



PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS- ÖVERVAKNING — PMK

Utsjöprogrammet under 1989

NATIONAL OPEN SEA MONITORING
Results from 1989

PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS-
ÖVERVAKNING — PMK
Utsjöprogrammet
Rapport från verksamheten under 1989

NATIONAL SWEDISH PROGRAMME FOR MONITORING
OF ENVIRONMENTAL QUALITY
Open Sea Program
Report from the activities in 1989

Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius,
Lotta Fyrberg, Bo Juhlin, Håkan Palmén,
Bengt Yhlen

SMHI, Oceanografiska laboratoriet, Göteborg

Issuing Agency SMHI S-601 76 NORRKÖPING Sweden	Report number RO 11 (1990) Report date April 1990	
Author (s) Stig R. Carlberg, Sven Engström, Stig H. Fonselius, Lotta Fyrberg, Bo Juhlin, Håkan Palmén och Bengt Yhlen.		
Title (and Subtitle) Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK; Utsjöprogrammet. Rapport från verksamheten under 1989. National Open Sea Monitoring; Results from 1989.		
Abstract This report describes a project for environmental monitoring in the sea areas around Sweden. The greater part of the results from the project described here are also reported as a national Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission. At a number of regular cruises in the Kattegat, the Sound (Öresund), the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia physical, chemical and biological parameters are studied in water samples, zoobenthos is studied in sediment grab samples and samples of fish and mussels are collected for the determination of harmful substances. The temperature of the sea surface layer was higher than normal the whole year; 1- 2 °C above the long term mean value for the period 1968 - 1985. The oxygen conditions in the south eastern Kattegat once again were unfavorable in late summer and early autumn. However, in comparison with the situation in 1988, a smaller area was affected and in general the lowest concentrations were not as low as in that year. In the Baltic Proper the bad oxygen situation in the deep water prevailed the whole year. No major inflow of oxygen rich water occurred to ventilate the deep basins. In the Bornholm Basin hydrogen sulphide was present under the halocline (with an extension into the Hanö Bight) almost the whole year; in the Eastern Gotland Basin hydrogen sulphide has been present in the bottom water for more than 12 years continuously and in the eastern part of the Northern Central Basin hydrogen sulphide was present the whole 1989. In the Landsort Deep hydrogen sulphide was detected only during a short period in the late summer. Nutrient conditions did not show any remarkable changes during 1989. During the winter period phosphate and nitrate are present in about usual concentrations, which decrease to near detection limit during the production period in the spring and early summer. In general there is an increasing trend of nitrate and phosphate in the surface waters of the Kattegat and the Baltic Proper, while the silicate in the Baltic shows a decreasing trend. The analyses of petroleum hydrocarbons showed roughly the same concentrations as during the previous last years.		
Key words Baltic Sea, Baltic Monitoring Programme, PMK, marine environmental monitoring, oceanography, hydrography, salinity, trends, oxygen conditions, hydrogen sulphide, phosphate, nitrogen compounds, nutrients, eutrophication, petroleum hydrocarbons, phytoplankton, zooplankton, primary production, chlorophyll, meiofauna, environmental contaminants, harmful substances.		
Supplementary notes	Number of pages 47	Language Swedish and English
ISSN and title 0283 - 1112 SMHI Reports Oceanography		
Report available from: SMHI Oceanographical Laboratory P.O. Box 2212 S-403 14 Göteborg Sweden		

INNEHÅLL

	Sida
1. Sammanfattning av projektet och resultat	1
<i>Short description of the environment monitoring programme and a summary of its results</i>	2
2. Verksamhetsberättelse (<i>Activity report</i>)	
2.1 Allmänt om organisation och administration (<i>General</i>)	5 (7)
2.2 Fältverksamhet (<i>Field work</i>)	9 (10)
2.2.1 Egna expeditioner (<i>Research vessels</i>)	9 (10)
2.2.2 Provtagning från isbrytare (<i>Ice-breakers</i>)	11 (11)
2.2.3 Kustbevakningen (<i>The Coast Guard</i>)	11 (12)
2.2.4 Miljögiftsprovtagning (<i>Environmental contaminants</i>)	12 (13)
2.3 Dataverksamheten (<i>Computer support</i>)	14 (16)
2.4 Nationellt och internationellt samarbete (<i>Cooperation</i>)	17 (18)
2.5 Personal och ekonomi (<i>Staff and economy</i>)	18 (18)
3. Resultat och diskussion (<i>Results and discussion</i>)	
3.1 Oceanografi (<i>Oceanography</i>)	19 (34)
3.2 Petroleumkolväten (<i>Pertoleum hydrocarbons</i>)	40 (43)
3.3 Bottenfauna (<i>Bottom fauna</i>)	43 (43)
4. Särskilda studier (<i>Special studies</i>)	
4.1 Patchiness (<i>Patchiness</i>)	44 (45)
4.2 Om planktonblomningen på västkusten (<i>Plankton bloom</i>)	46 (46)
5. Publikationer och föredrag (<i>Publications and presentations</i>)	47 (47)

1. SAMMANFATTNING AV PROJEKT OCH RESULTAT

I denna rapport beskrivs en verksamhet med miljöövervakning i de öppna havsområdena runt Sverige från Kattegatt till nordligaste delen av Bottenhavet. SMHI utför arbetet på uppdrag av Naturvårdsverket, eftersom verksamheten ingår i det nationella programmet för övervakning av miljö kvalitet - PMK. Större delen av resultaten överlämnas som ett svenskt bidrag till Helsingforskommissionens program för övervakning av Östersjöns marina miljö (BMP - Baltic Monitoring Programme).

Övervakningen utförs genom att prover insamlas under regelbundna expeditioner i Kattegatt, Öresund, Östersjön och Bottniska Viken. Fysikaliska, kemiska och biologiska parametrar bestäms i vattenprover, bottenfaunan studeras i sedimentprover och prover av fisk och musslor insamlas för bestämning av olika miljögifter.

Arbetet utförs helt integrerat med den löpande oceanografiska verksamheten vid SMHI. Genom detta blir resultaten av SMHIs eget undersökningsprogram tillgängliga för miljöövervakningen. Därför innehåller denna rapport betydligt mer information än vad PMK finansierar.

Hösten 1988 var mild i nästan hela landet. Vintern blev mycket mild i de södra delarna av landet med måttliga mängder nederbörd. Endast i norra delen av landet föll nederbörden som snö i någon betydande mängd. Under våren och sommaren var det något varmare och torrare än normalt. Hösten var lika mild som under de två föregående åren men mestadels med lite mindre nederbörd.

Havsisens utbredning anses vara den minsta sedan de regelbundna observationerna började.

Temperaturen i havsvattnet blev därför högre än normalt under hela året och mest märkbart under vinter- och höstmånaderna. Temperaturerna har inom hela havsområdet legat ca 1 - 2 grader högre än långtidsmedelvärdet för perioden 1968 - 85.

Oxygenförhållandena i Kattegatt präglades återigen av en temporär nedgång i den sydöstra delen under sensommar och tidig höst. I jämförelse med 1988 var det mindre arealer som berördes och generellt sett var de lägsta halterna inte så låga som under 1988. I Östersjön fortsatte de dåliga oxygenförhållandena i djupvattnet under hela året. Inte heller under 1989 inträffade något betydande inflöde av oxygenrikt vatten som kunde ventileras djupbassängerna. I Bornholmsbassängen fanns svavelväte (med förgrening in i Hanöbukten) under språngskiktet nästan hela året; i den östra Gotlandsbassängen är det nu mer än 12 år sedan det senast fanns oxygen i bottenvattnet och i den östra delen av norra centralbäckenet har det funnits svavelväte hela året. I Landsortsdjupet fanns svavelväte endast under en kort tid under sensommaren.

Närsalterna uppvisade inga ovanliga variationer under året. Under vinterperioden fanns fosfat och nitrat i ytvattnet i normala halter och i samband med produktionsperioden under våren gick halterna ned till knappt mätbara nivåer. Generellt sett är det en ökande trend av

fosfat och nitrat i Kattegatts och Östersjöns ytvatten, medan silikathalterna i Östersjön visar en vikande trend.

Analyserna av petroleumkolväten visar att halterna under 1989 i stort sett legat

stabil på samma halter som under de närmast föregående åren, vilket tyder på att belastningen med oljeföroreningar inte genomgått några påtagliga förändringar.

Stig R. Carlberg

Chef för Oceanografiska laboratoriet

SUMMARY OF THE PROGRAMME AND ITS RESULT FROM 1989

This report describes a project for environmental monitoring in the sea areas around Sweden, from the Kattegat to the northern part of the Bothnian Sea. SMHI carries out this project based on a contractual arrangement with the National Environment Protection Agency and the project is part of the national programme for environmental monitoring (PMK). The greater part of the results from the project described here are also reported as a national Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission.

The monitoring is carried out through a number of regular cruises in the Kattegat, the Sound (Öresund), the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia. Physical, chemical and biological parameters are studied in water samples, zoobenthos is studied in sediment grab samples and samples of fish and mussels are collected for the determination of harmful substances.

The work is entirely integrated with the regular oceanographical programme of SMHI. By this arrangement the result of the SMHI programmes is made available also for the national monitoring. Consequently, this report contains more information than is really financed by the monitoring budget.

The autumn of 1988 was mild almost all over Sweden. The winter was very mild in the southern part of the country with moderate amounts of precipitation. Only in the northern part the precipitation was as snow to any significant extent. During spring and summer the weather was more warm and dry than normal. The autumn of 1989 was as mild as during the previous two years and the amount of precipitation was modest. The sea ice covered very small areas; in fact the extent was the smallest since regular observations were organised.

The temperature of the sea surface layer was higher than normal the whole year and most noticeable during winter and autumn. In the entire sea area the temperatures were 1- 2 °C above the long term mean value for the period 1968 - 1985.

The oxygen conditions in the south eastern Kattegat once again turned into an unfavorable situation in late summer and early autumn. However, in comparison with the situation in 1988, a smaller area was affected and in general the lowest concentrations were not as low as in that year. Also in the Baltic Proper the bad oxygen situation in the deep water prevailed the whole year. No major inflow of oxygen rich water occurred to ventilate the deep basins. In the Bornholm Basin hydrogen sulphide was present under the halocline (with an extension into the Hanö Bight) almost the whole year; in the Eastern Gotland Basin hydrogen sulphide has been present in the bottom water for more than 12 years conti-

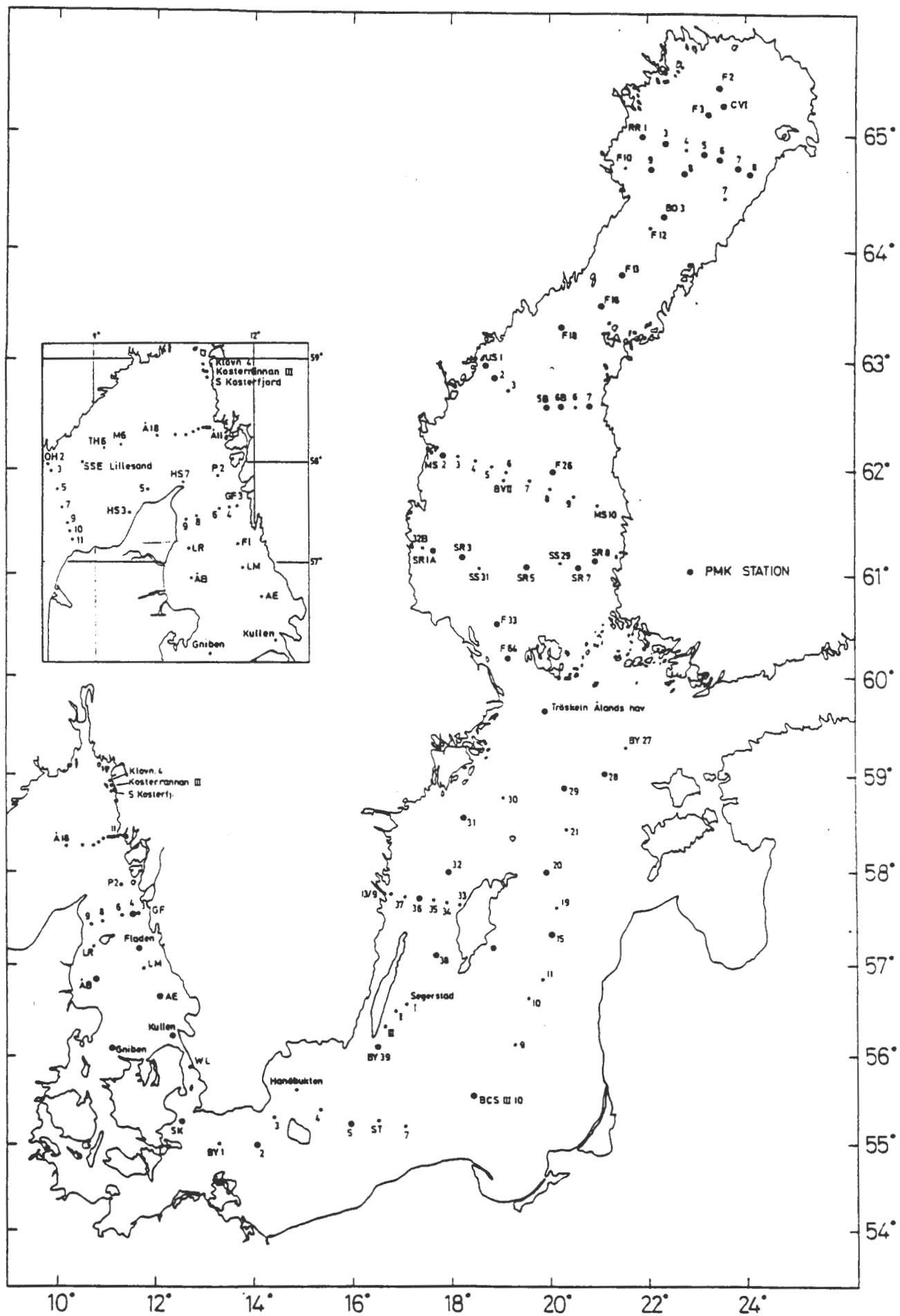
nuously and in the eastern part of the Northern Central Basin hydrogen sulphide was present the whole 1989. In the Landsort Deep hydrogen sulphide was detected only during a short period in the late summer.

Nutrient conditions did not show any remarkable changes during 1989. During the winter period phosphate and nitrate are present in about usual concentrations, which decrease to near detection limit during the production period in the spring and early summer. In general there is an increasing trend of nitrate and phosphate in the surface waters of the Kattegat and the Baltic Proper, while the silicate in the Baltic shows a decreasing trend.

The analyses of petroleum hydrocarbons showed roughly the same concentrations as during the previous last years. This indicates that the load of oil pollution of the Baltic and the Kattegat has not changed significantly.

Stig R. Carlberg

Head of the Oceanographical Laboratory



2 VERKSAMHETSBERÄTTELSE

2.1 ALLMÄNT OM ORGANISATION OCH ADMINISTRATION

Detta inledande avsnitt beskriver för den nye läsaren något om SMHIs oceanografiska verksamhet, något om hur PMK-programmet är uppbyggt och hur utsjöprogrammet inom PMK är integrerat med verksamheten inom SMHI. Nyheterna för 1989 beskrivs i slutet av avsnittet.

SMHI bedriver en omfattande observationsverksamhet beträffande havet och havsmiljön, bl.a. genom regelbundna fartygsexpeditioner i alla havsområden runt Sverige. Inom SMHI är det Oceanografiska laboratoriet i Göteborg, som ansvarar för dessa expeditioner. Laboratoriet har bedrivit denna verksamhet i olika former sedan 1948, då Fiskeristyrelsen inrättades (laboratoriet var under tiden 1948 - 1985 en del av Fiskeristyrelsen). Laboratoriets föregångare startade sin verksamhet i början av 1900-talet. För expeditionerna disponerar SMHI erforderlig tid på Undersökningsfartyget Argos, vars redare är Fiskeristyrelsen.

Programmet för miljö kvalitetsövervakning - PMK - är ett nationellt program för att beskriva den yttre miljön, upptäcka de förändringar som inträffar där, samt för att beskriva och förklara förändringarnas orsaker, effekter och dessas betydelse för miljön. Programmet är samtidigt en del av det gemensamma monitoringprogrammet för Östersjöns marina miljö, som de sju strandstaterna byggt upp inom ramen för Helsingforskommissionen. Detta program kallas för Baltic Monitoring Programme och benämns i denna rapport som BMP. Syftet med detta samverkande program är att man genom den gemensamt framtagna informationen skall kunna få en väsentligt bättre överblick av miljösituationen än vad något av länderna har resurser att skaffa sig på egen hand.

Genom att man dessutom gemensamt gör utvärdering av resultaten från BMP, når man längre i samförstånd beträffande de slutsatser som undersökningsresultaten ger underlag för.

Statens Naturvårdsverk är huvudman för PMK, men större delen av programmet (som alltså omfattar både luft, mark, sötvatten och havsvatten) genomförs på kontrakt med olika myndigheter eller universitetsinstitutioner. En förutsättning är då att de redan har sådan struktur och basverksamhet att de kan genomföra åtaganden inom PMK på ett sätt som är rationellt och kostnadseffektivt för statmakterna.

På detta sätt arbetar SMHI med PMK-verksamhet inom två olika delprogram på uppdrag av Naturvårdsverket. Det största är utsjöverksamheten, inklusive vinterprovtagning från isbrytare i Bottniska Viken, som denna rapport handlar om. Det andra programmet avser kompletterande provtagning med hjälp av Kustbevakningen. De prov som Kustbevakningen samlar in längs Västkusten analyseras av laboratoriet i Göteborg, och de som samlas in i Östersjön och Bottniska viken analyseras av SMHIs laboratorium i Norrköping. Resultatet från dessa provtagningar rapporteras i en separat publikation, men alla resultat har också varit tillgängliga för utarbetandet av denna rapport.

Enligt uppdraget skall SMHI "i ett utsjöprogram för övervakning av den marina miljön genomföra provtagning och analys omfattande fysik, kemi och biologi samt provtagning för miljögiftsanalys vid tre expeditioner i Kattegatt, fem i Öresund, två i Östersjön och fyra i Bottniska Viken."

Detta åtagande som SMHI har gentemot Naturvårdsverket innebär att verksamheten är helt integrerad med laboratoriets ordinarie verksamhet beträffande expeditioner, analyser, datahantering etc. Laboratoriets basverksamhet är på detta sätt en förutsättning för att delprogrammet inom PMK skall kunna utföras till en låg kostnad.

Det stationsnät som laboratoriet använder för sina observationer visas i figur 1. De kraftigt markerade punkterna är gemensamma för PMK och laboratoriets reguljära program. De övriga punkterna är enbart för det senare programmet. De olika parametrar som studeras, liksom antalet prover som tagits av varje slag

inom PMK-verksamheten, finns förtecknade i tabell i avsnitt 2.2.1 nedan.

Den årliga rapporteringen till Naturvårdsverket består alltid av två delar; dels denna skrivna rapport med bearbetade resultat, dels av magnetband och pappersutskrifter med oceanografiska och biologiska grunddata. Dessa data sänds till Naturvårdsverket i samband med ordinarie rapporteringstillfälle till Helsingforskommissionen under våren, då data skall rapporteras till kommissionens sekretariat i Helsingfors. Proceduren innebär att data för 1988 har rapporterats under våren 1989 och att data för 1989 insänds före 1 maj 1990.

Nyheter för verksamheten under 1989.

Även under våren 1989 anordnades en förstärkt planktonövervakning i Västerhavet där SMHI deltog i samarbete med andra institutioner. Verksamheten finansierades med särskilda medel från Naturvårdsverket. En kort redogörelse för detta finns under avsnitt 4.2 i rapporten.

Monitoringverksamheten har under hela 1989 bedrivits i normal omfattning, efter den temporära nedskärning, som gjordes under budgetåret 1987/88.

I och med att SMHIs basanslag förstärktes och laboratoriet därmed fick ökade resurser har vakanta tjänster kunna tillsättas. Under sensommaren 1989 anställdes en kvalificerad kemist som ansvarig för laboratoriets program för marin kemi.

Dessutom anställdes två oceanografer, delvis för att förstärka fältverksamheten, men framför allt för att bearbeta insamlade resultat bl.a. från PMK-programmet.

Under året har SMHI lagt ned mycket arbete på att vid Oceanografiska laboratoriet bygga upp en databas i den MikroVax-dator som laboratoriet förfogar över.

Analyser av prover för bestämning av fytoplanktons primärproduktion har hittills gjorts med användning av en vätskescintillator vid Institutionen för marin mikrobiologi vid Göteborgs Universitet. Sedan detta instrument blivit föråldrat och inte längre repareras, har Kristinebergs Marinbiologiska Station välvilligt utfört scintillationsbestämningarna.

SMHI vill tacka Naturvårdsverket för uppdraget och det direkta finansiella stödet, Fiskeristyrelsen för gott samarbete och för användningen av U/F Argos, befäl och manskap på U/F Argos för gott kamratskap och all hjälp under det gångna verksamhetsåret. Vi tackar också Kustbevakningen och Sjöfartsverket och många personer där i befäl och manskap på bevakningsfartyg och isbrytare för all hjälp

i samband med provtagningar. Slutligen tackar vi Odd Lindahl vid Kristinebergs Marinbiologiska Station för arbetet med scintillationsbestämningarna.

Slutligen vill författarna till denna rapport tacka Anita Taglind för all hjälp med ord- och textbehandling, ritning av figurer och slutredigering av rapporten.

REPORT OF THE ACTIVITIES IN 1989

ORGANIZATION AND ADMINISTRATION

This introduction is a standard text that is repeated in every year's report to the benefit of the new or occasional reader. Here is described parts of the oceanographical activities of SMHI - the Swedish Meteorological and Hydrological Institute, some of the background information on the national programme for environmental monitoring (PMK), as well as how monitoring activities are integrated with the regular work of SMHI. News for 1989 are described at the end of the section.

SMHI is responsible for oceanographic studies of Swedish sea areas in general. This is done i.a. by regular oceanographic cruises carried out by the Oceanographical laboratory in Göteborg. The Laboratory, and its predecessors, have been active in this field since the beginning of the twentieth century. For the cruises ship time is granted aboard the R/V Argos, which is commissioned by the National Swedish Board of Fisheries.

PMK - the programme for environmental monitoring - is a national responsibility for the National Swedish Environment Protection Board (NSEPB). The programme elements are studies of air, soil, wildlife, fresh waters and marine waters. A large part of the marine programme forms the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission for the Protection of the Baltic Sea Environment (HELCOM).

SMHI carries out the open sea part of the PMK for NSEPB on a contractual basis. As the monitoring work is carried out fully integrated with the other activities of the Laboratory concerning sampling cruises, analyses, computer support etc., this is a very cost-efficient arrangement.

According to the contract SMHI has to carry out physical, chemical and biological sampling and analysis connected to three cruises in the Kattegat, five cruises in the Sound, two cruises in the Baltic and four cruises in the Gulf of Bothnia.

The station network is shown in figure 1, where the bigger dots designate stations which are in common for PMK and the basic programme of the Laboratory, whereas the smaller dots are for the last category only. The parameters included in the programme, as well as the number of monitoring analyses carried out are listed in the section 2.2.1 below.

The annual report to NSEPB consists of two parts; this written report and the actual data. The latter are compiled on magnetic tape and paper print-outs, which are delivered before 1 May every spring when official reporting has to be made to the HELCOM Secretariate concerning the BMP.

New activities in 1989.

During the spring and early summer of 1989 SMHI participated in a special programme for surveillance of plankton blooms in the Kattegat and Skagerrak areas. This programme was supported by special funds from the Environment Protection Board. A short description is given in section 4.2 of this report.

During the financial year of 1987/89 the monitoring programme suffered from a temporal reduction of the basic funding of SMHI. As the funding was restored, the monitoring has been performed to a full extent during 1989.

The restoration of the regular funding of SMHI had the very positive effect that vacant posts in the Oceanographical Laboratory were filled. During the autumn of 1989 one very qualified chemist was emp-

loyed as head of the marine chemistry programme of the Laboratory. Furthermore, two very skilled oceanographers were employed to evaluate data and to strengthen the field staff.

Much efforts have been spent by SMHI during 1989 to create an oceanographic data base at the MicroVax computer at the Laboratory.

Scintillation analysis of samples for studies of phytoplankton primary productivity has during the years been carried out using a scintillator at the Institute of Marine Microbiology at the University of Göteborg. Since that particular piece of equipment has become obsolete and will no longer be repaired, Dr. Odd Lindahl at the Kristineberg Marine Biological Station has kindly agreed to carry out the scintillation analyses.

Stig R. Carlberg

2.2 FÄLTVERKSAMHET

2.2.1 Laboratoriets egna expeditioner

Den planerade oceanografiska undersökningsverksamheten kunde genomföras utan inskränkningar. I tabellen är noterat 8 expeditioner mot 7 planerade. Anledningen är att expeditionen i maj/juni delades genom att Havsfiskelaboratoriet hade en en veckas fiskeribiologisk undersökning i Bottenhavet. Expeditionen med Argos 10-24 april utsträcktes till Nordsjön och en omfattande provtagning utfördes som en förövning inför 1990 års internationella samarbetsprojekt "SKA-GEX". Under samma expedition utfördes också omfattande provtagning av fytoplankton och klorofyll för jämförande studier med satellitbilder i ett samarbets-

projekt med fiskeristyrelsen inom fjärranalys.

Liksom under tidigare år har provtagning i Bottniska viken genomförts två gånger med välvillig hjälp från sjöfartsverkets isbrytare.

I tillägg till det reguljära PMK-programmet gjordes i samarbete med andra myndigheter och institutioner en intensiv insats under mars - juni för att upptäcka och övervaka stora planktonblomningar. Inom detta program genomfördes nio expeditioner med SMHI's eget fartyg U/F Sensor.

Sammanställning över genomförda expeditioner.

Tid	Fartyg	N	SK	I	K	ÖR	Ö	BV
0123-0203	Argos				x	x*	x	
0227-0303	Argos		x		x			
0410-0424	Argos	x	x ^z	x	x ^{*z}	x*		
0502-0503	Oden 2							x*
0516-0603	Argos		x ^z		x ^{*z}	x*	x*	x*
0613-0616	Argos				x	x	x	
Mars/juni	Sensor		x		x	x		
0821-0901	Argos		x	x	x	x*	x	
0925-0929	Argos				x	x		
1106-1127	Argos		x		x*	x*	x*	x*
1218-1219	Frej							x*

Förkortningar som används: N (Nordsjön), SK (Skagerrak), I (Idefjorden), K Kattegatt), ÖR (Öresund), Ö (Östersjön), BV (Bottniska viken).

Anmärkningar: * = PMK

□ = Förstärkt övervakning av planktonblomning, sammanlagt 9 exp.
3 exp. sträckan Öresund-Göteborg i Kattegatt, 6 exp. GF-snittet-W Skagen-Måseskär, 65 stationer samt ytprover

z = Förstärkt övervakning av planktonblomning

Följande sammanställning omfattar antalet prov som tagits under året och det antal analyser som gjorts ombord eller på laboratoriet i land. Siffrorna inom () är det totala antalet, övriga inom PMK.

Besökta stationer: Argos 708, övriga fartyg 78 stationer.

CTD (in situ temperatur och salinitet)	77	(561)	Totalfosfor	1018	(5089)
Temperatur	1072	(7956)	Totalkväve	1018	(4839)
Salthalt PSS78	1072	(7956)	Alkalinitet	837	(1779)
Oxygen	1050	(6319)	Humus/Lignin	580	(1392)
Svavelväte	25	(72)	Klorofyll	317	(496)
pH	970	(1603)	Zoobentos	63	(63)
Fosfat	1072	(6447)	Primärproduktion	192	(192)
Silikat	988	(4743)	Petroleumkolväten	111	(111)
Nitrit	1018	(5118)	Aluminium	-	(169)
Nitrat	1018	(5118)	Fytoplankton	145	(470)
Ammonium	1018	(4652)	Zooplankton	89	(111)

FIELDWORK

All oceanographic cruises were carried out according to the plans. In fact eight cruises with R/V Argos are noted in the first table above, although only seven were planned. The reason was that the cruise in May-June had to be divided in two parts with one week for fisheries investigations in between. The cruise 10 - 24 April was extended into the North Sea for extensive samplings as a preparation for the international project "SKAGEX" that will be carried out in 1990. During this particular cruise additional sampling for chlorophyll and phytoplankton was carried out to obtain ground truth data for a satellite remote sensing project, which is carried out in cooperation with the National Board of Fisheries.

As during previous years additional sampling in the Gulf of Bothnia was carried out twice from ice breakers.

In addition to the regular monitoring extra efforts were made with nine cruises with R/V Sensor in a special early warning and monitoring programme for extensive plankton blooms.

The second table above gives an overview of the number of samples analysed aboard or in the laboratory ashore. The numbers in () are total numbers and other figures are the number of samples contained in the monitoring programmes.

Sven Engström

2.2.2 Vattenprovtagning från statsisbrytare i Bottniska viken

Från statsisbrytaren "ODEN 2" togs vattenprov i Bottniska viken under fartygets ordinarie resa från Luleå till Stockholm efter vinterperiodens slut.

Under vägen besöktes stationerna F 9, BO3, US 5b, F 26, SR 5 samt F 64b och vattenprov togs på olika nivåer för senare analys av salinitet, oxygenhalt och närsalter. Rutinerna följde programmet för PMK-kust och provtagningen ägde rum 2-3 maj.

Den 18-19 december genomfördes motsvarande provtagning från isbrytaren "FREJ" under dess resa Stockholm-Kvarken. Provtagning utfördes på stationerna F 64b, SR 5, F 26, US 5b, US 2 samt F 16. Samtliga analyser utfördes i Norrköping.

Sampling from ice breakers in the Gulf of Bothnia

After the winter period the ice breaker "Oden 2" left Luleå for Stockholm. During this cruise the following stations were visited F 9, BO3, F 16, US 5b, F 26, SR 5 and F 64b. Samplings were made at different levels for later analysis of salinity, oxygen and nutrients. The routine work followed the PMK-Coast Programme and the samplings were made on May 2-3.

The ice breaker "Frej" carried out corresponding samplings on December 18-19 when she left Stockholm for the Quark. The following stations were visited F 64b, SR 5, F 26, US 5b and F 16. All the analyses were made in Norrköping.

Bo Juhlin

2.2.3 Kustbevakningens provtagningsverksamhet

Under 1989 utförde Kustbevakningen 59 st provtagningar på västkusten. De fyra stationerna Å 13 (belägen SW Hållö), SW Vinga, Fladen och Anholt E besöktes månatligen av tre av Kustbevakningens fartyg. Detta är en väsentlig ökning jämfört med 1988 då endast 32 provtagningar gjordes. Provtagningarna omfattade hydrografi och närsalter. Oxygenproverna skyddades genom vattenlås och resterande vattenprover, förutom salinitetsproven, konserverades med syra. Under ett par månader togs också prover för temperatur och salinitet vid Hållsundsudde. Den milda vintern 88/89 möjliggjorde normal provtagningsverksamhet hela året längs hela västkusten.

Den ökade provtagningen avspeglade sig också i ett betydligt ökat antal analyser. Oceanografiska laboratoriet utförde ca 1600 analyser med avseende på salinitet, oxygen, fosfat, totalfosfor, nitrat, totalkväve och silikat på de insamlade kustbevakningsproverna. Dessa mätningar utgör tillsammans med SMHI:s egen provtagning ett värdefullt basmaterial för miljö kvalitetsövervakningen, som för västkustens del administreras av Oceanografiska laboratoriet i Göteborg och från huvudkontoret i Norrköping beträffande ostkusten.

Resultaten inrapporteras till SMHI i Norrköping där de sammanställs och publiceras i HO-serien.

Sampling by the Coast Guard

During 1989 the Swedish Coast Guard made 59 samplings at the West Coast. This is a considerable increase as compared to 1988 when only 32 samplings were carried out. Four stations were visited each month by three ships, when they had opportunity to do so. The sampling concerned hydrography and nutrients. The oxygen samples were kept under water to be air tight and the rest of the water samples, except those for salinity, were preserved by acidifying. During a couple of months the Coast Guard also took samples concerning hydrographic parameters except oxygen, at one additional station in the Kattegat.

The increased sampling activity also increased the number of samples to be analysed. The oceanographic laboratory performed

about 1600 analyses determining salinity, oxygen, nitrate, total nitrogen and silicate. The results from the oceanographic samplings performed by the Coast Guard vessels and the regular SMHI samplings form together an invaluable background material for the national monitoring programme. The Oceanographical laboratory in Göteborg is responsible for the administration of the Coast Guard samplings along the West Coast and our head office in Norrköping, is in charge of the corresponding samplings in the Baltic.

The result from the entire Coast Guard sampling programme were published by in the HO-series of SMHI.

Lotta Fyrberg

2.2.4 Miljögiftsprovtagningen

Fisk för miljögiftsanalys har liksom tidigare, insamlats under hösten från följande lokaler.

1. Strömming från Harufjärden i Bottenviken.
2. Strömming och torsk från Ängskärsklubb i Bottenhavet.
3. Strömming från syd Landsort i Östersjön.
4. Sill från Utlängan i Östersjön.
5. Torsk från Sydost Gotland i Östersjön.
6. Sill och torsk från Fladen i Kattegatt.
7. Sill från Väderöarna i Skagerrak.

Sillen från Väderöarna och Fladen har insamlats ombord U/F Argos av personal från fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium. Torsken från Fladen har fångats av Alvar Jacobsson på SNV. Övrigt material

har mot ersättning anskaffats av fiskerikonsulenter och yrkesfiskare. Fisken har för vidare behandling levererats till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

Insamling av skorv (*Saduria entomon*) 94 st levande skorv erhöles vid en timmes utfördes i november vid station F 18 i trålning. Materialet skall levereras till norra Bottenhavet. För första gången försöktes nu bottentrålning. Utbytet blev bra. Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

Environmental contaminants

Collection of fish for determination of harmful substances has been done from seven areas and delivered to the Swedish Museum of Natural History.

1. *Herring from Harufjärden in the Bothnian Bay.*
2. *Herring and cod from Ängskärsklubb in the Bothnian Sea.*
3. *Herring from S Landsort in the Baltic Proper.*
4. *Herring from Utlängan in the Baltic proper.*
5. *Cod from SE Gotland in the Baltic Proper.*
6. *Herring and cod from Fladen in the Kattegat.*
7. *Herring from Väderöarna in the Skagerrak.*

*The fish from the localities 1-5 were obtained from commercial catches whereas research staff caught the fish from the localities 6-7. Collection of *Saduria entomon* was performed on station F 18 in the northern Bothnian Sea in November. For the first time bottom trawling was tried. The result was successful and 94 specimens were caught during trawling for one hour.*

Bengt Yhlen

2.3 DATAVERKSAMHET

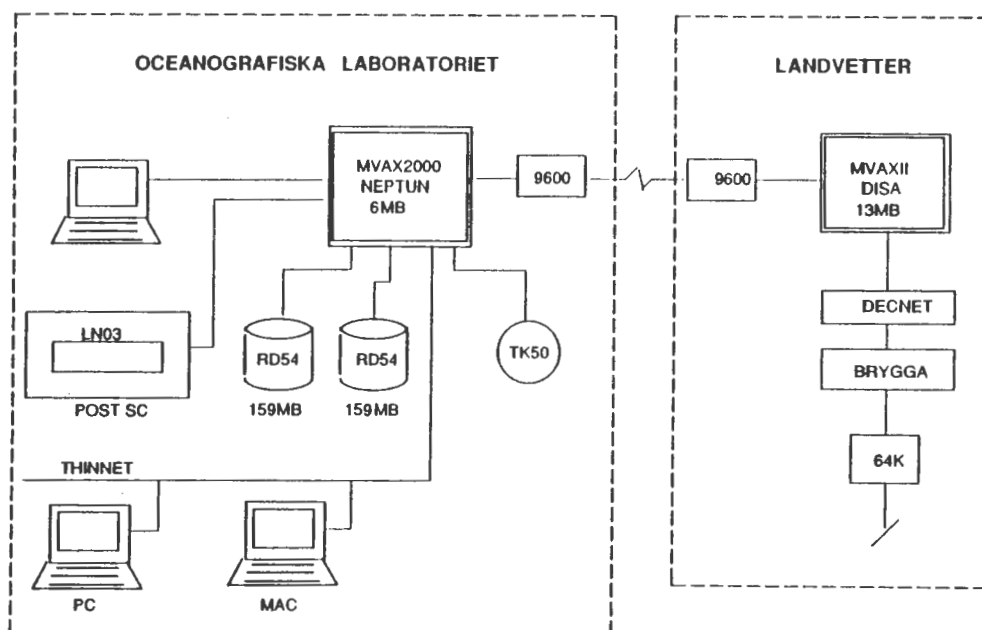
Laboratoriets löpande dataverksamhet har, liksom för 1988, bedrivits på datorn vid Oceanografiska Institutionen vid Göteborgs Universitet. Denna lösning har, trots sin provisoriska karaktär, fungerat utmärkt. Så kan t.ex. laboratoriet fortfarande hålla målsättningen att samtliga analyserade parametrar (ca 2/3 av de mätta parametrarna) från en expedition är data-lagrade och tillgängliga för bearbetning två arbetsdagar efter att expeditionen är avslutad.

Som ett stöd bl.a. för PMK bedriver SMHI med egen finansiering ett omfattande utvecklingsarbete inom datahanteringen. Utvecklingsarbetet med att ta fram en databas i Mimer sker på laboratoriets egen MicroVAX. Förutom utvecklingsarbete används Microvaxen för arbete med matematiska cirkulationsmodeller och som filserver för persondatorer i ett nätverk. Lagringskapaciteten (2x159 Mbyte) kommer inom kort att vara fullt utnyttjad då systemdisken nu i det närmaste är fylld

och då databasen beräknas uppta ca 130 Mbyte när samtliga data är konverterade.

Utvecklingen av Mimer-databasen bedrevs först via telelinje till Vaxsystemet i Norrköping. Våren 1989 anskaffades en Mimer-utvecklingslicens till laboratoriet och programmeringsarbetet startade på allvar. Databasdesignen är nu klar med samtliga tabeller strukturerade, primär-/sekundärindex och tabellkopplingar definierade. En instansnings/uppdateringsmodul är framtagen och under uttestning, dessutom finns ett färdigt sökprogram för uppläggning av data på sekventiell ASCII-fil för vidare bearbetning på PC. Allt utvecklingsarbete med databasen har bedrivits med 4GL-verktyget Mimer/SD.

För ordbehandling, avancerad statistisk analys samt grafisk presentation av data finns nu, kopplade till Microvaxen via Ethernet, fem PC/DOS samt tre Macintosh. Oceanografiska dataprodukter, baserade på programvarorna Statgraphic, Surfer och Klotet, implementeras fortlöpande.



DATALAGRING

Under det gångna året har databanken kompletterats med 1989 års data från Argos, Sensor, Svanic, Kustbevakningen och isbrytare. Liksom under 1988 har ytterligare historiska data spårats upp och lagts in i databanken.

Databanken innehåller:

- data från svenska forskningsfartyg 1902-89
- - " - kustbevakningen 1970-89
- - " - isbrytare 1983-89
- data från utländska forskningsfartyg 1902-87
- alla tillgängliga BMP data, 1979-86
- alla data från Bornö fältstation, 1909-11, 1930-89
- KMBS's mätningar vid stationen Alsbäck 1978-89
- klorofylldata 1979-89

Förutom innehållet i databanken finns separata delsystem med följande data:

- CTD-data 1978, (79), 80, (81), (83), 84-89
(årtal inom parentes anger att data enbart till vissa delar överförts till ND-systemet resterande data är lagrat med BCD-kod på kassetband)
- CTD-data från havsfiskelaboratoriets expeditioner 1978-89
(vissa år ej kompletta, se ovan anmärkning)
- strömmätardata 1974-84
(endast vissa stationer upplagda, resterande data på hålremsor)
- primärproduktionsdata 1982-89
- fryskeppsdata för 15 st fryskepp 1860-1969
(1860-1947 års data finns på protokoll)

Dessutom finns på BMP-protokoll:

- primärproduktionsdata 1979-89
- zoobenthosdata 1979-89
- zooplanktondata 1979-89
- fytoplanktondata 1979-89
- klorofylldata 1979-89

Banken innehåller nu 90239 stationer, fördelade enligt:

- Skagerrak/Nordsjön	8538
- Svenska fjordar	22528
- Kattegatt	14505
- Östersjön	29801
- Bottniska viken	14867

Rapportering och utbyte av data enligt de bilaterala överenskommelserna har fortlöpt med en viss fördröjning. Årsrapportering till SNV och Helsingforskommissionen har dock gjorts inom avtalad tid.

COMPUTER SUPPORT

The routine computer activities have been carried out, as in 1988, on the ND-500 computer of the Oceanographic Institution of the University of Göteborg. Despite this provisional arrangement the work has been continued without problems. Data of analysed parameters are stored and ready for processing within two days after a cruise.

To support the monitoring programme, SMHI is funding an extensive development work in data management. Except for dataprocessing, the MicroVax is also used for mathematical circulation models, and as files server in a network of PC's.

In the beginning of 1989 a Mimer development license was purchased. The database is now designed with all the tables constructed and indexes defined. A data-entry program and a extraction program has been developed. All the development work was performed with the 4GL-instrument Mimer/SD.

For word-processing, advanced statistic analysis including graphical presentation of data, there are now 5 PC/DOS and 3 Macintosh connected to the MicroVax in a network. Oceanographical dataproducs, based on for example the PC-software packages Statgraphic, Surfer and Klotet are developed. Further evaluation of necessary PC-software is carried out.

Håkan Palmén

2.4 NATIONELLT OCH INTERNATIONELLT SAMARBETE

Liksom under tidigare år har verksamheten varit starkt knuten till arbete som bedrivs vid institutioner, myndigheter och organisationer i Sverige och i andra länder. Detta är viktigt både för kunskapsöverföring och för den expertfunktion som SMHI har t.ex. inom det internationella samarbetet inom de olika marina konventionerna.

Nationella och internationella möten av betydelse för PMK-programmet är förtecknade nedan. Vid flera av dessa möten har redovisningar eller presentationer gjorts av resultat från PMK.

ICES Workshop on the Chrysochromulina polylepis bloom	28 febr. - 2 mars	Bergen
Joint Monitoring Group (OSPARCOM)	24 - 27 januari	Vigo
Planeringsmöte för SKAGEX	7 - 9 februari	Lund
ICES Marine Chemistry Group	13 - 17 februari	Savannah
ICES Working Group on Shelf Seas Oceanography	4 - 6 april	Bidston, UK
ICES Study Group on PEX	11 - 12 april	Sopot
ICES Working Group on the Baltic Marine Environment	13 - 15 april	Sopot
Nordiskt möte för samordning av monitoring i Kattegatt och Skagerrak	20 april	Göteborg
Second Meeting of GESPA (HELCOM)	3 - 6 maj	Tallinn
ICES Working Group on Environmental Assessment and Monitoring Strategy	24 - 28 april	Brest
ICES Working Group on Marine Data Management	9 - 12 maj	Lissabon
ICES Statutory Meeting (främst kommittéerna för hydrografi och marin miljö)	5 - 10 oktober	Haag
Planeringsmöte för SKAGEX	31 okt. - 2 nov.	Kiel

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

As during all previous years the monitoring programme has been executed in close cooperation or relation to activities of other institutes, authorities and organizations in Sweden and in other countries. This connection is essential for bilateral transfer of knowledge and experience as well as for the expert role SMHI has in e.g. the international cooperation within ICES

and the various commissions within the marine sector.

National or international meetings or relevance to the PMK-programme are listed above. In several cases presentations of material or experiences from the programme were presented.

Stig Carlberg

2.5 PERSONAL OCH EKONOMI

En förutsättning för att kunna genomföra PMK-verksamheten inom den anslagna budgetramen är vanligen att verksamheten integreras med det löpande arbetet på respektive institution. Expeditionerna inom detta kontrakt bedrivs helt integrerat med Oceanografiska laboratoriets ordinarie fältverksamhet. Nästan all personal vid laboratoriet (20 personer i mars 1990) arbetar med olika delar av PMK i fält eller på land. Till detta kommer förstärkning av personal från SMHI i Norrköping och projektsanställd personal vid flertalet expeditioner.

Naturvårdsverket har bidragit med 1 102 000 kr för budgetåret 1988/89 och för 1989/90 var beloppet 1 150 000 kr. Till detta har beviljats ett särskilt tilläggsanslag på 50 000 kr per år för provtagningarna vid stationen W. Landskrona i Öresund. Totalt motsvarar detta 1 176 000 kr för kalenderåret 1989. SMHI bidrar med resurser av minst samma storlek i form av sin basverksamhet. Till detta skall räknas värdet av fartygstiden på U/F Argos (ca 50 000 kr per dygn) som staten bidrar med via Fiskeristyrelsens anslag.

STAFF AND ECONOMY

All work within this open sea programme of the PMK is fully integrated with the regular work of SMHI. Almost all staff of the Oceanographical Laboratory (20 persons in March 1990) are involved at sea or ashore. Furthermore, the expeditions were to some extent reinforced by additional staff from SMHI in Norrköping and staff on contract.

The Environmental Protection Agency has contributed SEK 1 176 000 towards the costs for 1989 and SMHI contributes with resources to at least equal value. In addition to that the Government contributes ship time through the R/V Argos of the National Swedish Board of Fisheries. The value of this is at least SEK 50 000 per day.

Stig R. Carlberg

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

Hösten 1988 var mild i nästan hela landet; i sydsverige kom en kortare köldperiod i november. Vintern blev mycket mild i södra delarna av landet med måttliga mängder nederbörd, vilken föll som snö endast i den norra halvan av landet.

Havsisens utbredning anses vara den minsta sedan regelbundna observationer började. Is av betydelse fanns endast i Bottenviken och i norra Bottenhavets skärgårdar.

Vädret blev under våren och sommaren något varmare och torrare än normalt. Hösten blev sedan lika mild som de två

föregående åren men mestadels med lite mindre nederbörd.

Temperaturen i havsvattnet blev följaktligen något högre än normalt under hela året, mest märkbart under vintern och under höstmånaderna.

Närsalterna ökar långsamt i våra omgivande hav. Halterna är dock inte högre än att i stort sett alla närsalter i det övre vattenskiktet tas upp under perioder med hög biologisk produktion.

Något betydande inflöde av friskt syrerikt vatten från Västerhavet till Östersjön har ej förekommit under året.

3.1 Oceanografi

Skagerrak

De oceanografiska förhållandena i Skagerrak har inte undergått några påvisbara långsiktiga förändringar. Temperaturen har varit ett par grader högre än medelvärdet för åren 1968-85, under i stort sett hela året.

Saliniteten uppvisar ett traditionellt mönster. Som fig. 3 visar finns i den centrala delen en kärna av högsalint ytvatten. Längs svenska och norska kusterna märks den Baltiska strömmen med uppblandat lågsalint Östersjövatten. Längs Danmarks nordkust kommer den Jutska strömmen som tydligt framgår av

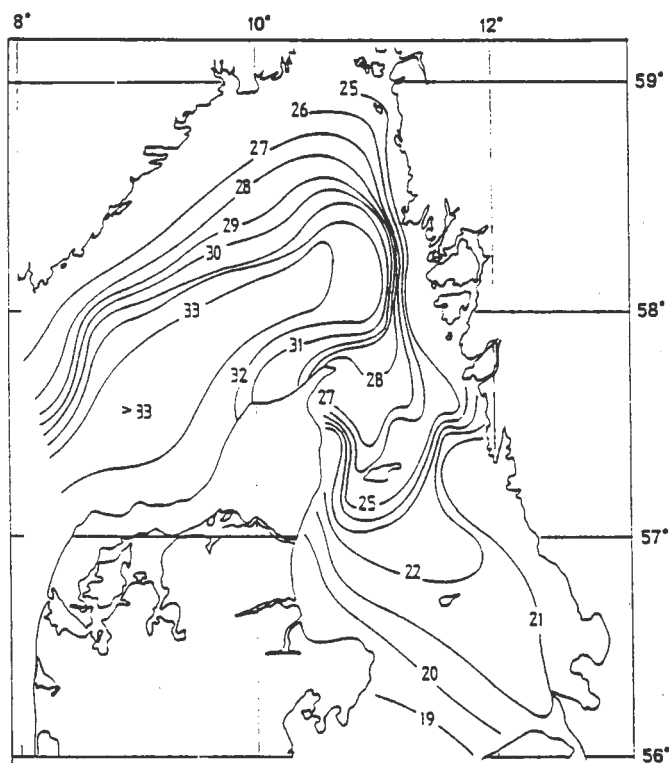


Fig.3 En bild på saltvattnets utbredning i ytan i Skagerrak och Kattegatt

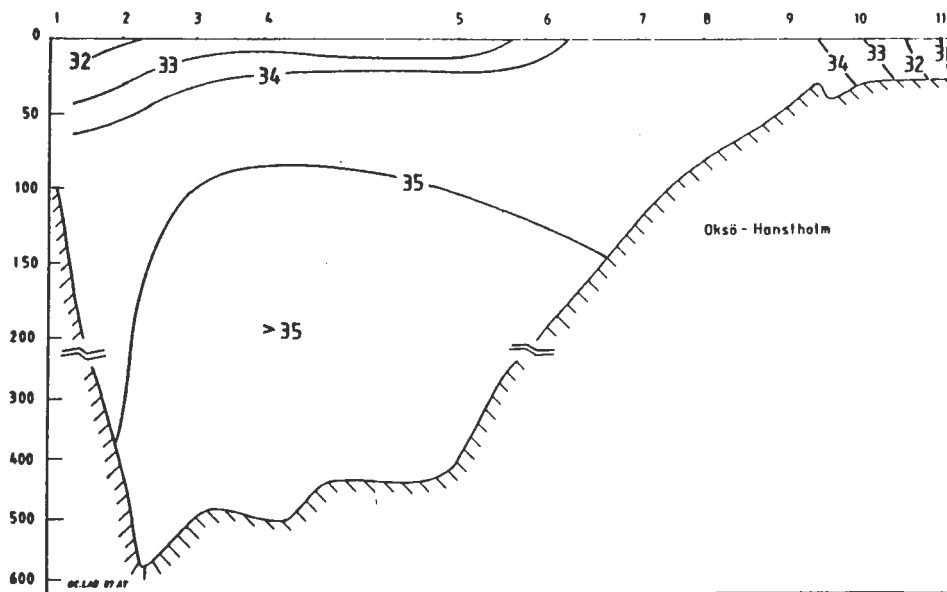


Fig. 4 Snittet Oksø-Hanstholm där Baltiska strömmen syns vid norska kusten (t.v.) och den Jutska strömmen vid danska kusten (t.h.).

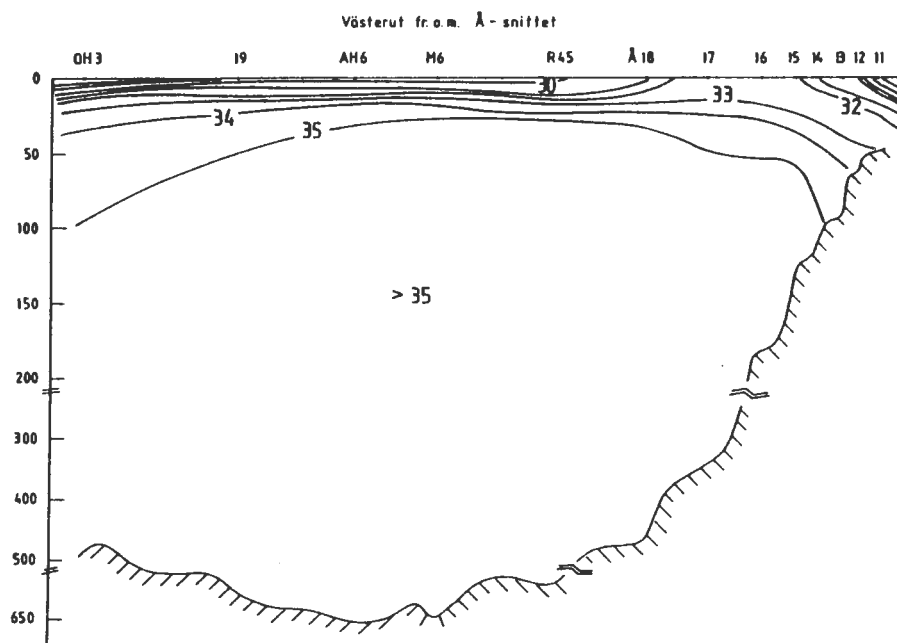


Fig. 5 Den helt övervägande delen av Skagerraks vatten håller hög salthalt. På svenska sidan, vid Hållö, syns den Baltiska strömmen gå norrut nära kusten.

fig. 4. Den Jutska strömmen har inte så låg salthalt som den Baltiska strömmen. Som framgår av fig. 5 innehåller Skagerrak till helt övervägande delen vatten med salthalt omkring eller över 35 PSU.

Syrgasförhållandena har varit helt tillfredsställande under hela året. De lägsta mättnadsvärdena, omkring 75%, har uppmätts på djup, mer än 400 m.

Närsalterna fosfat och nitrat i Skagerrak visar en svag uppgång. Halterna varierar dock mycket både geografiskt och med årstiden. Vid expeditionen på vintern - månadsskiftet februari/mars - fanns relativt höga koncentrationer nitrat över hela havsområdet som framgår av fig. 6. Den Jutska strömmen höll omkring 25 $\mu\text{mol/l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$, som efter passagen av Skagen

spreds till största delen norrut till Skagerrak men även till en del ned till Kattegatt.

Under vegetationsperioden - våren och sommaren - förbrukas i stort sett all nitrat i ytvattnet, ned till 20-40 m djup. Detta framgår tydligt i fig. 7. från snittet Oksø-Hanstholt sista veckan i augusti. Vid detta tillfälle kunde den Jutska strömmen ej observeras, möjligen fanns den mycket nära land, innanför station 1 (3 dist.min. från kusten). Fosfat, som $\text{PO}_4\text{-P}$, uppvisar i stort sett en identisk bild, både geografiskt och årstidsmässigt.

Under april och maj månads expeditioner - under den utökade planktonövervakningen - togs ett stort antal fytoplankton- och klorofyllprover fördelade över hela havsområdet.

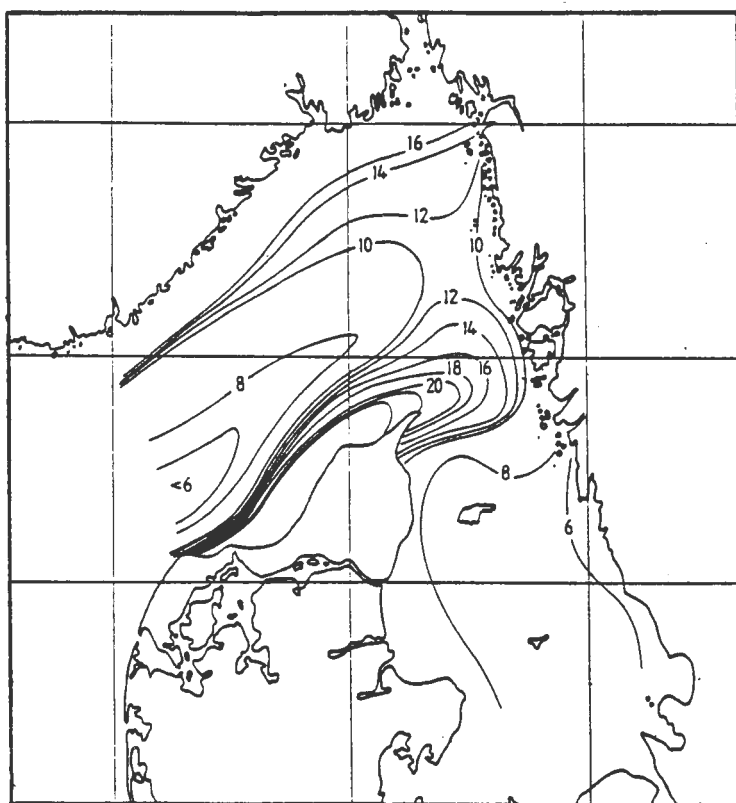


Fig. 6 Nitratets utbredning över Skagerrak-Kattegat vid månadsskiftet februari-mars.

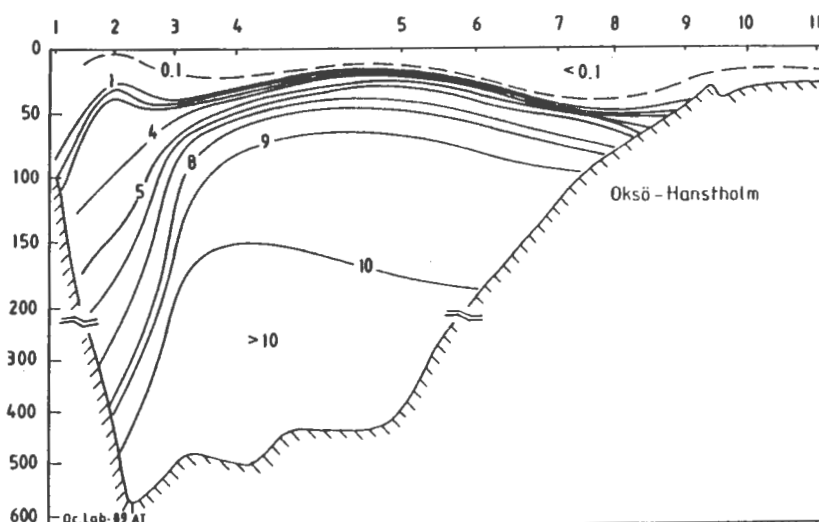


Fig. 7 Nitratets utbredning i ett snitt Oksø-Hanstholm 30 augusti.
I stort sett all nitrat har förbrukats i ytvattnet ned till 20-40 m djup.

Kattegatt

Temperaturen i Kattegatts vatten var ett par grader varmare än normalt under i stort sett hela året.

Salthaltsfördelningen i ytvattnet som syns i fig. 3 visar en vanlig situation i Kattegatt. Fig. 8 visar ett längdsnitt längs djupa rännan, från Kullen till Vinga. Längs svenska kusten går den Baltiska strömmen med lägre salthalt. Den Baltiska strömmen är ibland koncentrerad och kraftig nära land, ibland utbredd över stora ytor i Kattegatt och är då svagt utvecklad.

Oxygenförhållandena i Kattegatts bottenvatten har varit otillfredsställande under ett flertal år, så även under en del av sistlidna år. Vid årets början och sedan under vintern var oxygenkoncentrationerna fullt tillfredsställande över hela havsområdet. Mättnaden låg nära 100 % i bottenvattnet även över de områden som hade de lägsta värdena under föregående sensommar och höst.

Förbrukningen av oxygen gick inte fullt så långt under sista året. Fig. 9 visar ett längdsnitt genom Kattegatt där endast de grunda områdena närmast Kullen visar riktigt låga värden. I de grunda områdena i Skälderviken och Laholmsbukten uppmättes dock värden nära noll vid expeditionen sista veckan i september. Vid den årstiden brukar förhållandena vara som sämst.

Vid expeditionen i november hade förhållandena blivit mycket bättre. De lägsta värdena, omkring 3 ml/l, uppmättes lokalt inne i Laholmsbukten. Kattegatt i övrigt hade fullt tillfredsställande förhållanden.

Trenden med ökande mängder närsalter gör sig gällande även i Kattegatt. Under vintern frigöres näringen och sprids i hela vattenmassan. Ett exempel visas i fig. 10, nitrat i ett längdsnitt genom Kattegatt. När den biologiska produktionen börjar på vårvintern förbrukas närsalterna

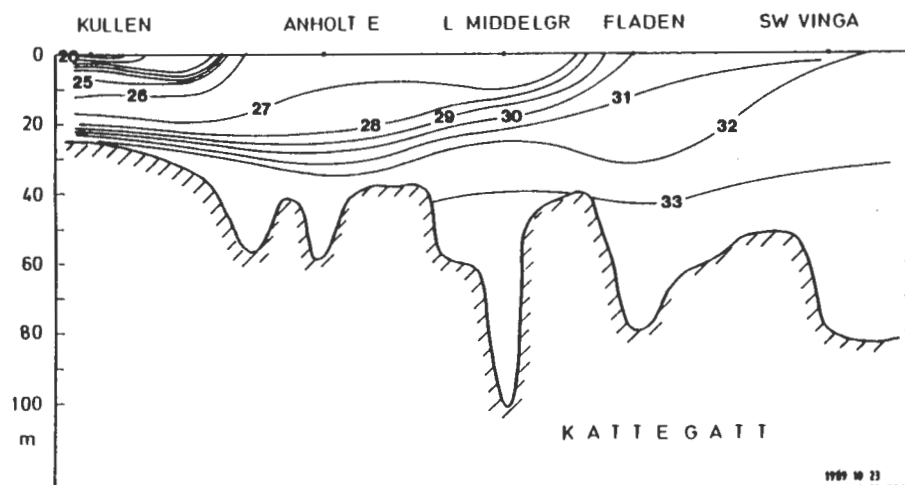


Fig. 8 Salthalten i ett längdsnitt från Kullen till Vinga.

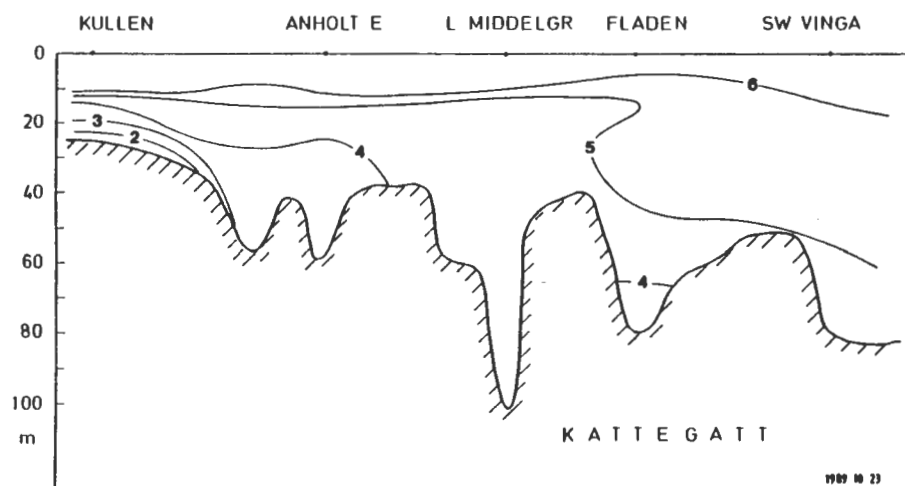


Fig. 9 Oxygenvärden i längdsnitt Kullen-Vinga sista veckan i september

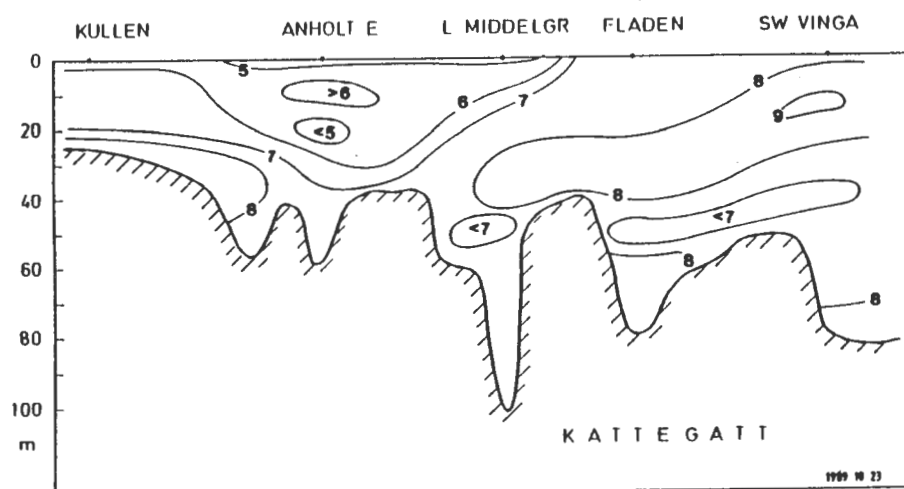


Fig. 10 Nitratet ett längdsnitt genom Kattegatt under januari 1989.

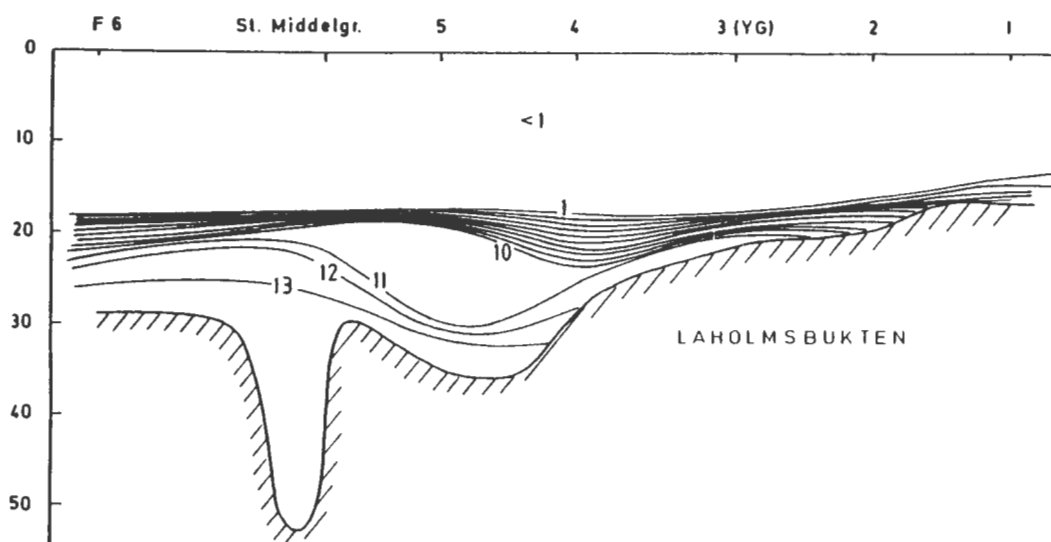


Fig. 11 Nitrat i ett snitt genom Laholmsbukten 11 april.
All nitrat har förbrukats ned till omkring 18 m djup.

mycket snabbt. Fig.11 visar ett exempel på att i stort sett all nitrat tagits upp inom ytskiktet redan i början på april. Detta sker varje år. Under 1988 låg termo/haloklinen på 12-14 m djup medan den under sista året låg på 18-20 m djup. Närsaltsförbrukningen ägde alltså rum inom en vattenvolym som var ca 30 % större än under 1988.

Under 1988 uppstod obalans mellan närsalterna och en organism reagerade oväntat med att bli toxisk (*Chrysochromulina*

polylepis). I den större volymen under sista året ökade *Chrysochromulina* till nästan lika stora antal som året innan men utan att få de obehagliga följderna.

Exemplet i fig.11 gäller också för fosfat, $\text{PO}_4\text{-P}$ och Silikat, SiO_2 .

De låga närsaltvärdena i ytskiktet kvarstår sedan genom hela sommaren - med mindre variationer - till långt in på senhösten. Fig. 12, 13 och 14 visar $\text{NO}_3\text{-N}$, SiO_2 och $\text{PO}_4\text{-P}$ i längdsnitt genom Kattegatt sista veckan i augusti.

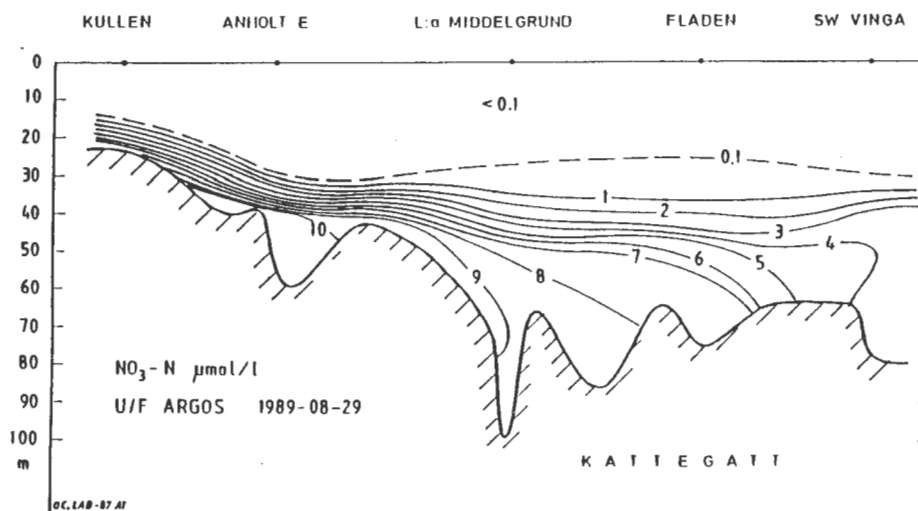


Fig. 12 Nitratmängderna i ytskiktet ned till omkring 20 m djup är så låga att de knappt är mätbara.

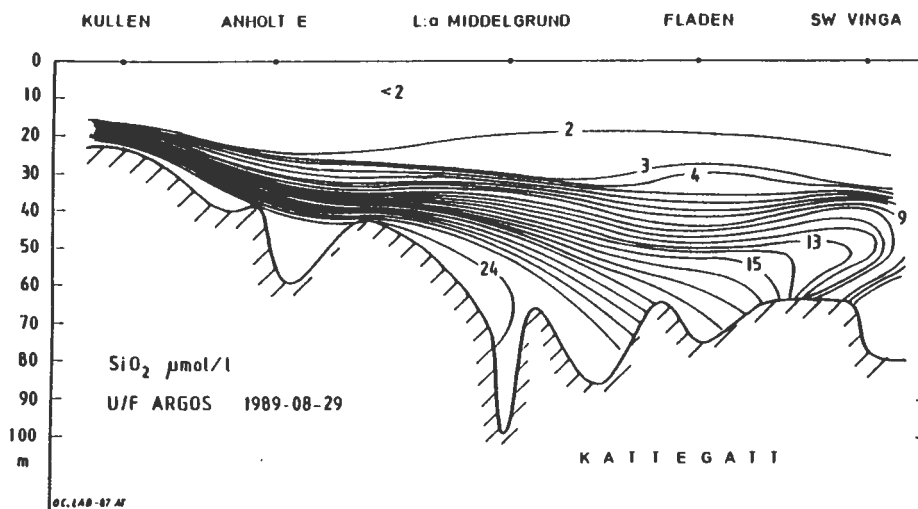


Fig. 13 Silikatmängderna i ytskiktet ned till omkring 20 m är låga i jämförelse med mängderna i bottenvattnet.

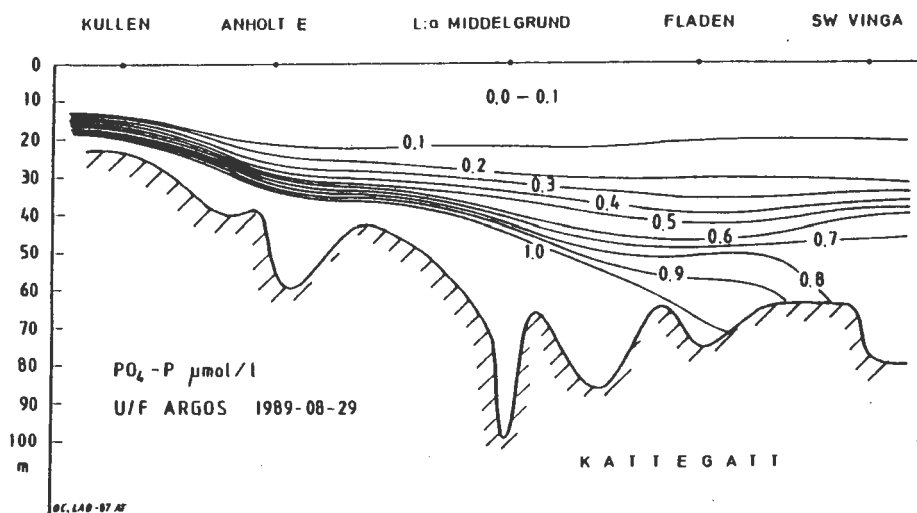


Fig. 14 Halterna $\text{PO}_4\text{-P}$ i ytskiktet ned till omkring 20 m är under sommaren oftast under mätmetodens detektionsgräns.

Öresund

Övergångsområdet mellan Västerhavet och Östersjön visar större likheter med Kattegatt än Östersjön men har stora variationer i exempelvis salthalten. Temperaturen i Öresunds vattenmassa har varit högre än normalt liksom i de andra havsområdena.

Under vintern är oxygenförhållandena mestadels goda, endast i lokala djuphål

kan uppmätas nämnvärd nedgång. Fig. 15 visar oxygen i ett snitt genom Öresund sista veckan i september.

Tillförseln av närsalter från de stora städerna runt Öresund är mycket stor varför mängden närsalter i Öresunds vatten blir stor men varierar också mycket på grund av hur kraftig strömsättningen är i sundet.

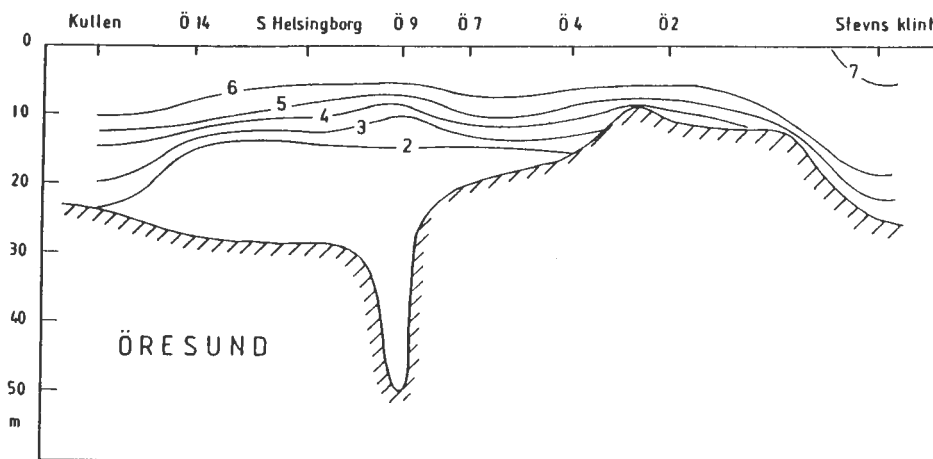


Fig. 15 Oxygen i ett längdsnitt genom Öresund sista veckan i september. Endast i de djupare delarna fanns allvarlig oxygenbrist.

Östersjön

Temperaturen i Östersjöns vatten, ned till haloklinen, har hela året varit någon eller några grader högre än medeltemperaturen för åren 1968-86. Som exempel uppmättes 3.70 °C i ytan vid Gotlandsdjupet den 26 januari mot 2.28 °C i medeltemperatur. Temperaturen på 50 m uppmättes till 3.75 °C mot 2.48 °C i medeltemperatur. I november uppmättes 9.13 °C mot 6.94 °C i medeltemperatur, en skillnad på mer än 2 grader.

Salthalten i Östersjöns övre vattenskikt visar inga bestående ändringar. I djupvattnet i exempelvis Gotlandsdjupet på 200 m djup fortsätter däremot en utsötning som pågått i mer än 10 år. I november 1988 uppmättes 11.675 PSU och i november 1989 11.548 PSU. En minskning av 0.127 PSU på ett år. Medelvärdet för perioden 1968-86 ligger på 12.532 PSU vilket alltså innebär att salthalten i november 1989 var 0.984 PSU lägre än medelvärdet.

Oxygenförhållandena i Östersjön har inte förändrats nämnvärt de senaste åren. I vattenmassan från ytan ned till haloklinen är oxygentillgången helt tillfredsställande. Under haloklinen däremot avtar oxygenet mycket snabbt. Fig. 16 visar områden med oxygenvärden lägre än 2 ml/l och områden med svavelväte vid våra expeditioner under året.

Söder om Skånes kust varierar oxygenhalten i vattnet under haloklinen, omkring 43 m, ganska mycket. Oxygenhalten kan gå ned till ganska låga värden men någon totalbrist har inte uppmätts.

I Hanöbukten, under haloklinen på 55-65m, har det hela året varit brist på oxygen och svavelväte har funnits i bottenvattnet under större delen av året. Högsta koncentrationen av svavelväte uppmättes i november; 26.4 µmol/l.

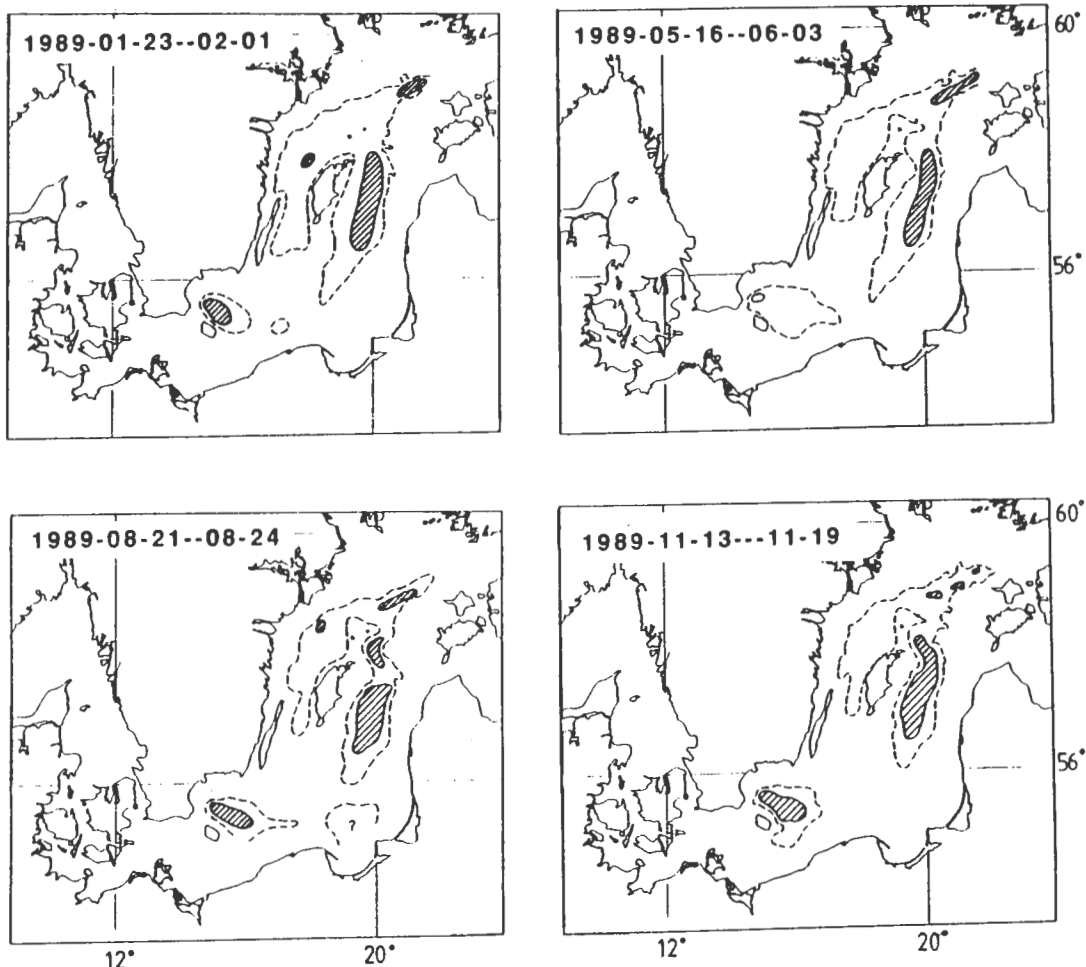


Fig. 16 visar områden med oxygenmängder
 ----- under 2 ml/l och svavelväte 
 vid de fyra expeditioner som genomfördes under året.

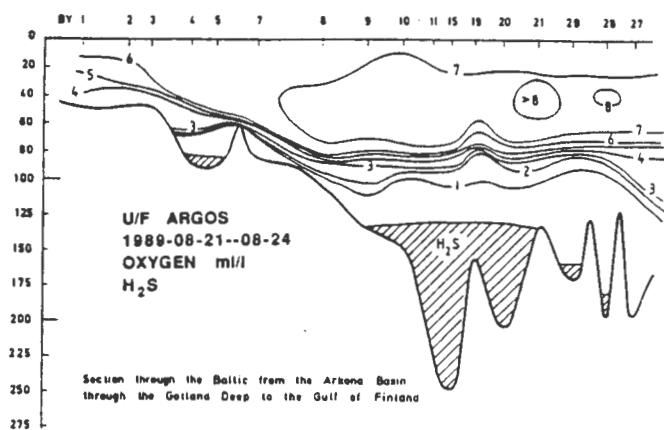
Bornholmsområdet har haft något bättre förhållanden. Där fanns små mängder oxygen från årets början till in på sommaren. Vid expeditionen i slutet av augusti fanns åter svavelväte; den 21 augusti uppmättes 3.6 $\mu\text{mol/l}$ och förhållandena försämrades sedan och den 17 november uppmättes 19.9 $\mu\text{mol/l}$.

I sydöstra Östersjön, vid stationen BCS III-10, var utvecklingen den motsatta mot Bornholmsdjupet. Där förbättrades oxygenförhållandena under året. I januari uppmättes i bottenvattnet 0.84 ml/l oxygen. I maj 1.68 ml/l, i augusti 2.59 ml/l och i november 3.09. Oxygenmängder på 2.5 - 3.0 ml/l är där vanligast.

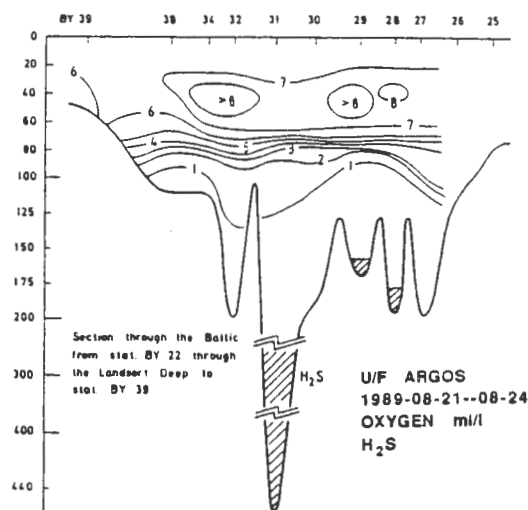
Oxygenförhållandena i Gotlandsdjupet har inte undergått några större förändringar. Stagnationen är djup och långvarig.

Fig. 17a visar oxygen i ett längdsnitt genom södra Östersjön och öster om Gotland (beträffande stationer se fig. 1). Svavelväte har funnits hela året, mestadels från 125 m djup till botten. Koncentrationerna har hela året varit över 60 $\mu\text{mol/l}$ och i augusti uppmättes över 100 $\mu\text{mol/l}$.

I djupområdena i nordöstra Östersjön har funnits svavelväte i bottenvattnet hela året. Här har gränsytan för 2 ml/l oxygen mestadels legat på omkring 90-95 m djup.



17a



17b

Fig. 17 visar ett väl genomblandat och oxygenrikt ytvatten ned till omkring 80 m. Därunder avtar oxygenet snabbt och svavelväte bildas i djuphålorna.

I området mellan Gotland och fastlandet har förhållanden varierat under året. Under vintern fanns svavelväte i bottenvattnet i Norrköpingsdjupet. Vid expeditionen i augusti fanns däremot svavelväte från 300 m och ned till botten i Landsortsdjupet. Övriga tider har funnits små mängder oxygen i bottenvattnet. Fig. 17b visar situationen väster om Gotland sista veckan i augusti. Gränsytan för 2 ml/l har legat på 80-90 m djup. Öster om Segerstad (Öland) på omkring 75 m djup uppmättes under januari 1.75, i maj/juni 6.16, i augusti 3.68 och i november 2.76 ml/l, alltså mycket variationsrikt.

Tillgången på närsalter, fosfor som $\text{PO}_4\text{-P}$ och kväve som $\text{NO}_3\text{-N}$, varierar mycket i Östersjöns ytvatten ned till termoklinen. Trenden går mot långsamt ökande mängder men under vegetationsperioden - vår sommar - förbrukas i stort sett all tillgänglig löst näring. Halterna blir så låga att de är knappt mätbara.

Kiselsyra, SiO_2 , finns i något rikligare mängd och tas inte helt upp av produktionen någon gång under sommaren.

En tidsserie, gjord på observationer av vintervärden under åren 1975-89, visar att silikatmängderna i ytvattnet (0-30 m) långsamt minskar. I skiktet strax under haloklinen (80 m) är, som framgår av fig. 18 minskningen ännu tydligare.

Tabell 1 visar under året uppmätta närsaltvärden i yt- och bottenvattnet vid några stationer i Östersjön.

Närsaltvärdena i bottenvattnet i Östersjön varierar mycket mindre än i ytvattnet. Genom att cirkulationen i vattnet under haloklinen är mycket långsam och vattnet dessutom är helt stagnant i de djupare områdena ansamlas närsalterna i bottenvattnet. Värdena är därför mycket högre än i ytvattnet. Se tabellen.

Nitratvärdena vid stationer med svavelväte är uppmätta ovanför svavelvätet. Vad som kan anses anmärkningsvärt är de höga silikatvärdena. Så höga värden som 144 $\mu\text{mol/l}$ har tidigare inte uppmätts i Gotlandsdjupet eller i öppna Östersjön.

Tabell 1

		Arkona			Bornholmsdjupet			Gotlandsdjupet		
Tid		P	N	Si	P	N	Si	P	N	Si
Jan	Ytan	0.53	3.16	11.8	0.65	3.00	14.2	0.48	3.09	10.2
	Botten	0.99	6.43	36	5.22	9.61	68	6.2	10.3	131
Maj	Ytan	0.12	<0.1	5.4	0.15	<0.1	8.9	0.09	<0.1	7.6
	Botten	2.47	0.70	15	2.50	11.5	62	6.5	8.3	12.6
Aug	Ytan	0.10	0.18	8.4	0.08	0.18	9.0	0.04	0.10	7.4
	Botten	2.85	3.0	24	5.51	7.5	80	7.6	11.2	144
Nov	Ytan	0.28	0.26	4.5	0.21	0.22	2.4	0.18	0.52	4.6
	Botten	2.22	7.4	40	7.0	4.0	80	7.3	7.5	102

		Finska vikens mynning			Landsortsdjupet			St Karlsö djupet		
Tid		P	N	Si	P	N	Si	P	N	Si
Jan	Ytan	0.73	6.17	15.6	0.60	4.02	17.1	0.67	3.57	16.7
	Botten	3.33	6.94	38	3.51	6.20	62	3.20	6.50	61
Maj	Ytan	0.08	<0.1	8.1	0.13	<0.1	7.9	0.26	<0.1	15.3
	Botten	3.2	6.6	45	3.6	6.0	57	3.6	7.1	59
Aug	Ytan	<0.02	<0.1	6.2	0.04	0.23	10	0.03	<0.1	10.9
	Botten	4.2	10.1	60	4.1	7.2	65	4.32	8.2	64
Nov	Ytan	0.19	0.87	5.7	0.33	1.58	15.6	0.28	0.73	11.0
	Botten	4.90	8.0	62	4.1	6.7	57	2.7	7.3	53

**Under 1989 uppmätta närsaltsvärden på ett urval stationer i Östersjön.
Mängderna angivna i µmol/l.**

**P betyder fosfatfosfor (PO₄-P), N är nitratkväve (NO₃-N),
S är silikatkiisel (SiO₄-Si)**

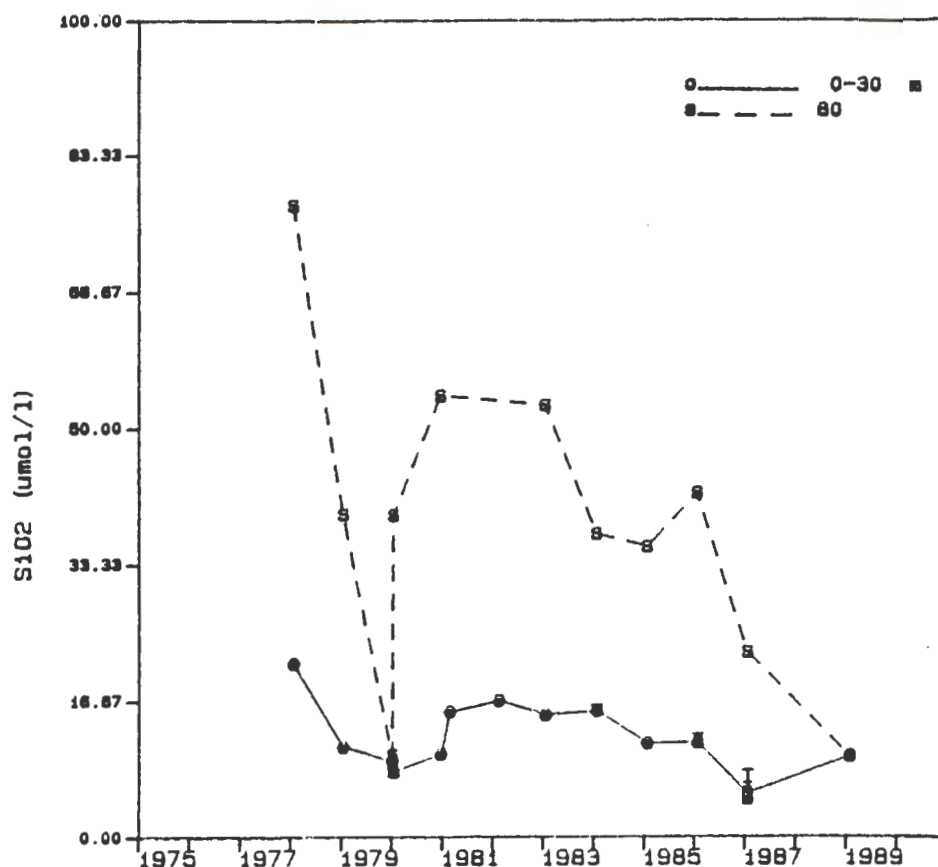


Fig. 18 Gotlandsdjupet, dygnsmedelvärden för silikat dec-feb 1975-89

Bottenhavet

Den osedvanligt milda vintern medförde att havsvattnet inte nedkyldes som vanligt. Isläggning förekom endast i de nordligaste skärgårdarna. Uppvärmningen skedde normalt. Vid stationen F 26 mitt i Bottenhavet steg temperaturen i ytvattnet från 2.1 °C den 3 maj till 4.9 den 29 maj. Fig. 19 visar temperaturfördelningen i ytan över Bottniska viken sista dagarna i maj. Att notera är de fläckvisa relativt stora skillnader i temperatur som ligger förhållandevis nära varandra i ett havsområde som i övrigt har små temperaturskillnader. Höstens ytvattentemperaturer var ganska höga, 6.3 - 8.4 °C

den 5-10 november. Fram till 18-19 december sjönk ytvattentemperaturen till 1.97-3.82 °C.

Oxygenförhållandena var i stort sett helt tillfredsställande. Endast i de djupaste områdena kunde uppmätas någon nedgång av betydelse. Det lägsta värdet 4.07 ml/l uppmättes på 200 m djup vid stationen US 5B den 7 november. Detta värde motsvarar 44 % mättnad. Mättnadsgraden ligger nästan alltid högre än 65 % i bottenvattnet på djup större än 100 m. Högre upp är mättnaden alltid över 90% under hela året.

Närsaltsförhållandena i Bottenhavet skiljer sig något från förhållandena i Östersjön. Mängden fosfat, $\text{PO}_4\text{-P}$, är mycket låg i ytvattnet, under vintern 0.25 - 0.30 $\mu\text{mol/l}$. När produktionen kommer igång på våren förbrukas i stort sett all fosfat mycket snabbt, mängderna är knappt mätbara 0.01 - 0.02 $\mu\text{mol/l}$ redan i början på maj. Mängden fosfatfosfor förblir sedan låg långt in på senhösten. Vid expeditionen 5-10 november låg de uppmätta värdena oftast omkring 0.10 $\mu\text{mol/l}$. Stora lokala avvikelser fanns på några få platser, 0.02 - 0.20 $\mu\text{mol/l}$.

Vid expedition 18-19 december uppmättes på nästan alla stationer 0.20-0.30 $\mu\text{mol/l}$ alltså normala vintervärden.

Förhållandena kväve/fosfor (NO_3/PO_4) är alltid mycket högre i Bottenviken än i Bottenhavet och i Östersjön. Normala vintervärden för nitrat ligger på omkring 4-5 $\mu\text{mol/l}$. Under våren tas i stort sett all nitrat upp av produktionen. Mätningar gjorda 2 - 3 maj ger mätvärden på drygt 2 $\mu\text{mol/l}$ i norra Bottenhavet och bara 0.10 i Ålands hav.

Som framgår av fig. 20, från månadsskiftet maj/juni, uppmättes mindre än 0.5 $\mu\text{mol/l}$ ända ned till 40-50 m djup över större delen av havsområdet. Nitratmängderna förblev sedan låga till långt in på hösten. Fig 21 visar ett stort område med nitratmängder på mellan 1 och 2 $\mu\text{mol/l}$ i de centrala delarna av Bottenhavet. Mängden nitrat i bottenvattnet ligger i stort sett oförändrat på omkring 7 $\mu\text{mol/l}$ under hela året.

Tillgången på silikat, kiselsyra, är mycket god i Bottenhavet. Under vintern finns i ytskiktet - ned till 40-50 m djup - 10-20 $\mu\text{mol/l}$ och under produktionsperioden minskar mängden till 8-10 $\mu\text{mol/l}$. Bottenvattnet innehåller mer än 30 $\mu\text{mol/l}$ under hela året.

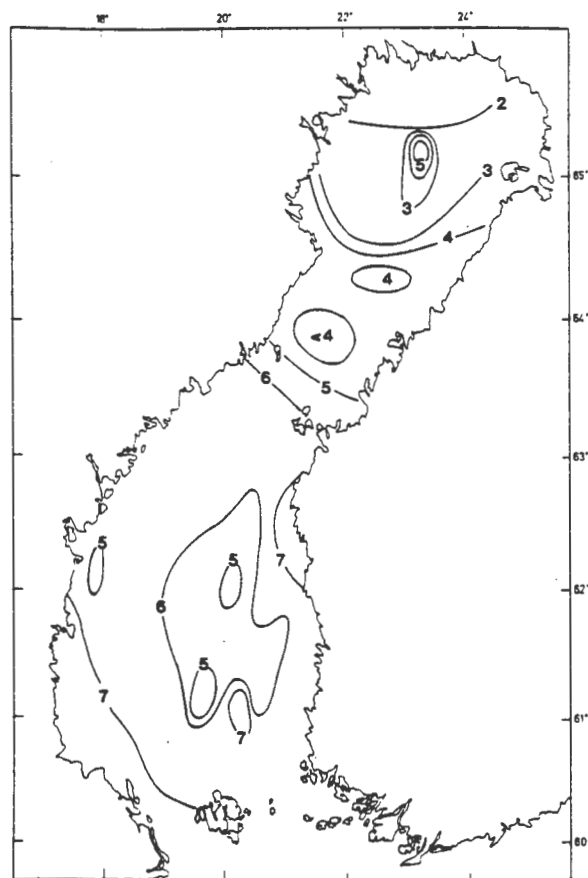


Fig. 19 Temperatur i ytvattnet under vårexpeditionen.

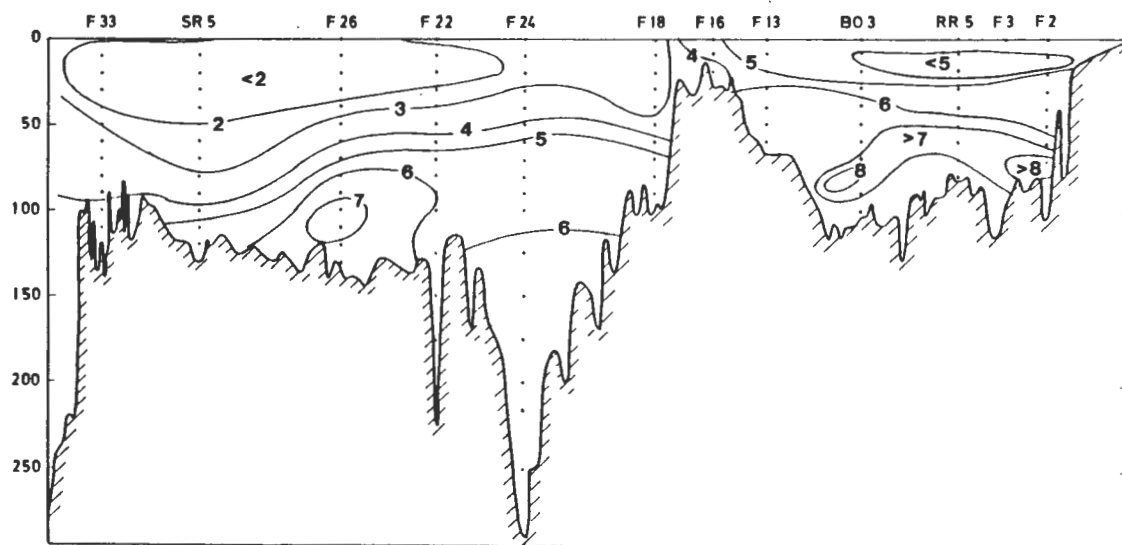


Fig. 20 Ett längdsnitt genom Bottniska viken visar nitrathalterna.
I centrala och södra Bottenhavet har i stort sett all nitrat tagits upp.

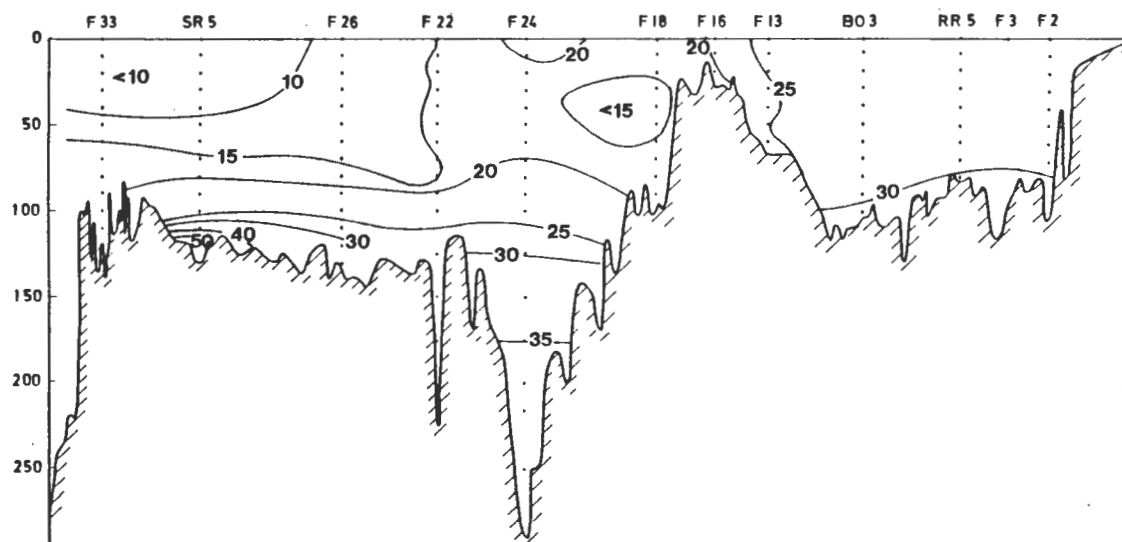


Fig. 21 Fortfarande i början på november är nitratmängderna låga
ned till 40-50 m djup.

Bottenviken

Året i Bottenviken var normalt. Isläggningen blev i stort sett normal, isen bröt upp någon dag tidigare än medeltalet.

Uppvärmningen kom igång tidigt. Temperaturfördelningen i ytvattnet vid månadsskiftet maj/juni visas i fig. 19. Även i Bottenviken finns stora temperaturskillnader lokalt. Temperaturutvecklingen under året i övrigt har följt normalt mönster.

Salthalten har inte undergått några noterbara förändringar.

Oxygenförhållandena i Bottenviken är helt tillfredsställande. Det lägsta uppmätta oxygenvärdet är 7.23 ml/l eller 81% i november vid stationen F 9 utanför Skelleftehamn.

Fosfatfosformängderna, $\text{PO}_4\text{-P}$, är ännu lägre i Bottenviken jämfört med Bottenhavet. De högsta uppmätta mängderna ligger på omkring 0.10-0.15 $\mu\text{mol/l}$. Under produktionstiden upptages i stort sett all fosfat och återstående mängder är så låga att de ej är mätbara.

Kväve, som nitrat, finns i fullt tillräckliga mängder. Normala vintervärden ligger omkring 7-8 $\mu\text{mol/l}$ i hela vattenmassan. Under vår/sommar förbrukas endast en liten del av nitraten i det övre vattenskiktet, kvar blir 4-5 $\mu\text{mol/l}$.

Mängden silikat är mycket hög i hela Bottniska viken. Detta framgår av fig. 22. I Bottenviken ligger de uppmätta värdena alltid högre än 20 $\mu\text{mol/l}$ och i Bottenhavet som lägst 8-10 $\mu\text{mol/l}$.

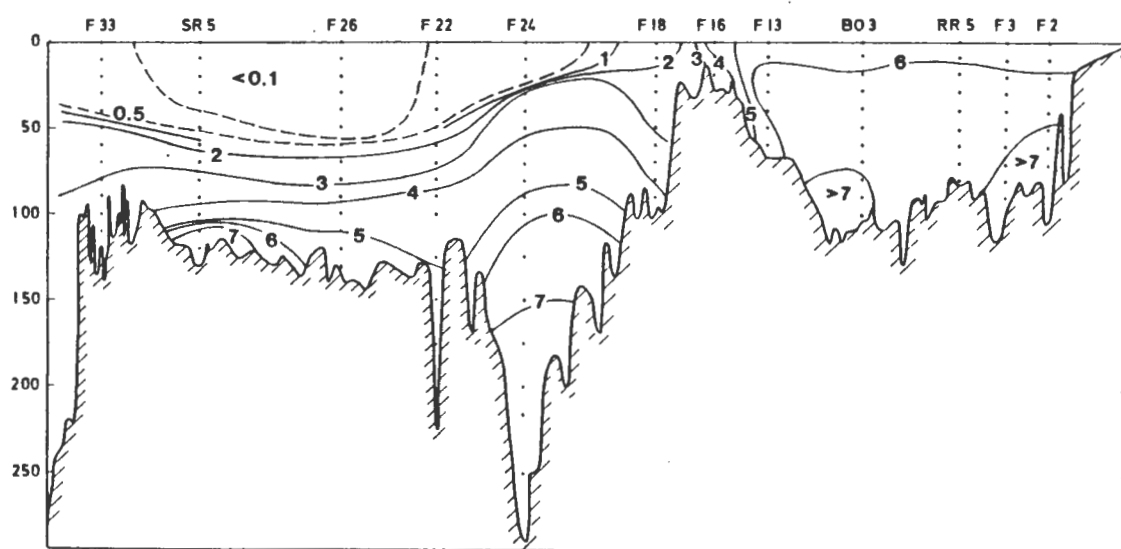


Fig. 22 Silikatmängderna är förhållandevis höga även när produktionen är som störst på försommaren.

RESULTS AND DISCUSSION

THE OCEANOGRAPHIC CRUISES

In general the climatic conditions were similar to the situation in the previous year. The autumn of 1988 was mild almost all over the country; only in southern Sweden was a cold period in November. The winter was very mild in the south and precipitation was moderate and mostly as rain. Snow was received only in the northern half of the country.

The extent of sea ice was the smallest since regular observations were started. Only in the Bothnian Bay and in archipelago areas of the Bothnian Sea continuous layers of ice were found.

The weather in the spring and summer periods was warmer and more dry than normal. The autumn was as mild as in 1987 and 1988 but with less precipitation. Consequently sea water temperatures were higher than normal, particularly during autumn and winter.

In general the nutrient concentrations are increasing in all the sea areas studied. However, in the euphotic zone the concentrations reach very low values during and after the periods with high production.

There has not been any important inflow of oxygen rich water to the Baltic during 1989.

The Skagerrak

No long term changes of the oceanographic conditions have been noted. The temperature of the water above the halocline has been a few degrees higher than the mean value for the period 1968 - 85.

Surface salinities follow a well-known pattern. As can be seen in figure 3 a core of high saline water usually resides in the open Skagerrak. The Baltic water with its lower salinity is clearly seen along the Swedish and Norwegian coasts. The North Jutland Current is clearly seen along the northern coast of Denmark in figure 4. The major part of the volume of Skagerrak contains water with a salinity exceeding 35 PSU.

Oxygen conditions were good during the whole year. The lowest concentrations, corresponding to about 75 per cent saturation were found on depths exceeding 400 m.

There was a slightly increasing trend of nitrate and phosphate in the water, but the actual concentrations vary considerably in space and time. At the time of the winter cruise in February - March rather high concentrations of nitrate were found in the entire area (figure 6). The Jutland Current contained about $25 \mu\text{mol/l NO}_3\text{-N}$ which was distributed both northward to Skagerrak and southward into the Kattegat.

During the production period in spring almost all nitrate is depleted down to 20-40 m and the low concentrations persist during summer. An example is shown in figure 7 with observations on the transect Oksø - Hanstholm. At that occasion the Jutland Current was not observed. However, it may have been present inside sta-

tion 11, less than 3 nautical miles from the shore. The phosphate variations in time and space is very similar to that of nitrate.

During the cruises in April and May a great number of phytoplankton and chlorophyll samples were taken as part of an increased plankton bloom surveillance programme.

The Kattegat

The temperature of the surface layer was a few degrees higher than normal during almost the whole year.

The salinity distribution as shown in figure is quite normal for the area. In figure 8 is shown a section along the deep furrow in the eastern Kattegat from Kullen to Vinga. The Baltic Current with its low salinity is contained along the Swedish coast. The current is sometimes concentrated in a narrow band close to the shore and at other times it is more widely spread over a larger area.

The oxygen conditions in the Kattegat deep water has continued to be a problem in late summer and autumn during several years. At the beginning of the year and during the winter the conditions were good in the entire area with oxygen content close to 100 per cent saturation also in the deep water of those areas normally effected.

The oxygen depletion in 1989 was not as severe as in 1988, neither in geographical distribution nor in time. Figure 9 shows a section where only the shallow areas in the

vicinity of Kullen are depleted. However, in the shallow areas of Skälderviken and Laholmsbukten concentrations of oxygen were close to zero at the end of September.

At the cruise in November conditions were quite normal again in the open areas of Kattegat. The lowest concentrations, about 3 ml/l, were measured at local spots in Laholmsbukten.

The trend with increasing concentrations of phosphate and nitrate can be seen also in the Kattegat. During the winter nutrients are released i.a. from decomposing organisms and concentrations increase in the water masses. In figure 10 is shown an example. When the biological production starts in late winter or early spring the nutrient supply is quickly depleted. This is shown in figure 11 where almost all nitrate has been consumed in the surface layer already in early April. In 1988 the thermo- and haloclines were found at 12 - 14 m. In the spring of 1989 the stratification was at 18 - 20 m and consequently the nutrients were depleted in a volume which was about 30 per cent larger than in 1988.

During the spring 1988 there was an imbalance between the concentrations of nutrients and one organism, viz. Chrysochromulina polylepis, created a mass bloom which for the first time was toxic. In the larger volume of the surface water in 1989 the same algae mass developed but without any toxic effect.

The example showed in figure 11 for nitrate is also representative for phosphate and silicate.

The low concentrations of nutrients in the surface water remain, with some fluctuations, until the autumn. In figures 12, 13 and 14 are shown the situation in late August.

The Sound

The oceanographic conditions of this transition area are in general more similar to the Kattegat than to the Baltic. Also in the Sound the surface temperatures were higher than normal during the year.

The oxygen conditions were good during the winter and only in some local deep areas the oxygen content was decreased. In figure 15 is shown a section through the Sound in late September.

The concentrations of nutrients in the Sound are high due to the supply from the densely populated areas. However, the concentrations vary considerably in time depending on the rapid transport of water masses to the north and to the south through the Sound.

The Baltic Proper

The temperature of the Baltic surface water above the halocline has been one or a few degrees warmer than the mean temperature for the period 1968 - 1986. As an example 3.70 °C was observed as a surface temperature at the Gotland Deep on 26 January as compared to the mean temperature of 2.28 °C. At 50 m depth 3.75 °C was observed as compared to the mean temperature of 2.48 °C. In November 9.13 °C was observed, a difference of more than 2 °C from the mean value of 6.94 °C.

There were no persistent changes in the surface water salinity in the Baltic Proper. In the deep water of the Eastern Gotland Basin the salinity decreases continuously since more than 10 years in the bottom water below 200 m. In November 1988 11.675 PSU was observed and in November 1989 11.548 PSU or a decrease of 0.127 PSU in one year and 0.984 PSU lower than the mean value of 12.532 for the period 1968 - 86.

The variations in the oxygen conditions show the same picture as during previous years. In the water masses from the surface to the halocline the oxygen conditions are always favourable. Below the halocline the oxygen concentrations are generally low. In figure 16 are shown the areas where the deep water contained either hydrogen sulphide or less than 2 ml/l of oxygen during the four cruises carried out in 1989.

South of Skåne the oxygen content varies considerably below the halocline. Very low concentrations were observed but the water never entirely depleted of oxygen.

In the Hanö Bay there was a deficiency of oxygen below the halocline at 55-65 m the whole year and hydrogen sulphide was found in the bottom water most of the time. The highest concentration of hydrogen sulphide, 26.4 $\mu\text{mol/l}$ was observed in November.

The conditions were somewhat better in the Bornholm Basin. Oxygen was present, although in low concentrations, until summer. At the end of August hydrogen sulphide was again observed (3.6 $\mu\text{mol/l}$) and on 17 November the concentration had increased to 19.9 $\mu\text{mol/l}$.

In the south-eastern part of the Baltic, at the station BCS III-10 the development was the opposite to that of the Bornholm Basin as the oxygen conditions improved during the year. In January the bottom water contained 0.84 ml/l of oxygen, in May 1.68 ml/l, in August 2.59 ml/l and in November 3.09 ml/l.

The oxygen conditions in the Eastern Gotland Basin has really not changed significantly during the last years. The stagna-

tion is deep and long-lasting. Figure 17a shows a transect trough the Baltic Proper east of Gotland. Hydrogen sulphide was present all the time, usually from 125 m to the bottom. The concentrations were all the time exceeding 60 $\mu\text{mol/l}$ and in August more than 100 $\mu\text{mol/l}$ was observed.

In the deep areas in the north-eastern part of the Baltic proper hydrogen sulphide was present in the bottom water the whole year. The concentration limit of 2 ml/l of oxygen was mostly found at 90-95 m.

In the area between Gotland and the mainland of Sweden the conditions were changing during the year. During the winter hydrogen sulphide was present in the Norrköping Deep. At the time for the expedition in August hydrogen sulphide was present in the Landsort Deep from 300 m to the bottom but earlier in the year low concentrations of oxygen were present in the bottom water. Figure 17b shows the situation east of Gotland during the last week in August. The concentration limit of 2 ml/l was at 80-90 m. East of the stations at Segerstad (southern part of Öland) 1.75 ml/l was recorded in January, 6.16 ml/l in May, 3.68 ml/l in August and 2.76 ml/l in November.

The supply of nutrients - nitrate and phosphate - varies considerably in the surface layer down to the thermocline. There seems to be a trend towards increasing concentrations. However, during the vegetation period in spring and summer the nutrients are more or less depleted and the concentrations reach below the detection limits of the analytical methods. Silicate never seems to become entirely depleted and is possible to analyze also during the vegetation period.

A time trend series, based on observed winter values in the period 1975-89 shows that the silicate concentrations in the surface water (0-30 m) decrease slowly. In the layer just below the halocline (80 m) the decrease is even more obvious as is shown in figure 18.

In table 1 is compiled a summary nutrient concentrations observed in the surface and bottom waters of some key stations in the Baltic.

The nutrient concentrations of the deep water does not vary by far as much as in the surface water. As the circulation of the

water below the halocline is very slow and oxygen is depleted in most of the deep areas the nutrients are accumulating in the bottom water (see table 1).

At stations where hydrogen sulphide is present the nitrate values are quoted from depths close to but above the hydrogen sulphide. Some of the silicate concentrations are remarkable. Concentrations as high as 144 $\mu\text{mol/l}$ were never reported before from the Gotland Deep or other parts of the Baltic Proper.

The Bothnian Sea

As a result of the unusually mild winter the sea water was never cooled down to form a normal situation. Consequently, ice cover was formed only in the northern part of the archipelago. After the winter the heating of the water mass progressed normally. At the station F26 in the open sea area the temperature rose from 2.1 °C on 3 May to 4.9 °C on 29 May. Figure 19 shows the temperature distribution in the surface water in late May. The patchiness can easily be seen. In the autumn the surface water temperatures were rather high; 6.3 - 8.4 °C in the period of 5-10 November. Then the temperature decreased to 1.97 - 3.82 °C until 18-19 December.

The oxygen conditions were satisfying. Only in the deepest parts some low values could be noted. The lowest value recorded was 4.07 ml/l at 200 m at the station US 5B on

7 November. This corresponds to 44 per cent saturation. In the deep water, at depths greater than 100 m the saturation was almost always higher than 65 per cent. Above this depth the saturation always exceeded 90 per cent.

The nutrient conditions in the Bothnian Sea are different from the Baltic Proper. The phosphate concentrations are low in the surface water; 0.25 - 0.30 $\mu\text{mol/l}$ during the winter. During the vegetation period phosphate is rapidly consumed and concentrations reach the 0.01 - 0.02 $\mu\text{mol/l}$ level already in early May. The low concentrations then prevail until the late autumn. During the cruise 5 - 10 November most concentrations were around 0.10 $\mu\text{mol/l}$. Some local differences were found with values of 0.02 - 0.20 $\mu\text{mol/l}$.

During the cruise 18 - 19 November normal winter values of 0.25 - 0.30 $\mu\text{mol/l}$ were measured at most of the stations.

The quotient between nitrate and phosphate is higher in the Bothnian Sea as compared to the Baltic Proper. Normal winter values for nitrate are about 4 - 5 $\mu\text{mol/l}$. During the spring nitrate is consumed by the production of plankton. Observations on 2-3 May showed about 2 $\mu\text{mol/l}$ in the northern part of the Bothnian Sea as compared to only 0.10 $\mu\text{mol/l}$ in the Åland Sea.

It can be seen in figure 20 that in late May and early June concentrations were gene-

rally less than 0.10 $\mu\text{mol/l}$ down to 40-50 m. Low concentrations prevailed until late autumn. In figure 21 is shown that in large areas the nitrate concentrations were between 1 and 2 $\mu\text{mol/l}$. In the bottom water the concentration is stable around 7 $\mu\text{mol/l}$ the whole year.

The supply of silicate is very good in the Bothnian Sea. During the winter the surface layer contained 10 - 20 $\mu\text{mol/l}$ down to 40-50 m and in the production period the concentrations were 8 - 10 $\mu\text{mol/l}$. The bottom water contained more than 30 $\mu\text{mol/l}$ all the time.

The Bay of Bothnia

In this sea area the conditions were fairly normal. The ice cover was normal and the ice broke up some days before the usual date.

The heating of the surface water started somewhat early. The temperature distribution in late May and early June is shown in figure 19. Also in the Bothnian Bay large differences may occur between different areas. During the rest of the year the temperature development has followed its normal cycle.

The salinity has not showed any important or unexpected variations during 1989.

The oxygen conditions were very satisfying during the whole year. The lowest value was 7.23 ml/l or 81 per cent saturation at the station F9 in November.

The phosphate concentrations are lower in the Bothnian Bay than in the Bothnian Sea. The highest values observed were around 0.10 - 0.15 $\mu\text{mol/l}$. During the vegetation period the concentrations are too low to be determined in the analyses.

The supply of nitrate is sufficient for the production. Normal winter values are around 7 - 8 $\mu\text{mol/l}$ in the entire water mass. During spring and summer only a part of this is consumed and some 4 - 5 $\mu\text{mol/l}$ remain in the surface water.

The concentrations of silicate are high in the entire Bothnian Bay as can be seen in figure 22. The observed values are always higher than 20 $\mu\text{mol/l}$.

Sven Engström

3.2 PETROLEUMKOLVÄTEN

Termen petroleumkolväten används här som ett samlingsbegrepp för att beteckna föroreningar som härstammar från mineraloljor. Den analysmetod som används gör ingen skillnad mellan ämnen som kommer direkt från oljan och de som tillförs havet genom att förbränningsprodukter av olja eller kol transporteras till havet via atmosfären.

Den analysteknik som används (fluorescensfotometri) är alltså inte entydigt specifik för oljeföroreningar och tekniken har rekommenderats som ett snabbt och relativt billigt hjälpmedel att hitta förhöjda halter i havsvattnet.

De stationer som används för provtagningen visas i figur 23. Resultaten från de två provtagningsomgångarna i maj - juni respektive november redovisas i figurerna 24 och 25. Generellt sett överensstämmer resultaten ganska väl med medelvärdena från sjuårsperioden november 1981 - november 1988 (figur 26). Det finns emellertid några undantag. Vid vårprovtagningen var halterna förhöjda i södra Östersjön på stationerna BY5 och BCS III-10. De något förhöjda halterna torde röra sig om kontamination av enstaka prover. För att klargöra orsaken krävs tillgång till gaskromatograf eller masspektrometer, så som rekommenderats i Helsingforskommissionens monitoringprogram. Dessa resurser står emellertid inte till förfogande för den monitoring som utförs inom PMK.

Det är viktigt att understryka att de halter som analysen ger skall behandlas som indikationer på förorening och inte som exakta halter, vilka kan användas för t.ex. massbalansberäkningar av föroreningsmängder.

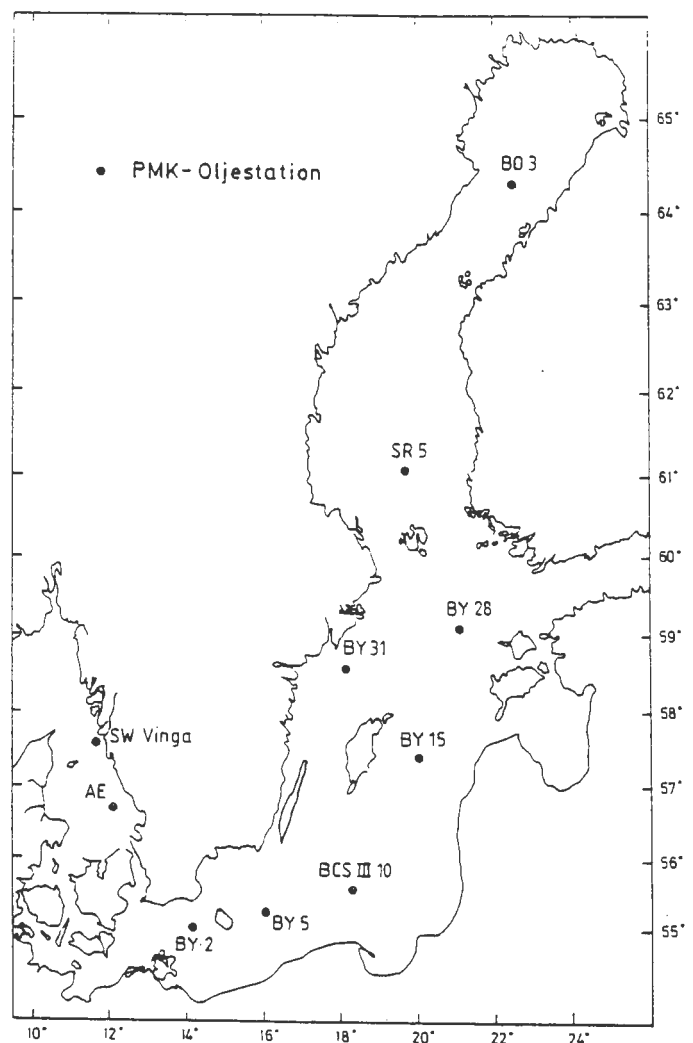


Fig. 23 PMK-Oilstationer

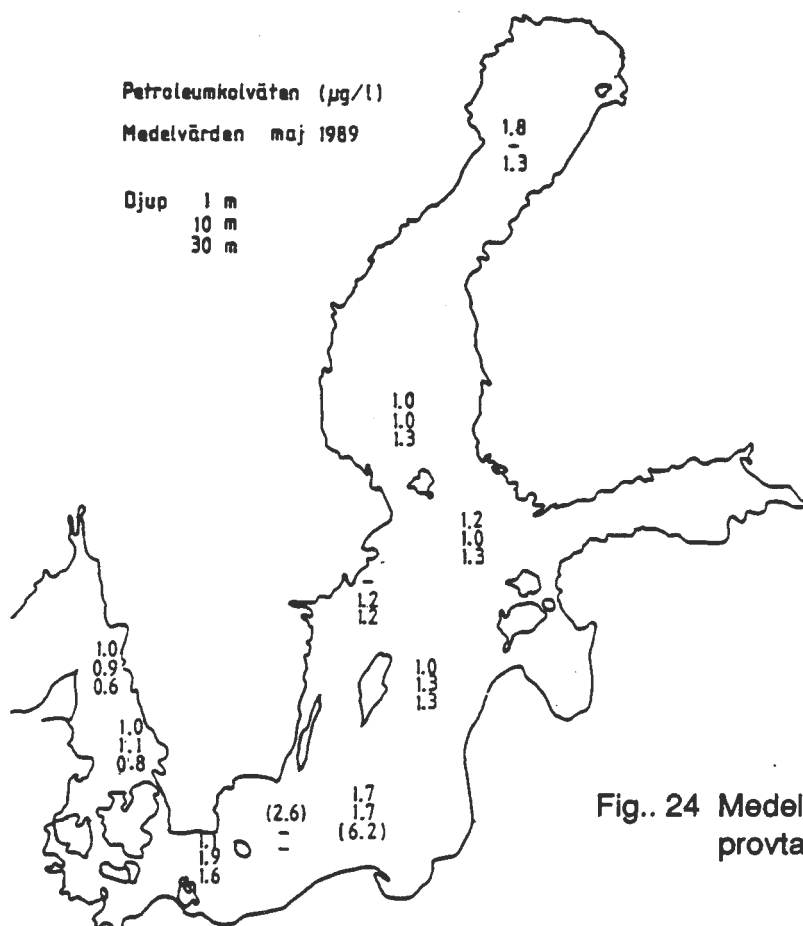


Fig.. 24 Medelvärden från provtagningar i maj 1989

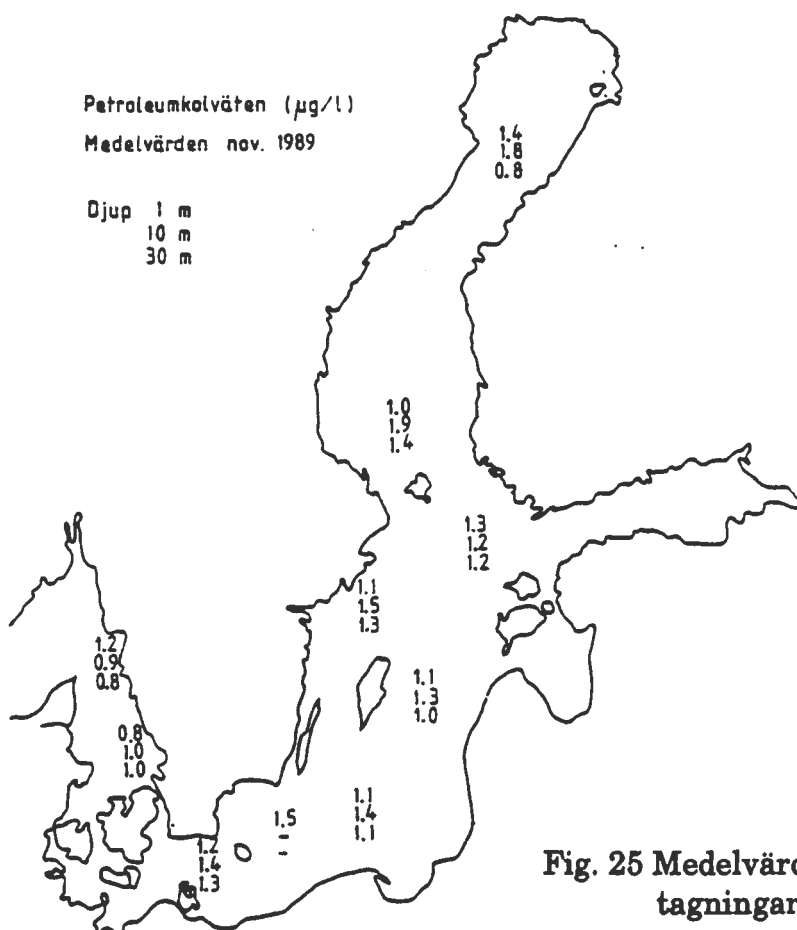


Fig. 25 Medelvärden från provtagningar i november 1989

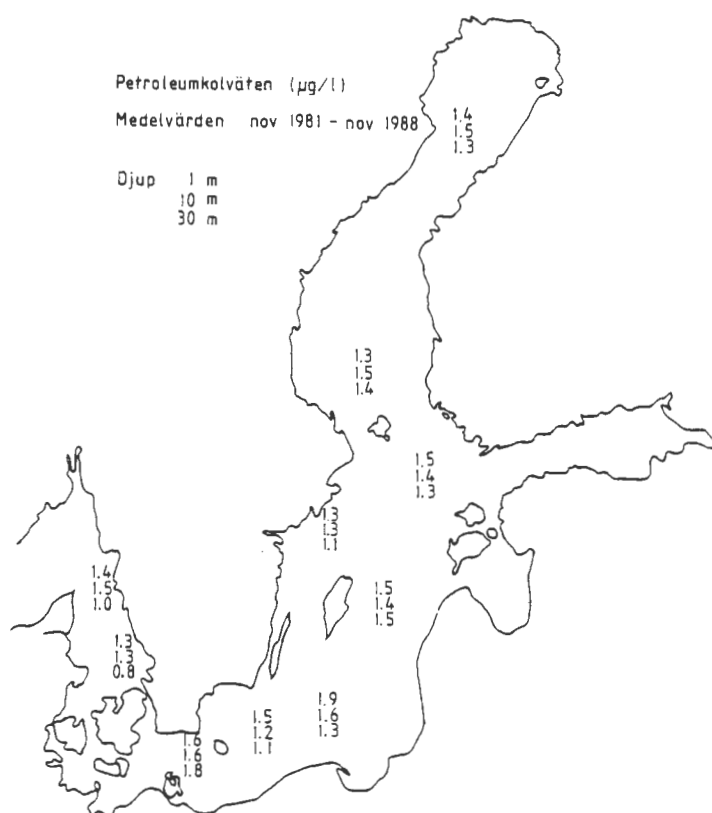


Fig. 26 Medelvärden nov. 1981 - nov. 1988

PETROLEUM HYDROCARBONS

The term petroleum hydrocarbons is here used as a collective term to describe pollution from mineral oils. The analytical technique used does not differentiate between substances originating directly from oils and combustion products from oil and coal and which are transported through the atmosphere to the sea.

The analytical technique used (fluorescence photometry) is not specific for oil pollution but it has been recommended as a quick and relatively cheap tool to scan and find elevated concentrations in the sea water.

The sampling stations are presented in figure 23. The results from the samplings in May - June and November respectively are shown in figures 24 and 25. In general the results agree with the mean values

from the period November 1981 - November 1988 (figure 26). However, there are a few differences. At the sampling occasion in spring some elevated concentrations were found in the southern Baltic Proper on the stations BY5 and BCS III-10. This may be the result from contamination of individual samples. To solve this question it is necessary to have access to gas chromatography or mass spectrometry as recommended for the monitoring programme of the Helsinki Commission. However, these resources are not available to this part of the national PMK programme.

It is important to emphasize that the results of the fluorescence analysis are to be regarded as indications of pollution levels and not as exact concentration figures, suited for e.g. mass balance calculations.

Stig R. Carlberg

3.3 BOTTENFAUNA

Under maj-juniexpeditionen med U/F Argos insamlades bottenfauna programenligt från de tre ingående stationerna i Kattegatt (SW Vinga, Fladen och Anholt E) samt de fem i egentliga Östersjön (BY 2, BY 5, BCS III-10, BY 38 och ESE När). Dessutom insamlades zoobenthos från BO 3 och C VI i Bottenviken där provtagningen inte kunde ske i november 1988 p g a hårt väder.

Stationerna i Bottniska viken besöktes med U/F Argos i november 1989. Bottenfauna kunde insamlas från samtliga i programmet ingående stationer (F 64, SR 1A, SR 5, US 6B, BO 3 och C VI).

Vid rapporteringsdatum 1990-04-01 beräknas 1989 års prover från egentliga Östersjön och Bottniska Viken vara klara. 1987 års Kattegattprover är färdiga och analysarbetet på 1988 års Kattegattprover pågår.

SOFT BOTTOM FAUNA

During May-June 1989 macro zoobenthos were collected on all stations in the Kattegat (SW Vinga, Fladen and Anholt E) and the Baltic Proper (BY 2, BY 5, BCS III-10, BY 38 and ESE När). In addition the stations in Bothnian Bay (BO 3 and C VI) which were not sampled in November 1988 due to bad weather, were visited.

During November 1989 sampling from all stations in the Gulf of Bothnia (F 64, SR 1A, SR 5, US 6B, BO 3 and C VI) was succesful.

During the spring 1990 the analysis of all samples for 1989 from the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia will be finished. The samples from Kattegat for 1988 and 1989 are being processed.

Bengt Yhlen

4. SÄRSKILDA STUDIER

4.1 PEX OCH SKAGEX AKTIVITETER UNDER 1989

PEX-86

Ett möte med PEX Study Group hölls i Gdansk, Polen, 11-12 april med 20 deltagare. Mötet diskuterade PEX General Report och de slutsatser som de olika arbetsgrupperna kommit fram till. Även interkalibreringsresultaten och monitoringproblemen diskuterades. Därefter behandlades planerna för en PEX-Atlas och det planerade PEX-symposiet, som skall arrangeras 1991 i Mariehamn. Ett planeringsmöte för symposiet beslöts bli arrangerat i Tallinn i april 1990. Därefter behandlades planerna för SKAGEX.

För laboratoriets del har en rapport över de kemiska resultataten från ARGOS' deltagande i PEX utarbetats av Fonselius och Valderrama och denna rapport kommer att vara färdig för publicering i början av 1990.

PEX General Report publicerades av ICES i mars 1989 som Cooperative Research Report No. 193: Baltic Sea Patchiness Experiment —PEX 86— Part I: General Report, Vol. 1: Text och Vol. 2: Figures.

SKAGEX-90

Under året har planer utarbetats för att arrangera ett program där flera fartyg skall delta i Skagerrak- och Kattegattområdet. Intresset för detta har varit stort och över 15 fartyg väntas delta. Syftet är att försöka få en synoptisk bild av strömförhållanden och närsaltsfördelning i området. Av speciellt intresse är transporten av närsalter, främst nitrat, i Jutlandsströmmen.

Förberedande möten har hållits 7-9 februari i Lund och 31 oktober-2 november i Kiel. Ett slutligt planeringsmöte hålls i mars 1990 i Gdynia.

SKAGEX utförs i juni 1990. Från svensk sida deltar preliminärt ARGOS, (SMHI och Fiskeristyrelsen), SVANIC (Oceanografiska Institutionen, Göteborgs Universitet) och ARNE TISELIUS (Kristinebergs Marinbiologiska Station).

PEX AND SKAGEX ACTIVITIES IN 1989

PEX-86

A PEX Study Group meeting was held in Gdansk, Poland, 11-12 April with 20 participants. The meeting discussed the PEX General Report and the conclusions written by the different working groups. Also the results of the intercalibrations and the monitoring results were discussed. Then the plans for the PEX Atlas and the PEX Symposium, which will be arranged in 1991 in Mariehamn, were reviewed. A planning meeting for the symposium was decided to be held in Tallinn in April 1990. Finally the plans for the SKAGEX were discussed.

From the laboratory a report (in Swedish) of the chemical results from the participation of the R/V ARGOS in PEX has been prepared by Fonselius and Valderrama and this report will be ready for publication in the beginning of 1990.

The PEX General Report was published by ICES in March 1989 as Cooperative Research Report No. 193: Baltic Sea Patchiness Experiment—PEX 86—Part I: General Report, Vol. 1: Text and Vol. 2: Figures.

SKAGEX-90

During the year plans have been worked out for arranging a multiship programme in the Skagerrak and Kattegat area. The interest for this has been wide and more than 15 ships are expected to participate. The aim is to try to get a synoptic picture of the currents and the nutrient distribution in the area. The transport of nutrients, especially nitrate, with the Jutland Current is of special interest.

Preparatory meetings have been held 7-9 February in Lund and 31 October-2 November in Kiel. A final planning meeting is held in March 1990 in Gdynia.

The SKAGEX will be carried out in June 1990. From Sweden the research vessels ARGOS (SMHI and the National Board of Fisheries), SVANIC (The Institute of Oceanography, University of Göteborg) and ARNE TISELIUS (Kristineberg Marine Biological Station) will preliminarily participate.

Stig Fonselius

4.2 PLANKTONÖVERVAKNING I VÄSTERHAVET

Baserat på erfarenheterna med den massiva blomningen av *Chrysochromulina polylepis* i Kattegatt och Skagerrak under våren 1988 anordnades även under senvintern - försommaren 1989 en förstärkt planktonövervakning i Västerhavet. Verksamheten finansierades med särskilda medel från Naturvårdsverket.

Flera institutioner genomförde programmet från Strömstad i norr till Öresund i söder. SMHI deltog genom flera expeditioner med U/F Argos och U/F Sensor. Det samlade materialet av alla observationer och analyser är under vetenskaplig utvärdering och kommer att publiceras genom Naturvårdsverkets försorg.

SURVEILLANCE OF PLANKTON BLOOMS

Based on the experiences of the massive bloom of the plankton algae Chrysochromulina polylepis in the Kattegat and Skagerrak area in 1988 an extensive surveillance programme for plankton blooms was organised in late winter - early summer of 1989. The funding was provided by the National Environment Protection Agency and several institutes shared the

workload of the programme that covered coastal and open sea waters from Strömstad in the north to The Sound in the south. SMHI participated with a number of cruises of the R/V Argos and the R/V Sensor. The collected material of observations and analyses is being scientifically evaluated and will be published as an arrangement by the National Environment Protection Agency.

Stig R. Carlberg

5 PUBLIKATIONER OCH FÖREDRAG (*Publications and presentations*)

- Ambjörn, C., Becker, B och Carlberg, C 1989: Meteorologi, oceanografi, hydrografi: långtidstrender och situationen 1988.
Publicerad i Lindahl och Rosenberg (red.). Algbloomningen av Chrysochromulina polylepis vid svenska västkusten 1988.
Naturvårdsverket RAPPORT 3602. ISBN 91-620-3602-5.
- Carlberg, S.R. et.al. 1989: Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK, Utsjöprogrammet. Rapport från verksamheten under 1988. SMHI Reports Oceanography, RO Nr 9, ISSN 0283 - 1112, 43 p.
- Engström, S. och Fonselius, S. 1989: Hypoxia and eutrophication in the southern Kattegat. ICES C.M.1989/E:24, Session R. (mimeo).
- Fonselius, S. 1989: Hydrographic variabilities in the Skagerrak surface water. ICES C.M.1989/C:35, Session Q (mimeo).
- Föredrag under 1989 (*Presentations*).
- Fonselius, S. 1989: Hypoxia and eutrophication in the southern Kattegat. ICES Council Meeting, Haag.
- Fonselius, S. 1989: Hydrographic variabilities in the Skagerrak surface water. ICES Council Meeting, Haag.

SMHI Rapporter, OCEANOGRAFI (RO)

- Nr 1 Gidhagen, Lars, Funkquist, Lennart, and Murthy, Ray
Calculations of horizontal exchange coefficients using
Eulerian time series current meter data from the Baltic Sea.
Norrköping 1986
- Nr 2 Thompson, Thomas
Ymer-80, satellites, arctic sea ice and weather.
Norrköping 1986
- Nr 3 Carlberg, Stig, et al.
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.
Norrköping, 1986
- Nr 4 Lundqvist, Jan-Erik, och Omstedt, Anders
Isförhållandena i Sveriges södra och västra farvatten.
Norrköping, 1986
- Nr 5 Carlberg, Stig R., Engström, Sven, Fonselius, Stig H.,
Palmén, Håkan, Thelén, Eva-Gun, Fyrberg, Lotta, och Yhlen,
Bengt
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.
Utsjöprogram under 1986.
Göteborg, 1987
- Nr 6 Valderrama, Jorge C.
Results of a five year survey of the distribution of urea in
the Baltic Sea.
Göteborg, 1987
- Nr 7 Carlberg, Stig, Engström, Sven, Fonselius, Stig, Palmén,
Håkan, Thelén, Eva-Gun, Fyrberg, Lotta, och Yhlén, Bengt.
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.
Utsjöprogram under 1987.
Göteborg 1988
- Nr 8 Håkansson, Bertil
Ice reconnaissance and forecasts in Storfjorden, Svalbard.
Norrköping 1988
- Nr 9 Carlberg, Stig, Engström, Sven, Fonselius, Stig, Fyrberg,
Lotta, Juhlin, Bo, Palmén, Håkan, Szaron, Jan, Thelén,
Eva-Gun, Yhlén, Bengt och Zagradkin, Danuta
National Swedish programme for monitoring of environmental
quality - Open sea programme. Report from activities in
1988.
Norrköping 1989
- Nr 10 Fransson, L., Håkansson, B., Omstedt, A., Stehn, L.
Sea ice properties studied from the icebreaker Tor during
BEPERS-88.
Norrköping 1989
- Nr 11 Carlberg Stig, Engström Sven, Fonselius Stig, Fyrberg Lotta,
Juhlin Bo, Palmén Håkan och Yhlen Bengt
National Swedish programme for monitoring of environmental
quality - Open sea programme. Report from aktivitets in 1989.
Norrköping 1990



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Swedish meteorological and hydrological institute
S-60176 Norrköping, Sweden. Tel. +46 115 80 00. Telex 644 00 smhi s.