	190	60
Haderslev Fjord	/ 9/	1971	740	1950	170	60
Åbenrå Fjord	/ 9/	1971	440	1130	100	60
Lillebælt	/16/	1975-77	370	690	140	254
Flensborg Fjord(indre)	/13/	1972	770	3500	330	55
- - (ydre)	/13/	1972	330	780	120	70
Nybøl Nor	/13/	1972	560	1100	340	49
Østersøen(vest.del)	/16/	1975-77	320	810	110	585
Odense Fjord	/ 4/	1966-72	1340	8200	130	702
Kerteminde Fjord	/ 4/	1972	920	5280	120	54
Store Bælt	/16/	1975-77	330	710		607

forts./

tabel 5, fortsat

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Sydfynske Øhav	/21/	1975	390	1860	100	840
Roskilde Fjord(indre)	/ 5/	1972	1580	8340	860	40
- - (ydre)	/ 5/	1972	750	1750	260	40
Isefjord	/ 5/	1972	790	2900	120	66
Kalundborg Fjord	/22/	1977	360	560	200	48
Jammerland Bugt	/ 6/	1969	670	3500	100	143
Nakskov Fjord	/ 7/	1967-71	6920	21000	1200	107
Guldborg Sund	/23/	1975-76	540	1270	230	169
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	1050	15100	30	82
Storstrømmen	/25/	1975	360	1060	130	326
Stevns	/14/	1977	300	600	200	42
Køge Bugt	/15/	1977-78	340	680	180	96
Øresund	/16/	1975-77	330	710	40	295

Tabel 5: Koncentrationen af total-kvælstof ($\mu\text{g N/l}$) i 0-10 m's dybde i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Vesterhavet (ud for Tyborøn)	/11/	1974	75	140	54	21
Limfjorden (%Hjarbæk Fj.)	/11/	1974	103	270	46	1060
Hjarbæk Fjord	/11/	1974	210	2660	49	36
Skive Fjord	/11/	1974	130	220	58	34
Nissum Bredning	/11/	1974	91	190	53	26
Kattegat (ud for Hals)	/11/	1974	80	180	43	19
- (vestl.del)	/16/	1975-77	27	100	7	473
Mariager Fjord	/17/	1973	175	290	40	100
Randers Fjord	/ 8/	1974	326	2390	20	137
Kattegat (ud for Fornæs)	/ 2/	1971	38	167	4	97
Århus Bugt	/18,19,1975-78 20/		39	373	7	357
Kalø Vig	/18,19,1975-78 20,12/		35	170	15	117
Gylling Næs	/10/	1975	30	90	10	285
Horsens Fjord	/ 9/	1971	121	353	29	60
Vejle Fjord	/ 9/	"-	95	241	29	60
Kolding Fjord	/ 9/	"-	111	396	18	60
Haderslev Fjord	/ 9/	"-	236	752	25	60
Åbenrå Fjord	/ 9/	"-	50	192	8	60
Lillebælt	/16/	1975-77	33	81	6	272
Flensborg Fjord (indre)	/13/	1972	212	930	70	55
- - (ydre)	/13/	"-	54	230	19	70
Nybøl Nor	/13/	"-	139	390	58	49
Østersøen (vestl.del)	/16/	1975-77	25	60	5	593
Odense Fjord	/ 4/	1972	225	1000	15	67
Kerteminde Fjord	/ 4/	"-	116	520	10	53
Store Bælt	/16/	1975-77	30	94	6	642

forts./

tabel 6, fortsat

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Sydfynske Øhav	/21/	1975	52	390	10	858
Roskilde Fjord(indre)	/ 5/	1972	1130	4900	283	41
- - (ydre)	/ 5/	1972	350	2200	30	41
Isefjord	/ 5/	1972	104	1300	10	87
Kalundborg Fjord	/22/	1977	44	82	7	48
Nakskov Fjord	/ 7/	1973	112	550	20	97
Guldborg Sund	/23/	1975-76	108	425	15	169
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	152	1240	16	112
Storstrømmen	/25/	1975	56	260	8	326
Stevns	/14/	1977	23	47	8	42
Køge Bugt	/15/	1977-78	31	132	5	96
Øresund	/16/	1975-77	29	85	8	320

Tabel 6: Koncentrationen af total-fosfor ($\mu\text{g P/l}$) i 0-10 m's dybde i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1974	22	57	3,9	50
Kattegat (ved Fornæs)	/ 2/,/27/	1971-78	4,3	15	1,0	23
Århus Bugt-Kalø Vig	/28/,/18/	1971-76	33	84	3,0	40
Horsens Fjord	/29/	1972	42	46	37,0	2
Vejle Fjord	/29/	1972	17	29	5,3	2
Kolding Fjord	/29/	1972	78	110	45,0	2
Flensborg Fjord	/30/	1972	23	55	0,4	72
Odense Fjord	/31/,/ 4/	1970-72	21	49	5,5	17
Kerteminde Fjord	/ 4/	1972	10	20	2,8	3
Nyborg Fjord	/31/	1970	38	77	6,1	8
Svendborg Sund	/31/	1970-71	23	39	7,7	6
Sydfynske Øhav (hele området)	/32/	1975	59	440	4,0	32
Fåborg Fjord	/31/	1970	803	2770	79,0	4
Torø Vig	/31/	1970	23	57	10,0	6
Roskilde Fjord	/33/	1973	150	610	19,0	5
Isefjord	/33/,/34/	1972-73	12	25	0,3	6
Holbæk Fjord	/35/	-"-	14	22	4,0	13
Karrebæk- og Dybsø Fjord	/36/	1973	26	103	2,4	19
Nakskov Fjord (indre)	/37/	1973	19	24	11,0	3
Køge Bugt	/38/	1978	32	8,6	0,6	15

Tabel 7: Koncentrationen af chrom i overfladesedimenter (0-5 cm) fra kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MID.	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1974	92	370	9	50
"- (ved Ålborg)	/39/	1969	142	1050	29	23
Randers Fjord	/ 8/	1974	607	735	478	2
Kattegat (ud for Fornæs)	/2,27/	1971-78	21	93	6,8	23
Århus Bugt-Kalø Vig	/28,18/	1971-76	85	289	7,5	41
Gylling Næs	/40/	1975	16	37	3	5
Horsens Fjord	/29/	1972	220	270	170	2
Vejle Fjord	/29/	1972	115	220	30	2
Kolding Fjord	/29/	1972	210	230	190	2
Flensborg Fjord	/30/	1972	190	710	5	72
Odense Fjord	/31,4/	1970-72	92	258	17	19
Kerteminde Fjord	/4/	1972	92	230	13	3
Nyborg Fjord	/31/	1970	232	963	19	8
Svendborg Sund	/31/	1970-74	61	211	17	6
Sydfynske Øhav (hele omr.)	/32/	1975	171	620	12	31
Fåborg Fjord	/31/	1970	343	556	130	4
Torø Vig (Assens)	/31/	1970	109	360	17	6
Roskilde Fjord	/33/	1973	180	370	110	5
Isefjord	/33,34/	1972-73	62	130	9,7	6
Holbæk Fjord	/35/	1972-73	126	190	31	13
Karrebæk- og Dybsø Fjord	/36/	1973	102	412	7,7	19
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	11	16	6,2	4
Nakskov Fjord (indre del)	/37/	1973	157	252	73	3
Køge Bugt	/38/	1978	15	67	2,2	15

Tabel 8: Koncentrationen af zink i overfladesedimenter (0-5 cm)
mg Zn/kg Tørstof.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1974	20	194	2,9	50
- (ved Ålborg)	/39/	1969	1,0	1,5	0,5	23
Mariager Fjord	/17/	1973	41,0	55,0	28,0	6
Randers Fjord	/ 8/	1974	52,0	69,0	34,0	23
Kattegat (ved Fornæs)	/ 2/, /27/	1971-78	2,7	11,0	0,7	27
Gylling Næs	/40/	1975	1,9	5,1	1,0	5
Horsens Fjord	/29/	1972	42,0	55,0	29,0	2
Vejle Fjord	/29/	1972	59,0	80,0	37,0	2
Kolding Fjord	/29/, /41/	1972-75	20,0	42,0	2,2	35
Flensborg Fjord	/30/	1972	46,0	220,0	2,3	72
Odense Fjord	/31/, / 4/	1970-72	20,0	53,0	1,2	19
Kerteminde Fjord	/ 4/	1972	17,0	43,0	2,4	3
Nyborg Fjord	/31/	1970	47,0	137,0	4,6	8
Svendborg Sund	/31/	1970-71	18,0	72,0	5,0	6
Sydfynske Øhav (hele området)	/32/	1975	28,0	88,0	0,04	30
Fåborg Fjord	/31/	1970	90,0	160,0	27,0	4
Torø Vig (Assens)	/31/	1970	24,0	90,0	5,0	6
Roskilde Fjord	/33/	1973	29,0	51,0	19,0	6
Isefjord	/33,34/	1972-73	12,0	24,0	2,1	6
Holbæk Fjord	/35/	-"-	31,0	42,0	8,0	13
Agersø Sund	/41/	1975	17,0	70,0	1,0	33
Karrebæk- og Dybsø Fjord	/36/	1973	17,0	83,0	0,9	19
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	0,9	1,2	0,7	4
Nakskov Fjord (indre)	/37/	1973	30,0	45,0	16,0	3
Køge Bugt	/38/	1978	3,0	12,0	0,5	15

Tabel 9: Koncentrationen af kobber i overfladesedimenter (0-5 cm) i mg Cu/kg Tørstof.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1974	47	230	1	50
" (ved Ålborg)	/39/	1969	83	922	19	23
Mariager Fjord	/17/	1973	66	81	52	6
Randers Fjord	/8/	1974	78	100	56	2
Kattegat (ud for Fornæs)	/27/	1978	8	23	2,5	15
Århus Bugt-Kalø Vig	/28/,/18/	1971-76	24	64	0,4	41
Gylling Næs	/40/	1975	5,9	17	1,2	5
Horsens Fjord	/29/	1972	40	48	31	2
Vejle Fjord	/29/	1972	37	64	9	2
Kolding Fjord	/29/	1972	56	56	56	2
Flensborg Fjord	/30/	1972	62	300	2	72
Odense Fjord	/31/,/4/	1970-72	21	64	1	19
Kerteminde Fjord	/4/	1972	28	78	1	3
Nyborg Fjord	/31/	1970	41	114	5	8
Svendborg Sund	/31/	1970-74	15	33	4	6
Sydfynske Øhav (hele området)	/32/	1975	48	196	0,01	31
Fåborg Fjord	/31/	1970	26	45	7	4
Torø Vig (Assens)	/31/	1970	33	88	7	6
Roskilde Fjord	/33/	1973	25	51	8	5
Isefjord	/33/,/34/	1972-73	11	32	1	6
Holbæk Fjord	/35/	1972-73	37	63	6	13
Karrebæk- og Dybsø Fjord	/36/	1973	23	63	5	19
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	2	2	1	4
Nakskov Fjord (indre del)	/27/	1973	36	65	15	3
Køge Bugt	/38/	1978	8	35	1	15

Tabel 10: Koncentrationen af bly i overfladesedimenter, (0-5 cm), mg Pb/kg Tørstof.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden	/26/	1974	2,1	3,3	0,9	50
Randers Fjord	/8/	1974	1,4	1,8	1,0	2
Århus Bugt-Kalø Vig	/28//,18/	1971-76	1,4	9,2	0,2	30
Gylling Næs	/40/	1975	0,1	0,3	0,05	5
Horsens Fjord	/29/	1972	2,0	2,1	1,8	2
Vejle Fjord	/29/	1972	1,6	2,0	1,1	2
Kolding Fjord	/29/	1972	2,7	2,8	2,6	2
Flensborg Fjord	/30/	1972	1,3	4,6	0,1	72
Odense Fjord	/31//,4/	1970-72	3,9	12,7	1,6	19
Kerteminde Fjord	/4/	1972	1,2	3,1	0,1	3
Nyborg Fjord	/31/	1970	6,3	16,4	1,5	8
Svendborg Sund	/31/	1970-71	1,4	2,2	0,5	4
Sydfyndke Øhav (hele området)	/32/	1975	2,0	6,8	0,01	32
Fåborg Fjord	/31/	1970	6,5	9,6	2,0	4
Torø Vig (Assens)	/31/	1970	2,3	3,3	1,0	6
Roskilde Fjord	/33/	1973	2,8	4,0	1,2	5
Isefjord	/33//,34/	1972-73	1,0	2,0	0,4	6
Holbæk Fjord	/35/	1972-73	2,3	3,5	1,3	13
Karrebæk- og Dybsø Fjord	/36/	1973	2,6	6,5	0,1	19
Køge Bugt	/38/	1978	0,8	1,2	0,03	15

Tabel 11: Koncentrationen af cadmium i overfladesedimenter, (0-5 cm),
mg Cd/kg Tørstof.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1974	0,59	5,70	0,04	50
Limfjorden (ved Ålborg)	/39/	1969	0,29	1,00	0,01	23
Kattegat (ud for Skagen By)	/1/	1971	0,15	0,42	0,01	8
Mariager Fjord	/17/	1971	0,68	1,90	0,20	5
Randers Fjord	/8/	1974	0,27	0,33	0,21	2
Kattegat (ved Fornæs)	/2/,/27/	1971-78	0,03	0,35	0,01	47
Århus Bugt-Kalø Vig	/28/,/18/	1971-76	0,28	1,26	0,03	37
Gylling Næs	/40/	1975	0,008	0,024	0,001	5
Horsens Fjord	/29/	1972	0,28	0,34	0,21	2
Vejle Fjord	/29/	1972	0,28	0,45	0,11	2
Kolding Fjord	/29/	1972	0,72	0,87	0,56	2
Flensborg Fjord	/30/	1972	0,55	3,50	0,05	71
Odense Fjord	/4/	1972	0,48	0,77	0,18	2
Kerteminde Fjord	/4/	1972	0,18	0,26	0,10	2
Sydfynske Øhav (hele området)	/32/	1975	0,28	1,80	0,02	33
Fåborg Fjord	/42/	1971	0,20	0,38	0,05	3
Roskilde Fjord	/33/	1973	0,53	1,80	0,15	5
Isefjord	/33/,/34/	1972-73	0,24	0,69	0,10	6
Holbæk Fjord	/35/	1972-73	0,41	0,77	0,14	13
Karrebæk- og Bybsø Fjord	/36/	1973	0,50	2,20	0,10	19
Sakskøbing Fjord	/24/	1970	0,18	0,35	0,01	4
Nakskov Fjord (indre del)	/27/	1973	0,56	1,00	0,11	2
Køge Bugt	/38/	1978	0,04	0,24	0,01	15

Tabel 12: Koncentrationen af kviksølv i overfladesedimenter, (0-5 cm),
mg Hg/kg Tørstog

METAL BERIGELSE	CHROM Mg Cr/kg Tørstof	ZINK Mg Zn/kg Tørstof	KOBBER Mg Cu/kg Tørstof	BLY Mg Pb/kg Tørstof	CADMIUM Mg Cd/kg Tørstof	KVIKSØLV Mg Hg/kg Tørstof
INGEN-SVAG	< 20	< 75	< 20	< 20	< 2,0	< 0,25
MIDDEL	20-50	75-200	20-40	20-50	2-3	0,25-0,5
STOR	> 50	> 200	> 40	> 50	> 3	> 0,5

Tabel 13: Fordelingsnøgle for berigelse af overfladesedimenter med chrom, zink, kobber, bly, cadmium og kviksølv i kystnære danske farvande.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Fanø	/43/	1972	0,74*	0,91*	0,56*	4
Vesterhavet (Blåvand- Hanstholt)	/43/	1972	0,67*	0,91*	0,43*	5
Limfjorden (hele området)	/26/	1975	0,11	0,25	0,02	11
- v.Ålborg	/39/	1970	0,12	1,38	0,13	7
Ålborg Bugt	/43/	1972	0,85*	1,33*	0,42*	5
Gylling Næs	/40/	1974	0,18	0,23	0,13	2
Køge Bugt	/38/	1977	0,55	0,70	0,38	10
Øresund (v.Kongedybet)	/44/	1976	0,60	1,00	0,30	10
- (v.Skovshoved)	/45/	1972	0,17	0,48	0,03	14
Østersøen (v. Rønne)	/46/	1975	0,29	0,29	0,29	3

Tabel 14: Koncentrationen af kviksølv i blåmusling (*Mytilus edulis*) fra kystnære danske farvande (mg Hg/kg Tørvægt af bløddele).

* Omregnet fra vådvægt ved multiplikation med 7.

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1975	3,0	8,6	0,5	14
Æbeltoft Vig	/47/	1976	0,5			10
Århus Bugt	/47/	-	0,8			10
Gylling Næs	/40/	1974	1,1	1,9	0,25	2
Gylling Næs	/47/	1976	1,2			10
Nyborg Fjord	/47/	1976	0,6			10
Båring Vig	/47/	1976	0,7			10
Roskilde Fjord	/47/	1976	1,0			10
Nyrup Bugt	/47/	1976	0,5			10
Jammerland Bugt	/47/	1976	0,8			10
Korsør Nor	/47/	1976	1,1			10
Fakse Bugt	/47/	1976	2,4			10
Øresund (v.Stevns)	/48/	1977	3,3			10
Køge Bugt	/47 / , / 48/	1976-77	2,3			20
- -	/38/	1977	6,3	9,2	3,6	10
Øresund (v.Dragør)	/48/	1977	5,0			10
- (v.Kongedybet)	/44/	1976	2,4	3,6	1,9	10
- (v.København)	/47 / , / 48/	1976-77	0,8			20
- (v.Skovshoved)	/45/	1972	4,3	8,5	1,2	14
- (v.Tårbæk)	/47 / , / 48/	1976-77	1,3			20
Nivå Bugt	/47 / , / 48/	1976-77	2,0			20
Øresund (v.Helsingør)	/47 / , / 48/	1976-77	0,9			20
Kattegat (v.Gilleleje)	/48/	1977	1,5			10
Østersøen (v.Rønne)	/46/	1975	6,0	6,4	5,5	2

Tabel 15: Koncentrationen af cadmium i blåmusling (*Mytilus edulis*) fra kystnære danske farvande (mg Cd/kg Tørvægt af bløddele).

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (v.Ålborg)	/39/	1970	6,5	12,0	2,5	7
Æbeltoft Vig	/47/	1976	32,0			10
Århus Bugt	/47/	1976	32,0			10
Gylling Næs	/40/	1974	0,5	0,5	0,5	2
- -	/47/	1976	54,0			10
Nyborg Fjord	/47/	1976	5,0			10
Båring Vig	/47/	1976	29,0			10
Roskilde Fjord	/47/	1976	5,0			10
Nyrup Bugt	/47/	1976	3,0			10
Jammerland Bugt	/47/	1976	10,0			10
Korsør Nor	/47/	1976	9,0			10
Fakse Bugt	/47/	1976	66,0			10
Øresund (v.Stevns)	/47/	1977	120,0			10
Køge Bugt	/47/,/48/1976-77		75,0			20
- -	/38/	1977	11,0	21,0	2,5	10
Øresund (v.Dragør)	/48/	1977	125,0			10
- (v.København)	/47/,/48/1976,77		22,0			20
- (v.Skovshoved)	/45/	1972	20,0	36,8	8,1	14
- (v.Tårbæk)	/47/,/48/1976-77		17,0			20
Nivå Bugt	/47/,/48/1976-77		26,0			20
Øresund (v.Helsingør)	/47/,/48/ -"-		22,0			20
Kattegat (v.Gilleleje)	/48/	1977	79,0			10
Østersøen (v.Rønne)	/46/	1975	14,0	17,0	10,0	2

Tabel 16: Koncentrationen af bly i blåmusling (*Mytilus edulis*) fra kystnære danske farvande (mg Pb/kg Tørvægt af bløddele).

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26/	1975	186	574	63	17
- (v.Ålborg)	/39/	1970	234	258	156	7
Æbeltoft Vig	/47/	1976	21			10
Århus Bugt	/47/	1976	42			10
Gylling Næs	/40/	1974	200	200	200	2
- -	/47/	1976	86			10
Nyborg Fjord	/47/	1976	30			10
Båring Vig	/47/	-"-	43			10
Roskilde Fjord	/47/	-"-	97			10
Holbæk Fjord	/35/	1974	118	218	74	33
Nyrup Bugt	/47/	1976	37			10
Jammerland Bugt	/47/	-"-	26			10
Korsør Nor	/47/	-"-	65			10
Fakse Bugt	/47/	-"-	98			10
Øresund (v.Stevns)	/48/	1977	146			10
Køge Bugt	/47/,/48/	1976-77	126			20
- -	/38/	1977	172	251	111	10
Øresund (v.Dragør)	/48/	1977	211			10
- (v.Kongedybet)	/44/	1976	164	246	120	10
- (v.København)	/47/,/48/	1976-77	74			20
- (v.Skovshoved)	/45/	1972	247	319	205	14
- (v.Tårbæk)	/47/,/48/	1976-77	108			20
Nivå Bugt	/47/,/48/	-"-	167			20
Øresund (v.Helsingør)	/47/,/48/	-"-	71			20
Kattegat (v.Gilleleje)	/48/	1977	125			10
Østersøen (v.Rønne)	/46/	1975	1205	2100	310	2

Tabel 17: Koncentrationen af zink i blåmusling (*Mytilus edulis*) fra kystnære danske farvande (mg Zn/kg Tørvægt af bløddele).

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Limfjorden (hele området)	/26 /	1975	9,7	33,0	5,1	35
Limfjorden (v. Ålborg)	/39 /	1970	4,4	10,3	1,1	7
Gylling Næs	/40 /	1974	8,9	9,1	8,6	2
Kolding Fjord	/41 /	1975	7,1	8,0	6,3	6
Holbæk Fjord	/35 /	1974	13,1	49,0	3,6	33
Agersø Sund	/41 /	1975	12,9	14,6	11,5	8
Køge Bugt	/38 /	1977	8,7	13,0	5,1	10
Øresund (v. Kongedybet)	/44 /	1976	11,0	13,0	9,0	10
- (v. Skovshoved)	/45 /	1972	19,2	51,2	7,9	14
Østersøen (v. Rønne)	/46 /	1975	228,0	410,0	46,0	2

Tabel 18: Koncentrationen af kobber i blåmusling (*Mytilus edulis*) fra kystnære danske farvande (mg Cu/kg Tørvægt af bløddele).

OMRÅDE	FILET		LEVER		ANTAL VÆRDIER
	MIDDEL	KONC. OMRÅDE	MIDDEL	KONC. OMRÅDE	
Isefjord + Sejø Bugt	0,05	<0,03-0,14	< 0,10	0,08-< 0,13	11
Storebæltskyst	0,14	0,10-0,33	0,03	0,08-0,13	7
Suså-området (Karrebæk)	0,22	0,13-0,41	0,11	0,09-0,26	8
Vordingborg-Strøby	0,13	0,05-0,29	< 0,10	0,08-0,16	10
Køge Bugt	0,28	0,25-0,41	0,17	0,16-0,19	6
S-Ø-N-kyst af Amager	0,43	0,28-0,70	0,22	0,13-0,43	8
Københavns Havn	0,72	0,32-1,53	0,36	< 0,10-1,6	19
Skovshoved-Snekkersten	0,29	0,05 0,17	0,04	< 0,10-0,11	13
Helsingør-Gilleleje	0,06	<0,05-0,17	0,04	< 0,10-0,11	3
Roskilde Fjord	0,03	<0,04	-	-	2
Åbne farvande	0,18	0,04-0,50	-	-	54

Tabel 19: Koncentrationen af kviksølv (mg Hg/kg friskvægt) i skrubbefilet og -lever fra kystfarvande omkring Sjælland 1973-74. (Efter / /).

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VERDIER
Vesterhavet (ud for Tyborøn)	/11/	1974	3,8	8,7	0,6	18
Limfjorden (hele området)	/11/	1974	3,5	99,0	0,0	597
Hjarbæk Fjord	/11/	1974	29,0	99,0	1,4	32
Skive Fjord	/11/	1974	3,0	15,1	1,6	30
Nissum Breeding	/11/	1974	1,7	9,4	0,5	21
Kattegat (ud for Hals)	/11/	1974	1,1	2,7	0,4	12
Kattegat (vestlige del)	/16/	1975-77	2,9	24,3	0,1	239
Århus Bugt	/19 /, /20 /	1977-78	2,1	8,0	0,3	222
Kalø Vig	/12 /, /19 /, /20 /	1977-78	3,1	10,1	1,0	189
Gylling Næs	/20/	1975	2,9	11,8	0,1	281
Lillebælt	/16/	1975-77	2,8	11,5	0,4	156
Flensborg Fjord (indre)	/13/	1972	4,4	21,5	0,0	49
Flensborg Fjord (ydre)	/13/	1972	2,2	7,1	0,3	53
Nybøl Nor	/13/	1972	5,7	15,5	0,3	18
Østersøen (vestlige del)	/16/	1975-77	3,0	20,3	0,3	303
Sydfynske Øhav	/21/	1975	2,5	13,4	0,0	494
Store Bælt	/16/	1975-77	2,7	15,9	0,2	260
Roskilde Fjord (indre)	/ 5 /	1972	13,9	60,5	0,0	38
Roskilde Fjord (ydre)	/ 5 /	1972	3,2	9,2	0,0	34
Isefjord	/ 5 /	1972	3,9	15,6	0,0	34
Kalundborg Fjord	/22/	1977	4,1	7,7	0,5	12
Guldborg Sund	/23/	1975-76	9,8	88,0	0,3	134
Størstrømmen	/25/	1975	2,0	13,6	0,1	143

Tabel 20: Koncentrationen af planktonalger, målt som klorofyl-a, (ug/l) i 0-10 m's dybde.

(fortsættes)

OMRÅDE	REF.	ÅR	MIDDEL	MAX.	MIN.	ANTAL VÆRDIER
Stevns	/14/	1977				
Køge Bugt	/53/	1977-78	1,6	9,8	0,1	96
Øresund	/16/	1975-77	1,5	9,1	0,1	216

Tabel 20:.. Koncentrationen af planktonalger, målt som klorofyl-a, (ug/l (fortsat) i 0-10 m's dybde

OMRÅDE	REF	ÅR	DYBDE M	PRODUKTION AF ORGANISK STOF, g C/m ² /år		
				STØRRE ALGER OG PLANTER	ENCELLEDE DYR PÅ HAVBUNDEN	PLANTE- PLANKTON
Gylling Næs	/55/	1975	2-10	10-150	25-125	10-125
Sydfynske Øhav	/56/	1975	2-6	30-320 (80%*)	15-75 (15%)	0-35 (5%)
Guldborg Sund	/23/	1975-76	2-4	60-155	ikke målt	35-115
Storstrømmen	/57/	1975	2-4	60-200	ikke målt	35-80
Køge Bugt	/58/	1977	2-6	5-390 (8%)	5-15 (2%)	-80 (90%)

* angiver % af den totale produktion i undersøgelsesområdet

Tabel 21: Produktion af organisk stof fordelt på større alger og planter (makrovegetation), encellede alger på havbunden (microphytobenthos) og planktonalger i en række kystnære danske farvande.