



PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS- ÖVERVAKNING - PMK

Utsjöprogrammet under 1987

PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS-
ÖVERVAKNING - PMK
Utsjöprogrammet
Rapport från verksamheten under 1987

NATIONAL SWEDISH PROGRAMME FOR MONITORING
OF ENVIRONMENTAL QUALITY

Open Sea Program
Report from the activities in 1987

Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius,
Lotta Fyrberg, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén,
Bengt Yhlen, Danuta Zagradkin

SMHI, Oceanografiska laboratoriet, Göteborg

Issuing Agency SMHI S-601 76 Norrköping SWEDEN	Report number R0 7 (1988)	
	Report date March 1988	
Author(s) Stig R. Carlberg, Sven Engström, Stig H. Fonselius, Lotta Fyrberg, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Bengt Yhlen och Danuta Zagradkin		
Title (and Subtitle) Program för miljökvalitetsövervakning - PMK Utsjöprogrammet Rapport från verksamheten under 1987 National Swedish Programme for Monitoring of Environmental Quality Open Sea Programme. Report from activities in 1987.		
Abstract The report describes the activities and results from 1987 within the open sea programme of the national Swedish monitoring programme, PMK. The open sea programme also forms the major part of the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme of the Helsinki Commission. Two regular oceanographic cruises were carried out to the Baltic, two plus one supplementary cruises to the Gulf of Bothnia, three in the Kattegat and five in the Sound. Several other cruises of relevance to PMK were also carried out. Standard oceanographic parameters including nutrients were analysed and various biological samples were taken including fish and mussel samples for analysis of harmful substances. From spring to autumn a negative temperature anomaly of 2-4°C was observed in the Kattegat and the Baltic. As in previous years the southern parts of the Kattegat showed very low oxygen values during a short period in the autumn, but the recovery was quick. Following the spring bloom the nutrient reservoir of the Baltic surface water was depleted to about 40 m until the early autumn. In the Gotland Deep the hydrogen sulphide has now resided for 10 continuous years in the deep water. During the last half of 1987 hydrogen sulphide appeared in the Bornholm Deep, extending into the Hanö Bight. Sulphide was present in the Landsort Deep for a short period.		
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 56	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		

INNEHALL

	Sida
1. Sammanfattande beskrivning av projektet och dess resultat	1
Short description of the environment monitoring programme and a summary of its results	3
2. Verksamhetsberättelse	
2.1 Allmänt	5
2.2 Fältverksamhet	
2.2.1 Expeditioner	9
2.2.2 Kustbevakningen	13
2.2.3 Miljöprovtagning	14
2.3 Dataverksamheten	16
2.4 Internationellt samarbete	20
2.5 Personal och ekonomi	22
3. Resultat och diskussion	
3.1 Oceanografiska expeditioner	23
3.2 Kustbevakningsmätningarna	37
3.3 Petroleumkolväten	41
3.4 Primärproduktion och klorofyll	46
3.5 Bottenfauna	48
4. Särskilda studier	
4.1 Patchiness	49
5. Publicerade arbeten	56

1. SAMMANFATTNING AV PROJEKT OCH RESULTAT

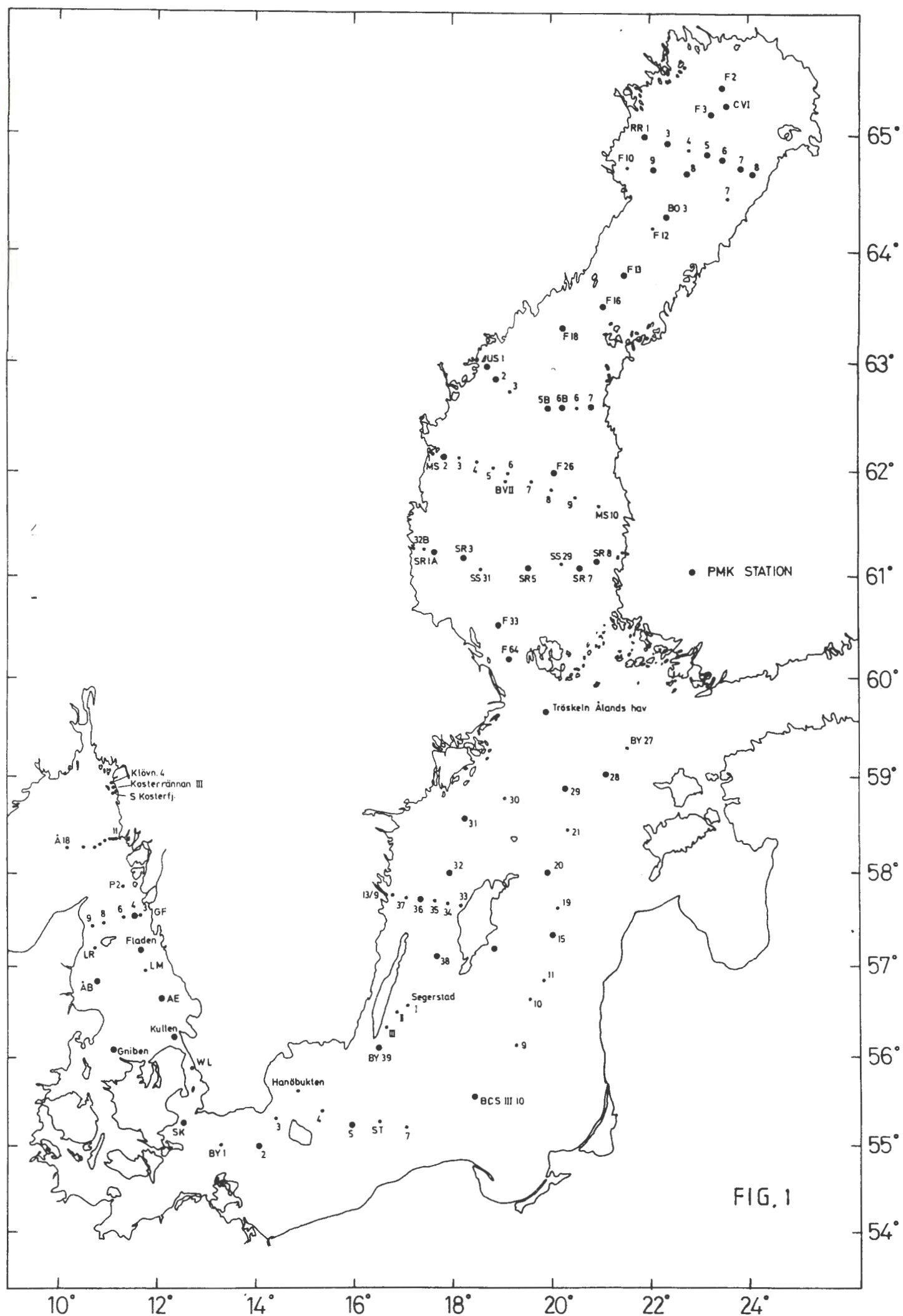
Rapporten beskriver en utsjöverksamhet, som bedrivs inom Naturvårdsverkets program för övervakning av miljö kvalitet - PMK. Verksamheten är samtidigt större delen av det svenska bidraget till Helsingforskommissionens samordnade program för monitoring av den marina miljön i Östersjön. Åtagandet innebär att SMHI, genom sitt oceanografiska laboratorium i Göteborg, genomför fysikaliska och kemiska observationer och analyser på ett omfattande stationsnät (se figur 1) under två expeditioner i Östersjön med Bottniska Viken, (från och med budgetåret 1987/88 fyra expeditioner i Bottniska Viken) tre expeditioner i Kattegatt och fem expeditioner i Öresund. Vid dessa expeditioner görs också bestämningar av potentiell primärproduktion och prover insamlas för bestämning av växt- och djurplankton. En gång per år görs undersökning av bottenfauna (meiofauna). Denna provtagning görs under hösten i Bottniska viken och under våren i övriga havsområden. Dessutom insamlas fisk och musslor från sju lokaler för analys av miljögifter. Fisk- och musselproven prepareras vid Naturhistoriska Riksmuseet. Dessa prov, liksom planktonproverna, analyseras av olika enheter inom Naturvårdsverket.

Åtagandet för PMK utförs helt integrerat med SMHI:s reguljära oceanografiska verksamhet vid laboratoriet. Detta innebär bl. a. att SMHI inom samma havsområde genomför flera reguljära expeditioner, som är relevanta för PMK. Till mycket stor del ingår även dessa resultat i den utvärdering som redovisas.

Under året har laboratoriet minskat mätverksamheten i Bohuslänns fjordar till förmån för ökade insatser i Skagerrak. Detta är väsentligt bl.a. som ett komplement till PMK. Mätresultaten speglar den stora variabiliteten i Skagerrak.

Den oceanografiska situationen i Kattegatt visar ingen större skillnad jämfört med tidigare år. Detta innebär att det även under hösten 1987 har varit ett syreminimum i Kattegatts bottenvatten, framför allt i de södra delarna. Även i Djupa rännan utanför Vinga uppmättes låga halter under en kort period. Generellt sett var den mest intensiva perioden i senare delen av september och början av oktober. Då uppmättes ovanligt låga syrgasvärden under den specialkartering, som SMHI utförde i sydöstra Kattegatt. Under hösten återhämtade sig syreförhållandena snabbt.

I Östersjön har vissa förändringar skett jämfört med 1986. I Arkonabäckenet söder om Skåne var syreförhållandena goda, medan det var låga halter i Bornholmsbäckenet under större delen av året. I september hade det istället bildats svavelväte i detta bottenvatten och i november hade utbredningen ökat in i Hanöbukten. Mellan Gotland och fastlandet har inget svavelväte förekommit i bottenvattnet; syre har funnits där, men i låga halter. I djuphålan öster om Gotland har svavelväte funnits under hela året. Endast mindre inströmningar har förekommit, men inget riktigt utbyte. Det inflöde av högsalint vatten, som inträffade i november - december 1986, var så litet att det inte haft någon avgörande effekt när det nådde fram till Gotlandsdjupet. Det har med andra ord inte skett någon betydande omsättning av vattnet i Gotlandsdjupet på tio år! I vissa delar av det norra centralbäckenet har det funnits svavelväte sedan våren; under en kort period under förhösten fanns det svavelväte även i Landsortdjupet.



Både i Kattegatt och Östersjön var vattentemperaturerna ovanligt låga på grund av den stränga vintern och den kalla regniga sommaren. Under-temperaturen var minst 2 grader på de flesta stationer jämfört med ett medelvärde för perioden 1968 - 1985. I september var undertemperaturen på vissa stationer 4 grader.

Trots den låga temperaturen kom primärproduktionen igång ordentligt. I Östersjön minskade närsaltshalterna kraftigt i ytvattnet ned till ca 40 m och steg sedan inte påtagligt förrän under hösten.

En preliminär bedömning av analyserna av petroleumkolväten (oljeföroreningar) visar att halterna generellt sett sjunkit något, med undantag för södra Östersjön.

Resultaten av klorofyllanalyser och potentiell primärproduktion visar inga onormala förhållanden.

Stig R. Carlberg
Chef för oceanografiska laboratoriet

SUMMARY OF THE PROGRAMME AND ITS RESULTS IN 1987

This programme forms the major part of the open sea activities of the national Swedish programme for environmental monitoring (PMK). At the same time it forms the major part of the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission.

According to the contract with the National Swedish Environment Protection Board, the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), through its Oceanographical Laboratory, carries out physical and chemical observations and analyses on a great number of sampling stations (Figure 1). Oceanographical cruises are carried out twice annually in the Baltic Sea and Gulf of Bothnia (from the financial year 1987/88 four times in the Gulf of Bothnia), five times in the Sound and three times in the Kattegat. During these cruises samples are also collected for analysis of phyto- and zooplankton and determinations of potential phytoplankton primary productivity are carried out. A study of meiofauna is also included in the programme as well as sampling on seven localities for fish and mussel for determination of environmental contaminants. These analyses, as well as those of plankton, are carried out by various sections of the National Swedish Environment Protection Board.

The oceanographic conditions in the Kattegat were similar to previous years. This includes the period with an oxygen deficit in the bottom water of the southern part during the autumn. The minimum seemed to appear in late September and early October, when SMHI made a special survey in the southeastern part of the Kattegat. After the minimum the conditions were rapidly restored.

In the Baltic the anoxic conditions prevail in the Gotland Deep and the surrounding area. The hydrogen sulphide is now residing in the bottom water for the tenth year without interruption! Only minor inflows have occurred, but nothing that replenishes the bottom water. The inflow of high saline water that occurred to the Baltic in November - December 1986 was not strong enough to be of importance when it reached the Eastern Gotland Basin.

In the Arkona Basin and the area west of Gotland no hydrogen sulphide was found in the bottom water; oxygen was present, although in low concentrations. In the Bornholm Basin the oxygen content was low and then hydrogen sulphide evolved in early autumn, extending into the Hanö Bight in November. For a short period hydrogen sulphide was present in the Landsort Deep and the sulphide was present in parts of the Northern Central Basin for the latter half of the year. In the Kattegat and the Baltic Sea the surface water was unusually cold because of the strong winter and the cold summer. Temperatures were at least 2 °C below the mean value for the period 1968 - 1985; in some places even 4°C.

Despite the low temperatures the primary production started well and in the Baltic the nutrients were depleted in the surface layer down to about 40 m. The concentrations were not restored until September or October.

Results of the petroleum hydrocarbon analyses show that the concentrations may be decreasing in most parts of the Baltic Sea area except in the southern Baltic Proper.

The analyses of chlorophyll and potential phytoplankton primary productivity do not reveal any unusual conditions.

Stig R. Carlberg
Head of the Oceanographic Laboratory

2. VERKSAMHETSBERÄTTELSE

2.1 ALLMÄNT OM ORGANISATION OCH ADMINISTRATION

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 (tidigare fiskeristyrelsens hydrografiska laboratorium), som ansvarar för dessa expeditioner. Laboratoriet har bedrivit denna verksamhet i olika former och i växande omfattning sedan 1948, då Fiskeristyrelsen inrättades. 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 monitoringprogram för Östersjöns marina miljö, som de sju strandstaterna byggt upp inom Helsingforskommissionen. Detta program kallas Baltic Monitoring Programme och omnämns 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 råd till 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 saltvatten) genomförs på kontraktbas av olika myndigheter eller universitetsinstitutioner. En förutsättning är då att de har en sådan struktur och basverksamhet att de kan genomföra åtaganden inom PMK på ett sätt som är rationellt och kostnadseffektivt för statsmakterna.

På detta sätt arbetar SMHI på uppdrag av Naturvårdsverket med PMK-verksamhet inom två olika delprogram. Det största är utsjöverksamheten, som denna rapport handlar om, och det andra är provtagning genom kustbevakningen, samt vinterprovtagning från isbrytare i Bottniska Viken. De prover som Kustbevakningen samlar in på västkusten analyseras av laboratoriet i Göteborg och resultaten ingår i bearbetningen i denna rapport. Motsvarande prover från Östersjön analyseras i Norrköping och resultaten rapporteras separat.

Enligt uppdraget skall SMHI "i ett utsjöprogram för övervakning av den marina miljön genomföra provtagning och analys omfattande hydrografi, kemi och biologi samt provtagning för miljögiftsanalys vid tre expeditioner i Kattegatt, fem i Öresund och två expeditioner i Östersjön och 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 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 data. Dessa sänds till Naturvårdsverket i samband med ordinarie rapporteringstillfälle till Helsingforskommissionen under våren, då data rapporteras till kommissionens sekretariat i Helsingfors. Proceduren innebär att data för 1986 översändes under våren 1987 och att 1987 års data insänds före 1 maj 1988.

Nyheter för verksamheten 1987.

I samband med det nya kontraktet för budgetåret 1987/88 överförde Naturvårdsverket det ovan nämnda uppdraget med kompletterande mätningar från isbrytarna till utsjöprogrammet. Genom detta arrangemang skall laboratoriet alltså svara för totalt fyra expeditioner årligen i Bottniska Viken. Från och med denna rapport ingår därför även dessa resultat i de bearbetade och redovisade resultaten.

Som ett led i samordningen mellan Sverige och Finland har den svenska provtagningen av bottenfauna i Bottniska Viken från och med 1987 flyttats från våren till hösten.

Provtagningen av skorv (*Saduria entomon*) på station B VII i Bottniska Viken har erbjudit många svårigheter; redskapen har förstörts av den steniga botten och resultatet har varit dåligt. Under våren gjordes istället försök med provtagning på stationen F 18. Inte heller här blev utbytet särskilt stort, men provtagningen gick lättare att genomföra.

På särskilt uppdrag från Naturvårdsverket genomförde SMHI en kompletterande provtagning i Öresund i december. Detta gjordes för att öka observationsfrekvensen inom det dansk - svenska programmet för Öresundsvattenkommittén.

Då Oceanografiska laboratoriet 1987-07-01 genom en omorganisation överfördes från Fiskeristyrelsen till SMHI hade utredarna räknat fel på ca 600 000 kr i sitt förslag till budget och därtill hade man lagt på ett rationaliseringskrav på 500 000 kr. SMHI påtalade omedelbart denna felräkning men genomförde den beordrade rationaliseringen bl.a. genom att vakanthålla en tjänst, men utan att på annat sätt väsentligt påverka verksamheten.

SMHI informerade också regeringen om att det efter genomförd rationalisering inte skulle vara möjligt att bedriva verksamheten utan väsentlig inskränkning av basprogrammet, vilket i sin tur skulle dra bort underlaget för en del av PMK-programmet. SMHI valde då att lägga ned verksamheten i Bottniska Viken och informerade regeringen och Naturvårdsverket om vilka konsekvenser som kunde förutses. Information lämnades även till länsstyrelserna och kommunerna längs den aktuella kuststräckan.

Medan denna process pågick fick SMHI erbjudande från Havsforskningsinstitutet i Helsingfors om att sända ett par oceanografer med på en expedition med U/F Aranda. De finska kollegorna skulle genomföra en expedition av helt annan typ i Bottniska Viken, men vid den tidpunkt som SMHI normalt skulle genomfört sin egen. Efter underhandsdiskussion med Naturvårdsverket beslöts att genomföra ett kraftigt reducerat program så att det svenska minimiåtagandet gentemot BMP i alla händelser inte skulle äventyras.

De synpunkter och det stöd för vår verksamhet som kommuner och länsstyrelser, samt Fiskeristyrelsen och Naturvårdsverket i olika former har framfört till statsmakterna har varit ovärderligt. Från och med bå 1988/89 har regeringen ökat anslaget till SMHI med 600 000 kr vilket kommer att göra det möjligt att fortsätta de regelbundna observationerna och mätningarna i Bottniska Viken med endast den reducering som gjorts under budgetåret 1987/88.

SMHI vill med dessa rader varmt tacka alla som på olika sätt givit sitt stöd åt verksamheten och för en fortsatt finansiering av denna.

SMHI vill också rikta ett tack till Naturvårdsverket för uppdraget och för det direkta finansiella stödet, till Fiskeristyrelsen för gott samarbete och för användningen av U/F Argos, samt till befäl och manskap på U/F Argos för gott kamratskap och för 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.

Författarna till denna rapport tackar också Anita Taglind och Mohini Mangalore för hjälp med ord- och textbehandling, samt till Anita Taglind för all hjälp med figurritning och redigering.

REPORT OF THE ACTIVITIES IN 1987

ORGANISATION AND ADMINISTRATION

SMHI is responsible for oceanographic studies of Swedish sea areas in general. This is carried out 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 guaranteed aboard the R/V Argos, which belongs to the National 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 monitoring 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 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 oceanographical and biological sampling and analysis connected to three cruises in the Kattegat, five cruises in the Sound and two cruises in the Baltic Proper and 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 section 2.2.1 below.

The annual reporting to the 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 HELCOM concerning the BMP.

News in the activities for 1987

Additional sampling in the Gulf of Bothnia twice a year from ice breakers, was moved from another contract to the present one. This increases our responsibility for the cruises in that area from two to four.

As a result of coordination with Finland, the Swedish BMP sampling of macro zoobenthos in the Gulf of Bothnia has been moved from May - June to November - December.

In the same sea area the sampling of *Saduria entomon* has been moved from the very difficult station B VII with its rocky bottom to station F 18.

As a special task given by the NSEPB, SMHI carried out an additional sampling in the Sound at the stations Kullen and W Landskrona in early December.

Due to a temporary reduction of funds the autumn cruise to the Gulf of Bothnia was reduced to an absolute minimum, so that the requirements of BMP could be fulfilled. This was possible through the generous offer by the Institute of Marine Research in Helsinki to join in on their cruise for sampling of environmental contaminants. However, from the financial year 1988/89 additional funds have been secured.

SMHI would like to extend its gratitude to the Environment Protection Board for the task of participating in PMK/BMP and also for the financial support given; to the National Board of Fisheries for providing the R/V Argos; to the officers and crew of the R/V Argos for all good cooperation and help during the cruises; to the National Administration of Shipping and Navigation and to the Coast Guard for providing ship time on ice breakers and patrol ships as well as to the officers and crews of these ships for all help during sampling cruises.

Finally the authors of this report want to thank Ms Mohini Mangalore for assistance with word-processing and Ms Anita Taglind for all assistance with word-processing, drawing and final editing.

Stig R. Carlberg

2.2 FÄLTVERKSAMHET

2.2.1 OCEANOGRAPHISKA EXPEDITIONER

Under 1987 har Oceanografiska laboratoriet gjort en väsentlig förändring på en punkt i sitt basprogram. Denna ändring är av intresse för PMK-programmet. Sedan många år har laboratoriet regelbundet gjort oceanografiska expeditioner i fjordsystemet mellan Marstrandsfjorden i söder och Idefjorden vid norska gränsen i norr. Under 1987 har de resurser, som använts för fjordexpeditionerna gradvis slussats över till arbeten i den öppna delen av Skagerrak. Från och med november 1987 besöks endast Idefjorden (då den är isfri) samt Gullmarsfjorden, om det bedöms vara av vikt att följa syresituationen i fjordens djupvatten. De regelbundna observationerna vid Bornö i Gullmarsfjorden (tre gånger per vecka) fortsätter tills vidare.

Det är två faktorer som gjort denna ändring möjlig. För det första startade kommunerna i Bohuslän under hösten 1986 på försök ett gemensamt kontrollprogram för kustvattnet med undantag för Idefjorden. Motsvarande minskning av SMHIs basprogram leder alltså inte till ett avbrott i undersökningsverksamheten i detta viktiga kustområde. För det andra har fiskeri- och miljömyndigheter i Sverige, Norge och Danmark bestämt sig för att i samarbete intensifiera sina studier av de öppna delarna av Kattegatt och Skagerrak, för att bättre klarlägga hur dessa områden fungerar. Omdisponering av SHMIs resurser från fjordundersökningarna till öppna Skagerrak är ett medvetet led i detta nordiska samarbete. Sedan starten med marsexpeditionen har laboratoriet genomfört fem expeditioner i området från svenska kusten ut till linjen Oksøy-Hanstholm, samt deltagit i ytterligare en expedition i samma område.

Expeditionerna har med några undantag kunnat genomföras så som planerats. De avvikelser som gjorts har endast delvis berört PMK-verksamheten. Under expeditionen i januari var vädret hårt med många stormdygn och mycket is. Detta fördröjde arbetet i Östersjön och en del arbeten i Kattegatt och Skagerrak, samt PMK-stationen W. Landskrona, fick lämnas ogjorda. Vid expeditionen i mars skulle provtagning för PMK göras i Kattegatt. På grund av de mycket svåra isförhållandena - praktiskt taget hela Kattegatt var istäckt - fick expeditionen omdirigeras till Skagerrak och PMK-proverna togs i stället i april. Expeditionen i maj - juni gjorde det å andra sidan möjligt att besöka PMK-stationerna i Öresund två gånger med några veckors mellanrum. Slutligen tvingade omständigheterna fram en kraftig minskning av bas- och PMK-programmen i Bottniska Viken i november. Detta har beskrivits i detalj i avsnitt 2.1.

I tabellen nedan sammanfattas fältverksamheten. De förkortningar som används är: Sk (Skagerrak), Fj (fjordarna i Bohuslän), K (Kattegatt), Ör (Öresund), Ö (Östersjön), BV (Bottniska Viken), I (Idefjorden), G (Gullmaren) och P (PMK).

Tidpunkt	Sk	Fj	K	Ör	Ö	BV
23 - 26 januari	x ¹⁾		x	P	x	
2 - 5 mars	x		P ¹⁾			
6 - 10 april	x	I	P			
(11 - 22 maj) ²⁾	(x)					
25 maj - 17 juni	x	x	P	PP	P	P
17 - 21 augusti	x	x	x			
2 - 3 september ³⁾			x			
14 - 17 september ⁴⁾			x			
20 - 25 september	x		x	P	x	
2 - 20 november	x	IG	P	P	P	P
1 december				P		
3 - 6 december						P

Anmärkningar

- 1) endast enstaka stationer i havsområdet
- 2) deltagit i gemensam expedition med universiteten i Göteborg och Lund
- 3) särskild kartering av syreförhållandena i Kattegatt
- 4) som 3) men tillsammans med Göteborgs universitet

De parametrar som ingår i PMK-programmet och antalet tagna prover framgår av tabellen nedan.

Analyserade parametrar till sjöss och till lands.

CTD (in situ temperatur och salinitet)	81	Totalfosfor	828
Temperatur	928	Totalkväve	828
Salthalt PSS78	928	Alkalinitet	815
O ₂	884	Humus/Lignin	581
H ₂ S	44	Klorofyll	234
pH	815	Zoobentos	53
PO ₄	928	Primärproduktion	108
SiO ₄	828	Petroleumkolväten	99
NO ₂	828	Aluminium	160
NO ₃	828	Fytoplankton	224
NH ₄	828	Zooplankton	158
Siktdjup	53		

Dessutom har laboratoriet utfört ca 1100 analyser av olika parametrar på de prover, som insamlats av kustbevakningen längs västkusten. Till detta kommer biologiska prover (fisk och mussla) från sju lokaler (se avsnitt 2.2.3). Proverna prepareras av Naturhistoriska Riksmuseet för analys hos naturvårdsverket.

FIELD WORK AND SAMPLING ACTIVITIES

OCEANOGRAPHIC CRUISES

During 1987 the Oceanographical laboratory made one major change of its basic programme, that is of interest to PMK. Since many years regular cruises have been carried out in the fjord system between Göteborg and the Norwegian border. The corresponding efforts have gradually been transferred to an increase of the programme for the open parts of Skagerrak. Since November 1987 only the Idefjord will be visited (when there is no ice) and the Gullmarsfjord when there is a need to closely follow the development of the oxygen conditions. The regular sampling at the Bornö Station in the Gullmarfjord continues three times per week as usual.

The reason for this change is an informal agreement between Sweden, Norway and Danmark to increase their efforts to study the open parts of Kattegat and Skagerrak. Since March 1987 the Skagerrak was visited five times out to the section between Oksøy and Hanstholm, and the Laboratory took part in another joint cruise to the same area.

The oceanographic cruises were carried out as planned with just a few exceptions, and only some of the changes were of relevance to the PMK programme. In January the weather was very hard and cold. This delayed the work in the Baltic and some stations in the Kattegat as well as the PMK station W. Landskrona in the Sound. When the March cruise was due almost the entire Kattegat was covered with ice. Therefore, the cruise was directed to Skagerrak and the PMK sampling in Kattegat had to be delayed to April. On the other hand the May - June cruise allowed sampling of the PMK stations in the Sound twice with a few weeks in between. During that cruise no studies on primary productivity could be carried out in the Gulf of Bothnia, as this coincided with the ICES intercalibration in Hirtshals for this parameter. Finally, a temporary reduction of the programme for the Gulf of Bothnia had to be done for the autumn cruise as was described above.

In a table above all the cruises of the Laboratory have been compiled. The abbreviations used are as follows; Sk (Skagerrak), Fj (the fjords in Bohuslän), K (Kattegat), Ör (the Sound), Ö (the Baltic Proper), BV (the Gulf of Bothnia), I (the Idefjord), G (the Gullmarfjord) and P (PMK).

The parameters in the programme, as well as the number of samples analysed within the PMK programme, are also listed above. In addition to this some 1100 analyses were made on samples taken by the Coast Guard. Biological samples for analysis of environmental contaminants were also taken as described in section 2.2.3.

Stig R. Carlberg

2.2.2 KUSTBEVAKNINGENS PROVTAGNINGSVERKSAMHET

Under 1987 utförde Kustbevakningen 44 st provtagningar på västkusten. I Skagerrak besöktes Å13, en station SW Hållö, av fartyget TV 102. I Kattegatt besöktes stationerna SW Vinga av TV 102, Fladen och Hållsundsudde av TV 257 och Anholt E av TV 282. Den månatliga provtagningen omfattade hydrografi och närsalter. Genom surgörning konserverades närsaltsproverna och syreproverna skyddades med vattenlås. Den stränga vintern 86/87 medförde kraftig isläggning varför provtagningsverksamheten under februari och mars var låg.

Samarbetet inom PMK mellan SMHI och kustbevakningen administreras från Oceanografiska laboratoriet beträffande västkustdelen och från SMHI Norrköping beträffande östersjödelen. SMHI:s egen provtagning kompletteras med kustbevakningens mätningar och utgör tillsammans underlag för miljö kvalitetsövervakningen. Oceanografiska laboratoriet utförde ca 1100 analyser med avseende på salinitet, syre, fosfat, totalfosfor, nitrat och totalkväve på de insamlade kustbevakningsproverna.

Resultaten inrapporterades till SMHI i Norrköping där de sammanställdes och publicerades i HO-serien.

SAMPLING BY THE COAST GUARD

During 1987 the Swedish Coast Guard made 44 samplings at the West Coast. Three ships visited five stations, one of them situated in the Skagerrak and the others in the Kattegat. The monthly sampling concerned hydrography and nutrients. The samples for nutrient analyses were preserved by acidifying the water and the oxygen samples were placed under water to be airtight. The severe winter 1986/87 led to heavy ice conditions and therefore few samplings were made during March and April.

The cooperation between SMHI and the Coast Guard within the Monitoring Programme is administrated from the Oceanographical laboratory concerning the West Coast part and from SMHI Norrköping concerning the Baltic Sea part. The sampling performed by SMHI is supplemented by the Coast Guard's measurements and then form together the basis for the monitoring. The Oceanographical laboratory performed about 1100 analyses determining salinity, oxygen, phosphate, total phosphorus, nitrate and total nitrogen in the water sampled by the Coast Guard.

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

Lotta Fyrberg

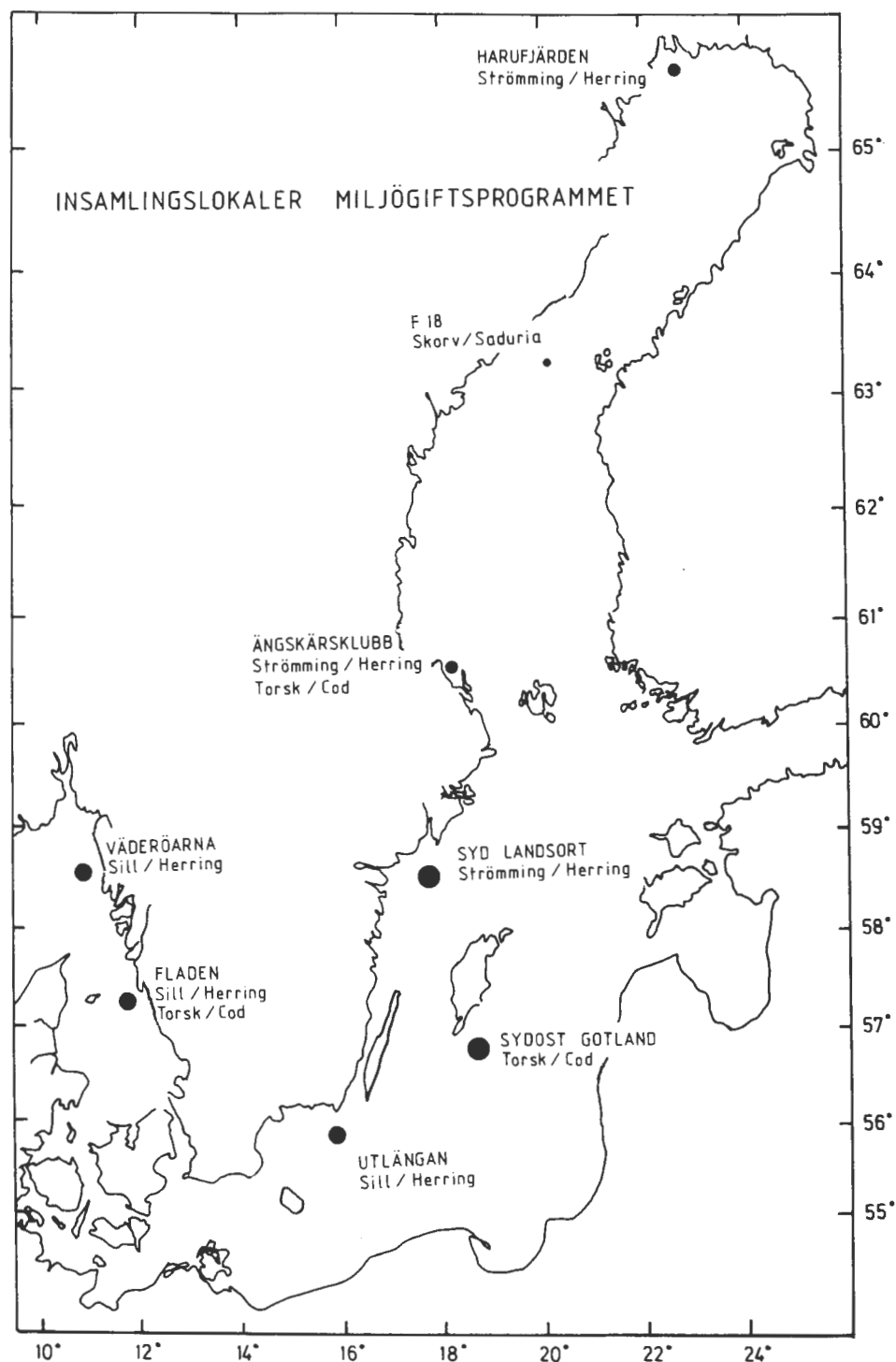
2.2.3 MILJÖGIFTSPROGRAMMET

Fisk för miljögiftsanalys har sedan 1980 under hösten insamlats från sju lokaler enligt nedan: (se karta)

1. Harufjärden Bottenviken	N 65° 35' E 22° 53'	radie 3'	strömning
2. Ängskärsklubb Bottenhavet	N 60° 32' E 18° 10'	radie 3'	strömning, torsk
3. Syd Landsort Östersjön	N 58° 34' E 18° 00'	radie 10'	strömning
4. Utlängan Östersjön	N 55° 55' E 15° 50'	radie 5'	sill
5. Sydost Gotland Östersjön	N 56° 45' E 18° 30'	radie 10'	torsk
6. Fladen Kattegatt	N 57° 12' E 11° 49'	radie 7'	sill, torsk
7. Väderöarna Skagerrak	N 58° 33' E 10° 58'	radie 8'	sill

Sillen från Väderöarna och Fladen har med hjälp av Olle Hagström, Havsfiskelaboratoriet i Lysekil, anskaffats ur kommersiell fångst. Torsk från Fladen har fångats av Alvar Jacobsson, SNV. Övrigt material har mot ersättning anskaffats av fiskerikonsulenter och yrkesfiskare. Fisken har levererats till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

I mars 1987 beslöts att insamling av skorv (*Saduria entomon*) skulle upphöra på den besvärliga stationen BVII. Istället gjordes försök med skrapning i maj 1987 på och i närheten av station F 18 i norra Bottenhavet. Resultatet blev magert; endast 17 exemplar fångades. Dessa har levererats till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.



ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

Herring from 7 and cod from 3 localities in the Gulf of Bothnia, Baltic Proper, Kattegat and Skagerrak (see map) have been collected and delivered to the Swedish Museum of Natural History.

The collection of *Saduria entomon* on the station BVII in the Bothnian Sea has stopped. Instead dredging was done at station F 18 in the northern part of the Bothnian Sea. A few specimens were caught and have been sent to the Swedish Museum of Natural History.

Bengt Yhlen

2.3 DATAVERKSAMHET

Teknisk utveckling

I avvaktan på den slutgiltiga lösningen av frågan om laboratoriets utnyttjade av Fiskeristyrelsens datoranläggning har det ej bedrivits något tekniskt utvecklingsarbete under året. På undersökningsfartyget Argos har maskinsystemet bytts ut i årsskiftet 86/87. Det nya systemet består av en ND-100 Compact med en 75 Mbyte Winchester-skivminne. Denna maskin har visat sig mycket driftssäker och har gått helt utan fel under hela 1987. Överföringen av data till datorn i land har också underlättats då det i den nya maskinen ingår en 5.25-tums floppydisk-station med lagringskapaciteten 1.3 Mbyte.

Databanken - utveckling

Under det gångna året har databanken kompletterats med data från 1987 års mätningar samt med 1979-85 års BMP-data från Helsingforskommis-sionen. Nämda BMP-data konverterades från band och de bestod sammanlaggt av drygt 2000 stationer. För att möjliggöra denna komplettering har algoritmer för komprimering av data framtagits. Genom detta har ca 35% av skivutrymmet för lagring av Masterinformation kunnat sparats, denna komprimering har också medfört att antalet tidskrävande bandmonteringar kunnat skäras ned. För att databanken ytterligare skall kunnas byggas ut med äldre års data, krävs nu att skivutrymmet utökas med ca 75 Mbyte.

Eftersom bandet med BMP-data innehöll flera formatfel, krävdes en noggrann kontroll för att höja kvaliteten på data innan de implemen-terades i databanken. Detta utfördes med hjälp av ett antal felsök-ningsprogram. Två funktionsmässigt olika typer av felsökningsprogram skrevs, dels de med en helt automatisk kontroll av data och dels de som krävde en viss manuell kontroll. De automatiska sorterade ut syntaxfel samt rena sakfel medan de manuella användes på det sättet att man vid en grafisk terminal fick en helhet av information presenterad och med hjälp därav kunde sortera ut orimligheter.

I och med databankens omfattning krävs bra informationsprogram om vad som finns i den. Ett flertal olika sådana finns nu. Som exempel kan man söka och få ett urval av stationer i ett visst område och tidsperiod, stationer för en viss parameter och tidsperiod, stationer för ett visst fartyg och tidsperiod, besöksfrekvens vid en viss station m.m.

Laboratoriet är fr.o.m. 1987 ansvarigt för PMK-delen av den provtagning och datainsamling som SMHI utför från svenska isbrytare. Därmed har samtliga relevanta data insamlade från isbrytare lagts in i databanken under året.

Behandlingen av data från provtagningen i Bottniska viken under november, vilken skedde med hjälp av det finska fartyget Aranda, har skett likvärdigt med de data som erhålls från Argos. För att eliminera risken av förväxlingar i framtiden har dessa data lagts in med en egen fartygskod men med serienummer som överrensstämmer med den finska institutionens egen numrering.

Databanken - innehåll

- BPM data 1979-85
- expeditioner med U/F Skagerrak 1957-73
- expeditioner med U/F Thetis 1969-84
- expeditioner med U/F Argos 1974-87
- svenska isbrytare
- kustbevakningens stationer 1970-87
- Bornö fältstation 1909-11, 1930-87
(inga mätningar gjordes 1912-29)
- Kattegatt SW fältstation 1974-82
- Koster fältstation 1970-85
- GF-projektet med räddningskryssaren Ulla Rinman 1974-77
- Laholmsbuktsundersökningar med U/F Eystrasalt och inhyrd fiskebåt 1976
- KMBS's undersökningar vid stationen Alsbäck 1978-85
- klorofylldata 1979-87

Förutom innehållet i databanken finns separata datasystem med följande data:

- CTD-data 1978, (79), 80, (81), (83), 84-87
(årtal inom parantes anger att data för dessa år enbart till vissa delar är överförda till ND-systemet, resterande data ligger lagrade med BCD-kod på kassetband)
- CTD-data från Havsfiskelaboratoriets expeditioner 1978-87
(vissa år ej kompletta, se ovan anmärkning)
- strömmätardata 1974-84
(endast vissa stationer upplagda, resterande data på håltremsor)
- primärproduktionsdata 1982-87
(på Helcom-protokoll även 1979-81)
- fyrskeppsdata för 15 st fyrskepp 1880-1969
(1880-1947 års data finns på protokoll och 1948-69 ligger upplagda på hålkort)

Dessutom finns nedanstående data på Helcom-protokoll:

- zoobenthosdata från egna expeditioner 1979-87
- zooplanktondata från egna expeditioner 1979-87
- fytoplanktondata från egna expeditioner 1979-87

Rapportering och utbyte av data har fortlöpt enligt tidigare överrens-kommelser. Ett tiotal förfrågningar om data/information har under året besvarats till andra projekt med anknytning till PMK. Ett par större datasammanställningar har gjorts, det ena till SNV där hydrografi-, klorofyll- samt fytoplanktondata gemensamt sammanställts och det andra till Hamburgs universitet (dr. G.Radach) där närsaltsdata sammanställts för att ingå i deras nordsjödatabank.

CTD-data används nu rutinmässigt, dels som underlag i modeller för isprognoser dels som realtidsdata ingående i det meteorologiska världsdatanätet (tesac-message).

Programutveckling

Förutom tidigare nämnda arbeten med databankens uppläggning och olika testprogram har de största programmeringsinsatserna lagts på att få fram grafiska presentationsprogram, då främst behandling av tids-serier. Då antalet data som skall genomgå, vid utsortering av en tidsserie, är mycket stort, har en speciell sökrutin skapats. Denna rutin baseras på att alla stationer områdesfördelats i olika tabeller i vilka det förutom stationskod även ingår datum och serienummer. Utsorteringen sker sedan utifrån dessa tabeller vilket har kunnat nedbringa söktiden för en station och en 20-års period till ca 35 sekunder.

Till tidserieprogrammen kan även räknas de program som presenterar en stations karakteristik. Detta kan nu göras på ett par olika sätt, antingen som en profil eller som en årscykel. Även dessa program arbetar mot ovan beskrivna områdestabeller och har därmed relativt korta söktider.

Svenska kustlinjen finns nu digitaliserad och det ger flera möjligheter till olika slag av grafisk presentation. För att nämna ett par av de plotprogram som skrivits så har vi nu ett program som ritar upp s.k. trackchart's samt ett som kan användas för att rita upp isolinjer. Det program som används för att ta fram isolinjer fungerar så att det ritar upp ett havsområde med parametervärden från samtliga stationer, och ett specificerat djup, inskrivna. Denna bild används sedan som underlag för att manuellt rita in isolinjer.

Samtliga plottar fås i A4-format med hjälp av en 6 färgs HP-plotter.

Ett program för konvertering av klorofylldata till BMP-format har konstruerats och rapportering av dessa värden kan nu ske på magnet-media. På Argos har några program vilka underlättar arbetet ombord skrivits. Som exempel kan nämnas att inga kemiska beräkningar nu behöver göras manuellt eller genom någon avläsning av uppritade kurvor.

Computer support and dataprocessing

Apart from the data from measurements this year the oceanographic databank has been built up with 1979-85, BMP-data from the Helsinki Commission. Due to several format errors in the files on the tape an extensive work with testing and screening the data have been carried out. To make it possible to supply the databank with the BMP-data a new data structure in the Master-information-files have been developed. With this new data structure up to 35% less of the disc-memory is used for these files.

Data stored in the bank:

- BMP data 1979-85
- Expeditions by R/V Skagerrak 1957-73
- Expeditions by R/V Thetis 1969-84
- Expeditions by R/V Argos 1974-87

- Measurements from Swedish icebreakers
- Coast guard samplings 1970-87
- Measurements at the field station Bornö 1909-11, 1930-87
- Measurements at the field station Kattegatt SW 1974-82
- Measurements at the field station Koster 1970-85
- The GF project by R/V Ulla Rinman 1974-77
- Investigations in the Laholm Bight by R/V Eysterasalt 1976
- Measurements at the station Alsbäck by KMBS 1978-85
- CTD data 1978-87
- Chlorophyll data 1979-87

Most of the software development this year have been devoted to making programmes for graphic presentations. Primarily this means programmes that process time series. In addition to the common way to illustrate a time series it can also be shown as a profile or a year-cycle.

As a large amount of data has to be scanned when producing a time series, a special search routine has been developed to minimize the total access time. With this routine the access time has been reduced to about 35 seconds for a 20-year period.

The laboratory now has the Swedish coast-line digitized. This can be used to make different presentations. For exemple, track charts can be plotted or plots over a sea area with parameter values added can be used to support manual drawing of isolines.

Håkan Palmén

2.4 NATIONELLT OCH INTERNATIONELLT SAMARBETE

Ett starkt samarbete med olika forskare, myndigheter och organisationer i Sverige och andra länder är väsentligt för ett multidisciplinärt program som PMK. Personal från oceanografiska laboratoriet, men även annan SMHI-personal med anknytning till PMK-verksamheten, deltar i sådant arbete med syfte att ta hem ny kunskap till programmet och att redovisa erfarenheter och resultat som kommit fram i det egna arbetet. Viktiga delar i detta samarbete är interkalibreringar, samordning av undersökningsinsatserna, utväxling av data, samt utvärdering.

Det finns en mycket stark länk mellan laboratoriets PMK-verksamhet och Helsingforskommissionens monitoringprogram för Östersjön (Baltic Monitoring Programme). Utsjödelen av PMK är samtidigt den största delen av Sveriges bidrag till BMP. Arbetet har under året bedrivits enligt riktlinjerna i programmanualen för BMPs andra femårsperiod, som började 1984. Genom detta bedrivs både BMP och PMK med en gemensam struktur beträffande stations- och parameterval etc.

Inom kommissionens teknisk-vetenskapliga kommitté (STC) ansvarar man bl.a. för BMP och utvärdering av de resultat som kommer fram. Laboratoriet medverkar här i frågor som gäller samordning av ländernas expeditioner, datalagring och datautväxling, revision av den gemensamma manualen, samt utvärdering. Under året har framför allt datafrågorna samt revision av manualen tagit mycket tid i anspråk.

Den informella gruppen för samordning av dansk, svensk och norsk monitoring i Kattegatt och Skagerrak har haft ett möte under året. Denna informella grupp har liksom under tidigare år haft större framgång med samordningen än vad man haft inom STC. En av orsakerna till detta är att det är färre institutioner och fartyg involverade.

Liksom under tidigare år har data utväxlats formellt och informellt med grannländerna.

Östersjöländernas samarbete inom PEX (Patchiness EXperiment) har fortsatt med utvärdering av det stora observationsmaterialet. Dr. S. Fonselius fortsätter med detta arbete i sin egenskap av koordinator för den kemiska delen av PEX. Arbetet drivs främst inom Working Group on the Baltic Sea Environment och en särskild arbetsgrupp för PEX. Dessa är viktiga arbetsgrupper inom Internationella Havsforskningsrådet (ICES).

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

Finsk-svenska kommittén för Bottniska Viken	2 - 4 februari	Gävle
Ad-hoc Working Group on Data Banking (Helsingforskommissionen)	2 - 4 februari	Köpenhamn
ICES Marine Chemistry Working Group	16 - 20 februari	Köpenhamn
ICES Working Group on the Baltic Marine Environment	30 mars - 3 april	Köpenhamn

Group of Experts on Monitoring (Helsingforskommissionen)	6 - 9 april	Köpenhamn
ICES Working Group on Marine Data Management	21 - 24 april	de Bilt
ICES Working Group on Environmental Assessment and Monitoring Strategy	4 - 7 maj	Köpenhamn
ICES Working Group on Shelf Seas Hydrography	12 - 14 maj	Bergen
ICES Working Group on PEX	18 - 23 maj	Vilnius
Internordisk arbetsgrupp om miljö- undersökningar i Skagerrak och Kattegatt	23 juni	Göteborg
Ad-hoc arbetsgruppen för samordning av monitoring i Kattegatt och Skagerrak	13 augusti	Köpenhamn
Hav och Fiske (utställning ombord på U/F Argos i samband med mässan)	3 - 6 september	Öckerö
Scientific and Technological Committee (Helsingforskommissionen)	21 - 24 september	Schleswig
ICES Statutory Meeting (främst kommit- teerna för hydrografi och marin miljö)	1 - 7 oktober	Santander
Besök av två forskare från Institut für Meereskunde, Warnemünde	26 - 27 november	Göteborg

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

For an multidisciplinary programme such as PMK it is very important to have a strong cooperation with scientists, governmental agencies and various organisations in Sweden and abroad. Staff from the Oceanographical laboratory, as well as other SMHI staff connected to the programme, take active part in such cooperation in order to follow the development and to pick up new knowledge, as well as to inform about experiences and results from the programme. Important elements of the cooperation are intercalibrations of techniques and methods, coordination of the field work, exchange of data and evaluation of results.

There is a very strong link between our PMK activities and BMP (the Baltic Monitoring Programme of the Helsinki Commission, HELCOM). Our open sea programme of PMK also forms the greater part of the Swedish contribution to BMP. Our activities have been carried out during the year according to the Guidelines for the second five year period of BMP, which started in 1984. As a result both PMK and BMP have a common structure concerning station network, selection of parameters etc.

Within HELCOM the Scientific and Technological Committee (STC) is responsible i.a. for BMP and the evaluation of the results obtained. Our laboratory takes part in work concerning the coordination of

cruises, data banking and data exchange, revision of the Guidelines as well as joint evaluation of results. During 1987 a lot of efforts were put into this work, particularly concerning the revision.

The informal group for coordination of Danish, Swedish and Norwegian monitoring of the Kattegat and Skagerrak had one meeting in 1987. This informal group has been more successful than STC concerning coordination of cruises. The main reason may be that only a small number of countries are involved.

Oceanographical and biological data have been exchanged both informally and formally during the year.

The cooperation between the Baltic states concerning the joint PEX (Patchiness EXperiment) has continued with evaluation work of the massive amount of data. Dr. S. Fonselius continues his engagement in this as a coordinator for the chemical part of PEX. The work is in progress within the framework of ICES Working Group for PEX and ICES Working Group on the Baltic Marine Environment.

National and international meetings of relevance for the PMK programme where our staff took part, are listed above. At several of these meetings presentations were made concerning PMK results.

Stig R. Carlberg

2.5 PERSONAL OCH EKONOMI

Verksamheten inom PMKs utsjöprogram bedrivs helt integrerat med Oceanografiska laboratoriets ordinarie verksamhet. All personal vid laboratoriet, ca 14 personer plus viss förstärkning från SMHI i Norrköping eller extraanställd personal i samband med expeditionerna, arbetar i olika grad med utsjöprogrammet i fält eller verksamheten i land.

För att SMHI skall kunna genomföra utsjöverksamheten åt det nationella PMK-programmet bidrar Naturvårdsverket årligen med medel. För budgetåret 1986/87 var den kontrakterade summan 915 000 kr och för 1987/88 var summan 1 030 000 kr efter det att isbrytarverksamheten införts i detta kontrakt. Resurser av minst samma storlek tillförs från SMHIs bidragsanslag.

STAFF AND ECONOMY

The PMK programme is fully integrated with the other activities of the Oceanographical laboratory. Therefore, about 14 people from the Laboratory, as well as some ancillary staff, have been active at sea or ashore with the different elements.

In order to carry out this part of the national PMK programme SMHI receives an annual contribution from the National Swedish Environment Protection Board. For the financial year 1986/87 the contracted amount was SEK 915 000 and for 1987/88 the amount is SEK 1 030 000 after that the additional sampling from ice breakers was included. Resources of the same magnitude is supplied from the budget of SMHI.

Stig R. Carlberg

3 RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1 DE OCEANOGRAFISKA EXPEDITIONERNA

De hydrografiska förhållandena i våra omgivande vatten har ej undergått några större förändringar under senaste året. Den stränga vintern och den förhållandevis kalla och regniga sommaren gjorde att temperaturen i de övre skikten av havet inte kom upp till den normala.

Om man jämför med medelvärdet för åren 1968-85 var underskottet minst 2 grader överallt och i vissa områden upp emot 4 grader, vid expeditionen i september.

Något utbyte av vatten i de djupare delarna av östra Gotlandsbassängen har inte skett de senaste 10 åren varför stagnationen nu är mycket djup med höga halter svavelväte och stor ansamling av fosfatfosfor.

Skagerrak

Den ovanligt stränga vintern medförde att det övre vattenskiktet kylades ned mycket kraftigt. Havet istäcktes mer än 15 dist.min. ut från Bohuskusten. Den 2-4 mars uppmättes mer än 1.1 minusgrad på 10 m djup och så lågt som - 1.3 grader i ytan. Så långt som 30/35 dist.min. västerut från Hållö uppmättes minustemperatur i ytvattnet.

Som en följd av den kraftiga nedkylningen under vintern och en ovanligt regnig sommar blev även sommarens ytvattentemperaturer ovanligt låga. I augusti som normalt har de högsta ytvattentemperaturerna uppmättes inte någonstans till havs över 15 grader.

Tillgången på oxygen har varit god i hela vattenmassan hela året.

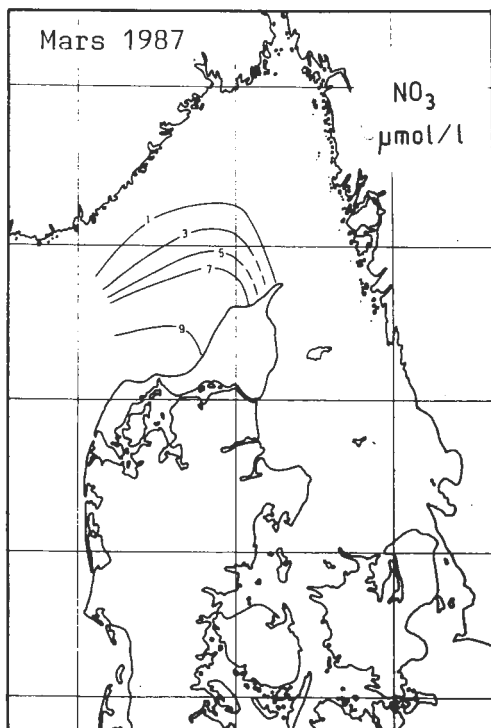


FIG. 3

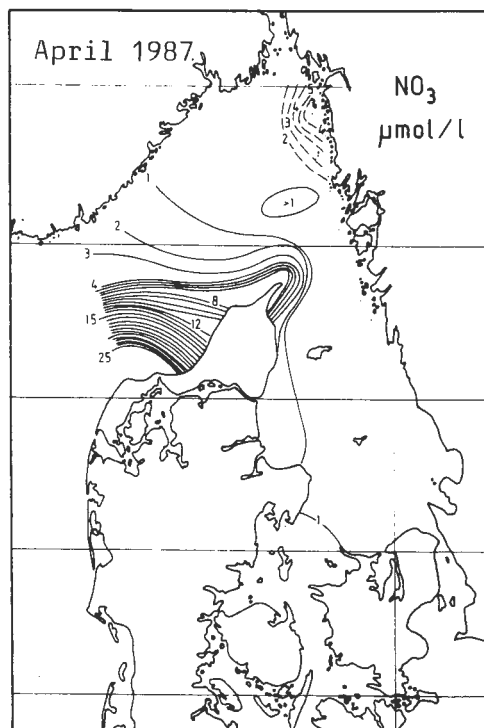


FIG. 4

Trots de låga temperaturerna under vintern kom den biologiska produktionen igång ganska tidigt, dock mycket olika i skilda havsområden. Förbrukningen av närsalter varierade mycket på olika stationer. Ett normalvärde på $\text{PO}_4\text{-P}$ i ytvattnet är under vintern $0.8\text{--}0.9 \mu\text{mol/l}$ och $8\text{--}9 \mu\text{mol/l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$. Mitt i Skagerrak vid stationen M6, uppmättes den 3 mars omkring $0.4 \mu\text{mol/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ och $2.6 \mu\text{mol/l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ medan det den 4 mars på en station 25 dist.min. NNW från Hanstholm uppmättes omkring $0.8 \mu\text{mol/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ och över $8 \mu\text{mol/l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$. Mycket stora variationer i mängden närsalter kan förekomma. Som framgår av fig. 3 från 2-4 mars är de högsta nitratvärdena något över $9 \mu\text{mol/l}$ i den inkommande Jutiska strömmen. Jämför man med fig. 4 från 6 - 10 april så är mängden nitrat nästan tre gånger så stor. Vid båda tillfällena är mängden nitrat betydligt lägre i de inre delarna av området. Vid de mest intensiva produktionsperioderna under året har nästan allt närsalt förbrukats.

Kattegatt

Redan tredje veckan på året låg stora delar av Kattegatt istäckt. Temperaturerna i ytvattnet var mycket låga, minustemperaturer ned till omkring 15 m djup och ned till minus 1.2 grader som lägst.

Vattnet var rejält omblandat, oxygen och närsalttillgången mycket god. Mängden oxygen i bottenvattnet uppmättes mestadels till omkring eller strax under 6 ml/l vilket ger nästan full mättnad. Mängderna $\text{PO}_4\text{-P}$ uppmättes till $0.7\text{--}0.9 \mu\text{mol/l}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$ till $7\text{--}9 \mu\text{mol/l}$.

Redan i början av april hade närsalterna i ytvattnet i stor utsträckning förbrukats. Vid expedition den 6-7 april uppmättes så låga värden som $0.08 \mu\text{mol/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ och $0.10 \mu\text{mol/l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$. Oxygenvärdena var fortfarande mycket goda även i de djupaste områdena.

Under sommaren fortsatte närsaltskoncentrationerna att vara låga. Fosfat- och nitratkoncentrationerna uppmättes till under $0.2 \mu\text{mol/l}$ ned till 12-15 m djup. Se fig. 5 och 6. Oxygenkoncentrationen började minska i den sydligaste delen, vid Kullen uppmättes i mitten på juni, 3.14 ml/l i bottenvattnet. Vid övriga stationer uppmättes mer än 5.5 ml/l i bottenvattnet. Fig. 7.

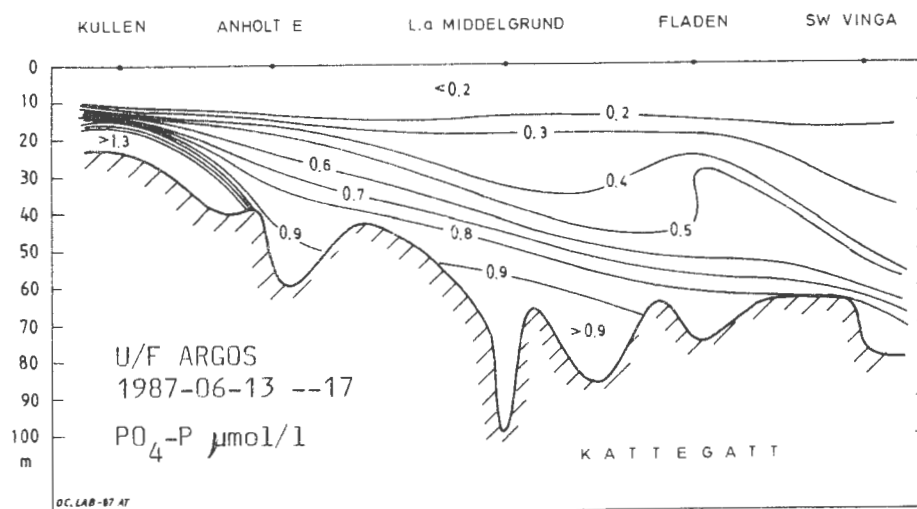


FIG. 5

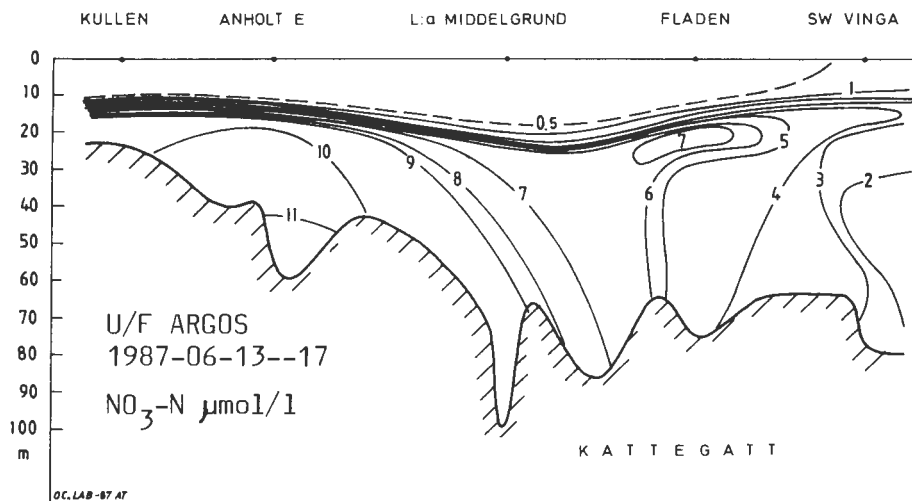


FIG. 6

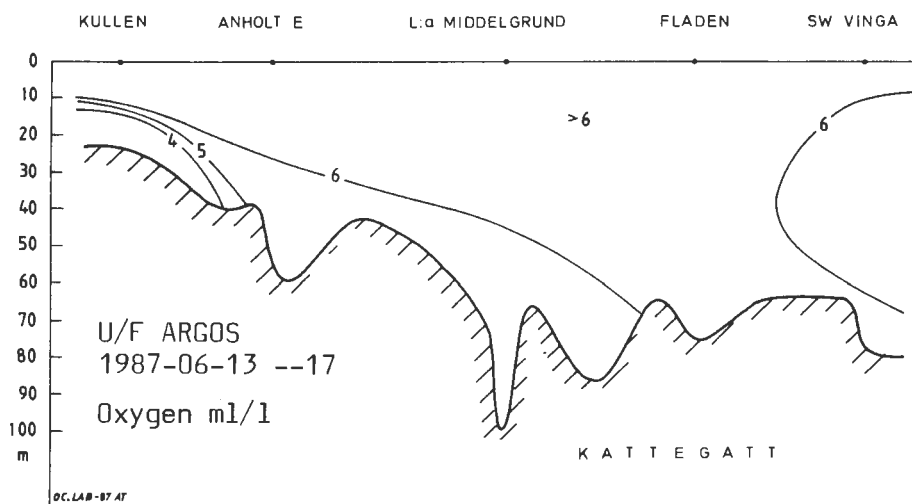


FIG. 7

Under sommaren fortsatte oxygenkoncentrationerna helt normalt att minska i bottenvattnet i hela Kattegatt. De lägsta värdena uppmättes i slutet av september och i oktober.

I djupa rännan utanför Vinga uppmättes av danska forskare så låga oxygenvärden som strax under 2 ml/l i ett mellanskikt på 40 - 60 m djup den 17 augusti. Fenomenet är inte okänt; första gången så låga oxygenvärden observerades i mellanskiktet var sommaren 1966. I djupa rännans bottenvatten uppmättes de lägsta värdena, 3.24 ml/l den 21 september. Vid stationen Anholt E uppmättes som lägst 2.49 ml/l den 15 september och samtidigt uppmättes vid Kullen 1.8 ml/l.

Under hösten förbättrades oxygenförhållandena snabbt. Redan i början av november uppmättes vid Kullen 3.9 ml/l och värdena i bottenvattnet i övriga Kattegatt översteg 4 ml/l.

Mängden fosfatfosfor liksom nitratkväve var låg i ytvattnet även under hösten vilket tyder på fortsatt hög biologisk produktion.

Mängderna närsalter är otvivelaktigt höga, men eftersom de under vegetationsperioden till största delen förbrukas, råder i stort sett balans mellan tillgång och förbrukning.

Vad beträffar de låga oxygenvärdena är dessa inte lägre än andra år och återhämtningen gick ju snabbt under hösten. Mindre, lokala områden, med ännu lägre oxygenmängder har sannolikt funnits men för att lokalisera dessa erfordras en mycket omfattande kartering.

Öresund

De hydrografiska förhållandena i Öresund har under året varit normala. Inga osedvanligt höga salthalter har uppmätts. Oxygenmängderna i ytvattnet har varit tillfredsställande och även om mängderna i bottenvattnet varit låga under sensommar/förhöst så har återhämtningen gått snabbt under senhösten. Vid stationen W Landskrona uppmättes på 50 m djup det lägsta värdet, 2.02 ml/l, den 21 sept. I början av november var mängden uppe i det normala, omkring 3 ml/l och i början på december nära 4 ml/l i bottenvattnet.

Mängden närsalter visar stora variationer under de olika årstiderna. På vintern uppmättes exempelvis omkring 0.8 $\mu\text{mol/l}$ fosfatfosfor på stationerna i Öresundsområdet, medan de lägsta värdena, omkring 0.10 - 0.15 $\mu\text{mol/l}$ uppmättes i maj/juni. De låga värdena på vår/sommar indikerar en hög produktion i vattnet. I början på december observerades omkring 0.6 $\mu\text{mol/l}$ fosfatfosfor. Den relativt höga siffran tyder på att produktionen då i stort sett slutat.

Kvävet, som nitrat, uppvisar samma mönster som fosfatfosfor, höga vintervärden och mycket låga värden på vår/försommar. I januari uppmättes exempelvis i ytvattnet mellan 5 och 6 $\mu\text{mol/l}$ nitrat, i maj/juni var mängden mindre än 0.10 $\mu\text{mol/l}$. I det bottennära vattnet var mängden högre, 8-9 $\mu\text{mol/l}$ och variationen inte så stor. Även nitraten visade en relativt stor uppgång i december.

Östersjön

Som tidigare nämnts har inga nämnvärda förändringar skett i Östersjöns hydrografi.

Som framgår av fig. 8 har smärre förändringar inträffat i utbredningen av oxygenfattiga respektive svavelvätebemängda bottenvatten. I början på året var förhållandena i Bornholmsområdet och öster om öland förhållandevis goda. Som framgår av figurerna utbredde sig områdena med oxygenbrist under året och svavelväte fanns åter i Bornholmsdjupet under sensommaren. Även i norra Östersjön uppträdde åter svavelväte i de djupaste hålorna. Vid expeditionen i september fanns svavelväte även i Landsortsdjupet men detta sköljdes ut till i november.

- Oxygen concentration less than 2 ml/l
▨ Area with hydrogen sulphide containing water

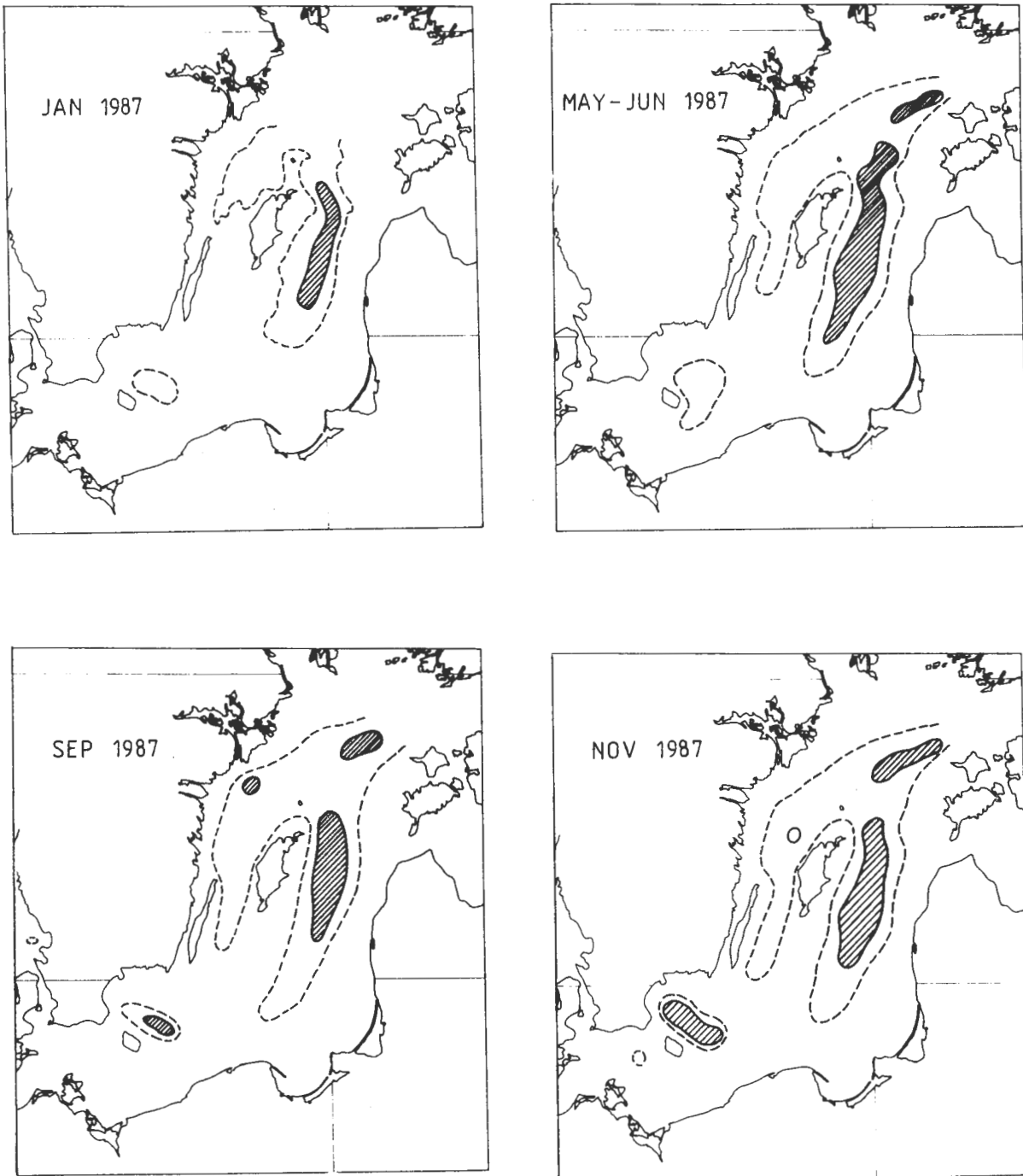


FIG. 8

Gränsytan för 2 ml/l oxygen har mestadels legat rätt djupt, i södra Östersjön på omkring 70 m djup och i norra Östersjön omkring 80-90 m, ibland ännu djupare. Fig. 9.

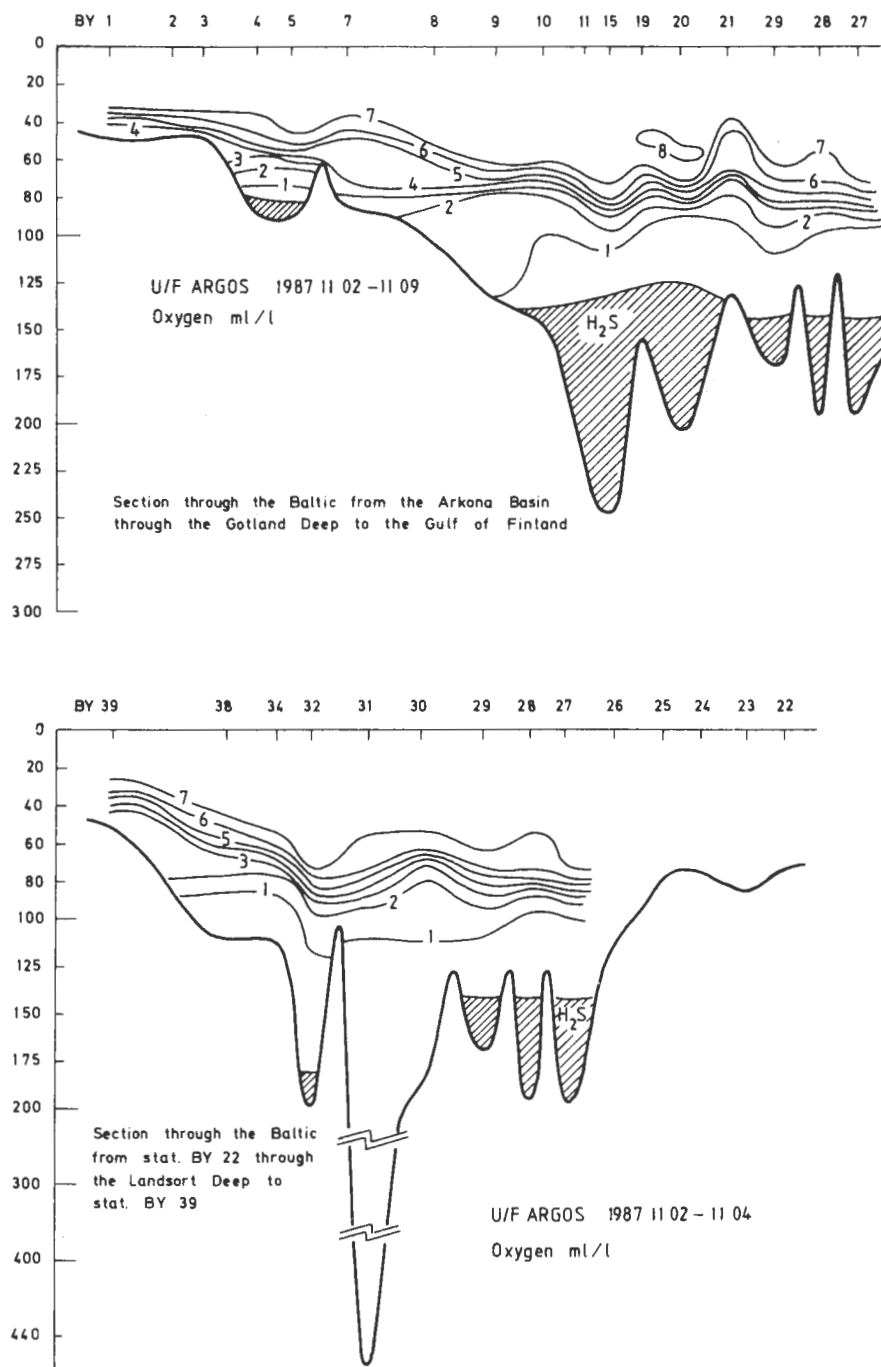


FIG. 9

Svavelvätelagret i Gotlandsdjupet har dock ökat i mäktighet och återfinns mestadels under året på omkring 125 m djup, mot ca 150 m under 1986, och de högsta koncentrationerna på omkring 225 m djup med 75 $\mu\text{mol/l}$.

Tillgången på närsalter varierar kraftigt med årstiden. Vid expedition i januari uppmättes 0.6-0.8 $\mu\text{mol/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ från ytan till saltsprångskiktet. Därunder ökar mängden kraftigt, mestadels till omkring 3.5 $\mu\text{mol/l}$ men i det svavelvätebemängda djupvattnet i Gotlandsdjupet uppmättes i januari 7.8 $\mu\text{mol/l}$. Se fig. 10 från expeditionen i november.

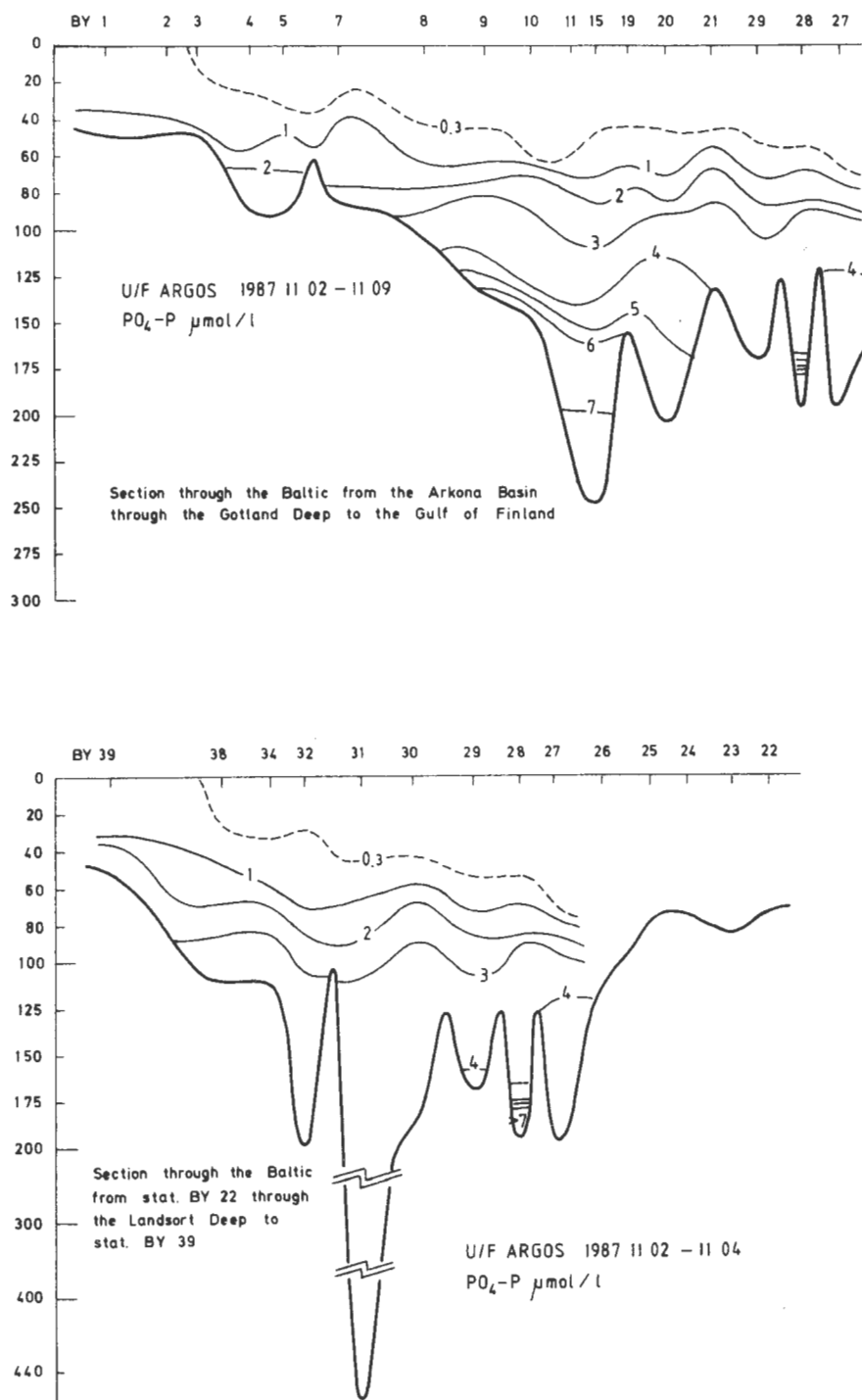


FIG. 10

Under produktionsperioden vår/sommar tas fosfaten upp av organismerna i de övre skikten, ned till 30-40 m djup. Mängden $\text{PO}_4\text{-P}$ minskar då till under $0.1 \mu\text{mol/l}$.

Så sent som i november uppmättes omkring $0.2 \mu\text{mol/l}$ i ytskiktet. Dessa låga värden tyder på fortsatt produktion långt in på senhösten.

Under januariexpeditionen uppmättes i hela Östersjön 4-5 $\mu\text{mol/l}$ nitratkväve, $\text{NO}_3\text{-N}$, i det övre skiktet av vattenmassan. Under salt-språngsskiktet ökade även nitratmängderna till 8-10 $\mu\text{mol/l}$ på omkring 80-100 m djup. I de oxygenfattiga vattnen därunder minskar mängden $\text{NO}_3\text{-N}$ till omkring 4 $\mu\text{mol/l}$ och nere i svavelväteskiktet finns ingen nitrat.

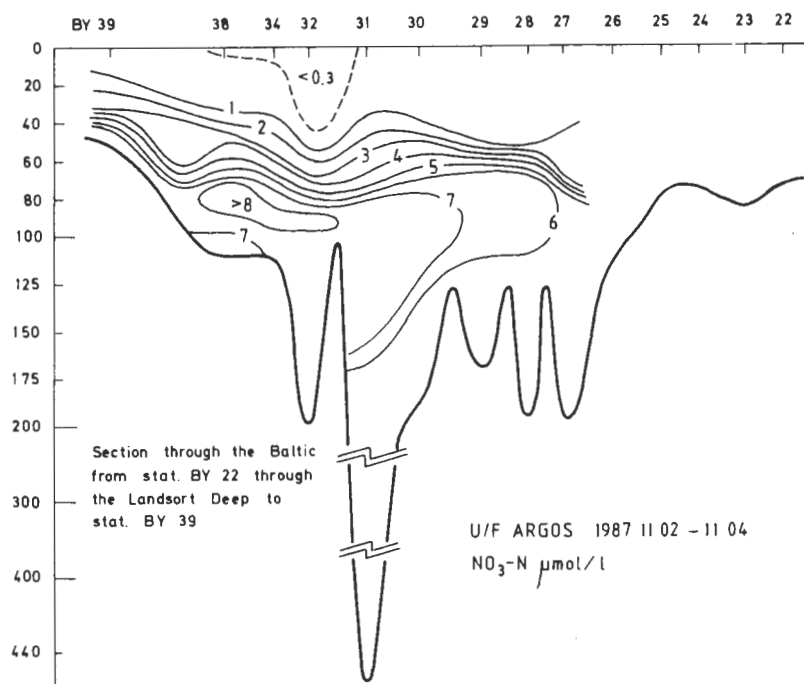
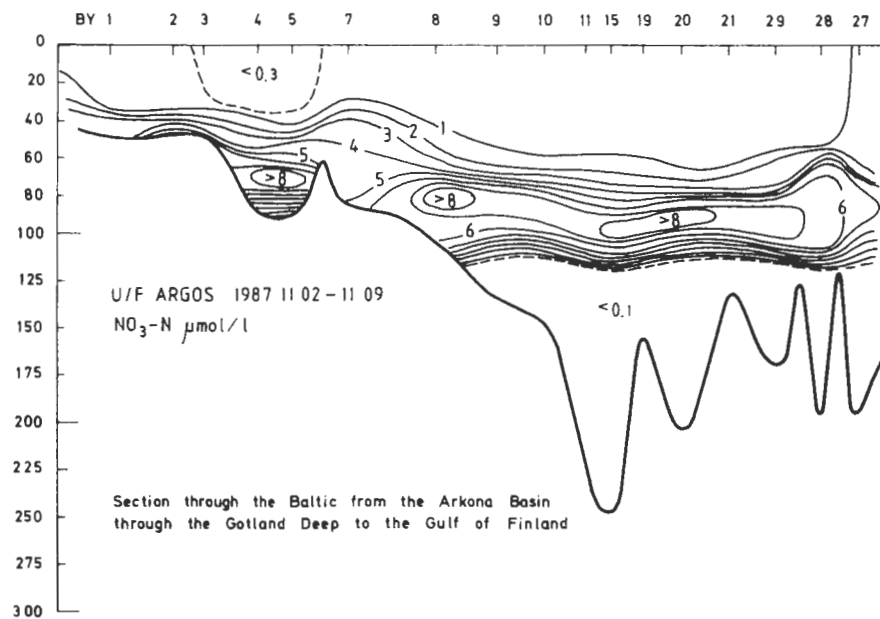


FIG. 11

När produktionen kom igång på våren förbrukades nitraten i stor utsträckning. Vid expeditionen i maj/juni var nitratmängderna knappt mätbara ned till omkring 40 m djup. De låga nitratvärdena i vattenmassan ovanför saltsprångskiktet kvarstod sedan långt in på hösten. Av figur 11 framgår att långt in i november var de uppmätta nitratmängderna omkring $0.2 \mu\text{mol/l}$ ända ned till saltsprångskiktet. Under saltsprångskiktet sker mycket små förändringar så länge vi inte får ett mera omfattande vattenutbyte östersjön - Västerhavet.

Ålands hav

Ålands hav hör oceanografiskt mera till Bottniska viken än till Östersjön. Trots att det finns trösklar i båda ändarna bildar det inte ett helt eget område.

Liksom i Bottenhavet är oxygenmättnaden mycket god i hela vattenmassan. Någon större årstidsvariation kan heller inte förväntas.

Tillgången på fosfatfosfor är låg i ytvattnet, ofta under $0.1 \mu\text{mol/l}$, men ökar mot botten till omkring $0.8 \mu\text{mol/l}$ på 200-250 m djup.

Kvävetillgången (nitrat) är något större än fosfor. I ytvattnet finns oftast omkring $0.2 \mu\text{mol/l}$, och under det produktiva ytskiktet, 30-40 m, $4-5 \mu\text{mol/l}$.

Bottniska viken

Några större förändringar i de hydrografiska förhållandena har inte kunnat iakttas under året.

Trots den stränga vintern kom uppvärmningen igång normalt. Vid vår-expeditionen månadsskiftet maj/juni låg Argos vid iskanten och uppmätte över 3 grader i ytvattnet (fig. 12).

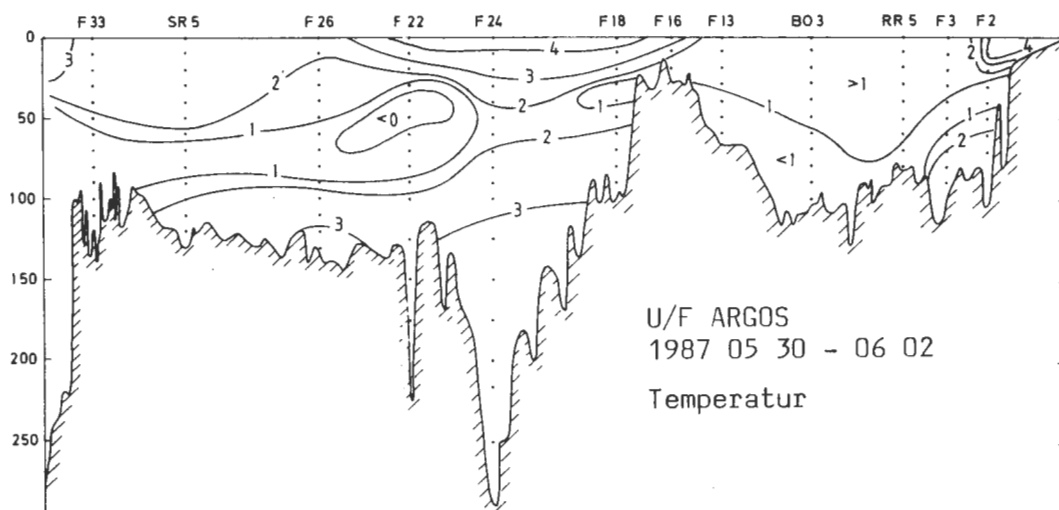


FIG. 12

Oxygenmängderna är fullt tillfredsställande, även i de djupaste delarna uppmättes under våren omkring 5 ml/l , se fig. 13. I november var värdena högre, omkring 6 ml/l i bottenvattnet i hela området.

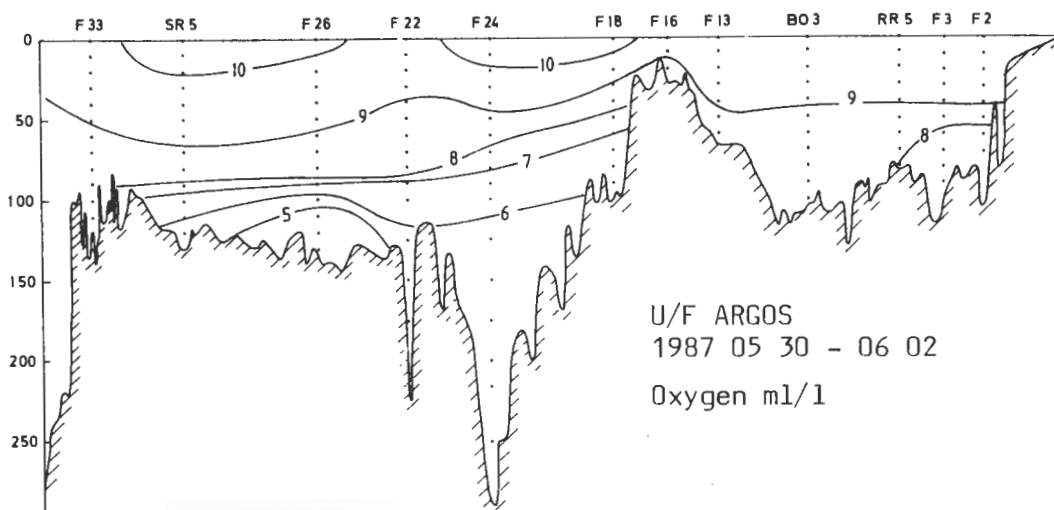


FIG. 13

Tillgången på fosfatfosfor, $\text{PO}_4\text{-P}$, är mycket begränsad i hela området. De uppmätta värdena ligger mestadels under $0.1 \mu\text{mol/l}$.

I Bottenviken är tillgången på nitratkväve, $\text{NO}_3\text{-N}$, god. Under våren observerades en viss minskning i ytvattnet, säkert beroende på att produktionen kommit igång. Se fig. 14. I djupvattnet och även i ytvattnet under hösten, ligger de uppmätta värdena på omkring $8\text{--}10 \mu\text{mol/l}$. I Bottenhavet är tillgången något annorlunda. Djupvattnet innehåller omkring $7 \mu\text{mol/l}$ men i ytvattnet uppmättes på försommaren värden på $0.1\text{--}0.2 \mu\text{mol/l}$ ända ned till $40\text{--}50 \text{ m}$ djup, se fig. 14. Under november uppmättes istället omkring $2 \mu\text{mol/l}$ i motsvarande ytskikt. Dessa låga värden tyder på fortsatt produktion långt in på senhösten. Observationer gjorda från isbrytare en vecka in i december visar att halterna fosfatfosfor är i stort sett oförändrade medan mängden nitratkväve ökat i Bottenhavet till omkring $3.5 \mu\text{mol/l}$.

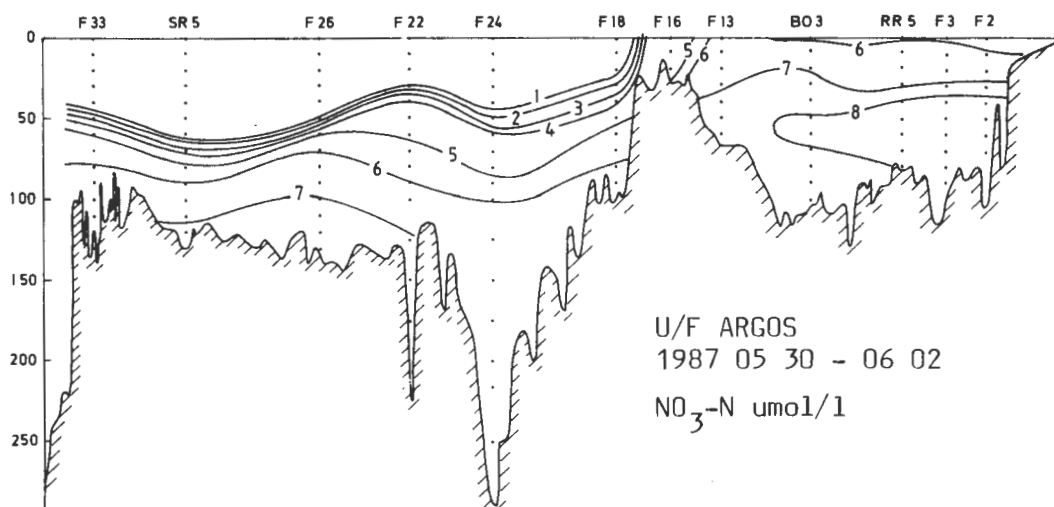


FIG. 14

RESULTS OF THE OCEANOGRAPHIC CRUISES

The oceanographic conditions have not changed very much in the sea areas around Sweden in 1987. The very strong winter and the rather cold and rainy summer kept the temperature of the surface layer below what is normal.

In September the negative temperature anomaly was at least 2°C, and in some areas 4°C, as compared to the mean value for 1968 - 85.

There has not been any substantial renewal of the water in the Eastern Gotland Basin for ten years; the stagnation is very profound with high concentrations of hydrogen sulphide and phosphate in the deep water.

The Skagerrak

The unusually strong winter caused a very strong cooling of the surface layer. The sea was covered with ice more than 15 nautical miles outside the Swedish coast. At 2 - 4 March - 1.1°C was measured at 10 m depth and as low as - 1.3°C at the surface. Negative surface temperatures were observed in the surface water as far as 30 - 35 nautical miles west of Hållö.

As a result of the strong winter cooling and the unusually rainy summer, also the summer temperatures remained low. In August the temperatures usually reach their peak values, but this summer they never exceeded 15°C in the open sea areas.

The oxygen conditions were good in the entire water mass throughout the year.

Despite the low winter temperatures the primary biological production started rather early, although at rather different times in different subareas. The consumption of nutrients varied considerably between different stations. A normal concentration of phosphate in the surface was during the winter 0.8 - 0.9 µmol/l and 8 - 9 µmol/l for nitrate. In the middle of the Skagerrak, at station M6, about 0.4 µmol/l phosphate and 2.6 µmol/l nitrate were measured on 3 March, whereas the day after 0.8 µmol/l of phosphate and more than 8 µmol/l of nitrate were measured on a station 25 nautical miles NNW Hanstholm. Very large variations of nutrients is a common feature of the area. As can be seen in fig. 3 from 2 - 4 March the highest nitrate values exceed 9 µmol/l in the inflowing Jutland Current. As a comparison the situation from 6 - 10 April the nitrogen concentrations had increased almost with a factor of three, see fig. 4. On both occasions the nitrate concentrations were considerably lower in the inner part of the area. During the intense production periods almost all nutrients were consumed in the surface water.

The Kattegat

Already in late January large areas of the Kattegatt were covered with ice. The temperatures were very low in the surface water; sub-zero temperatures were measured down to 15 m with a minimum of about 1.2°C.

The water was very well mixed, and the supplies of oxygen and nutrients were very good. The oxygen was close to full saturation in the bottom water. The concentrations of phosphate and nitrate were 0.7 - 0.9 and 7 - 9 µmol/l respectively.

Already in the beginning of April the nutrient supply in the surface water was almost entirely consumed. During the cruise 6 - 7 April phosphate concentrations as low as $0.08 \mu\text{mol/l}$ and nitrate concentrations $0.10 \mu\text{mol/l}$ were measured. The oxygen conditions were still very good in the deepest parts.

During the summer the nutrient concentrations were low. Phosphate and nitrate values lower than $0.2 \mu\text{mol/l}$ were observed down to 12 - 15 m, see fig. (5) and (6). Oxygen concentrations started to decrease in the southern parts. At Kullen 3.14 ml/l were measured in the bottom water in the middle of June. However, at other stations more than 5.5 ml/l were measured in the bottom water, see fig. (7).

As usual during the summer the oxygen concentrations continued to decrease in the bottom water in the entire Kattegat. The lowest values were observed at the end of September and in October.

In the deep furrow outside Vingå, Danish scientists measured oxygen values as low as less than 2 ml/l in an intermediate layer at 40-60 m on 17 August. Such low values have been reported for intermediate water from that area as early as the summer of 1966. In the deep water of the furrow the lowest value, 3.24 ml/l , was measured on 21 September. At Anholt E the lowest value was 2.49 ml/l on 15 September and on the same day 1.8 ml/l was measured at Kullen.

During the autumn the oxygen conditions improved rapidly. Already in the beginning of November 3.9 ml/l was measured at Kullen and in the bottom water of Kattegat the concentrations in general exceeded 4 ml/l .

The concentrations of phosphate and nitrate were low in the surface water also during the autumn, indicating a continuing high level of biological production.

The amounts of nutrients are certainly high in the Kattegat. However, as the greater part is consumed during the productive periods, this indicates that there still is a balance between supply and demand.

The oxygen conditions were not worse, and the minimum concentrations were not lower, than during previous years. The recovery during the autumn was as usual rather quick. There have probably been smaller, local areas, with lower oxygen concentrations but it requires great efforts to survey them.

The Sound

In the Sound the oceanographic conditions were normal during the year. No exceedingly high salinities were observed. The oxygen conditions were always satisfying in the surface water although the concentrations in the bottom water were low during late summer and early autumn. The recovery was quick during the autumn. At W. Landskrona the lowest value, 2.02 ml/l was observed at 50 m on 21 September. In the beginning of November the concentration was normal, about 3 ml/l and in the beginning of December almost 4 ml/l was observed in the bottom water.

The nutrient concentrations varied considerably during the year. In winter about $0.8 \mu\text{mol/l}$ of phosphate was found in the area and the lowest values $0.10 - 0.15 \mu\text{mol/l}$ were found in May and June. The low values during spring and summer indicate a high level of primary

production. In the beginning of December the concentrations had increased to about $0.6 \mu\text{mol/l}$ indicating that the production was coming to an end.

The nitrate concentrations show the same pattern and variations as the phosphate. In January the surface water contained 5 to $6 \mu\text{mol/l}$, in May less than $0.1 \mu\text{mol/l}$. In the water close to the bottom some 8 - $9 \mu\text{mol/l}$ were measured and the variations were smaller than in the surface layer. Also the nitrate showed a rather strong increase in December.

The Baltic Proper

No strong oceanographic changes occurred during 1987. As can be seen in fig. 8 small changes occurred in the extent of the areas where the deep water contained hydrogen sulphide or low oxygen concentrations. During the first part of the year the conditions were good in the Bornholm area and east of Gotland. As can be seen in the figures the oxygen deficit area increased during the year and hydrogen sulphide occurred once again in the Bornholm Deep during the late summer. Also in the northern parts hydrogen re-occurred in the deepest parts. In September hydrogen sulphide was found in the Landsort Deep but was flushed away until November.

There has been an increase of the thickness of the stagnant layer in the Gotland Deep. In 1986 the hydrogen sulphide extended, in general, from 150 m and deeper. In 1987 it starts already at 125 m and the highest concentrations at 225 m were around $75 \mu\text{mol/l}$ (see fig. 9).

The nutrient concentrations changed considerably by the seasons. In January $0.6 - 0.8 \mu\text{mol/l}$ of phosphate were found down to the halocline and below about $3.5 \mu\text{mol/l}$ were found. In the Gotland Deep $7.8 \mu\text{mol/l}$ were measured in the anoxic water in November (see fig. 10).

During the production period in spring and summer phosphate was consumed by phytoplankton down to 30 - 40 m. The concentrations decreased to below $0.1 \mu\text{mol/l}$. As late as in November the concentrations in the surface layer were just around $0.2 \mu\text{mol/l}$, indicating a prolonged production period in the autumn.

In January the nitrate concentrations were 4 - $5 \mu\text{mol/l}$ in the surface water of the entire Baltic Proper. Below the halocline, at 80-100 m, the concentrations were 8 - $10 \mu\text{mol/l}$. In the oxygen poor water the concentrations decreased to about $4 \mu\text{mol/l}$ and of course no nitrate was present in the water with hydrogen sulphide.

During the spring production period the nitrate resource was depleted almost entirely. In May and June the concentrations were close to the detection limit down to about 40 m. The low values above the halocline did not increase until late autumn. As can be seen in fig. 11 the nitrate concentrations were around $0.2 \mu\text{mol/l}$ from the surface to the halocline. Below the halocline only very minute changes occur as long as there is no major water exchange with the Kattegat and Skagerrak areas.

The Åland Sea

From an oceanographical viewpoint the Åland Sea is more closely related to the Gulf of Bothnia than to the Baltic Proper. Despite that the area is limited by sills to the north and to the south, it does not constitute an entirely separated area.

The oxygen saturation was high in the entire water mass with very little seasonal variation.

In the surface water the phosphate concentrations were often below 0.1 $\mu\text{mol/l}$ with increasing values to about 0.8 $\mu\text{mol/l}$ at 200 - 250 m.

The nitrate concentrations ranged from about 0.2 $\mu\text{mol/l}$ in the surface water to 4 - 5 $\mu\text{mol/l}$ at 30 - 40 m.

The Gulf of Bothnia

Very few oceanographic changes were detected during the year. Despite the strong winter the heating of the surface water occurred at a normal rate. During the spring cruise with the R/V Argos in late May - early June temperatures around 3 °C were measured close to the ice ridge (fig. 12).

The oxygen conditions were satisfying; also in the deepest parts 5 ml/l was measured as shown in fig. 13. In November the concentrations had increased and about 6 ml/l was observed in the bottom water of the whole area.

The phosphate concentrations were very low, usually below 0.1 $\mu\text{mol/l}$ in the surface water.

In the Bothnian Bay the nitrate concentrations were high. During spring a certain decrease could be observed in the surface water due to the production period, as can be seen in fig. 14. In the deep water the concentrations were 8 - 10 $\mu\text{mol/l}$ and the same concentrations were observed in the surface water during the autumn. In the Bothnian Sea the conditions were different. The deep water contained around 7 $\mu\text{mol/l}$, but in the surface water the surface water values decreased to 0.1 - 0.2 $\mu\text{mol/l}$ even down to 40 - 50 m depth as can be seen in fig. 14. In November, the corresponding water layer contained about 2 $\mu\text{mol/l}$. This suggests that the primary production continued rather late in the autumn. Observations done from an ice breaker in early December showed an increase in nitrate content to about 3.5 $\mu\text{mol/l}$, whereas the phosphate content was unchanged.

Sven Engström

3.2 KUSTBEVAKNINGSMÄTNINGEN

I norra Kattegatt mellan Göteborg och Frederikshavn ligger en serie mätpunkter, som besöks av U/F Argos under laboratoriets oceanografiska expeditioner ca 5 ggr/år. På den djupaste av dessa stationer (GF4) belägen SW Vinga, utföres provtagning varje månad av Kustbevakningen om inga speciella förhinder uppstår.

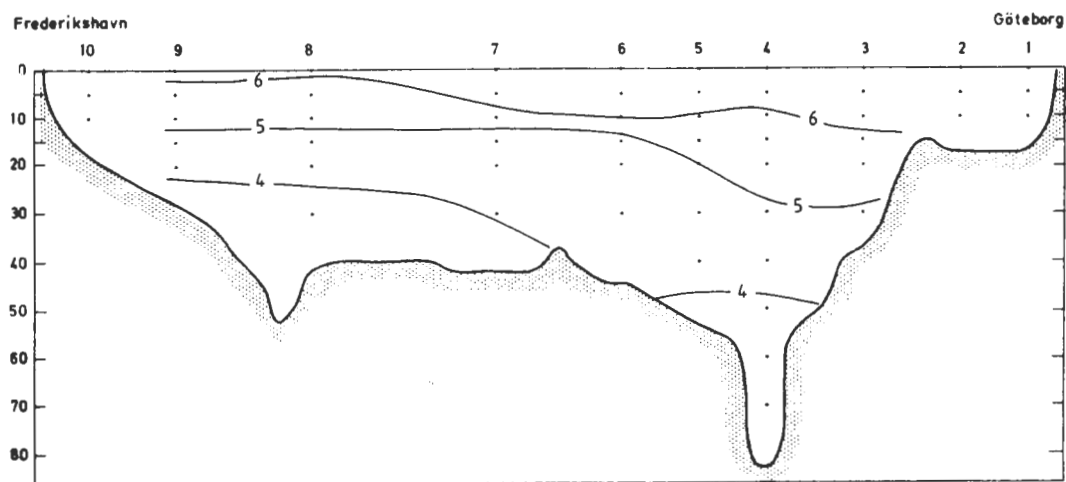


FIG. 15

Figuren åskådliggör oxygenhalterna (ml/l) för hela GF-snittet, under en expedition med U/F Argos 1987 08 17.

Den stränga kylan under januari och februari medförde mycket låga ytvattentemperaturer t o m mars månad. I månadsskiftet april, maj var temperaturen homogen i hela vattenmassan innan ett kraftigt språngskikt utvecklades under maj månad. En jämförelsevis kall sommar bidrog också till att ytskiktet aldrig hann värmas upp till mer än ca 16 °C under sommarmånaderna. Se fig. 16. Under 1986 uppmättes drygt 18 °C på samma position.

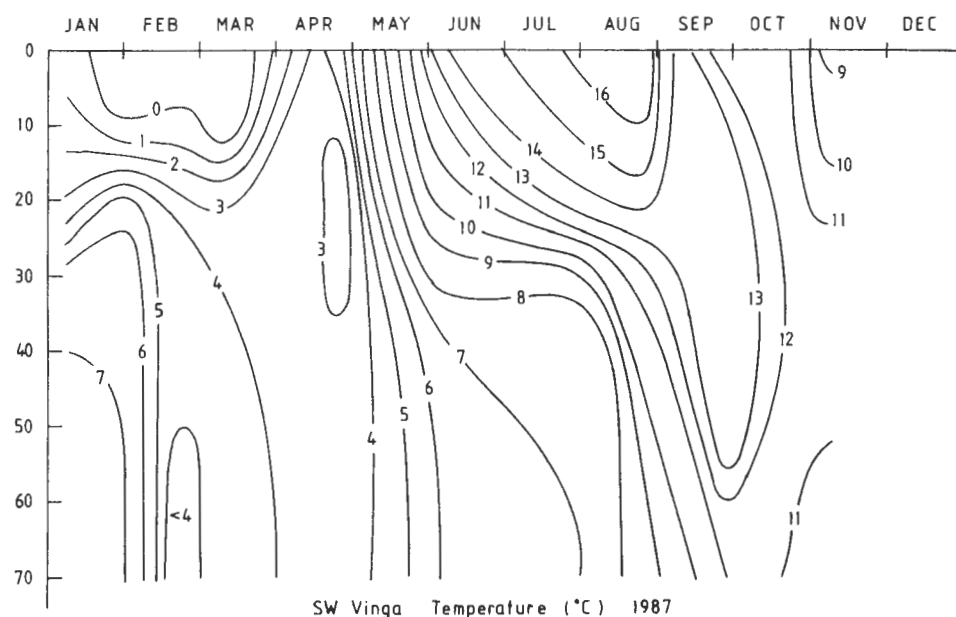


FIG. 16

Trots låga ytvattentemperaturer började närsaltskoncentrationerna i ytskiktet minska redan under februari p g a begynnande vårblooming som då delvis skedde under isen. Fosfathalten nådde sitt minimum ($0.1 \mu\text{mol/l}$) i ytan under juli och inte förrän i september, oktober började halterna byggas upp igen och produktionsperioden var alltså slut.

Oxygenets löslighet i vatten ökar med sjunkande temperatur och i det kalla ytvattnet under februari-april återfinns de högsta oxygenkoncentrationerna. I och med att vattnet börjat värmas upp minskar oxygenets löslighet och det oxygen som produceras i ytskiktet under algbloomingen avgår ur vattnet så att det så småningom råder jämvikt mellan luft och ytskikt. Vid nedbrytning av nedfallande dött organiskt material (från ex. vis algblooming) förbrukas oxygen och det sker en nedgång av oxygenhalten i bottenvattnet under sensommar och höst, enligt fig. 17.

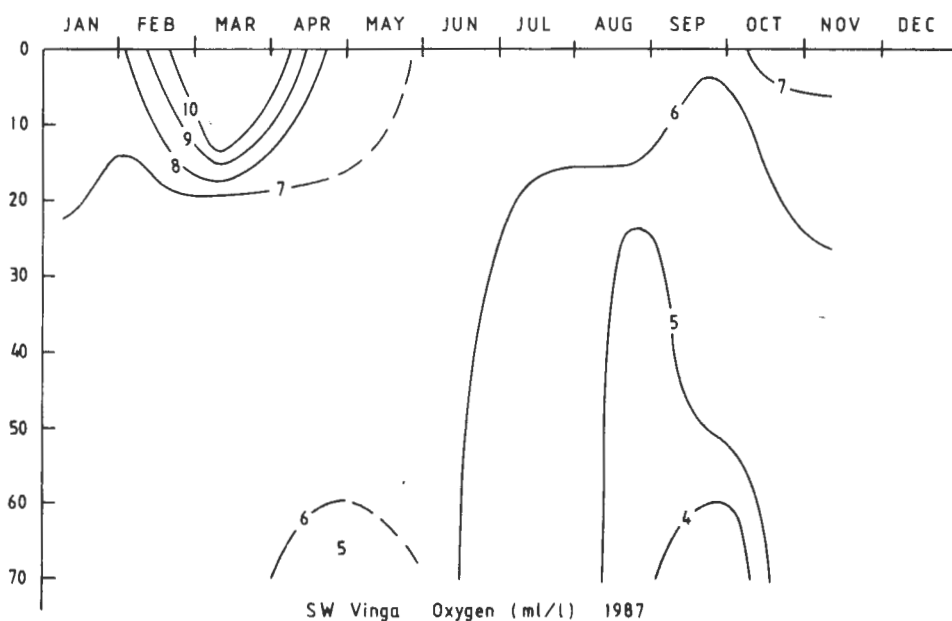


FIG. 17

På grund av rådande strömsystem (fig. 18) känslighet för olika vindriktningar kan förhållandena snabbt förändras. Vid ett enstaka tillfälle (87-08-18) uppmättes vid danska mätningar endast ca 2 ml/l oxygen i det botten nära skiktet. Vattnet var högsalint och härstammade från inträngande Skagerrakvatten. (Jämför oxygenförhållanden 87-08-17 fig. 15). Tre dygn senare dvs 87-08-21 var oxygenhalterna åter normala. I bottenvattnet uppmättes då drygt 4 ml/l .

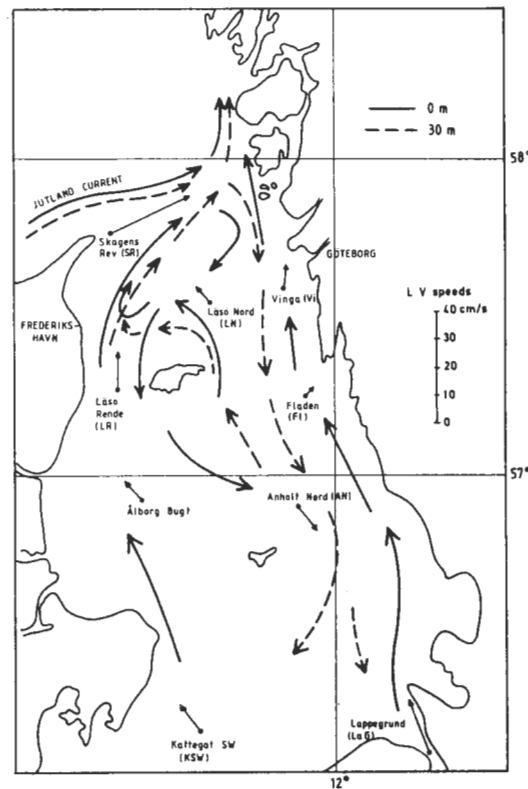
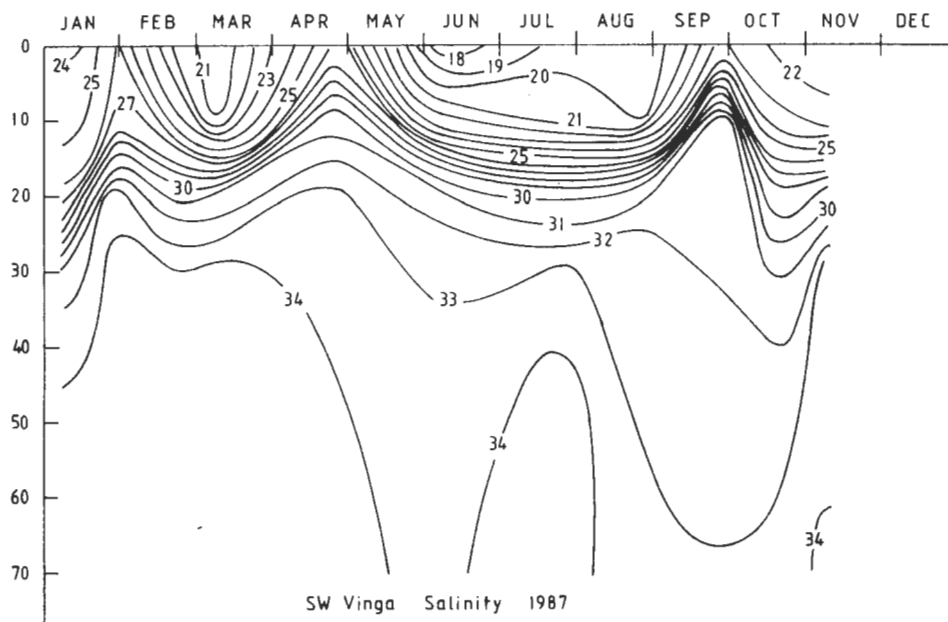


FIG. 18

Sannolik årlig medelströmfördelning
i Kattegatt. (Från Svansson 1984).

Liksom en intern våg rör sig det permanenta språngskiktet på omkring 10 meters tjocklek genom årets månader och når ibland nästan ända upp till ytan. Både under vinter- och somarmånaderna när temperaturen i ytan är som lägst respektive högst var saliniteten som lägst. Jmfr fig. 16 och 19. På grund av det kraftiga språngskiktet kan inte det relativt söta ytvattnet sjunka när det avkyls och dess densitet ökar. D v s konvektion förhindras och ytskiktets tätaste vatten samlas ovanför haloklinen.



SW Vinga Salinity 1987

FIG. 19

COAST GUARD MEASUREMENTS

The transection between Göteborg and Frederikshavn consists of 10 stations, fig. 15, which are visited regularly about 5 times a year by R/V Argos and our laboratory. At the deepest of the stations, situated at SW Vinga, the Coast Guard performs sampling each month, if there is nothing in particular preventing them from doing so.

Due to the cold winter the water temperature was low until April. A comparatively cold summer also contributed to low surface temperatures and the water never became warmer than 16 °C, see figure 16. During 1986 there was about 18 °C at the same position.

In spite of low surface temperatures the concentrations of nutrients started to reduce in February due to the beginning of the plankton bloom, which partly took place under the ice. During July the phosphate concentration reached its minimum value (0.1 $\mu\text{mol/l}$) in the surface and not until September the production period was over and the phosphate values started to increase again.

The solubility of oxygen in water increases with decreasing temperature and the cold surface water in January and February had the highest oxygen content. When the water temperature rises, the oxygen solubility decreases and the oxygen produced in the surface during the plankton bloom evaporate from the water so an equilibrium is established between the surface and the air above. When the dead organic material sinks and is decomposed at the bottom the oxygen concentrations are reduced in late summer and autumn, according to figure 17.

Due to the existing current system's sensitivity to different wind directions the conditions can change rapidly. See figure 18. At one occasion 18 August there was only about 2 ml/l oxygen in the bottom layer. The water had high salinity and originated from incoming Skagerrak water (Compare with the oxygen conditions 17 August fig. 16). The oxygen conditions were normal again three days later. There were then about 4 ml/l oxygen in the bottom water.

Like an internal wave the permanent halocline of about 10 meters thickness moves through the year and sometimes almost reaches the surface. Both during the winter and summer months when the temperature in the surface reaches its minimum and maximum value, the salinity was as lowest, compare figure 16 and 19. Due to the strong halocline the surface water with its relatively low salinity cannot sink when it cools down and its density increases. This prevents convection and the most dense surface water is accumulated above the halocline.

Lotta Fyrberg

3.3 PETROLEUMKOLVÄTEN

Rutinmässiga mätningar av petroleumkolväten som ett mått på oljeförorening i havsvatten (kolväten är som bekant de huvudsakliga beståndsdelarna i mineralolja), utförs regelbundet i samband med expeditionerna under tiden maj-juni och november-december.

Det stationsnät som laboratoriet använder sig av är något större än vad som föreskrivs i PMK (jämför Fig.1 och Fig. 20). En dubbelprovtagning görs på 1m, 10m och på 30m djup. Provtagningen av vattnet sker med största försiktighet för att undvika kontaminering.

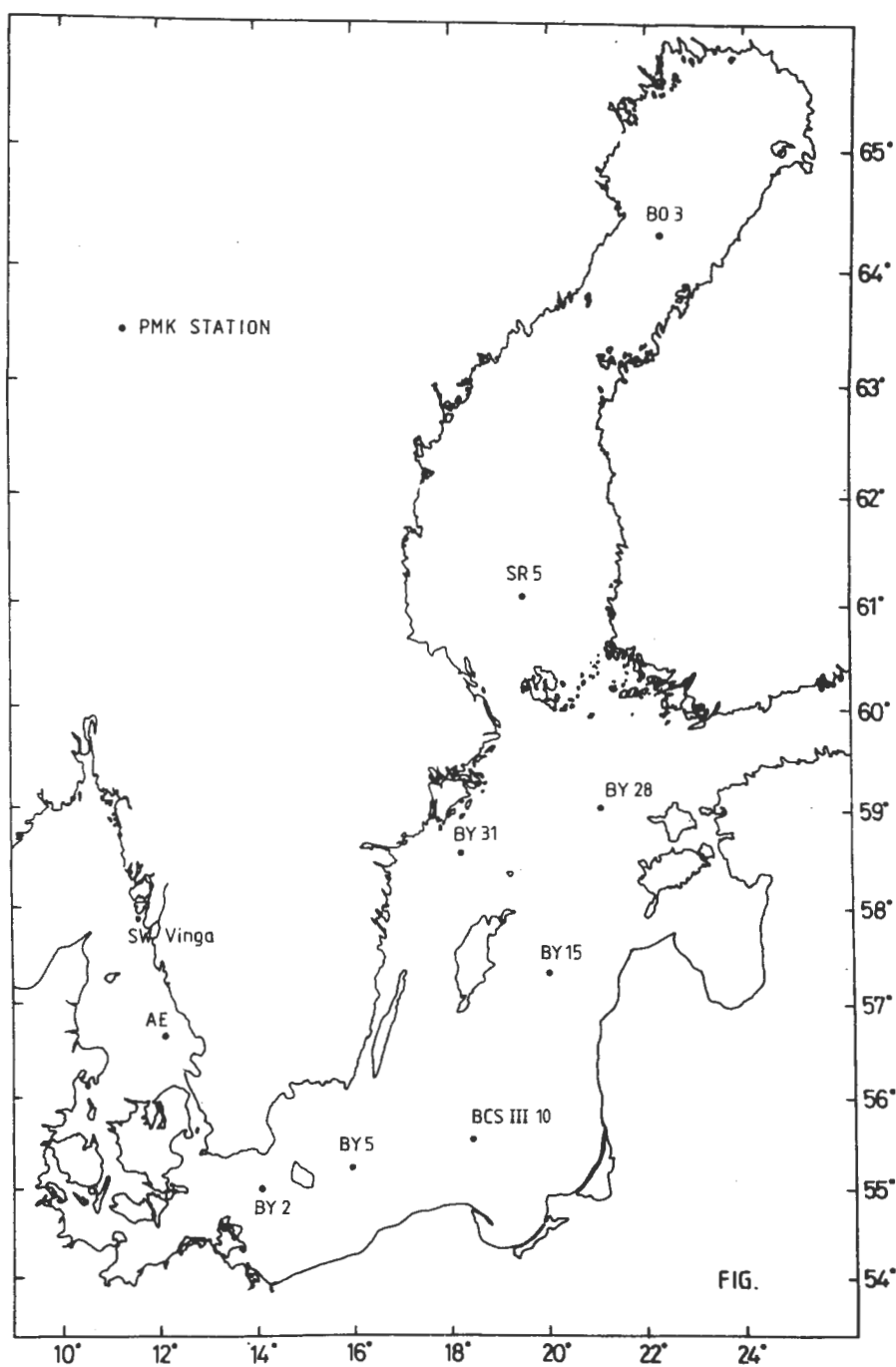


FIG. 20

Efter extraktion av havsvattnet med hexan, analyseras proverna med fluorescensfotometrisk metod. Det är en känslig teknik och är därför lämplig med tanke på att oljehalterna är synnerligen låga, även i oljepåverkade områden. Tyvärr är tekniken inte specifik för kolväten av minerogent ursprung; man mäter på de fluorescenta aromatiska föreningarna, som är en fraktion av oljan. Fluorimetrimätningarna är därför en indirekt metod. Eftersom man vanligen inte har tillgång till referensprover av den olja som möjligen finns i proverna brukar man relatera mätvärdena till en kalibrering med en viss bestämd olja. Enligt överenskommelse inom BMP används råolja från Ekofiskfältet i Nordsjön som referens.

Proverna analyseras vid fyra olika våglängdskombinationer för excitation och emission; 310/360nm (i enlighet med BMP metoden), 230/340nm, 270/360nm och 310/400nm (de tre våglängdskombinationer som laboratoriet använde sig av innan BMP-metoden rekommenderades).

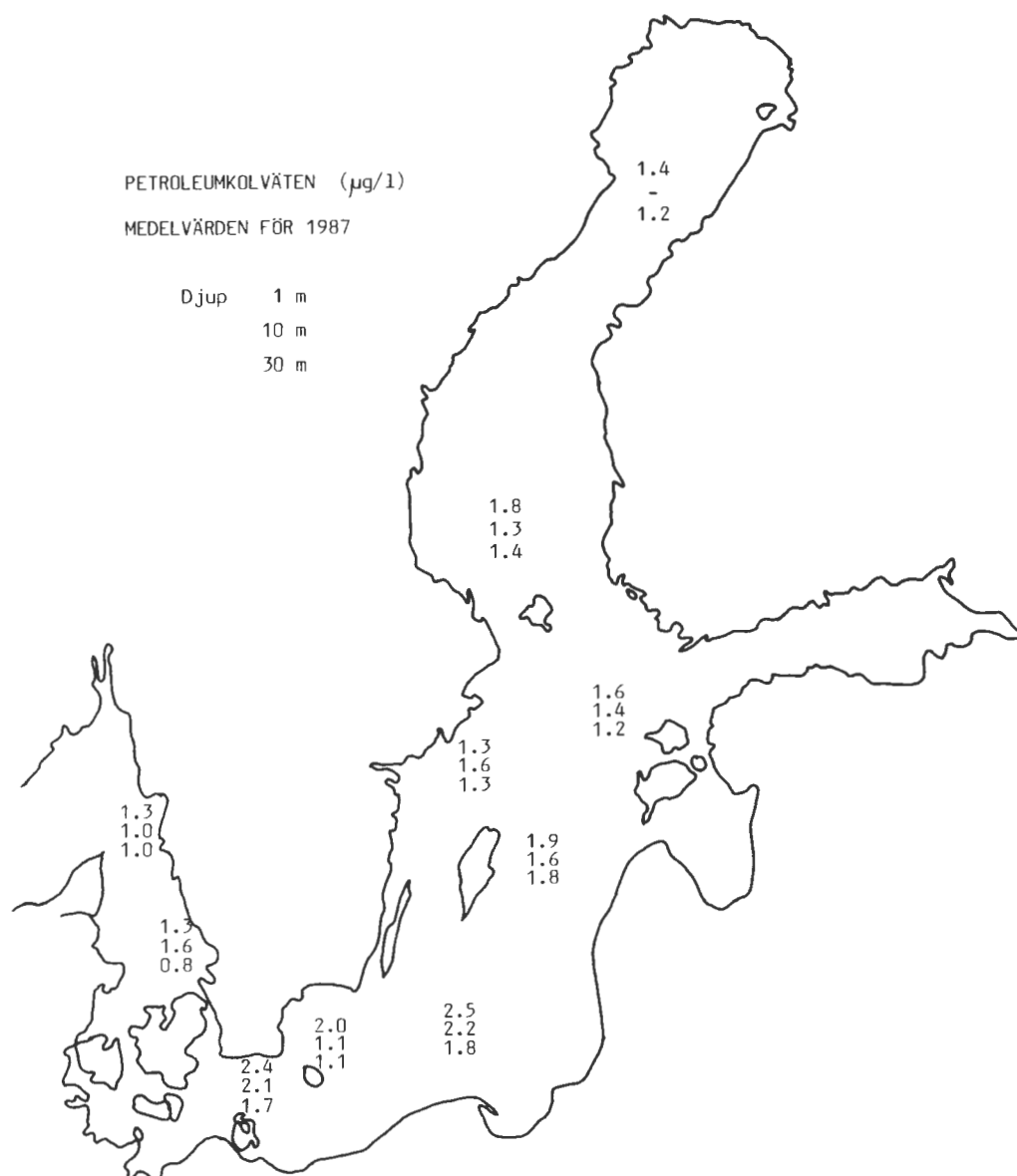


FIG. 21

Man får fram ett vår- eller höstresultat genom att för varje station, djup, våglängdskombination och dubbelprov beräkna:

1. kolvätehalterna för varje våglängdskombination ($\mu\text{g/l}$)
2. medelvärden av dubbelprovets halter (ger bl.a. resultatet enligt BMP-metoden)
3. medelvärden av alla halterna för de tre våglängdskombinationerna enligt laboratoriets metod.
4. jämförelsefaktor (möjliggör en jämförelse mellan de två metoderna).

Man fortsätter med att räkna ut årsresultaten som medelvärden av vår- och höstresultaten för båda metoderna för varje station och djup (se Fig. 21). Till sist räknar man för varje station och djup ut medelvärden av årsresultaten ifrån november 1981 till det aktuella årets november månad (se Fig. 22). De resultat som rapporteras här baseras (enligt punkt 3 ovan) endast på laboratoriets metod, som är nästan identisk med BMP-s, intill dess tillräckligt jämförelsematerial mellan metoderna finns. Alla beräkningar har utförts med hjälp av dator.

Som stöd vid bedömningen av dubbelproverna, har ett kriterium konstruerats för den händelse det ena av proverna har en avvikande hög koncentration i förhållande till parallellprovets. Detta görs för att fastställa om proverna innehåller likadant fluorescent material eller om provet med den höga koncentrationen har kontaminerats. Med utnyttjande av nyss nämnda, kriterium har, för att möjliggöra jämförelser över längre tidsserier, alla beräkningar för tidigare år gjorts om. Detta har lett till smärre rättelser av resultatdata.

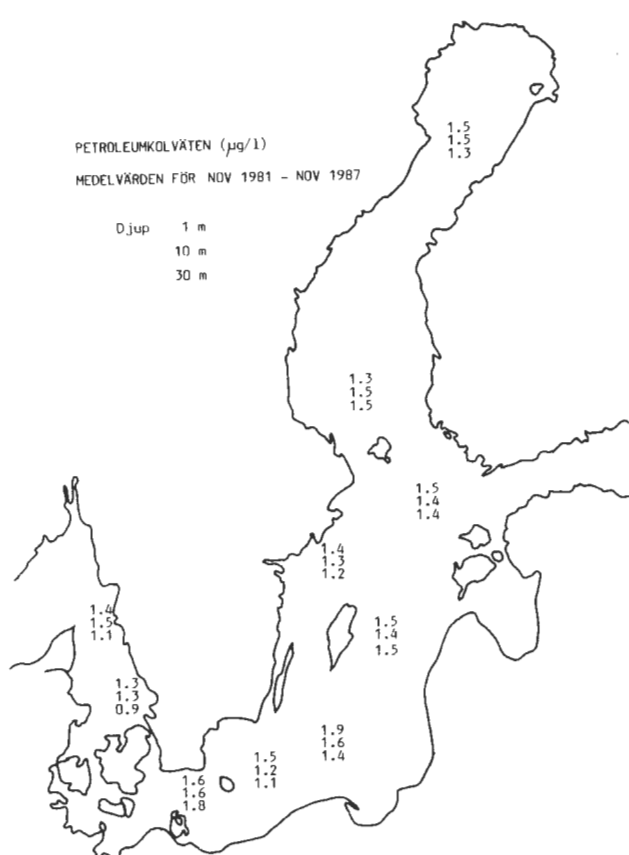


FIG. 22

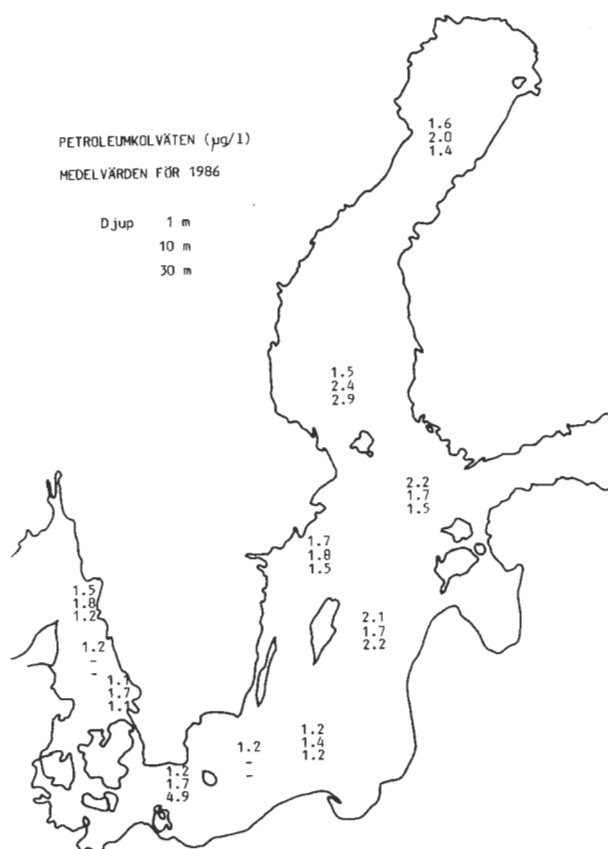


FIG. 23

Fig. 21 presenterar resultaten från 1987. Som följd av uteblivna provtagningar under november i Bottniska Viken, är BO 3 och SR 5 stationernas värden inga medelvärden utan endast vårvärden. Medelvärdena för stationerna i södra Östersjön (BY 2, BCS III-10) visar förhöjda halter jämfört med medelvärdena från en sexårsperiod 1981-87 (se Fig. 22) vars nästan samtliga värden hamnar inom området 1.0 - 1.5 $\mu\text{g/l}$. Jämför man värdena i Fig. 21 med värdena i Fig. 23 (medelvärden för 1986) ser man att halterna gått ned för 1987 med undantag för BY 2 och BCS III-10 stationerna där kolvätehalterna har ökat något.

Vid resultatgranskningen har iakttagits att, i de fall årsvärdena är förhöjda, orsaken ligger i maj-juni provenas värden, och att förhöjningen då skett på 1 och 10 m djup. Man kan däremot inte se någon påtaglig skillnad mellan olika havsområden.

PETROLEUM HYDROCARBONS

Routine measurements of petroleum type hydrocarbons, as a measure of oil pollution, are regularly carried out in connection with the monitoring cruises in May - June and November - December. The station network used is somewhat enlarged as compared to the standard PMK (compare figs. 1 and 20). Duplicate samples are taken at 1 m, 10 m and 30 m and great care is taken to avoid any contamination.

The sea water samples are extracted with hexane and the extracts are read in a fluorescence photometer. This is a very sensitive technique suitable for detection of low concentrations. However, the technique is not specific for petroleum hydrocarbons as all fluorescent aromatic organic material that is extracted with hexane is detected. The determination is therefore an indirect one. As one usually does not have access to a reference sample of the oil that may be present in the sample, all measurements are related to a calibration made using a standard reference oil. For the BMP an Ekofisk crude oil from the North Sea has been unanimously agreed upon.

The samples are analysed at four different wavelength combinations for excitation/emission: 310/360 nm (according to the BMK manual) and 230/340 nm, 270/360 nm and 310/400 nm which are the wavelengths used by this laboratory for several years.

For the spring and autumn cruises the results are calculated with a computer programme to yield:

1. Total petroleum hydrocarbon for each wavelength combination ($\mu\text{g/l}$)
2. Mean value of the duplicates (gives i.a. the results according to the BMP method)
3. Mean value of the contents from "the three wavelength combinations"
4. Correlation factors to try to relate the results of the two methods

From these results the annual means according to 3) are calculated for every station and sampling depth (see fig. 21). Finally, for every station and depth the mean of all the annual means are calculated from November 1981 to November of the last sampling year. The results reported here are based on the analyses evaluated according to 3) as the laboratory has a greater number of this type than those carried out according to BMP. When more data have been collected under the BMP a correlation between the two methods will be carried out.

In order to judge the validity of differing duplicate values a criterion has been worked out based on the spectral information gained from the measurements of the extracts. In this way results from possibly contaminated samples are sorted out from those where the disagreement between duplicates may be caused by an uneven distribution of oil in the sampled water. Consequently older data have been corrected and new mean values have been calculated.

In fig. 22 the results from 1987 are presented. Because of a temporarily reduced sampling programme in the Gulf of Bothnia, the results from BO 3 and SR 5 are based on the spring sampling only. The mean values from the stations in the southern Baltic Proper (BY 2, BCS III-10) show elevated results as compared to the mean values for the period 1981 - 87 (see fig. 22). In comparing the results in figs. 21 and 23 (mean values for 1987 and 1986) there seems to be a slight decrease in the concentrations except for BY 2 and BCS III-10, where there are slight increases.

In general the highest values are found in the spring samples from 1 m and 10 m. However, this does not coincide with high rate of phytoplankton primary production as far as our material shows. There is no clear trend in differences between different regions within the area under investigation.

Danuta Zagradkin and Stig R. Carlberg

3.4 PRIMÄRPRODUKTION OCH KLOROFYLL

Beträffande provtagning för primärproduktion har 1987 varit ett mycket ovanligt år.

I mars var det meningen att Kattegattstationerna inom PMK skulle besökas, men på grund av issituationen blev endast SW Vinga genomförd. Av resultatet att döma har planktonblomningen då redan börjat där. Ett nytt och mer lyckat försök gjordes i april då samtliga PMK-stationer besöktes. Resultaten från de tre stationerna SW Vinga, Fladen och Anholt E visar att planktonalgbloomingen är betydligt lägre i april. Jämför man SW Vinga i mars och i april är värdena väsentligt högre i mars.

Under första delen av den stora PMK-expeditionen runt hela Sverige i maj-juni, befann sig utrustning och personal i Hirtshals och ombord U/F Dana för interkalibrering av primärproduktion. Interkalibreringen behandlas senare i texten. Stationerna som togs under expeditionen var tre stycken i västra och södra Östersjön och de tre Kattegattstationerna. Tyvärr kunde inga stationer i Bottniska viken tagas på grund av interkalibreringen. Resultaten från Östersjön visar att det är planktonblomning i södra delen, medan västra delen ännu har låg produktion. Kattegattstationerna visar heller ingen större aktivitet.

Novemberexpeditionen blev stympad på grund av minskat basanslag och programmet i Bottenhavet och Bottenviken ströks helt i samråd med Naturvårdsverket. I Östersjön togs samtliga primärproduktionsstationer, samt de tre i Kattegatt. Här visar det sig att den varma hösten haft inverkan på planktonalgerna och vegetationsperioden förlängts i södra Östersjön och i Kattegatt. Troligtvis en mycket sen höstblomning. I övriga delar av Östersjön låg produktionen nära det normala.

ICES-interkalibreringen i Hirtshals genomfördes i två grupper, en landbaserad på Nordsjöcentret och en ombord U/F Dana. Deltagande länder förutom värdlandet Danmark var Norge, Finland, Västtyskland, Holland, Belgien, USA och Sverige.

Utrustningarna och metoderna varierade högst väsentligt. Inkubatorerna var av två huvudtyper; en som använde dagsljus som ljuskälla och en som använde artificiellt ljus i form av lysrör, enligt dansk standard. Östersjöländerna hade genomgående inkubatorer av dansk modell.

Resultaten blev också mycket olika, dels mellan de olika typerna av inkubatorer, dels inom de två typerna. Man bör dock inte nedslås av detta faktum, då det borde gå att få "jämförbara" värden inom en rimlig framtid åtminstone inom Östersjögruppen eftersom ju alla där har inkubatorer av en och samma typ. Interkalibreringsresultaten medförde dock i sin tur att delegaterna i Primary Production Working Group beslöt att rekommendera ICES att inte lagra primärproduktionens värden i sin databank. (Ett förslag var att lagra dem som icke jämförbara värden).

Under 1987 gjordes mätningar på samtliga klorofyllstationer inom ramen för PMK.

I mars togs SW Vinga som enda station, då issituationen var ytterst besvärlig. I april gjordes ett nytt försök i Kattegatt där de sex stationerna SW Vinga, Fladen, Ålborg bugt, Anholt E, Gniben och Kullen besöktes. Jämför man SW Vinga i mars och april, finner man betydligt

högre klorofyllhalt i den förra månaden. I övriga Kattegatt är värdena normala under april.

Under maj-juni expeditionen besöktes samtliga klorofyllstationer. Det visar sig att i Kattegatt har växtligheten stabiliserat sig på en normal nivå, i Östersjön en ökning på grund av blomning. Likadant i Bottniska viken med något högre värden än under övriga året. Vid SW Vinga har ny aktivitet tagit fart.

Under novemberexpeditionen, som på grund av penningbrist blev avkortad, uteslöts hela Bottniska viken. Två personer från Oceanografiska laboratoriet deltog istället ombord på finska U/F Aranda och tog kloro fyll på stationerna F 64, US 5B, BO 3, F 2A och SR 5. Den varma hösten har bidragit till en längre vegetationsperiod med något högre värden än normalt som följd i Östersjön och Kattegatt. Det är svårt att utläsa om värmen i vattnet haft någon inverkan i Bottenhavet och Bottenviken.

PRIMARY PRODUCTION AND CHLOROPHYLL

As the ice in the Kattegat stopped further investigations in March, only SW Vinga was taken. An ICES-intercalibration in Denmark during the summer cruise, and reduced funding for the November cruise, prevented the usual primary production sampling in the Gulf of Bothnia.

The results, however, show a normal phytoplankton bloom in the spring and summer period in the Kattegat and in the Baltic. This is also true for the autumn values in November.

Chlorophyll was sampled on the usual stations except in November in the Gulf of Bothnia. The values were higher than normal due to the warm autumn, except in the Gulf of Bothnia.

Eva-Gun Thelén

3.5 BOTTENFAUNA

På ett PMK/BMP möte om Bottniska Viken mellan Sverige och Finland, anordnat på Naturvårdsverket 87-03-26, beslöts att för svensk del med omedelbar verkan flytta bottenfauna provtagningen i Bottniska Viken från vår till höst. Under maj-juni expeditionen insamlades därför endast bottenfauna prover från fem stationer i egentliga Östersjön (BY 5, BCS III-10, BY 38, HBP 216 och BY 2) samt tre i Kattegatt (Anholt E, Fladen och SW Vinga). På grund av undertecknades deltagande i ICES möte i Hirtshals utfördes den biologiska provtagningen av Fredrik Gröndahl från Kristinebergs Marinbiologiska Station.

Den 11 juni primärt besöktes för vår del stationen i Hanöbukten, HBP 216 (position N 55 41, 17' E 14 41, 68', djup 56 m), vilken skall ersätta station ESE När vart femte år. Botten bestod av sediment med heterogena inslag av sand, grus och lera.

På grund av otillräcklig finansiering inställdes U/F Argos planerade expedition till Bottniska Viken i november 1987. Tack vare tillmötesgående från våra finska kollegor kunde undertecknad samt en kollega medfölja det med finska under sökningsfartyget Aranda från Uleåborg till Åbo. Prover från 5 (C VI, BO3, US 6B, SR 5 och F 64) av de 6 bottenfaunastationerna kunde insamlas. Finska huggare och såll, av samma typ som de svenska, användes.

Vid rapporteringsdatum, 1988-04-01 beräknas 1986 och 1987 års prover från Kattegatt återstå att analysera.

ZOOBENTHOS

In March 1987 it was decided in agreement with Finland to change the Swedish sampling of macrozoobenthos in the Gulf of Bothnia from spring to autumn. Therefore only 5 stations in the Baltic Proper (BY 5, BCS III-10, BY 38, HBP 216, and BY 2) and three in Kattegat (Anholt E, Fladen and SW Vinga) were visited during the May-June expedition.

In June 1987 the station HBP 216 (Position 55 41,7' E 14 41, 68', depth 56 m), in the Hanö Bight was visited for the first time. HBP 216 will replace station ESE När every 5th year.

The Swedish expedition with the R/V Argos to the Gulf of Bothnia in November 1987 was cancelled. However, five (CVI, BO3, US 6B, SR 5 and F 64) of six macrobenthos stations in this area were sampled by staff from the Oceanographical Laboratory onboard the Finnish R/V Aranda on a cruise from Oulu to Turku in November.

The analysis of the samples from Kattegat 1986 and 1987 remains to be completed.

Bengt Yheen

4. SÄRSKILDA STUDIER

4.1 PEX-AKTIVITETER UNDER 1987

I januari besökte U/F Argos Klaipeda, där jag sammanträffade med dr. Mikulaiunas för att diskutera arrangemangen vid det planerade PEX-sammanträdet i Vilnius.

PEX-gruppen sammanträdde i Vilnius 18-23 maj för att diskutera vidarebearbetningen av resultaten från PEX. Under mötet blev jag ombedd att fungera som samordnare av kemiresultaten för en planerad preliminär PEX-rapport. Under året har jag utarbetat förslag till rapporten och sänt ut detta för kommentarer till de övriga medlemmarna i gruppen. Nästa PEX-möte skall hållas i Rostock i april 1988.

PEX-Activities in 1987

In connection with the January cruise to the Baltic the R/V Argos visited Klaipeda, where I met Dr. Mikulaiunas in order to discuss the arrangements for the planned PEX-meeting in Vilnius.

The PEX-group met in Vilnius in May 18-23 to exchange views on the follow-up work of the results of PEX. During that time I was requested to take the responsibility to act as a co-ordinator of the chemical results for a planned preliminary PEX-Report. During the year I have worked out a proposal for the Report and sent copies to the members of the group for comments. The next PEX-meeting will be held in Rostock in April 1988.

4.2 NÄRSALTSTRENDER I CENTRALA ÖSTERSJÖN

Rapport av Stig H. Fonselius till ICES arbetsgrupp för östersjöns marina miljö, april 1987

Rapporten visar med en serie diagram hur de oceanografiska förhållandena har varierat i Gotlandsdjupet i centrala Östersjön fram till januari 1977. I fig. 24 visas salinitetsvariationerna i hela djupvattnet från 1977 till 1987. Saliniteten fortsätter att minska i djupvattnet. På 200 m uppmättes i januari 11.968. Fosfatkoncentrationen ökar däremot (fig. 25). Fig. 26 visar på samma sätt hur nitratet har varierat. Det har inte varit några anmärkningsvärda förändringar; halterna är fortfarande nära noll i djupvattnet under 125 m. I fig. 27 visas variationen av ammonium. Vi kan se en kraftig minskning av halterna i djupvattnet i januari 1987. Detta skulle kunna bero på ett analysfel, men det återstår att bevisa vid senare utvärdering. Ammoniumvärdena var dock betydligt högre i Fårödjupet (BY 20) som man kan vänta sig i ett stagnant vatten med svavelväte. Även silikatvärdena var ovanligt låga i januari 1987 (fig. 28).

Fig. 29 visar salinitetstrenden i Gotlandsdjupet under 200 m. Här syns tydligt minskningen i bottenvattnet. Syrgas- och svavelväteförhållandena visas i fig. 30. Svavelvätet visar en påtaglig minskning 1987, vilket tyder på ett begränsat inflöde av nytt oxygenrikt bottenvatten. Trenden för fosfat visas i fig. 31. Någon minskning syns inte; tvärtom tycks det vara en viss ökning av halterna. Fig. 32 visar nitratets variationer och, naturligtvis, kan man inte se några variationer under

de perioder då det är svavelväte i vattnet. Fig. 33 visar trenden för ammonium med en kraftig minskning 1987 och samma utveckling kan man se för silikatet i fig. 34.

Fig. 35 visar ett diagram med vintervärden för fosfat i Gotlandsdjupets ytvatten, 0 - 30 m, under tiden 1958 till 1987. De extremt höga värdena i januari 1962 är förbryllande. De uppmättes från U/F Skagerrak. De ganska höga värdena som rapporterats av Sovjet (Rigainstitutet) för februari 1962 bekräftar delvis dessa värden. Siffrorna stöds också av den utvärdering som Nehring och medarbetare gjorde i The First Assessment Report.

Figurerna 36 och 37 visar salinitetsvariationerna på 70 - 100 m mellan 1978 - 1983 och 1984 - 1987. Det är tydligt att även på dessa djup har saliniteten minskat. Figurerna 38 och 39 visar fosfatvariationerna och figurerna 40 och 41 nitratvariationerna. Båda närsalterna visar en kraftigare ökning under den senare perioden.

ON NUTRIENT TRENDS IN THE CENTRAL BALTIC SEA

Report to the ICES Working Group on the Baltic Sea Environment 1987.

The report shows graphs of the development of the hydrographic conditions in the Gotland Deep area in the central Baltic Sea until January 1987. Figure 24 shows the salinity variations in the whole water column of the Gotland Deep from 1977 to January 1987. The salinity of the deep water is still decreasing. The salinity at 200 m is now 11.968. The phosphate concentration is, however, still increasing (Figure 25). Figure 26 shows the nitrate variations in the same manner. No remarkable changes seem to have occurred; the nitrate concentration is still very close to zero in the deep water below 125 m. Figure 27 shows the ammonia variations. Here we can see a sharp decrease of the ammonia values in the deep water in January 1987. It is, of course, possible that the reason is an analytical error, which I have not been able to detect. The ammonia values were much higher in the Fårö Deep (BY 20), as would be expected in stagnant H_2S containing water. Also the silicate values were unusually low in January 1987 (Figure 28).

Figure 29 shows the salinity trend in the Gotland Deep below 200 m. Here the decrease in the bottom water can clearly be seen. Figure 30 shows the oxygen- and hydrogen sulphide conditions in the same manner. We can see that the hydrogen sulphide has decreased sharply in 1987, indicating a small inflow of new oxygen-containing water. Figure 31 shows the phosphate trend. No decrease can be seen; on the contrary, the phosphate seems to have increased. Figure 32 shows the nitrate trend, and of course, no changes can be seen as long as H_2S is present in the water. Figure 33 shows the ammonia trend with the sharp decline in 1987. Figure 34 shows the silicate trend and also here we find the decrease in 1987.

Figure 35 shows a plot of winter values of phosphate in the Gotland Deep from 0 to 30 m from 1958 to 1987. The extremely high values in January 1962 are puzzling. These were measured by the SKAGERRAK. The rather high values reported by the USSR (Riga) in February 1962 to some degree confirm the results. The figure supports the results of the Nehring and co-workers in the first Assessment Report.

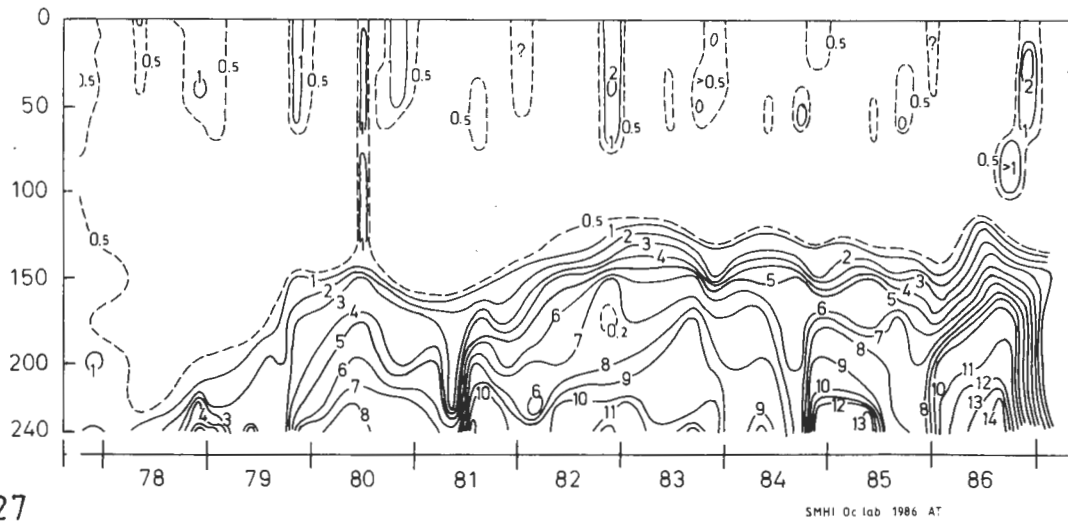
ST. BY 15 A NH_4^+ $\mu\text{mol/l}$ 

FIG. 27

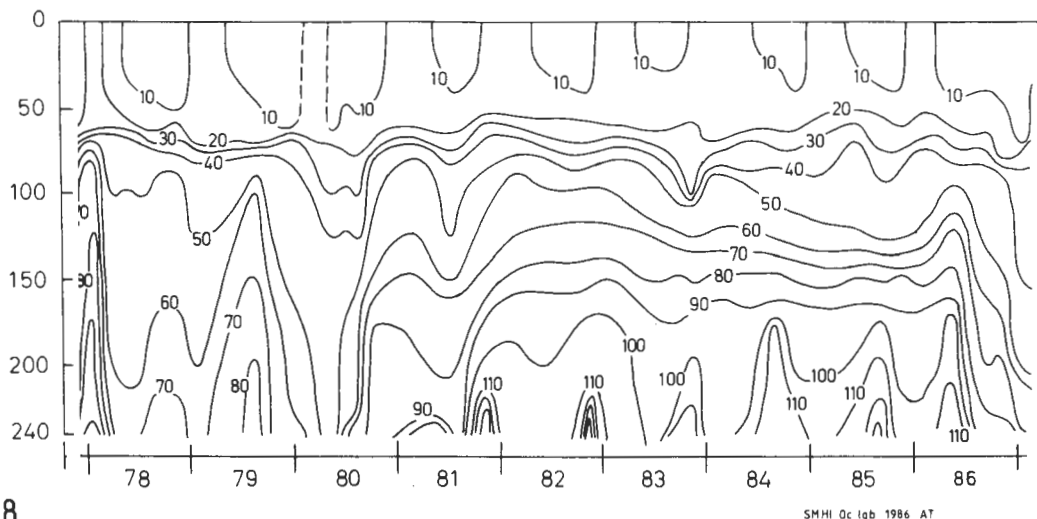
ST. BY 15 A Si $\mu\text{mol/l}$ 

FIG. 28

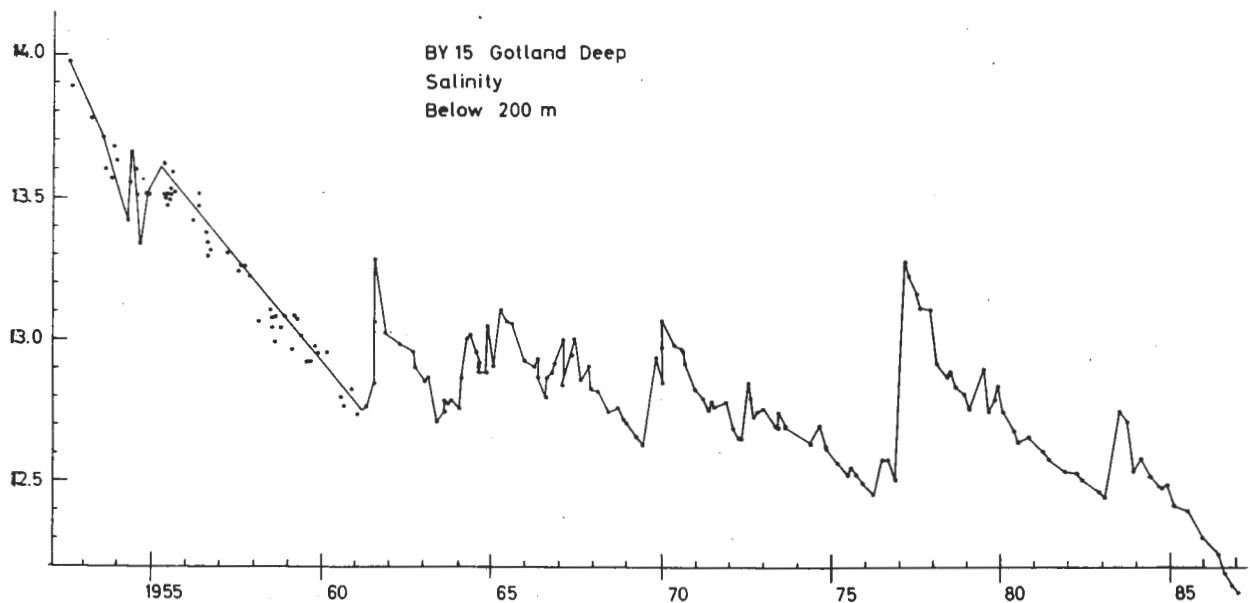


FIG. 29

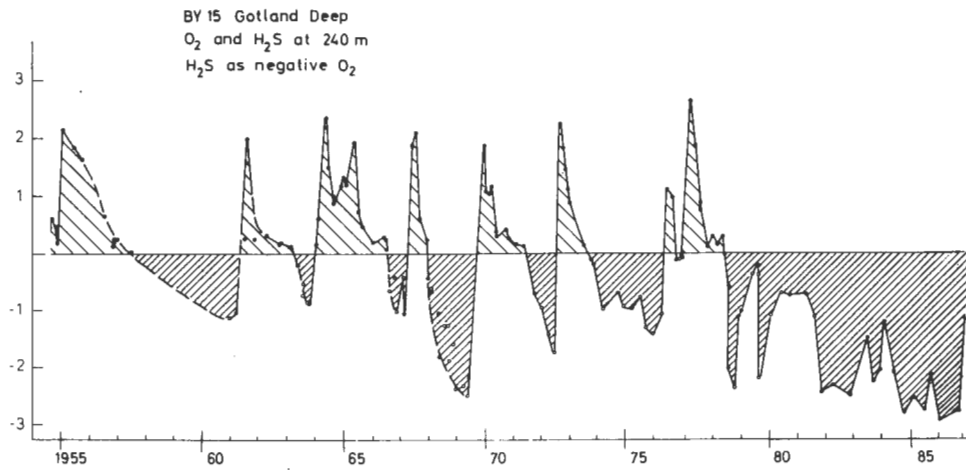


FIG. 30

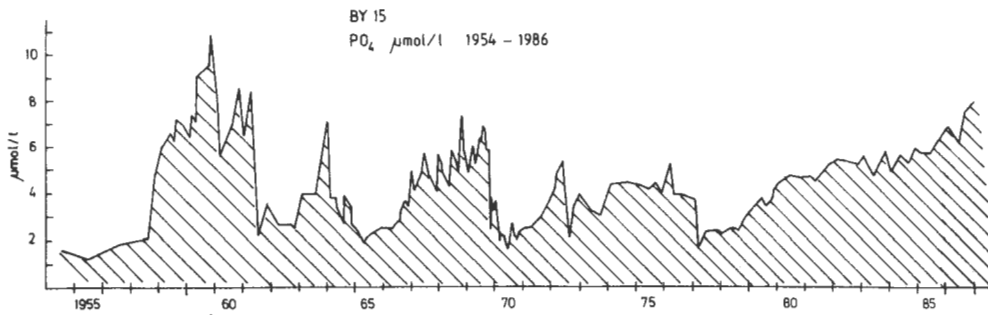
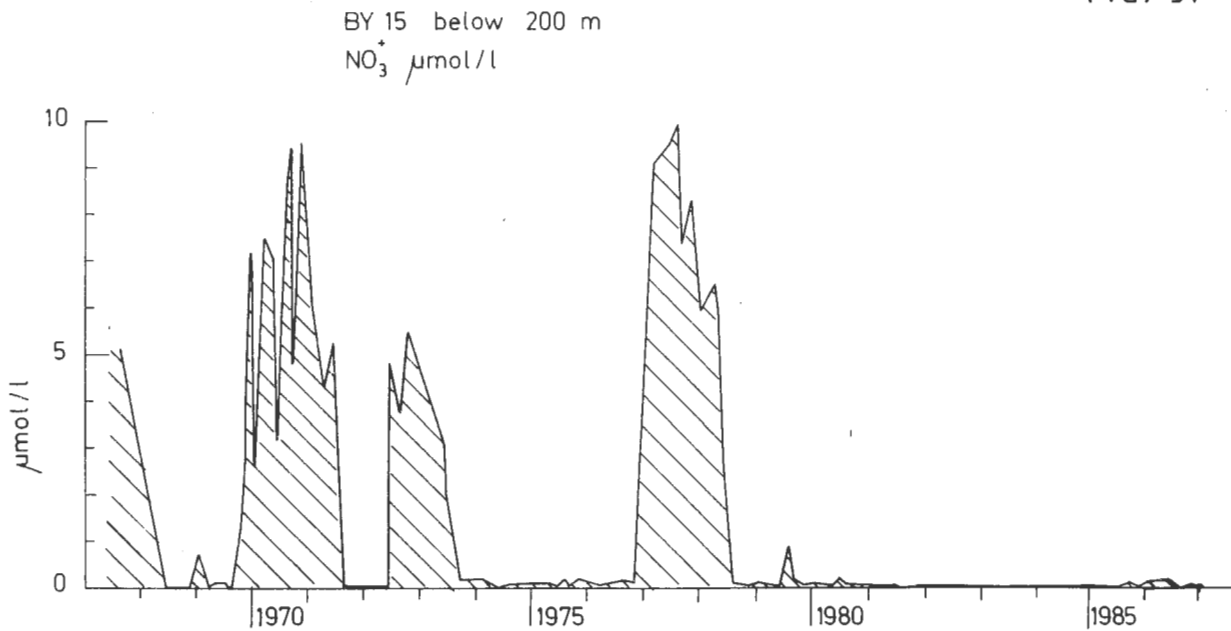
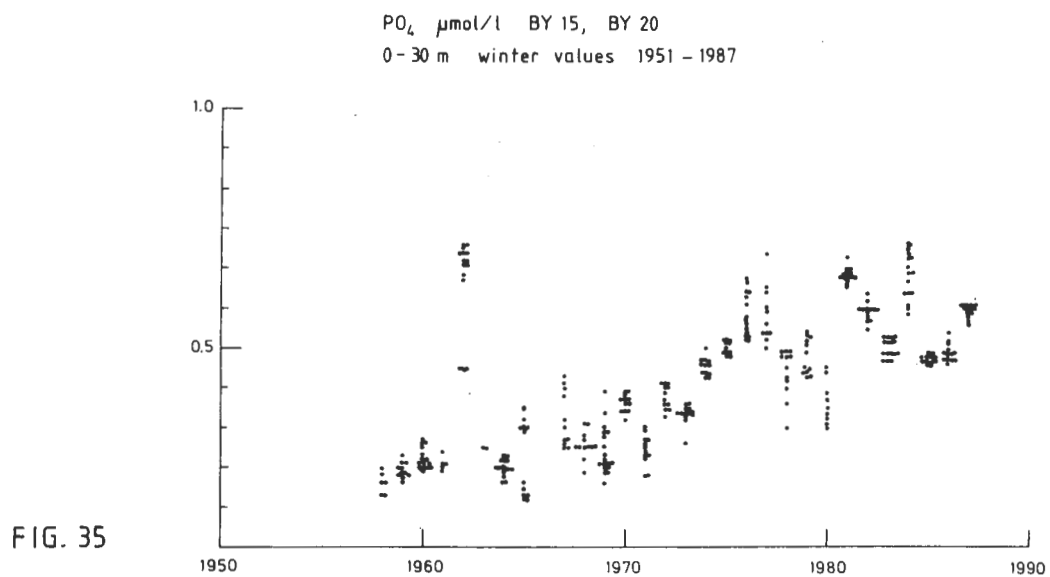
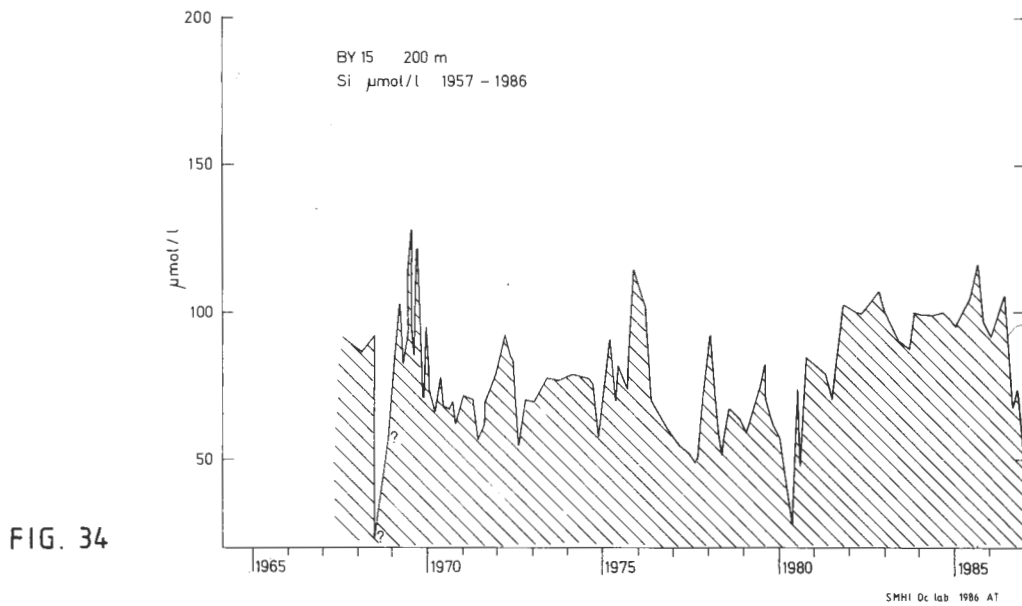
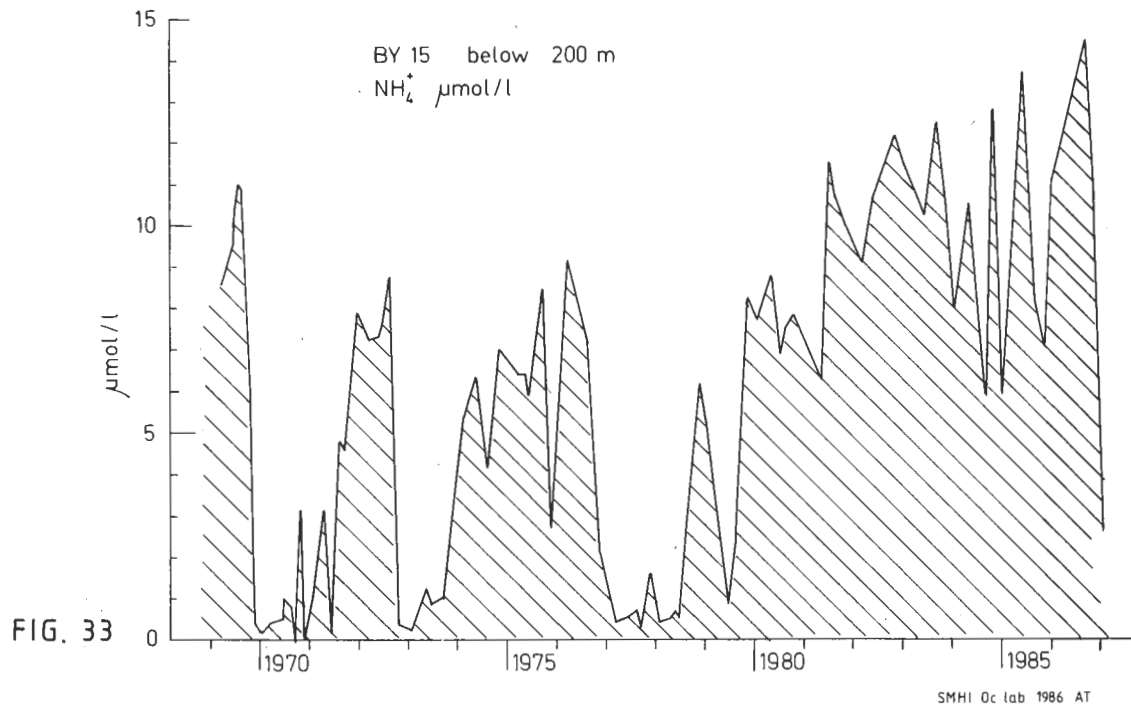


FIG. 31



SMHI Oc lab 1986 AT

FIG. 32



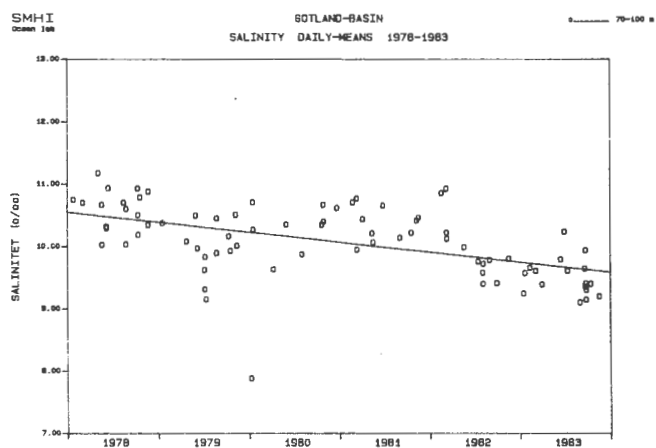


FIG. 36

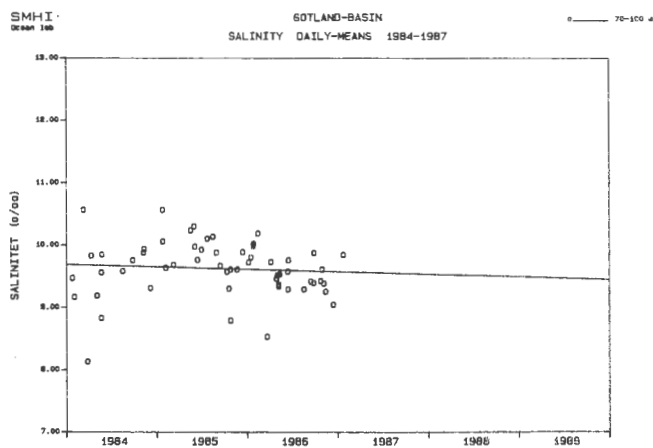


FIG. 37

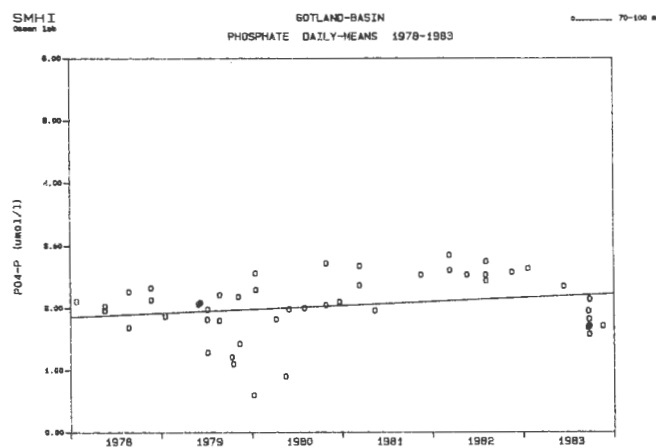


FIG. 38

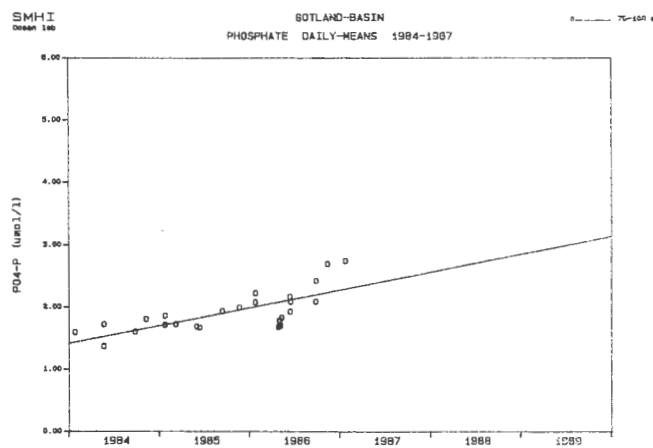


FIG. 39

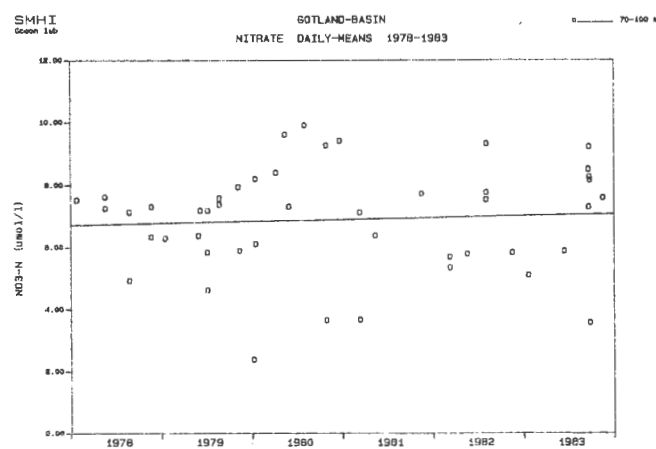


FIG. 40

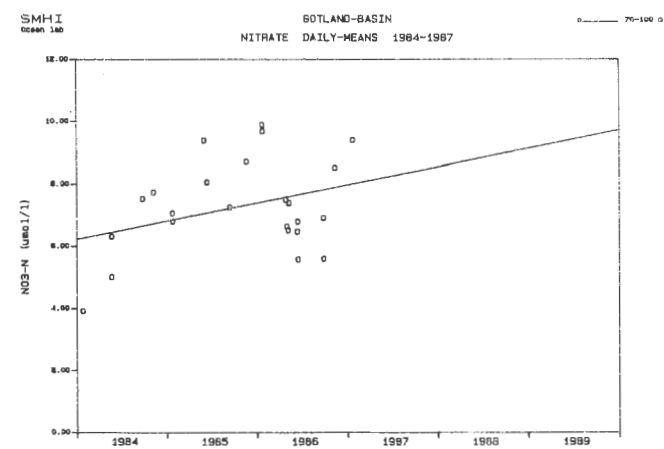


FIG. 41

5 PUBLICERADE ARBETEN

- Carlberg, S.R. 1987: Swedish monitoring of petroleum hydrocarbons in the waters of the Baltic and the Kattegat since 1970. Baltic Marine Environment Protection Commission; Baltic Sea Environment Proceedings No. 22. ISSN 0357 - 2994.
- Carlberg, S.R. et.al. 1987: Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK, Utsjöprogrammet. Rapport från verksamheten under 1986 SMHI Reports Oceanography, RO Nr 5. ISSN 0283 - 1112.
- Dahlin, H. and Fonselius, S. 1987: Oceanografiska orsaker till eutrofiering. Eutrofiering av havs- och kustområden. Nordforsk, Miljövårdsserien, Publikation 1987:1, pp 211-223.
- Fonselius, S. 1987: On long term variations of dissolved oxygen in the deep water of the Baltic Sea. Baltic Sea Monitoring Symposium. Baltic Marine Environment Protection Commission; Baltic Sea Environment Proceedings, No 19, pp 1-22, ISSN 0357 - 2994.
- Fonselius, S., Dahlin, H., Pitkänen, H., Poutanen, E-L. and Tulkki, P. 1987: Rapport från arbetsgrupppen för undersökning av de höga nitrathalterna i Bottenvikens vatten. Temakapitel i Årsrapport 14 (pp 29 - 42). Kommitten för Bottniska Viken.
- Launiainen, J., Matthäus, W., Fonselius, F. and Francke, E. 1987: Hydrography. (Chapter 1) In: First periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea Area, 1980-1985; Background document. Baltic Marine Environment Protection Commission; Baltic Sea Environment Proceedings No. 17B. pp 7 - 34. ISSN 0357 - 2994.
- Nehring, D., Aertebjerg, G., Trzosinska, A., Fonselius, S., Tulkki, P., Alenius, P., Tervo, V., Hannus, M., Astok, V. and Yurkovskis, A.K., 1987. Nutrients. (Chapter 2) In: First periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea Area, 1980-1985; Background document. Ibidem No. 17B.

SMHI Rapporter, HYDROLOGI OCH OCEANOGRAPHI (RHO)

- Nr 1 Well, J G
Verification of heated water jet numerical model
Stockholm 1974
- Nr 2 Svensson, J
Calculation of poison concentrations from a hypothetical
accident off the Swedish coast
Stockholm 1974
- Nr 3 Vasseur, B
Temperaturförhållanden i svenska kustvatten
Stockholm 1975
- Nr 4 Svensson, J
Beräkning av effektiv vattentransport genom Sunninge sund
Stockholm 1975
- Nr 5 Bergström, S och Jönsson, S
The application of the HBV runoff model to the Filefjell
research basin
Norrköping 1976
- Nr 6 Wilmot, W
A numerical model of the effects of reactor cooling water on
fjord circulation
Norrköping 1976
- Nr 7 Bergström, S
Development and application of a conceptual runoff model
Norrköping 1976
- Nr 8 Svensson, J
Seminars at SMHI 1976-03-29--04-01 on numerical models of the
spreading of cooling water
Norrköping 1976
- Nr 9 Simons, J, Funkquist, L and Svensson, J
Application of a numerical model to Lake Vänern
Norrköping 1977
- Nr 10 Svensson, S
A statistical study for automatic calibration of a conceptual
runoff model
Norrköping 1977
- Nr 11 Bork, I
Model studies of dispersion of pollutants in Lake Vänern
Norrköping 1977
- Nr 12 Fremling, S
Sjöisars beroende av väder och vind, snö och vatten
Norrköping 1977
- Nr 13 Fremling, S
Sjöisars bärighet vid trafik
Norrköping 1977
- Nr 14 Bork, I
Preliminary model studies of sinking plumes
Norrköping 1978
- Nr 15 Svensson, J and Wilmot, W
A numerical model of the circulation in Öresund.
Evaluation of the effect of a tunnel between Helsingborg
and Helsingör
Norrköping 1978
- Nr 16 Funkquist, L
En inledande studie i Vätterns dynamik
Norrköping 1978
- Nr 17 Vasseur, B
Modifying a jet model for cooling water outlets
Norrköping 1979
- Nr 18 Udén, I och Mattsson, I
Havsis- och snöinformation ur datorbearbetade satellitdata
- en metodstudie
Norrköping 1979
- Nr 19 Ambjörn, C och Gidhagen, L
Vatten- och materialtransporter mellan Bottniska viken och
Östersjön
Norrköping 1979
- Nr 20 Gottschalk, L och Jutman, T
Statistical analysis of snow survey data
Norrköping
- Nr 21 Eriksson, B
Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärde (1931-60) av nederbörd,
avdunstning och avrinning
Norrköping 1980
- Nr 22 Gottschalk, L and Krasovskaja, I
Synthesis, processing and display of comprehensive
hydrologic information
Norrköping 1980
- Nr 23 Svensson, J
Sinking cooling water plumes in a numerical model
Norrköping 1980
- Nr 24 Vasseur, B, Funkquist, L and Paul, J F
Verification of a numerical model for thermal plumes
Norrköping 1980
- Nr 25 Eggertsson, L-E
HYPOS - ett system för hydrologisk positionsangivelse
Norrköping 1980
- Nr 26 Buch, Erik
Turbulent mixing and particle distribution investigations
in the Himmerfjärd 1978
Norrköping 1980

- Nr 27 Eriksson, B
Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige
Norrköping 1980
- Nr 28 Broman, B
On the spatial representativity of our oceanographic
measurements
Norrköping 1981
- Nr 29 Ambjörn, C, Luide, T, Omstedt, A, Svensson, J
En operationell oljedriftsmodell för norra Östersjön
Norrköping 1981
- Nr 30 Svensson, J
Vågdata från svenska kustvatten 1979 - 1980
Norrköping 1981
- Nr 31 Jutman, T
Stationsnät för vattenföring
Norrköping 1981
- Nr 32 Omstedt, A, Sahlberg, J
Vertical mixing and restratification in the Bay of Bothnia
during cooling
Norrköping 1982
- Nr 33 Brandt, M
Sedimenttransport i svenska vattendrag
Norrköping 1982
- Nr 34 Bringfelt, B
A forest evapotranspiration model using synoptic data
Norrköping 1982
- Nr 35 Bhatia, P K, Bergström, S, Persson, M
Application of the distributed HBV-6 model to the Upper
Narmada Basin in India
Norrköping 1984
- Nr 36 Omstedt, A
A forecasting model for water cooling in the Gulf of Bothnia
and Lake Vänern
Norrköping 1984
- Nr 37 Gidhagen, L
Coastal upwelling in the Baltic - a presentation of satellite
and in situ measurements of sea surface temperatures indi-
cating coastal upwelling
Norrköping 1984
- Nr 38 Engqvist, A, Svensson, J
Water turnover in Himmerfjärd 1977 - a simulation study
Norrköping 1984
- Nr 39 Funkquist, L, Gidhagen, L
A model for pollution studies in the Baltic Sea
Norrköping 1984
- Nr 40 Omstedt, A
An Investigation of the crystal structure of sea ice in the
Bothnian Bay
Norrköping 1985

SMHI Rapporter, OCEANOGRAPHI (RO)

- Nr 1 Gidhagen, Lars, Funkquist, Lemnart, 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



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-158000. Telex 64400 smhi s.