



PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS- ÖVERVAKNING - PMK

Utsjöprogrammet under 1986

PROGRAM FÖR MILJÖKVALITETS-
ÖVERVAKNING - PMK
Utsjöprogrammet
Rapport från verksamheten under 1986

NATIONAL SWEDISH PROGRAMME FOR MONITORING
OF ENVIRONMENTAL QUALITY

Open Sea Program
Report from the activities in 1986

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

SMHI, Oceanografiska laboratoriet, Göteborg

Issuing Agency SMHI S-601 76 Norrköping SWEDEN	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="788 125 1086 208"> Report number RO 5 (1987) </td> <td data-bbox="1086 125 1385 208"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="788 208 1385 286"> Report date March 1987 </td> </tr> </table>		Report number RO 5 (1987)		Report date March 1987	
Report number RO 5 (1987)						
Report date March 1987						
Author(s) Stig R. Carlberg, Sven Engström, Stig H. Fonselius, Lotta Fyrberg, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén och Bengt Yhlen						
Title (and Subtitle) Program för Miljökvalitetsövervakning - PMK Utsjöprogrammet Rapport från verksamheten under 1986 National Swedish Programme for Monitoring of Environmental Quality Open Sea Programme. Report from activities in 1986.						
Abstract This report describes the activities and results from 1986 within the open sea programme of the national Swedish monitoring programme, PMK. The open sea programme also forms major part of the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme of the Helsinki Commission. Two regular oceanographic cruises were carried out in the Baltic and the Gulf of Bothnia and three in the Kattegat. Several other cruises were carried out, which are relevant to the programme. Standard oceanographic parameters including nutrients were analysed and various biological samples were taken including fish and mussel samples for analysis of harmful substances. In September the surface water temperature decreased unusually in the Kattegat and the Baltic showing a negative anomaly of at least 2°C. As during previous years the southern part of the Kattegat showed very low oxygen values in the bottom water during a limited period in the autumn. In other respects the oceanographic conditions in the Kattegat area were normal, whereas in the Eastern Baltic bad oxygen conditions with hydrogen sulphide prevailed in the bottom water for the ninth year. In the southern Baltic and west of Gotland hydrogen sulphide was found in the bottom water only during the first half of the year.						
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 with English abstracts				
ISSN and title 0283-1112 SMHI Reports Oceanography						
Report available from: SMHI Oceanographical Laboratory P.O. Box 2212 S-40314 Göteborg SWEDEN						

INNEHÅLL

	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 organisatoriskt och administrativt	4
2.2 Fältverksamhet	5
2.2.1 Expeditioner	5
2.2.2 Kustbevakningen	7
2.2.3 Miljögiftsprovtagning	8
2.2.4 Bottenfauna	9
2.3 Dataverksamhet	9
2.4 Nationellt och internationellt samarbete	12
12 2.5 Personal och ekonomi	15
3. Resultat och diskussion	
3.1 De oceanografiska expeditionerna	16
3.2 Kustbevakningsmätningen	24
3.3 Petroleumkolväten	27
3.4 Primärproduktion och klorofyll	33
4. Särskilda studier	
4.1 Långtidsvariabilitet av löst syrgas i Östersjöns djupvatten	36
4.2 Patchiness	53
5. Publicerade arbeten	56

SAMMANFATTNING AV PROJEKT OCH RESULTAT

Rapporten beskriver en utsjöverksamhet, som bedrivs inom Naturvårdsverkets program för övervakning av miljökvalitet - 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, tre expeditioner i Kattegatt och tre (från och med budgetåret 1986/87 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). 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.

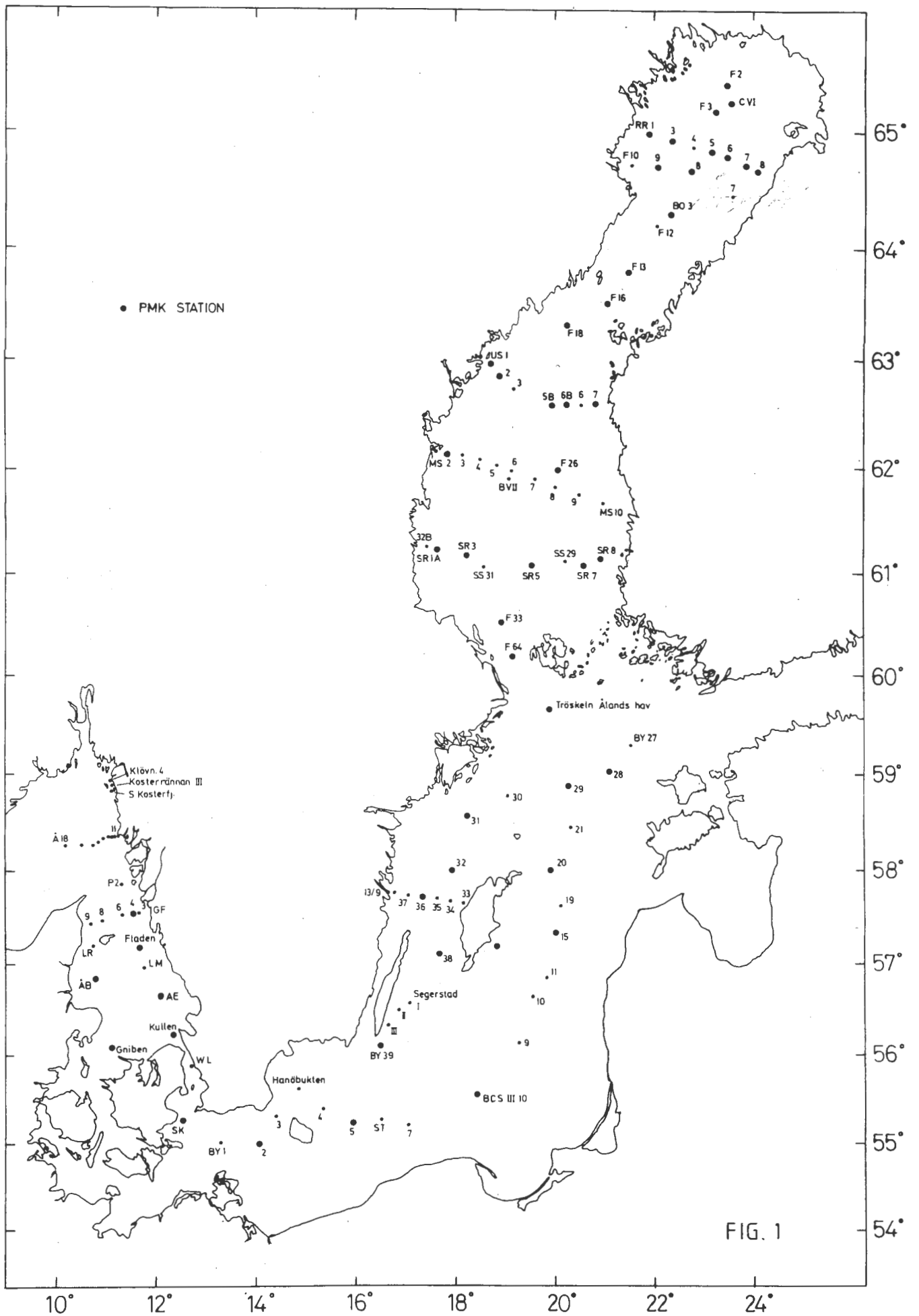
Den oceanografiska situationen i Kattegatt visar ingen större skillnad jämfört med tidigare år. Detta innebär att det även under hösten 1986 har varit ett syreminimum i södra Kattegatts bottenvatten. Den mest intensiva fasen var i mitten av oktober. Då uppmättes ovanligt låga syrgasvärden under den specialkartering som SMHI utförde i sydöstra Kattegatt.

I Östersjön är läget oförändrat jämfört med 1985. Söder om Skåne, samt mellan Gotland och fastlandet har svavelväte förekommit i djuphålornas bottenvatten endast under första halvan av 1986; i övrigt har det funnits syre där, men i låga halter. I djuphålan öster om Gotland har svavelväte funnits under hela året. Det har med andra ord inte skett någon omsättning av vattnet i Gotlandsdjupet på nio år! 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 kommer att ha någon avgörande effekt när det når fram till Gotlandsdjupet.

Både i Kattegatt och södra Östersjön inträffade en ovanligt tidig avkylning av ytvattnet i september. Undertemperaturen var minst 2 grader på alla stationer jämfört med ett medelvärde för perioden 1968 - 1985.

En preliminär bedömning av analyserna av petroleumkolväte (oljeföröreningar) visar att halterna i norra Östersjön och i Bottniska Viken kan vara i tilltagande igen. Fortsatta undersökningar får visa om detta är en signifikant trend, eller om det är en tillfällighet.

Resultaten av klorofyllanalyser och potentiell primärproduktion visar inga onormala förhållanden.



SUMMARY OF THE PROGRAMME AND ITS RESULTS IN 1986

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 the Gulf of Bothnia and three times in the Kattegatt. 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 Kattegatt 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 the middle of October, when SMHI made a special survey in the southeastern part of Kattegatt.

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 ninth year without interruption. Only minor inflows have occurred, but nothing that replenishes the bottom water. The inflow of highly saline water that occurred to the Baltic in November - December 1986 was not strong enough to be of importance when it reaches the Eastern Gotland Basin.

In the Arkona Basin and the area west of Gotland hydrogen sulphide was found in the bottom water only during the first part of the year; after that oxygen was present, although in low concentrations. In the Kattegatt and in the southern part of the Baltic Sea the surface water started to cool unusually early. Already in September the temperatures were at least 2 centigrades below the mean value for the period 1968 - 1985.

Results of the petroleum hydrocarbon analyses show that the concentrations may be raising again in the northern part of the Baltic as well as in the Gulf of Bothnia. Continued studies will show if this is a significant trend, or only a temporary fluctuation.

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

IN THE FOLLOWING TEXT MOST OF THE CHAPTERS HAVE SUMMARIES IN ENGLISH. THE TEXT IN SECTION 4.1 IS ENTIRELY IN ENGLISH.

2. VERKSAMHETSBERÄTTELSE

2.1 ALLMÄNT OM ORGANISATION OCH ADMINISTRATION

SMHI bedriver observationsverksamhet i havet, bl.a. genom regelbundna fartygsexpeditioner i haven runt Sverige. Ansvaret för dessa expeditioner vilar på Oceanografiska Laboratoriet i Göteborg (tidigare Fiskeristyrelsens hydrografiska laboratorium). 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 ändamålet disponerar SMHI erforderlig tid på Undersökningsfartyget Argos, vars redare är Fiskeristyrelsen.

Programmet för miljökvalitetsövervakning - PMK - är ett nationellt program för att beskriva den yttre miljön, upptäcka de ändringar som inträffar där, samt för att beskriva och förklara förändringarnas orsaker och effekter. Programmet är samtidigt en del av det gemensamma monitoringprogram för Östersjöns marina miljö, som strandstaterna byggt upp inom Helsingforskommissionen. Programmet kallas Baltic Monitoring Programme och omnämns i denna rapport som BMP.

Huvudman för PMK är Statens Naturvårdsverk, men större delen av programmet görs på kontraktbas av olika myndigheter eller universitetsinstitutioner, som har en sådan struktur och basverksamhet att de kan genomföra åtaganden inom PMK på ett sätt som är rationellt och kostnadseffektivt för statsmakterna.

SMHI's åtagande gentemot Naturvårdsverket innebär att verksamheten är helt integrerad med laboratoriets ordinarie verksamhet vad avser expeditioner, analyser, datahantering etc. Denna basverksamhet är därigenom en förutsättning för att programmet skall kunna genomföras.

Enligt uppdraget skall SMHI "i ett utsjöprogram för övervakning i den marina miljön genomföra provtagning och analys omfattande hydrografi, kemi och biologi samt provtagning för miljögiftsanalys vid tre expeditioner i Kattegatt, tre i Öresund (avser bå 85/86; för bå 86/87 skall antalet vara fem) och två i Östersjön och Bottniska Viken."

Som ett komplement till denna verksamhet svarar SMHI inom PMK för provtagning med Kustbevakningens hjälp på vissa viktiga stationer. Proverna från västkuststationerna analyseras vid Oceanografiska laboratoriet, medan proverna från Kustbevakningens provtagning i Östersjön analyseras av SMHI's laboratorium i Norrköping.

Oceanografiska laboratoriet arbetar under ledning av förste statsoceanograf Stig Carlberg som platschef och med laboratoriechef Stig Fonselius som vetenskaplig ledare.

Det stationsnät som laboratoriet använder för sina observationer visas i figur 1. De kraftigt markerade punkterna är gemensamma för PMK och laboratoriets reguljära program. Övriga punkter är enbart för det senare programmet. De olika

parametrar som studeras, liksom antalet prover som tagits av varje sort inom PMK-verksamheten, finns förtecknade i avsnitt 2.2.1 nedan.

Rapporteringen för uppdraget består alltid av två delar; dels denna skrivna rapport med bearbetade resultat, dels av magnetband och pappersutskrifter med oceanografiska och biologiska data, som i samband med ordinarie rapporteringstillfälle till Helsingforskommissionen under våren översänds till kommissionens sekretariat i Helsingfors och till Naturvårdsverket. Systemet innebär att 1985 års data har översänts under våren 1986.

SMHI vill rikta ett tack till Naturvårdsverket för uppdraget och för det 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.

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

Stig R. Carlberg

2.2 FÄLTVERKSAMHET

2.2.1 OCEANOGRAFISKA EXPEDITIONER

Provtagningarna för PMK har genomförts vid regelbundna expeditioner så som under tidigare år och då varit integrerade med laboratoriets övriga verksamhet. Detta innebär provtagningar i Kattegatt och Öresund 14 - 16 april, Kattegatt, Öresund, Östersjön och Bottniska Viken 20 maj - 18 juni och 3 - 20 november, samt Öresund dessemellan den 22 - 23 september.

Förutom detta har laboratoriet genomfört andra expeditioner, som är av intresse för PMK. Kattegatt och Östersjön besöktes 20 - 27 januari, det stora PEX-experimentet i sydöstra Östersjön 25 april - 6 maj, Skagerrak och Bohusläns fjordar 18 - 21 augusti, Kattegatt och Östersjön 22 - 27 september, samt en särskild kartering av syreförhållandena i sydöstra Kattegatts bottenvatten 16 - 17 oktober.

Expeditionerna har kunnat genomföras så som planerat; vädret har normalt inte varit till allvarligt hinder utom vid ett tillfälle. Under novemberexpeditionen gav hårt väder upphov till tidsbrist, varvid den planerade insamlingen av Mesidothea med hjälp av betade burar fick inställas. Isförhållandena var under vårexpeditionen så goda att bottenfauna kunde insamlas på alla stationer; endast den nordligaste oceanografiska stationen, F 2, fick förskjutas något söderut.

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

<u>Provtagning och analys ombord</u>		<u>Analys på laboratoriet iland</u>	
Hydrografiska serier	106	Salinitet	1260
CTD (in situ temperatur och salinitet)	106	Totalfosfor	1035
Temperatur	1260	Totalkväve	1035
O ₂	1240	Alkalinitet	1106
H ₂ S	35	Humus/Lignin	680
pH	1106	Klorofyll	294
PO ₄	1226	Zoobentos	42
SiO ₄	1045	Primärproduktion (stationer)	34
NO ₂	1035	Petroleumkolväten	78
NO ₃	1035	<u>Analys hos andra andra lab.</u>	
NH ₄	1035	Fytoplankton	220
Siktdjup	53	Zooplankton	110

Dessutom har laboratoriet utfört ca 870 analyser av olika parametrar på de prover, som insamlats längs västkusten genom Kustbevakningens medverkan. Till detta kommer biologiska prover (fisk och mussla) från sju lokaler. Proverna prepareras av Naturhistoriska Riksmuseet för analys hos Naturvårdsverket.

OCEANOGRAPHICAL CRUISES

The cruise programme for PMK has been executed as planned. The Kattegatt area was worked during 14 - 16 April, the area of the Kattegatt, Öresund, the Baltic and the Gulf of Bothnia was worked during the period 20 May - 18 June and during the period 3 -20 November.

In addition to this several cruises of relevance to the PMK were carried out: The Kattegatt and Öresund 20 -27 January, the international PEX-experiment 25 April - 6 May, the Skagerrak and the fjords of Bohuslän 18 - 21 August, the Kattegatt, Öresund and the Baltic 22 - 27 September and a special cruise 16 - 17 October to investigate the oxygen deficit in the southeastern Kattegatt.

Usually the weather conditions were favourable or at least fair. Only at one occasion sampling had to be deleted due to time constraints that was caused by hard weather. Thus the sampling of Mesidothea in the Gulf of Bothnia with baited cages had to be deleted during the November cruise. The ice conditions were favourable during the May - June cruise in the Gulf of Bothnia, so all meiofauna stations were sampled, only the northernmost oceanographic station, F 2, had to be slightly displaced to the south.

The parameters studied and the number of analyses carried out within the PMK programme are listed above. In addition to this some 870 analyses were carried out on samples taken by the Coast Guard and, furthermore, samples of fish and mussle were taken at seven localities for subsequent analysis of environmental contaminants. These analyses are carried out by the National Environment Protection Board after preparation by the National Museum of Natural History.

Stig Carlberg

2.2.2 KUSTBEVAKNINGENS PROVTAGNINGSVERSAMHET

Under 1986 utförde Kustbevakningen 34 st provtagningar på västkusten. De fyra stationerna Å 13, SW Vinga, Fladen och Anholt E besöktes månatligen av fartygen TV 102, TV 257 och TV 282, om inget speciellt förhinder uppstod. P.g.a. olyckliga omständigheter såsom kraftiga vindstyrkor under hösten, sträng vinter med kraftig isläggning och översyn av fartygen har ibland ingen provtagning kunnat utföras under lång tid. Vid t.ex. Fladen togs prover först efter midsommar. Under ett par månader togs också prover på temperatur och salt veckovis vid Hållsundsudde.

Provtagningen har omfattat hydrografi och närsalter. Syrgasproverna skyddades genom vattenlås och resterande vattenprover förutom salinitetsproven konserverades genom surgörning. Laboratoriet analyserade proverna med avseende på syre, salinitet, fosfat, totalfosfor, silikat, nitrat och totalkväve, ett par veckor efter provtagningstillfällena.

Totalt utförde Oceanografiska laboratoriet ca 870 analyser på de insamlade proven.

Resultaten sammanställs av SMHI i Norrköping och publiceras i H0-serien.

Lotta Fyrberg

SAMPLING BY THE COAST GUARD

During 1986 the Swedish Coast Guard made 34 samplings at the West Coast. Four stations were visited each month by three ships, if there was nothing special to prevent them from doing so. Partly depending on strong windforces during the autumn, strong winter with heavy ice conditions and overhaul of the ships sometimes no sampling could be done. During a couple of months the Coast Guard took weekly samples concerning hydrographic parameters except oxygen, at one additional station.

The sampling concerned hydrography and nutrients. The bottles with oxygen were placed under water to be airtight and the rest of the water samples, except those for salinity, were preserved by acidifying. The laboratory analysed the samples determining oxygen, salinity, phosphate, total phosphorus, silicate, nitrate and total nitrogen.

The total number of analyses of these samples were 870 during 1986. The results are published by SMHI in the H0-series.

Lotta Fyrberg

2.2.3 MILJÖGIFTSPROGRAMMET

Fisk för miljögiftsanalys har liksom tidigare insamlats från sju lokaler i haven som omger Sverige. Sill/strömning från Harufjärden och Ängskärsklubb i Bottniska viken, syd Landsort och Utlängan i Östersjön, Fladen i Kattegatt och Väderöarna i Skagerrak, samt torsk från Ängskärsklubb, sydost Gotland och Fladen.

Sillen från Fladen har insamlats ombord U/F Argos av personal från Havsfiskelaboratoriet i Lysekil. Sillen från Väderöarna har med hjälp av Olle Hagström, Havsfiskelaboratoriet, anskaffats ur kommersiell fångst. Torsken 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.

Den under novemberexpeditionen planerade insamlingen av Saduria (Mesidothea) med betade insjökräftburar fick inställas p.g.a. tidsbrist orsakad av hårt väder.

ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

Herring from 7 and cod from 3 localities in the Bothnian Bay, Baltic, Kattegat and Skagerrak have been collected and delivered to the Swedish Museum of Natural History for further treatment.

Bengt Yhlen

2.2.4 BOTTENFAUNA

Isläget under maj-juni expeditionen 1986 var gott så prov kunde tas på alla bottenfauna stationer, d.v.s. 3 stycken i Kattegatt, 5 i egentliga Östersjön samt 6 i Bottniska viken.

SOFT BOTTOM FAUNA

In accordance with the program Macrozoobenthos were collected from all 14 stations during May-June 1986.

Bengt Yhlen

2.3 DATAVERKSAMHET

Dataverksamheten under 1986 har koncentrerats på att förbättra den befintliga databanken. Detta har åstadkommit dels genom en förändrad uppläggning av datastrukturen och dels genom att ett nytt screen/test-program konstruerats och införts.

Genom den förändrade datastrukturen har ca 30% av skivutrymmet för datafilerna kunnat sparas. Detta ger ytterligare möjligheter till att bygga ut banken med äldre data och möjligheter till att integrera andra system i den såsom nu gjorts vad beträffar klorofylldata, vilka tidigare låg i ett eget system. För närvarande pågår arbete med att integrera även primärproduktionsdata och zoobenthosdata i databanken.

Ett omfattande arbete har lagts ned på att skraddarsy det nya screen/test-programmet så att kontrollfunktionerna är anpassade för hydrografiska data med alla dess speciella krav. Med detta kontrollprogram har vi minimerat risken av att få in oönskade uppgifter (eller uppgifter av oacceptabel kvalitet) i vår databank.

Förutom nykonstruktionen av databanken har några ytterligare programutvecklingar skett under året. Nya inventarieprogram för sökning av upplagda stationer har framtagits. Sökning kan nu göras på en kombination av utförda arbeten vid stationen och havsområde eller del av det. Ytterligare list- och konverteringsprogram har gjorts för att bl.a. underlätta det omfattande datautbyte laboratoriet deltar i.

Ombord U/F Argos har nu CTD-inspelningsprogrammet, i samarbete med fiskeristyrelsen, fått sin slutliga utformning. Programmet är utformat så att realtidsplot erhålles både på ner- och uppvägen, upplösningen av datacyklerna är ca 2-3 värden per decimeter. Kvaliten på de data CTD-sonden lämnar har visat sig god vid en interkalibrering i april och vid jämförelser med analysdata från vattenhämtnare. För SMHI's marina prognostjänsts räkning har ett program för framtagning av TESAC-meddelanden konstruerats. Valda CTD-profiler presenteras grafiskt, signifikanta djup väljs ut varefter slutresultatet

skrivs ut på printer och kan användas direkt i ett telefax-system. Programmet kan användas såväl vid laboratoriets egna expeditioner som vid fiskeristyrelsens expeditioner. Ny ljusmätarutrusning har inköpts under 1986, datorkommunikationen har testats och visat sig fungera. Under 1987 skall programvara för databearbetning och datalagring av de mätdata den lämnar från sig konstrueras.

Innehållet i databanken har förutom årets mätningar ombord U/F Argos, kustbevakningens mätningar och mätningar vid Bornö-stationen kompletterats med mätningar under åren 1969-71 ombord U/F Skagerrak och U/F Thetis. För U/F Argos har drygt 700 serier lagts upp för 1986 (inklusive de CTD-stationer Havsfiskelaboratoriet tagit). Arbetet med att komplettera banken med data bakåt i tiden fortsätter.

Innehållet i databanken:

- expeditioner med U/F Argos 1974-86
- expeditioner med U/F Thetis 1969-84
(vissa viktigare stationer även 1964-68)
- expeditioner med U/F Skagerrak 1969-73
(vissa viktigare stationer även 1964-68)
- kustbevakningens stationer 1970-86
- Bornö fältstation 1909-11, 1930-86
(inga mätningar gjordes 1912-29)
- Stationen Kattegatt SW 1974-82
- Koster fältstation 1970-85
- GF-projektet med räddningskryssaren Ulla Rinman 1974-77
- Laholmsbuktsundersökningar med U/F Eystrasalt och inhyrd fiskebåt 1976
- vissa danska monitoringstationer 1974-77, 1980-84
- KMBS's undersökningar vid stationen Alsbäck 1978-85
- klorofylldata 1979-86

Förutom innehållet i databanken finns separata datasystem med följande data:

- CTD-data 1978, (79), 80, (81), (83), 84, 85, 86
(årtal inom parantes = CTD-data för dessa år är enbart till vissa delar överförda till ND-systemet, resterande data ligger lagrade på kassetband)
- CTD-data från Havsfiskelaboratoriets expeditioner 1978-86
(vissa år ej kompletta, se ovan anmärkning)
- strömmätardata 1974-84
(endast vissa stationer upplagda, resterande data på hållremсор)
- ICES-data från östersjöstaterna 1902-82
(upplagt på magnetband och lagrat i ICES-formatet)
- primärproduktionsdata 1982-86
(på Helcom-protokoll även 1979-81)
- fyrskeppsdata för 15 st fyrskepp, 1880-1969
(1880-1947 års data finns på protokoll medan 1948-69 ligger upplagt på hålkort)

Dessutom finns nedanstående data på Helcom-protokoll:

- Zoobenthosdata från egna expeditioner, 1979-86
- Zooplanktondata från egna expeditioner, 1979-86
- Fytoplanktondata från egna expeditioner, 1979-86

Under året har från vår egen databank, samt från ICES-banden, hydrografiska data från Gotlandsbassängen sorterats ut. Dessa har intensivt studerats inom ramen för eutrofieringsprojektet. I mån av tid kan ytterligare sådana studier göras på andra havsområden.

Det regelbundna datautbytet, vilket under året utökats med WDC-A och WDC-B (World Data Center i Washington resp Moskva), består av ca 20 adressater. Drygt hälften är internationella. Dessutom har mellan 20 och 30 enskilda förfrågningar behandlats under året. För att ytterligare komplettera vår databank har kontakt tagits med instituten i Norge och Västtyskland för ett eventuellt utbyte av data.

COMPUTER SUPPORT

The activities concerning our computer system during 1986 have been devoted to improve the existing data-bank by changing the data structure and introducing a new screen/test programme. The new changes have given provision for extra capacity for storage and integration of other data in the data-bank. The content of the data-bank is listed in the Swedish text.

An extensive effort has been made to make the new screen/test programme as efficient as possible for checking the incoming hydrographical data into the data-bank. The irrelevant data are sorted out and given no entry.

Apart from the above changes a great deal of programme development also has taken place, which facilitate the exchange of data with other institutions.

Aboard the R/V Argos the CTD-programme now has attained its final shape in cooperation with the National Board of Fisheries. The quality of the data from the CTD-probe has been found satisfactory during an intercalibration and in comparison with data obtained by water-bottle sampling.

Thus 1986 has been a significant year as far as our work regarding storage of data, improvement of the quality and exchange of data on international level.

Håkan Palmén

2.4 NATIONELLT OCH INTERNATIONELLT SAMARBETE

Liksom under tidigare år har utsjödelen av PMK-programmet haft flitigt samarbete både nationellt och internationellt. Detta är av största vikt för ett program som bedrivs multidisciplinärt i ett havsområde med flera strandstater. De viktigaste delarna i samarbetet är samplanering och samordning av aktiviteterna, utbyte av mätdata och kunskaper samt, ibland, interkalibreringar och gemensamma undersökningar.

Det viktigaste inslaget av samplanering är att det marina PMK-programmet är så starkt knutet till Helsingforskommissionens monitoringprogram för Östersjön (Baltic Monitoring Programme, BMP). Genom detta är utsjödelen av PMK samtidigt den största delen av Sveriges bidrag till BMP. Dessutom innehåller utsjöprogrammet en utvidgad verksamhet jämfört med BMP.

Kopplingen till BMP innebär inte bara en gemensam programstruktur beträffande val av provtagningsstationer, parametrar etc., utan också att arbetet styrs av en gemensam handbok "Guidelines" för analysmetoder. Arbetet har bedrivits enligt riktlinjerna för BMP's andra fas, som började 1984.

Inom kommissionens teknisk-vetenskapliga kommitte strävar man till att samordna de olika ländernas fartygsexpeditioner så att en god tidstäckning skall uppnås. Tyvärr är de olika instituten/fartygen i östersjöstaterna så hårt låsta av olika åtaganden av samma prioriteringsgrad, att det inte har varit möjligt att undvika att expeditioner ibland överlappar varandra i tiden, eller att långa luckor ibland uppstår mellan två undersökningar.

Den informella ad hoc-gruppen för samordning av svensk, dansk och norsk monitoring i Kattegatt och Skagerrak har haft bättre framgång, bl.a. beträffande just samordning av expeditionerna. Gruppen har haft ett möte under året.

Datautväxling med olika institutioner har gjorts som vanligt under året. Detta beskrivs närmare under avsnitt 2.3.

Den vetenskaplige ledaren för utsjöprogrammet, dr Stig Fonselius, och annan SMHI-personal med anknytning till PMK-verksamheten, har deltagit i en lång rad möten som gäller kunskapsöverföring eller planering. Här skall särskilt nämnas PEX-verksamheten, expertmötena inom monitoring samt eutrofieringsmötena. Vid många av mötena har föredrag från PMK-verksamheten presenterats.

Verksamheten inom PEX (Patchiness EXperiment) är av stort intresse för PMK, både vad det gäller planering och utvärdering av monitoringundersökningar. PEX beskrivs separat i avsnitt 4.2. Här skall bara framhållas att i samband med PEX genomfördes interkalibreringar av en rad oceanografiska parametrar. Genom samarbetet inom ICES har SMHI också deltagit i en särskild interkalibrering av salinitetsbestämningar.

Inom ramen för Bottniska Viken Kommittens arbete har dr. Fonselius, tillsammans med finska kollegor, gjort en särskild utredning om orsaken till de höga kvävehalterna i Bottenvikens vatten.

Internationella möten, liksom vissa nationella, av större vikt för programmet finns förtecknade nedan.

Joint Monitoring Group	21 - 24 januari	Köpenhamn
PEX (planeringsmöte)	4 - 6 februari	Gdansk
Baltic Sea Monitoring Symposium	11 - 14 mars	Tallinn
Group of Experts on Monitoring (Helsingforskommissionen)	14 - 18 mars	Tallinn
PEX (planeringsmöte)	13 mars	Tallinn
ICES/SCOR Working Group on the Study of the Pollution of the Baltic	1 - 3 april	Kalmar
<u>Ad-hoc</u> -arbetsgruppen för samordning av monitoring i Kattegatt/Skagerrak	14 april	Göteborg
Östersjökonferensen	19 - 21 april	Karlskrona
Interkalibreringar inför PEX	21 - 23 april	Karlskrona
PEX fältexperiment	23 april - 7 maj	Östersjön
ICES Working Group on Marine Data Management	28 april - 2 maj	Köpenhamn
Eutrofiering av havs- och kustområden (22:a Nordiska Symposiet om vatten- forskning)	26 - 29 augusti	Laugarvatn
Scientific and Technological Committee (Helsingforskommissionen)	15 - 19 september	Gdansk
Group of Experts on Monitoring (Helsingforskommissionen)	22 - 24 september	Gdynia
Eutrofiering i marin miljö	26 - 27 november	Norrtälje
Kommitten för Bottniska Viken (Arbetsutskottet)	22 oktober	Solna
XVth Conference of the Baltic Oceanographers	18 - 21 november	Köpenhamn
Oil Pollution Seminar (Helsingforskommissionen)	19 - 20 november	Norrköping

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

International - and national - cooperation is a corner stone in any broad scientific programme that is carried out in a sea area with several riparian countries. Therefore the PMK programme is strongly linked to international organizations and activities concerning planning, coordination, intercalibrations and exchange of scientific knowledge and data.

The open sea programme of PMK is a greater part of the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission. Consequently sampling station network, selection of parameters, chemical and biological analysis and data exchange are all described in a common Guidelines. This work is now since 1984 in the second phase of BMP. In addition to the minimum requirements of BMP, the open sea programme of PMK contains additional elements concerning station network, parameters and sampling frequency.

Monitoring cruises are coordinated within the Helsinki Commission and, in the case of Kattegatt and Skagerrak, by an informal ad hoc working group representing Swedish, Danish and Norwegian administrations.

A lot of efforts was put into the PEX (Patchiness Experiment) by SMHI staff. This is further described in section 4.2. This experiment is of great importance for the planning and evaluation of monitoring programmes. In connection with PEX the Oceanographical laboratory participated in intercalibrations of several oceanographical parameters. SMHI also took part in the special intercalibration for salinity determinations, as arranged by ICES.

The scientific leader of the programme, Dr. Stig Fonselius, and other members of SMHI staff took part in several national and international meetings of relevance for the PMK. The planning and evaluation meetings within the Helsinki Commission, as well as some meetings on eutrophication problems should be pointed out particularly.

Dr. Fonselius and a group of Finnish colleagues made a special study on the causes for the unusually high nitrogen concentration in the Bay of Bothnia. This study was initiated by the Swedish - Finnish Committee on the Gulf of Bothnia.

The national and international meetings of particular relevance for the PMK are listed in the table above.

Stig R. Carlberg

2.5 *PERSONAL OCH EKONOMI*

Verksamheten inom utsjöprogrammet bedrivs helt integrerat med Oceanografiska laboratoriets vanliga verksamhet. All personal vid laboratoriet, ca 13 personer plus viss extrapersonal, arbetar i olika grad direkt med utsjöprogrammet i fält eller med verksamheten i land.

För att SMHI skall kunna genomföra utsjöverksamheten åt det nationella PMK-programmet bidrar Naturvårdsverket årligen med medel. För budgetåret 1985/86 var den kontrakterade summan 856 000 kr, vilket efter omräkning har inneburit 915 000 kr för bå 86/87. Resurser av minst samma storlek tillförs från SMHI's bidragsanslag.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1 DE OCEANOGRAFISKA UNDERSÖKNINGARNA

VÄSTERHAVET

I Skagerrak var de hydrografiska förhållandena normala under hela året. Syrgastillgången var god men närsaltmängden i ytvattnet något hög, ex.vis 0.8 - 0.9 $\mu\text{mol/l}$ fosfatfosfor under vintern. Under våren/sommaren gick fosfatmängderna ned till omkring eller under 0.1 $\mu\text{mol/l}$. Detta tyder på mycket hög produktion under den ljusa årstiden.

I Kattegatt har under senare år förekommit stora variationer i tillgången på framför allt syrgas. Under vintern och fram till sommaren var mängden syrgas god i hela vattenmassan, även i de djupaste områdena (se fig. 2). Från eftersommaren började mängderna minska för att bli som lägst under oktober. Då gick mängden syrgas ned till nära noll i de sydligaste delarna. Vid stationen Anholt E uppmättes den 22 september 2.50 ml/l. Vid Kullen uppmättes samma dag på 23 m djup endast 0.95 ml/l (se fig. 3) Den 17 oktober gjordes en särskild kartering med U/F Sensor varvid uppmättes 1.13 ml/l. Svavelväte har dock inte uppmätts i det botten nära vattnet. Under senhösten blev förhållandena bättre. Den 14 november uppmättes vid Kullen 3.83 ml/l på 25 m djup och 4.38 ml/l på 46 m djup vid stationen Anholt E.

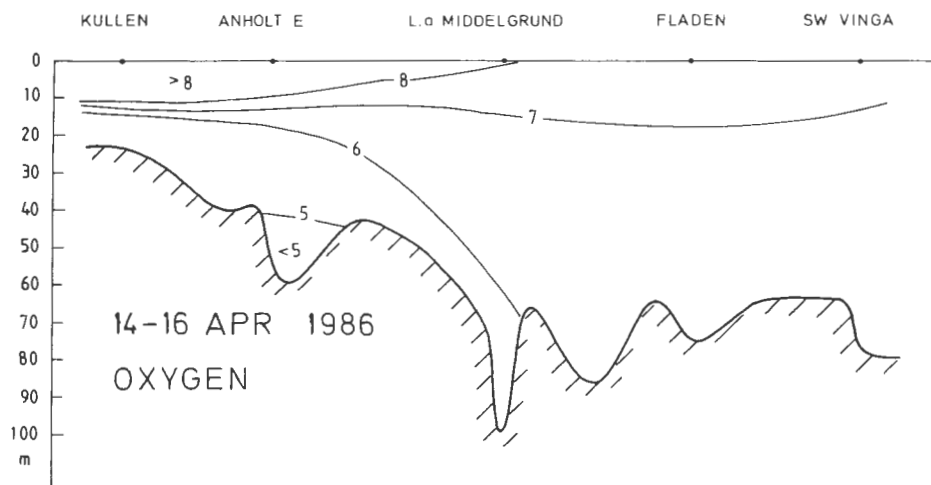


FIG. 2

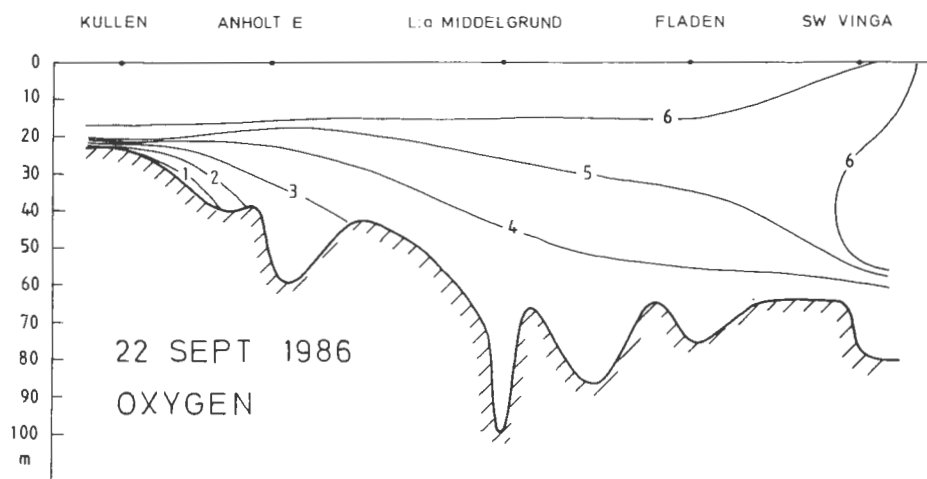


FIG. 3

Mängden fosfatfosfor var under vintern hög, omkring 0.9 $\mu\text{mol/l}$. För produktionsperioden, våren/sommaren sjönk de uppmätta mängderna till omkring 0.1 $\mu\text{mol/l}$. Detta tyder på att även i Kattegatt är produktionen mycket hög.

Mängden nitratkväve uppmättes i januari till omkring 7-8 $\mu\text{mol/l}$, för att under våren och sommaren sjunka till under 0.1 $\mu\text{mol/l}$. Vid expeditionen i november uppmättes värden på 1 - 2 $\mu\text{mol/l}$.

Salthalten är betydligt stabilare men har också vissa variationer. Detta framgår av figurerna 4 och 5, som visar att situationen i april dominerades av utflöde av baltiskt vatten från Östersjön.

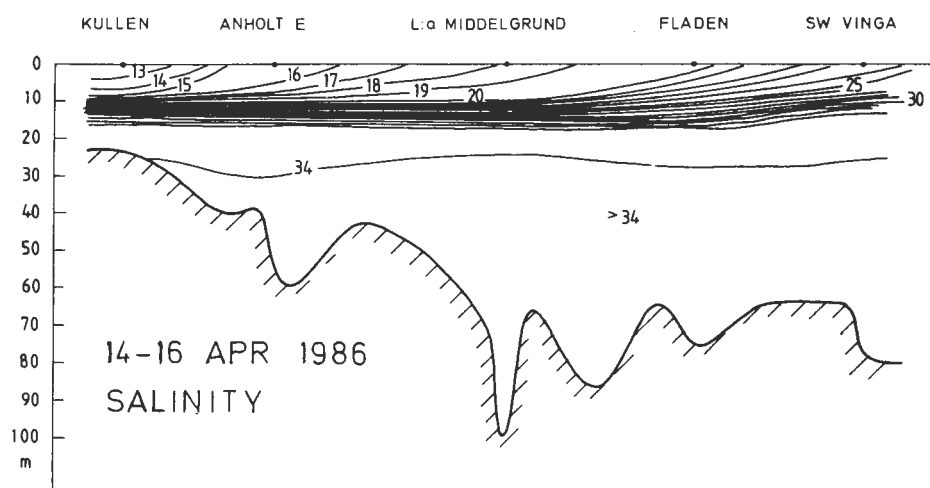


FIG. 4

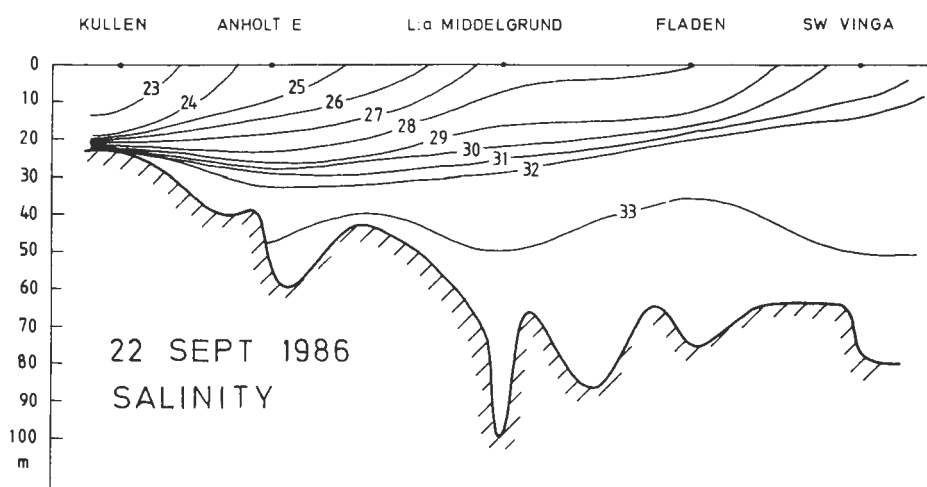


FIG. 5

På grund av kallt vinterväder blev temperaturerna mycket låga under februari/mars. Isen lade sig över i stort sett hela Kattegatt.

Under september sjönk vattentemperaturen i de övre vattenlagren (0 - omkring 30 m) ovanligt mycket. Den 22 september uppmättes vid stationen SW Vinga 13.09 °C på 5 m djup medan medelvärdet för åren 1968 - 1985 är 15.32 °C.

ÖSTERSJÖN

De hydrografiska förändringarna i Östersjön har varit små under det sista året.

En anmärkningsvärd temperatursänkning inträffade under september månad. Vid expeditionen 22-24 september uppmättes temperaturer i ytskiktet (0-30 m) som med flera grader understeg medelvärdet för åren 1968-85. Se fig. 6 och 7.

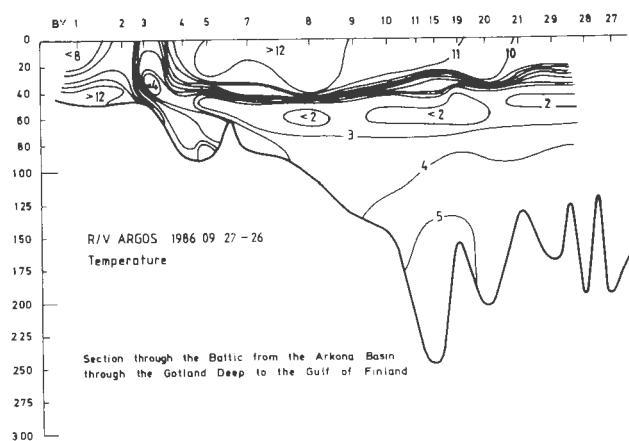


FIG. 6

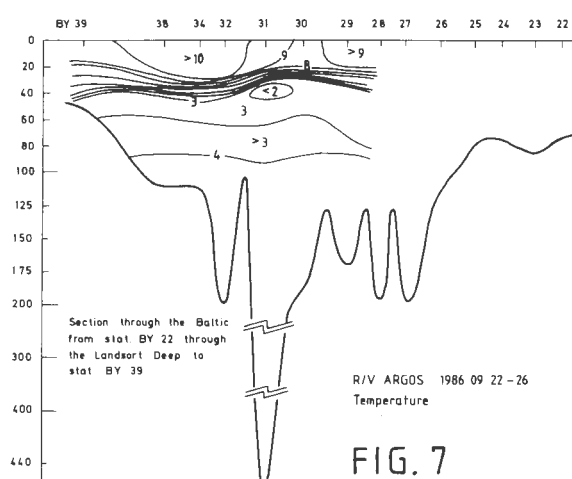


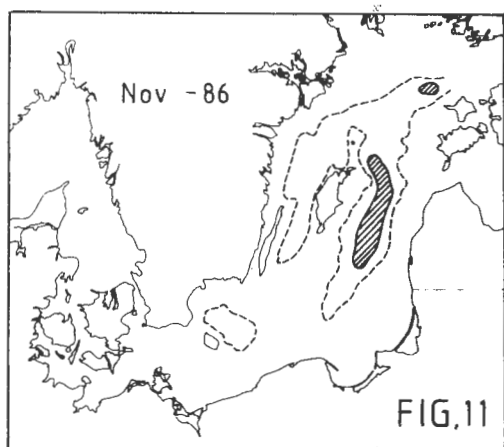
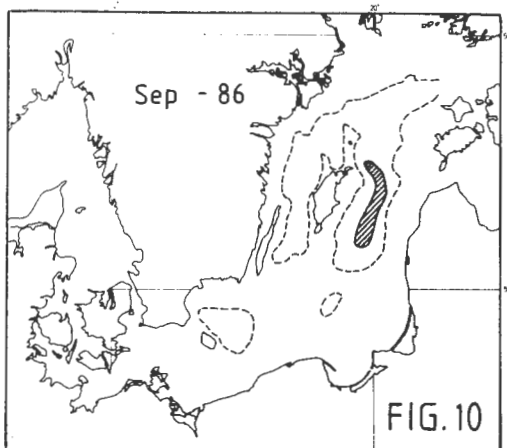
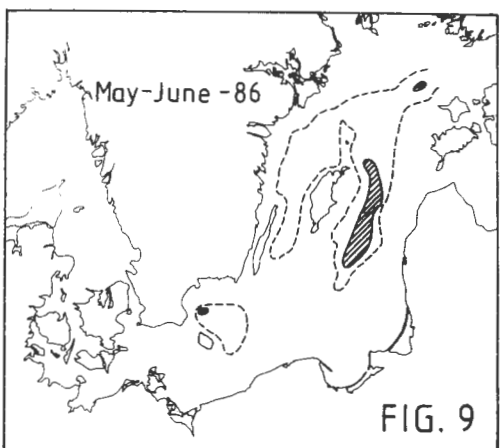
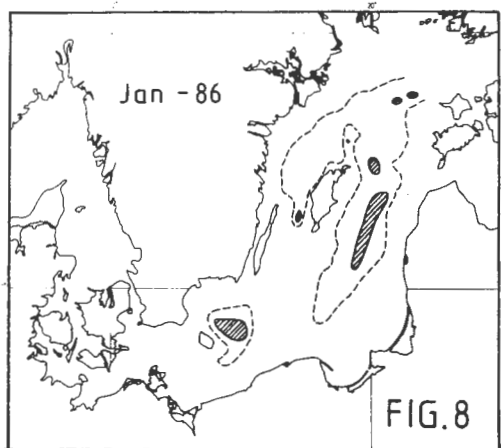
FIG. 7

Som exempel uppmättes i Landsortsdjupet på 5 m djup 9.24 °C mot medelvärde 14.71 °C, i Gotlandsdjupet 11.40 °C mot 16.09 °C. Största skillnaden fanns i södra Östersjön där det vid stationen Arkonabäckenet uppmättes 9.53 °C mot 15.16 °C och i Hamrarna sund 6.20 °C på 5 m djup mot medelvärdet 15.03 °C. Inte på någon station var skillnaden mindre än två grader.

Syrgasförhållandena i området söder om Skåne, varierade från nästan full mättnad till en mättnadsprocent omkring 30. Den lägsta mängden uppmättes i november, 1.99 ml/l på 40 m djup vid Arkona.

I Bornholmsbäckenet/Hanöbukten fanns i januari ett ganska stort område med svavelväte i bottenvattnet, upp till ca 80 m djup (fig. 8). Under vintern/våren inträffade några smärre inflöden av friskare vatten som så småningom upplöste svavelvätet. Några stora mängder syrgas blev inte kvar men svavelvätet återkom ej under året. Gränsytan för 2 ml/l syrgas har legat på 60-65 m djup hela året.

----- Oxygen concentration less than 2 ml/l
 // Area with hydrogen sulphide in the deep water



Öster om Bornholmsbassängen har syrgasförhållandena varit något bättre. Som regel har syrgasmängden inte understigit 2 ml/l i bottenvattnet, men mot slutet av året, expeditionerna i september och november, uppmättes syrgasvärden på något under 2 ml/l vid stationen BCS III 10. Gränssytan för 2 ml/l låg i november på omkring 75 m.

I den stora Gotlandsbassängen har det inte skett några nämnvärda förändringar, endast smärre förändringar i svavelväteskiktets utbredning, se fig. 8-11. Svavelväte i Gotlandsbassängen har nu funnits där i 9 år och de högsta mängderna som uppmätts, omkring 65 $\mu\text{mol/l}$, har varit i stort sett oförändrade under hela året.

I norra Östersjön har förhållandena inte heller förändrats annat än lokalt och tillfälligt. Gränssytan för 2 ml/l har mestadels legat djupare än 80 m och svavelväte har förekommit endast lokalt i bottenvattnet.

Inte heller i de västra delarna av Östersjön har några drastiska förändringar inträffat. Gränsskiktet för 2 ml/l vid Landsortsdjupet har varierat i djup från drygt 100 m djup i januari och till något under 80 m i början på juni. Som framgår av fig. 12-15 så går gränssytan i vågor. Anledningen härtill är interna vågor, som orsakas av yttre drivande krafter, bl.a. lufttrycksförändringar och starka vindar.

I området fanns svavelväte i bottenvattnet endast vid stationen BY 38, SW om St. Karlsö, vid expeditionen i januari. Under resten av året har det funnits syrgas i bottenvattnet även i de djupaste områdena, Landsortsdjupet och Norrköpingsdjupet. Mängderna syrgas var dock mycket små.

Några anmärkningsvärda förändringar i närsalterna finns inte i ytskiktet 0-30 m. Under vintern var mängden fosfatfosfor normal, 0.4 - 0.7 $\mu\text{mol/l}$. Under våren/sommaren uppmättes mängden fosfatfosfor till 0.05 - 0.1 $\mu\text{mol/l}$. Mängden nitrat var under vintern 2.5 - 5.0 $\mu\text{mol/l}$ och under sommaren sjönk den till under 0.1 $\mu\text{mol/l}$.

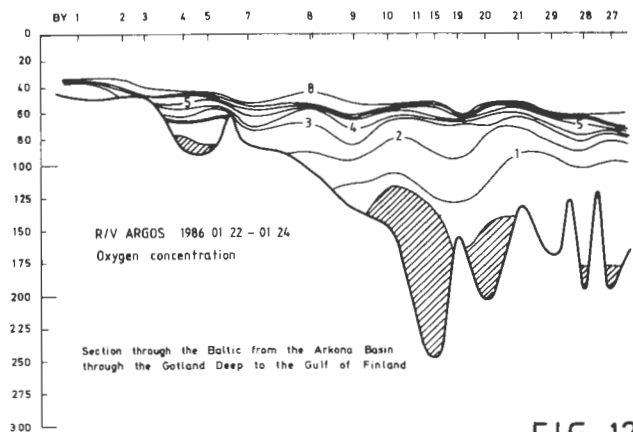


FIG. 12

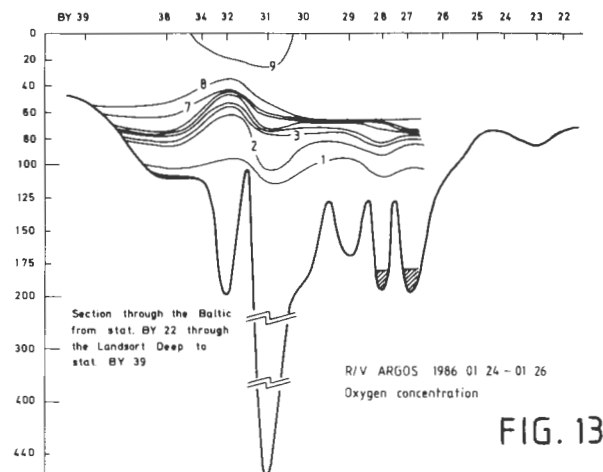


FIG. 13

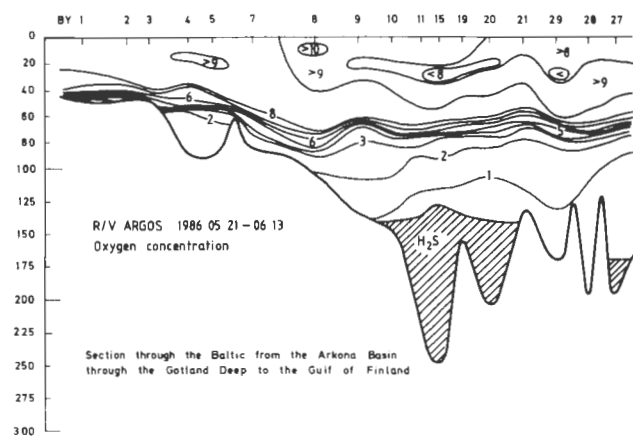


FIG. 14

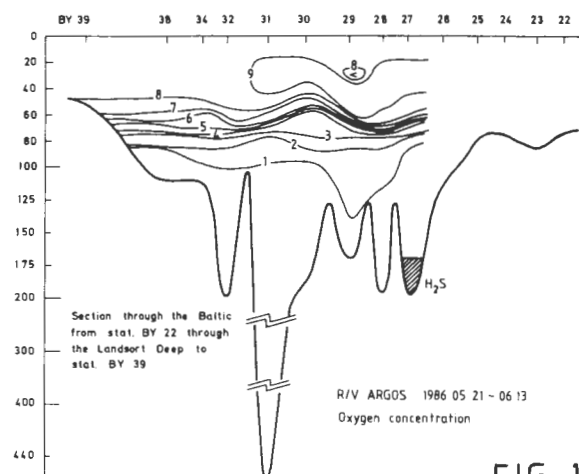


FIG. 15

ÅLANDS HAV

De hydrografiska förhållandena är goda hela året. Syrgasmängden är god även på de största djupen med en mättnad på som sämst omkring 70%.

Tillgången på närsalter är här lägre än i Östersjön men det synes ej uppstå brist under produktionsperioderna. I slutet på maj uppmättes ex.vis 0.05 - 0.07 umol/l fosfatfosfor i skiktet 0-20 m djup och 0.11 - 0.73 umol/l nitrat på motsvarande djup.

BOTTENHAVET

Som framgår av figurerna 16 och 17 är syrgasförhållandena i området mycket goda. De lägsta uppmätta värdena är 5.20 ml/l vid botten i Ulvödjupet.

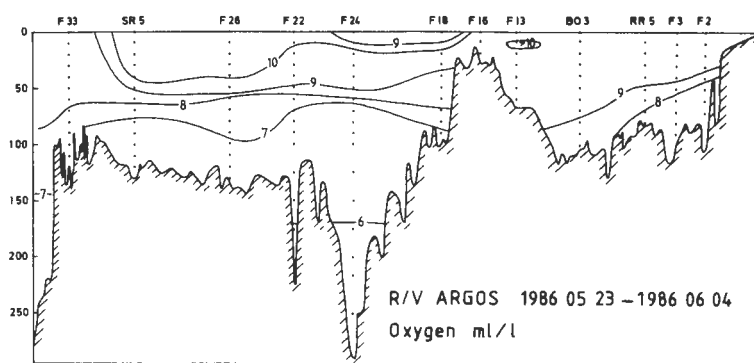


FIG. 16

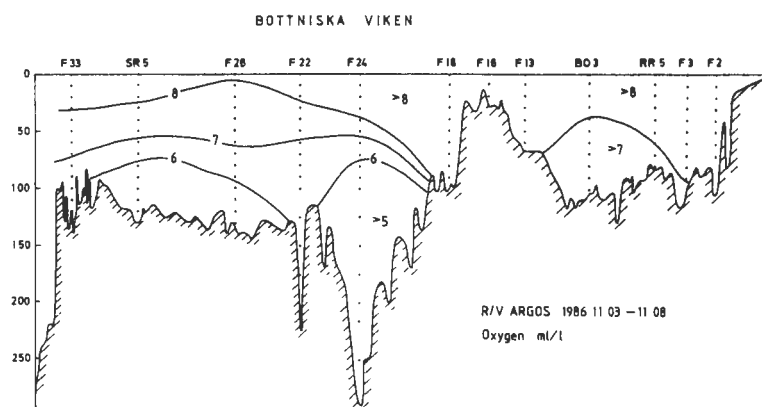


FIG. 17

Närsaltstillgången i det övre vattenlagret var rätt låg jämfört med förhållandena i Östersjön. Vid expeditionen i slutet av maj uppmättes i hela havsområdet omkring 0.05 $\mu\text{mol/l}$ fosfatfosfor på djup ned till 30-40 m. Fosfatfosformängderna i djupvattnet var vid samma tillfälle 0.5 - 0.9 $\mu\text{mol/l}$. Vid expeditionen i november uppmättes 0.10 - 0.15 $\mu\text{mol/l}$ fosfatfosfor i ytlagret och oförändrat 0.5 - 0.9 $\mu\text{mol/l}$ i djupvattnet.

Nitratmängderna var på våren omkring eller under 0.10 $\mu\text{mol/l}$ i ytlagret och 4-5 $\mu\text{mol/l}$ i djupvattnet. På hösten var nitratmängden i ytlagret 0.5 - 2.0 $\mu\text{mol/l}$ och 5-8 $\mu\text{mol/l}$ i djupvattnet.

BOTTENVIKEN

Syrgastillgången är här fullt tillfredsställande. Den lägsta mängden, 7.21 ml/l uppmättes i november på 94 m djup vid stationen F 8 utanför Skelleftehamn.

Jämfört med Östersjön är mängderna fosfatfosfor här ännu lägre. Under majexpeditionen uppmättes i ytskiktet (0-30/40 m) mestadels 0.03 - 0.07 $\mu\text{mol/l}$ och under novemberexpeditionen 0.07 - 0.12 $\mu\text{mol/l}$. Djupvattnet innehåller något högre mängder men överstiger sällan 0.2 - 0.3 $\mu\text{mol/l}$.

Nitratmängderna i Bottenviken är betydligt högre än i Östersjön Bottenhavet. Vid expeditionen i maj uppmättes på de flesta stationer omkring 5 $\mu\text{mol/l}$ med en obetydlig ökning mot botten. Novembervärdena var mestadels omkring 6 $\mu\text{mol/l}$ i ytvattnet och omkring 7-8 $\mu\text{mol/l}$ i bottenvattnet.

Sven Engström

SHORT SUMMARY OF THE OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS

In the Skagerrak the hydrographical conditions were normal during the whole year. The amount of nutrients were slightly increased during the winter (e.g. phosphate phosphorus 0.8-0.9 $\mu\text{mol/l}$). Because of very high primary production in summertime the phosphate values dropped to about 0.1 $\mu\text{mol/l}$.

In the Kattegat, there has been large variations of the oxygen concentration during the last years. During the winter and the spring 1986 the oxygen conditions were good in the whole volume of water, even in the deepest areas (see figure 2). From late summer the amount of oxygen started to reduce, being lowest in October. In the southernmost parts the oxygen concentrations were almost zero, but there never was any sign of hydrogen sulphide in the bottom water. During the end of the autumn the conditions improved. The primary production was very high and the phosphate phosphorus values were equal to those in the Skagerrak.

The salinity is more stable, but has shown some normal variations. The figures 4 and 5 show that April was dominated by an outflow of Baltic water from the Baltic Proper.

Due to cold winter weather, the ice covered almost the entire Kattegat in February/March. After the summer the cooling started early; already in September the temperature dropped in the surface water and showed a deficit of at least two centigrades.

THE BALTIC PROPER

The hydrographical changes in the Baltic Proper have been small during the last year.

There was a remarkable temperature decrease during September. The values in the surface layers were several degrees below the mean values for the years 1968-85. See figures 6 and 7. At any station the difference was not less than 2 degrees.

In January, in the Bornholm Basin and the Hanö Bight there was a rather big area with hydrogen sulphide in the bottom water, up to about 80 m depth (fig. 8). During winter/spring there were a few minor inflows of more oxygen rich water, which

gradually removed the hydrogen sulphide. It did not result in any high oxygen concentrations, but the hydrogen sulphide did not return during the year. The boundary surface for 2 ml/l oxygen has been at 60-65 m depth the entire year.

East of the Bornholm Basin, the oxygen concentrations have been slightly better. As a rule oxygen concentrations have not been less than 2 ml/l, except at the end of the year.

In the Gotland Basin there have been no significant changes in the deep water. The hydrogen sulphide has now been there for 9 years and the greatest measured amount of hydrogen sulphide, about 65 $\mu\text{mol/l}$, has been more or less unchanged during the whole year.

The boundary layer for 2 ml/l at Landsort has varied from fully 100 m depth in January to slightly less than 80 m in the beginning of July. The boundary goes in waves as can be seen in figures 12-15. This is due to internal waves caused by changes in the air pressure and strong winds for example.

In the western part of the Baltic Proper one could find hydrogen sulphide only in the bottom water at Karlsö Deep.

There has been no remarkable changes in the concentrations of nutrient salts in the surface layer.

THE GULF OF BOTHNIA

In the Aland Sea the hydrographical conditions were good during the whole year. The supply of nutrient salts are lower here, but does not seem to be a real deficit during periods with high primary production.

As can be seen from figure 16 and 17 the oxygen conditions in the Bothnian Sea are very good. The supply of nutrient salts in the upper layer is relatively low (about 0.1 $\mu\text{mol/l}$), and rather stable (about 0.5-0.9 $\mu\text{mol/l}$) in the deep-water.

In the Bothnian Bay the oxygen concentrations are fully satisfactory. Compared with the Baltic Proper the amounts of phosphate phosphorus are even lower here. During the May-expedition the values in the surface were about 0.05 $\mu\text{mol/l}$, whereas in the deep water it seldom exceeded 0.2-0.3 $\mu\text{mol/l}$. However, the nitrate concentrations were considerably higher here than in the Baltic Proper, with a slight increase towards the bottom.

Lotta Fyrberg

3.2 KUSTBEVAKNINGSMÄTNINGEN

Vi har valt att studera Anholt E, en mätstation i sydöstra Kattegatt. Stationen besöks under laboratoriets hydrografiska expeditioner med U/F Argos cirka fem gånger om året och kustbevakningen utför provtagningsverksamhet för SMHI där varje månad om inga speciella förhinder uppstår. I mitten av oktober genomfördes en stationskartering längs västkusten med U/F Sensor. Resultaten från denna expedition har inkluderats i denna rapport.

Som framgår av figur 18 inleds 1986 med traditionellt kallt yt vatten och ett varmare bottenvatten. Under februari och mars saknas data p.g.a. ishinder. Detta tyder på ytterligare avkylning av ytvattnet. Havsvatten med en salinitet omkring 20 enheter fryser först vid cirka -1°C . Under maj månad utvecklas ett kraftigt språngskikt med höga temperaturer i ytvattnet under sommaren, för att sedan avkylas snabbt ned till 12.6°C redan i början av september (17 sept 1984 14.2°C och 9 sept 1985 14.6°C). Detta tyder på kraftig konvektion d.v.s. omblandning av vattenmassan så att kallare djupvatten blandas upp i ytvattnet, eller ett stort inflöde av kallare vatten från Nordsjön. När vi tittar på vinddata över september konstaterar vi att kraftiga västvindar, 10 m/s dominerade under första hälften av månaden, för att sedan följas av kraftiga nordvästliga vindar.

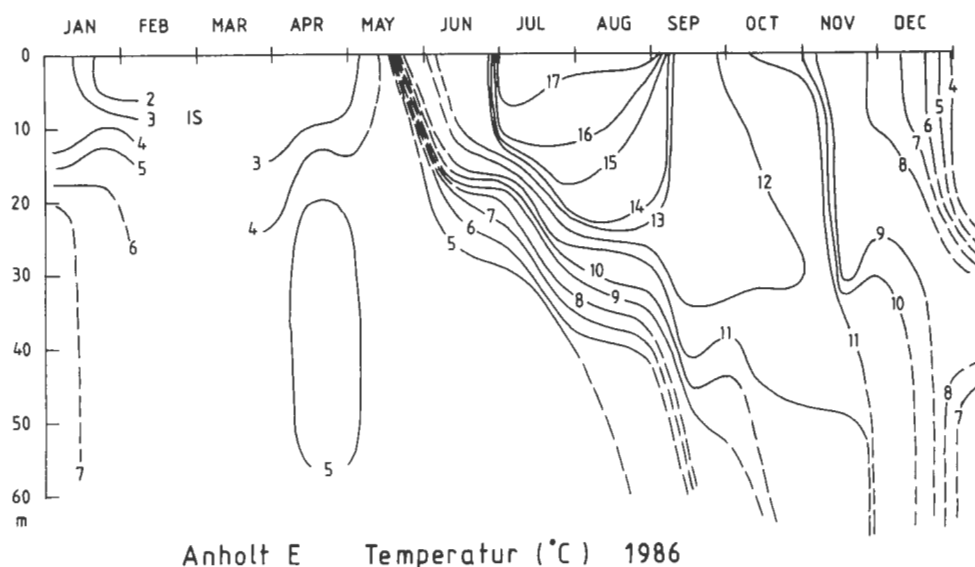


FIG. 18

Inom området återfinns i huvudsak två ytströmmar och en djupare liggande ström. Baltiska strömmen från Östersjön transporterar sötare vatten norrut, medan Jutiska strömmen från Nordsjön med saltare vatten går söderöver. Baltiska strömmens utflöde kompenseras också delvis av den saltare djupvattenströmmen (Fonselius 1974).

Vid kraftiga västvindar försvagas eller upphör den Baltiska strömmen helt så att ytströmmen i Kattegatt istället går mot söder in i Östersjön. Den Jutiska strömmen går då rakt österut från Skagen. Genom det ökade inflödet kan det kallare och saltare (fig. 19) djupvattnet tränga upp till ytan.

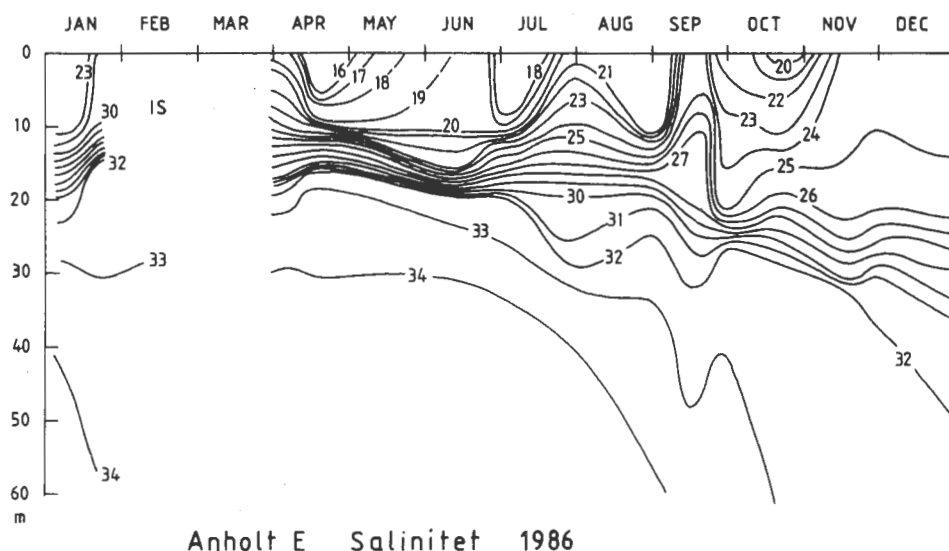


FIG. 19

I och med att höstens primärproduktion fortfarande är i full gång - låga värden på närsalterna fosfat, nitrat och silikat i ytvattnet, kan vi inte förklara den något förhöjda syrgashalten (fig. 20) i ytvattnet på annat sätt än inflöde av syrerikt vatten från Nordsjön.

Om vi går tillbaka till fig. 19 över saliniteten hittar vi inga andra anomalier än den förhöjda salthalten i ytlagret under september.

Fig. 20 uppvisar en tillfredsställande syrgassituation i sydöstra Kattegatt. Mättnadsgraden ligger mellan 75% (djupvattnet) och 100% (ytlagret) under årets första hälft. Därefter sjunker mättnadsgraden i bottenvattnet ända ned till 18% under oktober, för att sedan öka snabbt igen så att vi en månad senare har tillfredsställande syrgashalter i bottenvattnet (70% mättnadsgrad). P.g.a. en lång isvinter kom vårens primärproduktion inte igång förrän mot slutet av maj med sänkta syrgashalter i ytvattnet som följd.

Referens

Fonselius, S., 1974: Oceanografi. Generalstabens litografiska anstalts förlag.

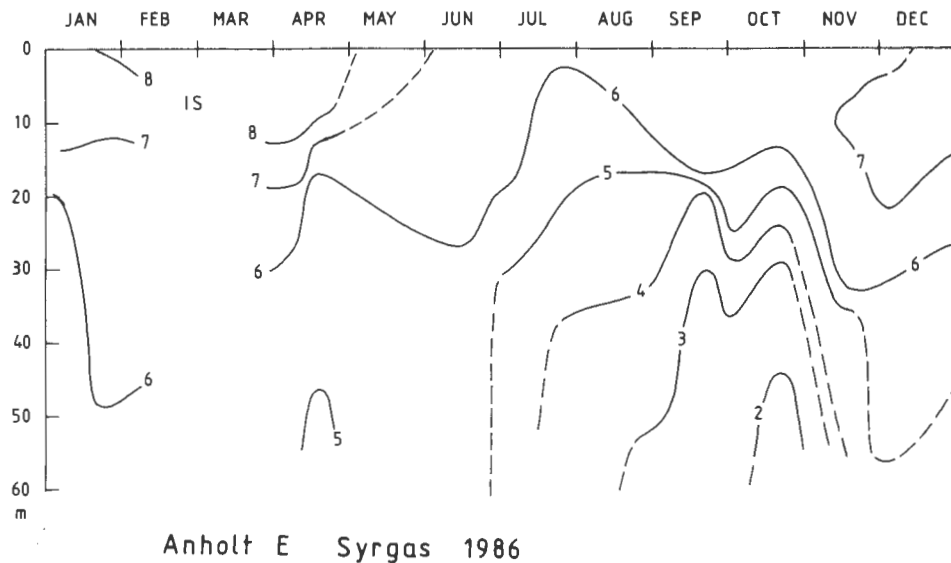


FIG. 20

COAST GUARD MEASUREMENTS

The station Anholt E is situated in the southeastern part of the Kattegatt. During our laboratory's ordinary expeditions with R/V Argos samples were taken here five times in 1986. The Coast Guard performs sampling here once a month, when there is any possibility of doing it.

In the figure 18 we have a sharp decrease in the surface water temperature to 12.6 °C already in the beginning of September. This indicates strong convection or an increased inflow of cold water from the North Sea. If we study the winds during September we can see that strong westwinds predominated, leading to a decrease of the Baltic current which supplies Kattegat with less saline water and an increase of high saline water from the North Sea.

In fig. 19 we also find an increase in salinity in the upper layer. Fig. 20 shows a slight increase of the oxygen concentration in the surface layer at the same time and from data of the nutrients, low phosphate, nitrate and silicate values, we conclude that the primary production still is high. Altogether this proves that there has been an increased inflow of oxygen rich and saline water from the North Sea, and that there has been no significant convection.

According to Fig. 20 the oxygen conditions were satisfying during the greater part of the year. Only during September-October the concentrations were low - down to 18 per cent saturation - in the deep water. In late October the conditions had improved again.

Lotta Fyrberg

3.3 PETROLEUMKOLVÄTEN

Provtagning har genomförts i hela havsområdet under expeditionerna i maj-juni och november-december. Liksom under tidigare år är programmet mer omfattande än vad som ingår i miljökontroll enligt PMK. Förutom de stationer, som föreskrivs (Anholt E på Västkusten och i Östersjön BY 2, BY 5, BCS III-10, BY 15, BY 28 och BY 31, samt i Bottniska Viken SR 5 och BO 3) har prover tagits på stationerna SW Vinga och Fladen. Stationernas lägen framgår av kartan i figur 1. Dessutom har dubbelprov tagits förutom på 1 m även på 10 m och 30 m för att få en bättre uppfattning om fördelning av kolväteförekomsten.

Analyserna utfördes liksom tidigare med den fluorescensfotometrisk metod som rekommenderats för Helsingforskommissionens monitoringprogram, BMP (1).

Enligt metoden skall mätningarna göras vid en våglängdskombination, som är 310 nm för excitation och 360 nm för emission. När den metoden introducerades hade laboratoriet redan arbetat med en nästan identisk metod där mätningarna gjordes vid tre olika våglängdskombinationer; 230/340 nm, 270/360 nm och 310/400 nm. Dessa valdes för att representera oljor av typerna lätt, medium och tung eldningsolja. Sedan mätningar av petroleumkolväten togs upp i PMK har mätningarna gjorts vid alla fyra våglängdskombinationerna för att ge underlag för en jämförelse mellan de två sätten att mäta och utvärdera.

Tills dess att tillräckligt jämförelsematerial finns, diskuteras här endast resultat som baseras på de tre beskrivna kombinationerna. Vanligen innehåller proven så låga halter fluorescent material att man endast kan göra mätning vid de fasta våglängderna; någon registrering av kompletta emissionspektra är inte möjlig. Av detta skäl har någon karaktärisering av de ämnen som ingår i proven inte kunnat göras. Eftersom proverna inte karaktäriserats som dominerade av lätt, mellantung eller tung olja används medelvärdet av de tre bestämningarna som ett mått på varje provs innehåll av petroleumkolväten. Resultaten blir på detta sätt jämförbara med tidigare års mätningar, men däremot inte direkt jämförbara med mätningarna vid andra institut inom BMP-verksamheten.

I figur 21 visas resultaten från 1986 som medelvärden av analyserna från vår- och höstprovtagningarna. Resultaten anges i ug/l och för de flesta stationerna redovisas resultat från djupen 1 m, 10 m och 30 m. Flera av värdena från norra Östersjön och Bottniska Viken visar förhöjda halter jämfört med medelvärdena från en femårsperiod 1981 - 1986 (figur 22). Samma förhållande gäller för proven från 30 m på station BY 2 i Arkonabassängen (jämför stationskartan i figur 1). De förhöjda värdena ligger på samma nivå, eller något lägre, jämfört med medelvärdena för tvåårsperioden 1977 - 1979, som redovisas i figur 23.

En direkt jämförelse mellan resultaten i figurerna 22 och 23 indikerar att halterna av petroleumkolväten gått ned under perioden 1977 till 1985. Detta rapporterades som ett preli-

PETROLEUMKOLVÄTEN (ug/l)

MEDELVÄRDEN FÖR 1986

Djup 1 m
 10 m
 30 m

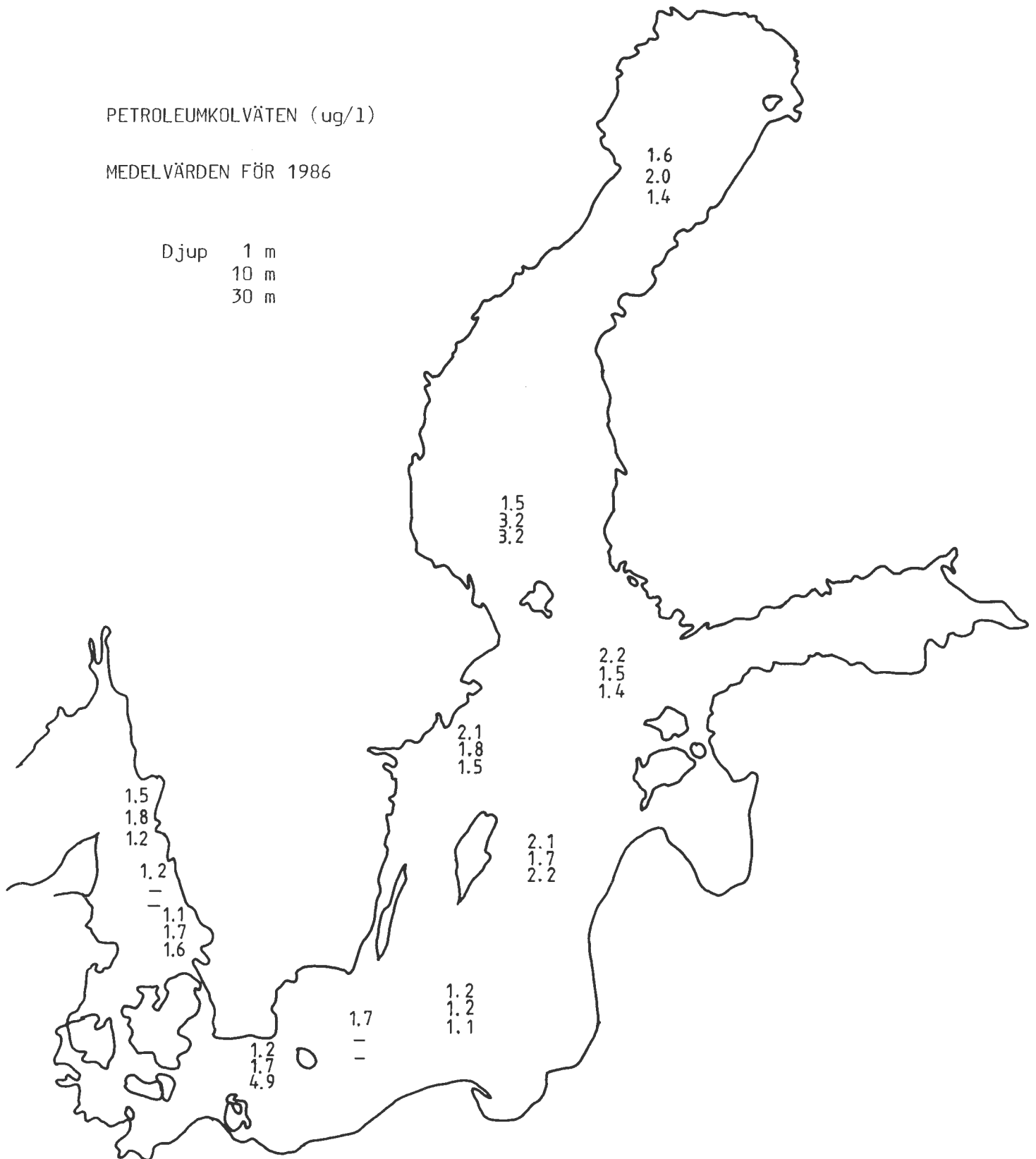


FIG. 21

PETROLEUMKOLVÄTEN (ug/l)

MEDELVÄRDEN FÖR NOV 1981 - NOV 1986

Djup 1 m
 10 m
 30 m

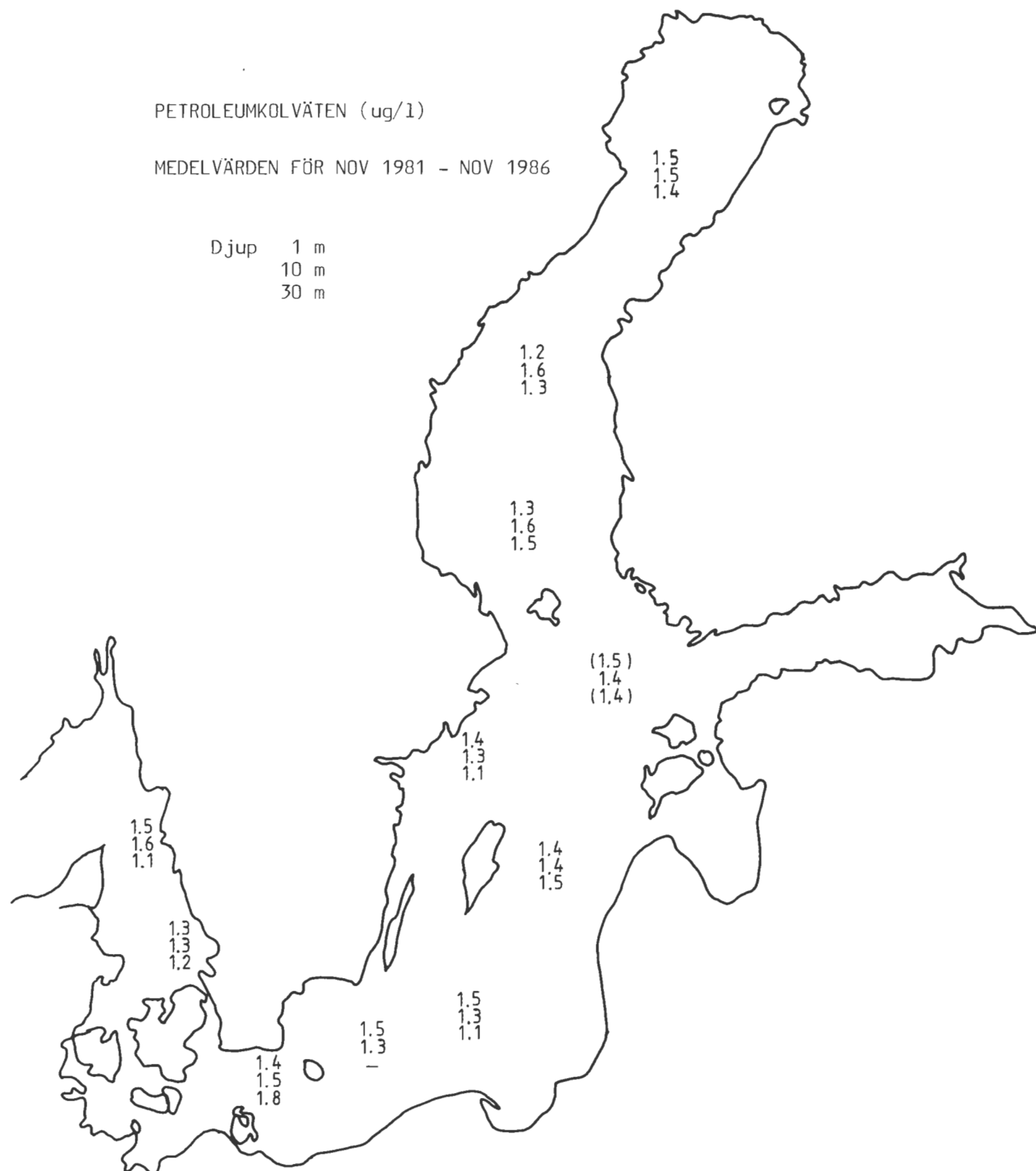


FIG. 22

PETROLEUMKOLVÄTEN ($\mu\text{g/l}$)

MEDELVÄRDE FÖR TIDEN AUG 1977-JAN 1979

Djup 1 m
10 m
30 m

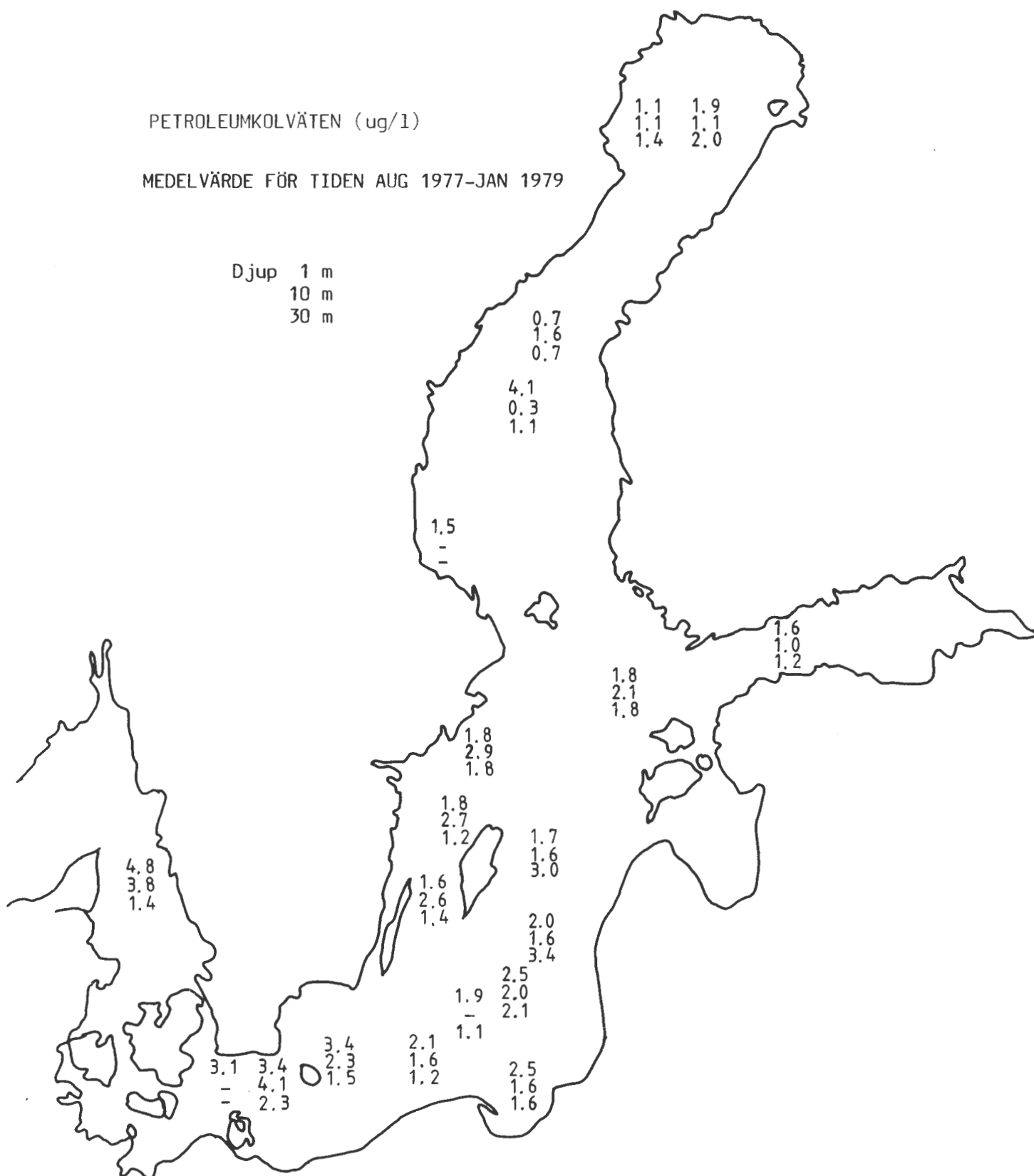


FIG. 23

minärt resultat vid Helsingforskommissionens seminarium om oljeföroreningsfrågor (Norrköping, november 1986), med den klara reservationen att materialet måste genomgå en statistisk analys för att avgöra om sänkningen är signifikant.

Den typ av (skenbar) ökning av halterna, som speglas i resultaten från 1986 måste analyseras på två sätt. Förutom den statistiska analysen, som redan nämnts, måste kompletterande kemiska analyser utföras.

I förutsättningarna för valet av fluorescensmetoden påpekade en arbetsgrupp inom Helsingforskommissionen att metoden är mycket användbar, men att den inte är specifik för kolväten från mineralolja. Metoden rekommenderades därför för översiktliga mätningar. Man påpekade också att när förhöjda halter påträffas, skall kompletterande analyser utföras. För detta krävs tillgång till modern gaskromatograf, helst kopplad till en masspektrometer för säker identifikation av de komponenter som finns i proven. Dessa resurser finns inte tillgängliga för PMK-programmet.

Hittills har alla analysdata hanterats manuellt. Under det kommande året kommer analysresultaten att överföras till laboratoriets databas, så att en statistisk analys kan göras.

Referens:

- (1) Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the Second Stage. Baltic Sea Environment Proceedings No 12. Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki 1984. ISSN 0357-2994.

PETROLEUM HYDROCARBONS

Sampling was carried out in the entire sea area during May - June and November - December. As in previous years the programme is an extended version of the PMK including some more stations and sampling at not only 1 m, but also at 10 m and 30 m in order to get a better view of the likely distribution of the petroleum hydrocarbons. The stations are listed in the Swedish text and the locations shown in Figure 1.

The analyses were carried out according to the Guidelines for the BMP; the monitoring programme of the Helsinki Commission. The method is based on ultraviolet fluorescence photometry with measurements at the fixed combination of wavelengths; 310 nm for excitation and 360 nm for emission. In addition to this, measurements were made at the combinations 230/340 nm, 270/360 nm and 310/400 nm as has been the case since 1977. This selection of wavelengths was made to represent light, medium and heavy oil respectively. By making measurements according to the two methods it will be possible to make comparisons between the PMK and BMP monitoring data in the long time series produced by the laboratory.

Until such a comparison can be made only the data from the set of the three wavelength combinations are reported. Thus the results can be compared with previous data of this laboratory but not directly compared with data from other institutes within the BMP programme.

Normally the hydrocarbon concentrations are too low to allow recording of emission spectra in the analysis. Therefore no characterization of the compounds in the samples was possible. The results reported are thus the mean values for the three wavelength combination readings of each sample. Duplicate samples have always been analysed.

In Figure 21 the results from 1986 are shown as mean values of the samples from the spring and autumn samplings. The results are given in ug/l and in most cases for all three depths of 1 m, 10m and 30 m. Most of the values from the northern Baltic, as well as from the Gulf of Bothnia exceed the mean values from the period 1981 - 1986 as shown in Figure 22. The same condition was found on 30 m at the station BY 2 in the Arkona Basin. The increased values are at the same level (or slightly lower) as the mean values from the period 1977 - 1979 as shown in Figure 23.

A comparison between the data in Figure 22 and 23 indicate that the hydrocarbon levels have decreased between 1977 and 1985. This was reported as a preliminary result at a Seminar on Oil Pollution, arranged in Norrköping (November 1986) by the Helsinki Commission. However, there it was also stressed that the material must be analysed statistically before final conclusions can be drawn.

The kind of increase, true or apparent, as reflected in Figure 21 must be analysed in two different ways; statistically and chemically. When the current method was recommended to the Helsinki Commission by one of its working groups, the group also stressed that the method was non-specific for petroleum hydrocarbons. It was recommended for screening purposes and it was pointed out that samples with elevated concentrations should be analysed with more qualified methods e.g. gas chromatography and mass spectrometry to verify the results. Such resources have not been available to the monitoring programme.

Up to present day the results have been treated manually. During 1987, after some development work on programming, the data will be entered into the general oceanographic computer system of the laboratory in order to enable us to carry out the statistical analysis.

Stig R. Carlberg and Lotta Fyrberg

3.4 PRIMÄRPRODUKTION OCH KLOROFYLL

Primärproduktion har utförts enligt den ^{14}C -metod som föreskrivs i Helsingforskommissionens monitoringprogram, men med den avvikelser att provtagning skett på standarddjupen 0, 2, 5, 10, 15 och 20 m. Dessa djup ger en god överblick över produktionen i den fotiska zonen.

En vår- och en höstexpedition inom ramen för PMK har gjorts i hela havsområdet från Kattegatt till Bottniska viken. Ytterligare en PMK-resa har gjorts i Kattegatt i mitten av april, den senare för att kunna se om det sker några stora förändringar under våren. Det synes dock som att det är något sent för att fånga planktonblomningens maximum. Resultaten visar att vårbloomningen är i avtagande men värdena vid Fladen är ännu förhållandevis höga.

PEX (Patchiness EXperiment) var ett internationellt samarbetsprojekt i Östersjön som genomfördes i slutet av april och början av maj, då en intensiv studie gjordes. Proverna analyserades ombord på U/F Aranda, tillhörigt Finland, och rådata levererades under expeditionen och senare under sommaren. Utvärderingen gjordes av SMHI:s oceanografiska laboratorium. Under PEX framkom att en interkalibrering av primärproduktionsmetoden var av nöden då de olika länderna hade stora avvikelser mellan resultaten.

PMK-resan i maj-juni visade för årstiden normala värden eller något låga i Östersjön och att algbloomningen är nära eller på topp i Bottenhavet. Längst upp i norr observerades normalt låga värden. F 2, den nordligaste stationen, blev något förskjuten söderut vid provtagningen p.g.a. is.

Novemberexpeditionen visade att primärproduktionen är avtagande trots att det för årstiden var ovanligt varmt i vattnet. Figurerna 24-26 visar en jämförelse mellan maj/juni och november på samtliga primärproduktionsstationer.

Klorofyll hör samman med primärproduktionen och prover togs på samtliga primärproduktionsstationer samt de övriga PMK stationer där samtliga parametrar utom primärproduktion tas.

Under PEX, som nämnts ovan, togs klorofyll i samband med primärproduktionen.

I maj togs samtliga stationer. Dock blev F 2, den nordligaste stationen, något förskjuten söderut p.g.a. is.

I november togs samtliga stationer.

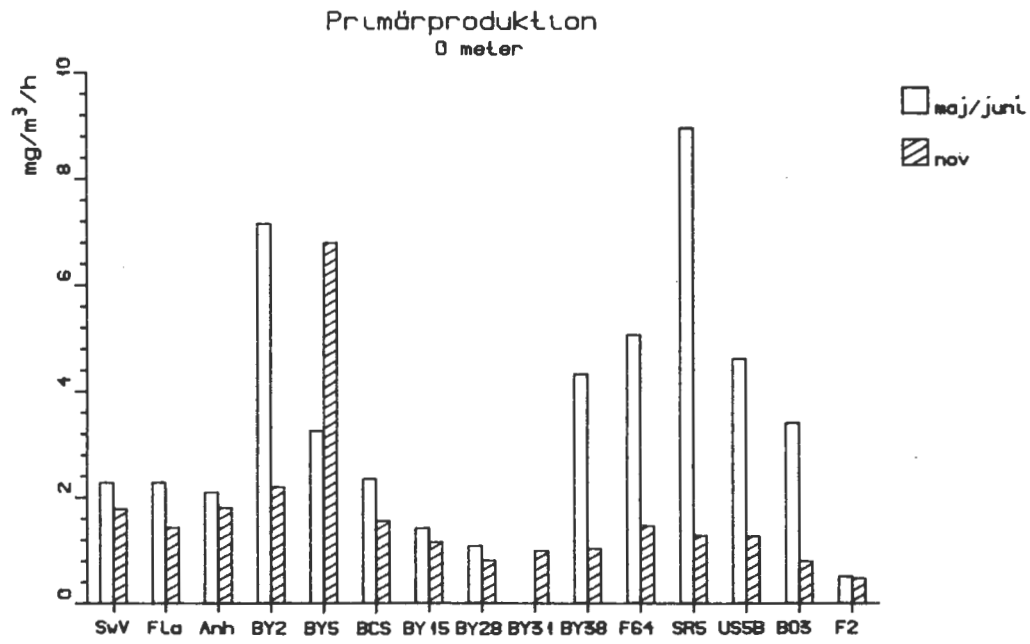


FIG. 24

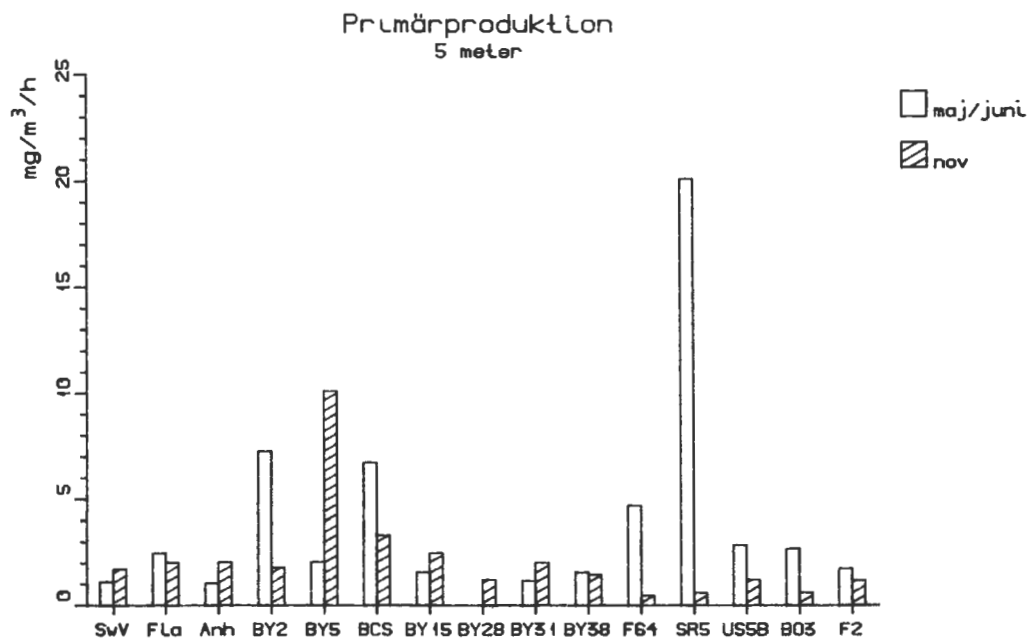


FIG. 25

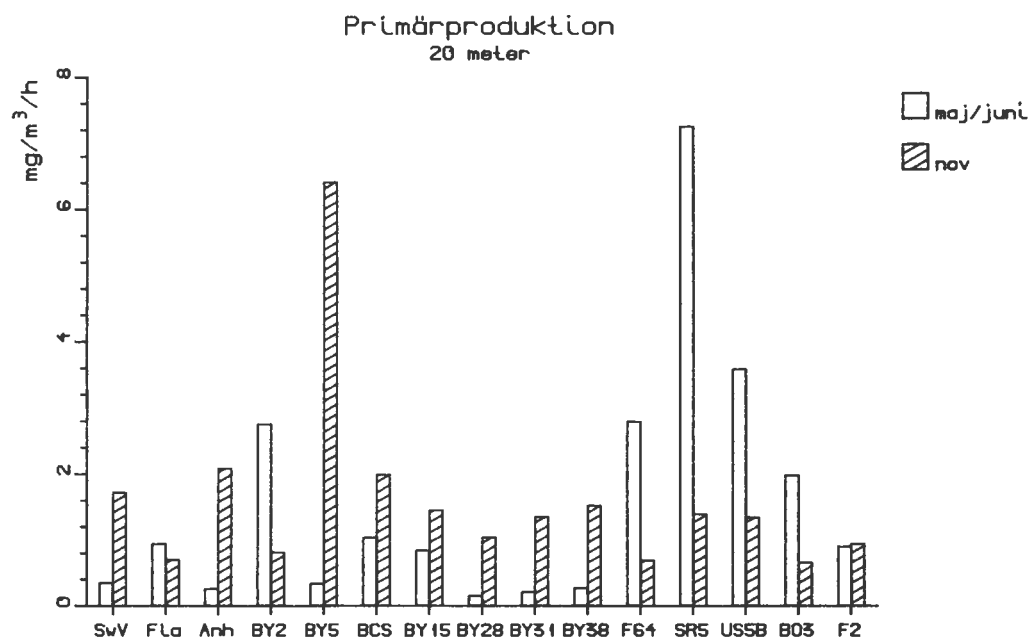


FIG. 26

PHYTOPLANKTON PRIMARY PRODUCTIVITY AND CHLOROPHYLL

Primary productivity and chlorophyll were sampled on the usual stations. The values show that it probably is somewhat late to take samples in the Kattegat in April, to detect the maximum of the phytoplankton bloom. Otherwise the primary productivity and the chlorophyll values were normal in the Kattegat, the Baltic and the Gulf of Bothnia.

Eva-Gun Thelén

4 SÄRSKILDA STUDIER

4.1 LÅNGTIDSVARIABILITET AV LÖST SYRGAS I ÖSTERSJÖNS DJUPVATTEN

AV

STIG H. FONSELIUS

Föredrag hållet vid Baltic Sea Monitoring Symposium
Tallinn, USSR 10-15 mars 1986

Svensk sammanfattning

Temperatur, salthalt och löst syrgas har mätts på några djupstationer i Östersjön sedan 1890-talet. Detta arbete har utförts av laboratorier från olika Östersjöstater. Under denna tidsrymd har observationsserierna endast avbrutits genom de två världskrigen.

I arbetet diskuteras långtidstrender för löst syrgas och vattnets densitet i djupområdena. Densiteten är en funktion av temperatur och salthalt. Syrgashalten i Östersjöns stora centralbäckens djupvatten har minskat från 2-3 ml/l till omkring noll och svavelvätebildning har konstaterats i det syrefria vattnet. Svavelväteförekomsten är oregelbunden och växlar med perioder med låg syrgashalt. Svavelväteperioderna visar en tendens att öka. Orsaken till svavelväteförekomsten är oregelbundna inflöden av vatten med ovanligt hög densitet från Kattegatt. Detta förorsakar stagnation av bottenvattnet, som kan ligga kvar i många år. Diagram som visar syrgasminskningen, svavelvätebildningen och densitetsvariationerna diskuteras. Svavelvätehalten uttrycks i figuren som "negativt syre" för att göra svavelvätebildningen jämförbar med förlusten av syrgas genom oxidation av organsikt material. Man har också observerat minskning av syrgashalten i Bottniska vikens djupaste områden. Denna minskning är ungefär 2 ml/l (från omkring 7 ml/l till 5 ml/l).

Från 1950-talet har observationsmaterialet ökat enormt och därför har syrgas- och salthaltsvariationerna efter denna tid studerats närmare. Diagram från olika djupstationer visar syrgasminskningen, svavelvätebildningen och salthaltsökningen samt variationer av dessa. En jämförelse visar ett samband mellan minskande syrgashalt och ökande salthalt i djupvattnet. Den ökande salthalten är den primära orsaken till de minskande syrgashalterna och svavelvätebildningen, men människans aktiviteter genom tillförsel av lätt oxiderbart organiskt material och närsalter genom avloppsvatten från kommuner och industrier och genom jordbruket, har tydligt förstärkt syrgasnedgången.

**ON LONG-TERM VARIATIONS OF DISSOLVED OXYGEN IN THE DEEP WATER
OF THE BALTIC SEA**

BY

STIG H. FONSELIUS

Paper presented at the Baltic Sea Monitoring Symposium,
Tallinn, USSR, 10-15 March 1986

ABSTRACT

Temperature, salinity and dissolved oxygen have been measured on some deep stations in the Baltic Sea since the 1890:s. This work has been carried out by laboratories from different Baltic Sea countries. During this period the observation series have been broken only by the World Wars. In the present paper long-term trends of dissolved oxygen and salinity in the deep water are discussed. The oxygen concentration of the deep water in the large central basin of the Baltic sea proper, has decreased from 2-3 ml/l to zero and hydrogen sulphide has been observed in the oxygen free water. Diagrams showing the oxygen decrease and the hydrogen sulphide formation are discussed. The hydrogen sulphide is expressed as "negative oxygen" in order to make hydrogen sulphide formation comparable with the loss of oxygen through oxydation of organic matter. Also in the Gulf of Bothnia decreasing oxygen concentrations have been observed in the bottom water. This decrease is approximately 2 ml/l (from around 7 ml/l to 5 ml/l). From the 1950:s the amount of observations has increased enormously and therefore the oxygen variations during this period have been studied closer. During the century the salinity has increased in the Baltic sea. A comparison shows a close relation between decreasing oxygen concentrations and increasing salinity in the deep water. The increasing salinity is the primary reason for the decreasing oxygen values, but the activities of man through discharge of easily oxydable organic matter and nutrients into the water, clearly has enforced the oxygen decrease.

In the Baltic sea area we are fortunate to have very long series of observations of temperature, salinity and oxygen, measured at some main hydrographic stations since the 1890:s. This work has been carried out by hydrographical or oceanographical laboratories from the different countries surrounding the Baltic sea. When the ICES was founded in 1902 the work was divided between the countries in order to cover the main international stations at least once every year. In the beginning the work was not carried out very regularly. For some years data are completely missing. Often only one annual expedition has been carried out. Most of the results were published in the Bulletin Hydrographique of the ICES and later in their data reports. Some countries preferred to publish their data in their own series and it is not easy to get access to all data. Some data series have never been published and can only be found in form of protocolls in the files of some laboratories. Unfortunately the two World Wars interrupted the work, causing gaps of several years in the series. After World War II the amount of hydrographical expeditions has increased enormously and ICES could not anymore handle the large amounts of data and the publication of data was taken over by data centres in the different countries. The development of the computer technique has now made it possible for ICES to gather and store all data and these are again available at ICES in Copenhagen.

However, there exist data, which I have not been able to track. Soskin (1963) gives an excellent table of annual mean values of salinity in the Gotland Deep from 1902 to 1960. Some of these values are actually single measurement series, carried out by the Institute of Marine Research in Helsinki but other measurements are of unknown origin and these are difficult to track, because I do not know if they are single series or mean values of several measurements. In my work I have left out some few data series which are obviously wrong. From 1902 the Winkler method for analyses of dissolved oxygen has been used in the Baltic sea area and therefore the oxygen values for the whole century are comparable. Only minor changes in the titration method have been introduced.

The hydrographic condition in the Baltic Sea are characterized by irregular inflows of Kattegat water with high density, which penetrates into the Baltic Sea over the sills at Darss and Drogden. Fig. 1 shows a map of the Baltic Sea with the main hydrographic stations mentioned in the present paper. The inflowing water streams along the bottom filling up the different deep basins of the Baltic. The temperature of the water is relatively constant and the salinity has therefore the main influence on the density. Small inflows only reach the first deep basins and inflows with lower density may pass over a basin filled with water with higher density. A major inflow proceeds along the following pattern. First the Arkona basin is filled up to the sill depth. Then the water continues filling up the Bornholm basin. When the sill depth has been reached, the water continues eastward toward the eastern Gotland basin. A part deviates to the Gdansk basin, but the main part continues to the Gotland Deep and when that is filled, to

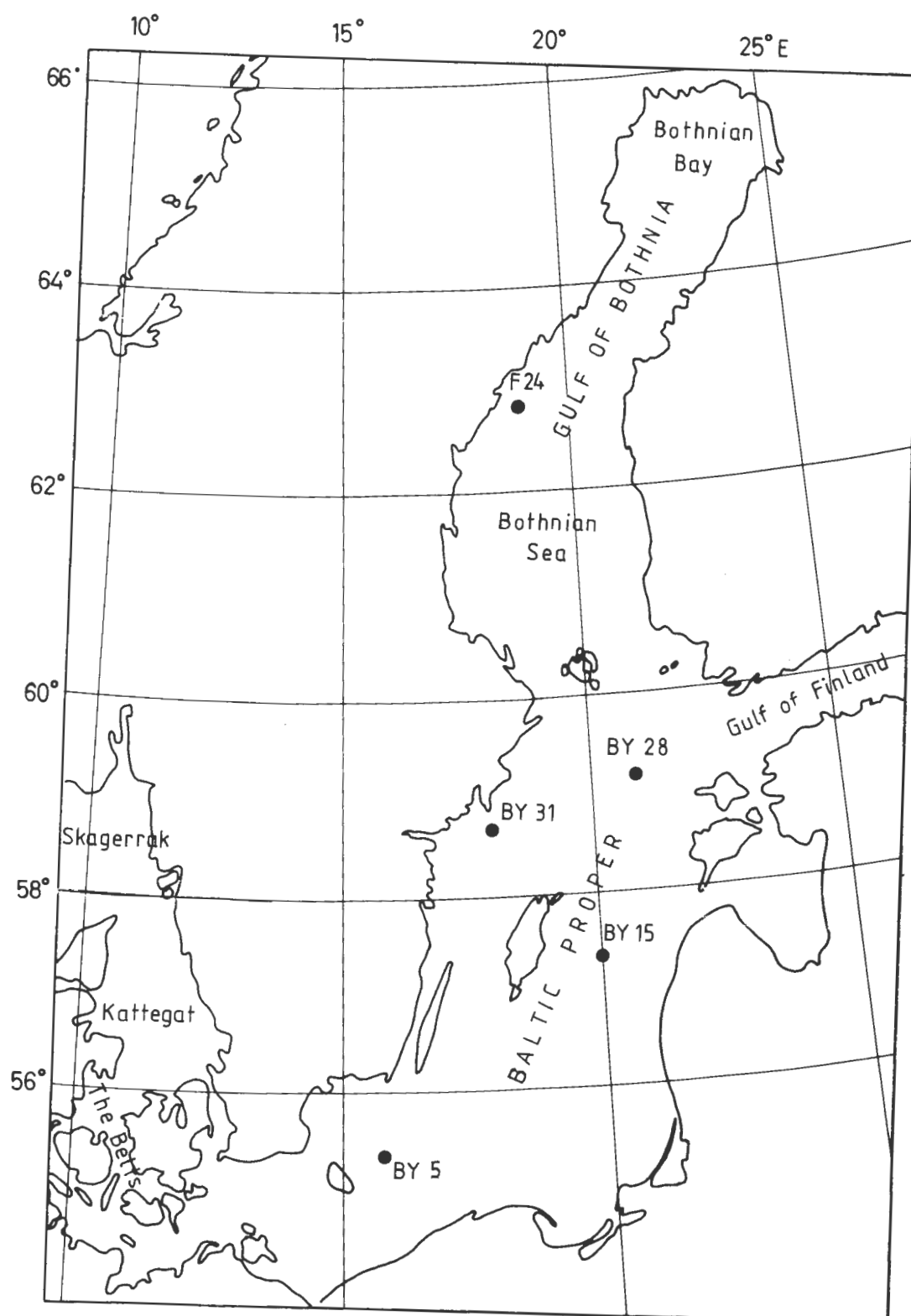


FIG. 1

the Fårö Deep. From the Fårö Deep the water may continue to the north. A part goes to the Gulf of Finland, filling the bottom cavities of the northern main basin. The main part continues counterclockwise around Gotland, first to the Landsort Deep, then to the Norrköping Deep and the deep area between Gotland and the Swedish main land. Finally the remaining water reaches the Karlsö Deep. From there the water cannot continue, due to shallow areas in the south and it is therefore mixed up into the surface water. Also in the Gulf of Finland the inflowing water is mixed into the surface water. The sill between Finland at Sweden south of the Åland Sea prevents the deep water from flowing into the Gulf of Bothnia. Only a very small amount of it can pass through a narrow 70 m deep canyon (Fonselius 1969).

In the present paper I will limit myself to the conditions in the deep water below the primary halocline. Fig. 2 shows annual mean values of salinity in the Gotland Deep at 200 m from 1893 to 1982 (Fonselius et al 1984). Most of the values before 1950 are taken from Soskin (1963). We can see the gaps with missing values during the wars. We can also see that the salinity generally is much higher after WW II. At present the salinity is slowly decreasing, but it has not reached the low values before the war. We can also see that two major inflows have occurred during the present century. The first occurred during or just after WW II, when the measurements had not yet begun. The salinity was very high in 1922 and decreased continuously until 1932. The largest salt inflow ever recorded, started in November - December 1951 and continued during the first part of 1952 (Würtki 1954). After that the salinity has been decreasing, even if some smaller inflows can be seen. Most of the values between 1947 and 1951 can only be found in Soskins work (Soskin 1963) and it has not been possible for me to find the original source of these data. Especially the value for 1948 seems to be rather dubious. Fig. 3 shows the annual salinity means for the bottom water of the Bornholm basin for the same period as the Gotland Deep. We can easily find the two high peaks in 1920 and 1951, caused by the two earlier mentioned large salt inflows, but there are no indications of a salinity inflow in 1947 or 1948.

Fig. 4 shows the development of the oxygen conditions in the deep water of the Gotland Deep during the present century. The information regarding oxygen conditions before WW II are also rather scarce, but we can anyhow see that there has only once, in 1932, been observed hydrogen sulphide formation in the bottom water. The hydrogen sulphide is formed through oxygen utilization in the breakdown of organic matter, which sinks down into the basin from the surface. First the dissolved oxygen of the water is utilized and then the oxygen of the nitrate ions is used in a bacterial oxidation. Finally the oxygen of the sulphate ions is used by sulphate reducing bacteria for oxidation of organic matter. The sulphate is reduced to hydrogen sulphide. We can see that after WW II the occasions with hydrogen sulphide formation get more and more frequent and that we at present have the largest and longest hydrogen sulphide period, which is still continuing in the Gotland basin.

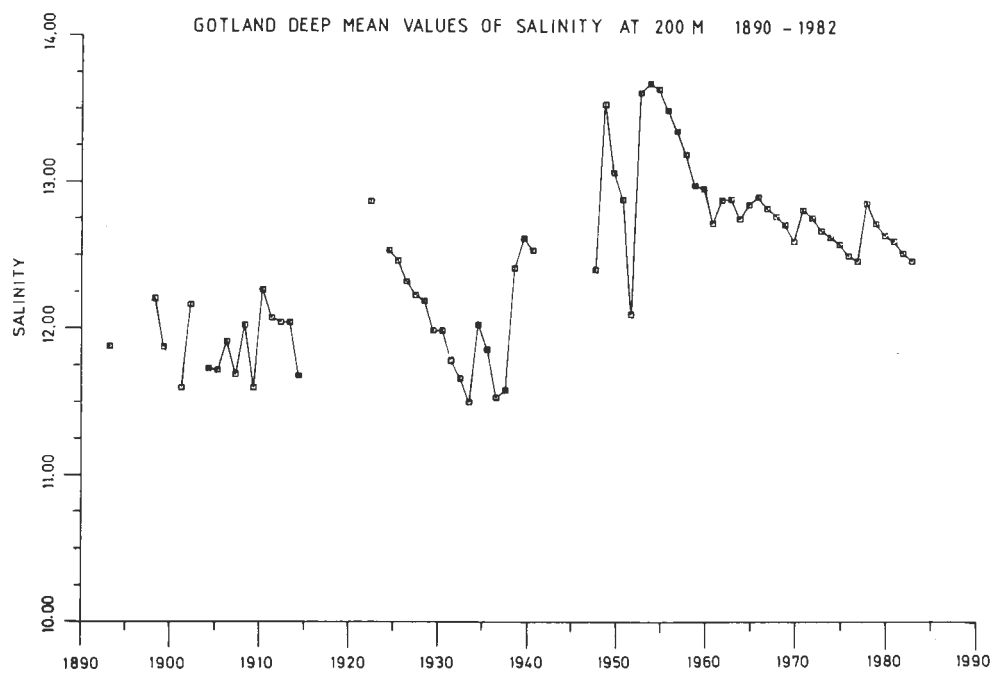


FIG. 2

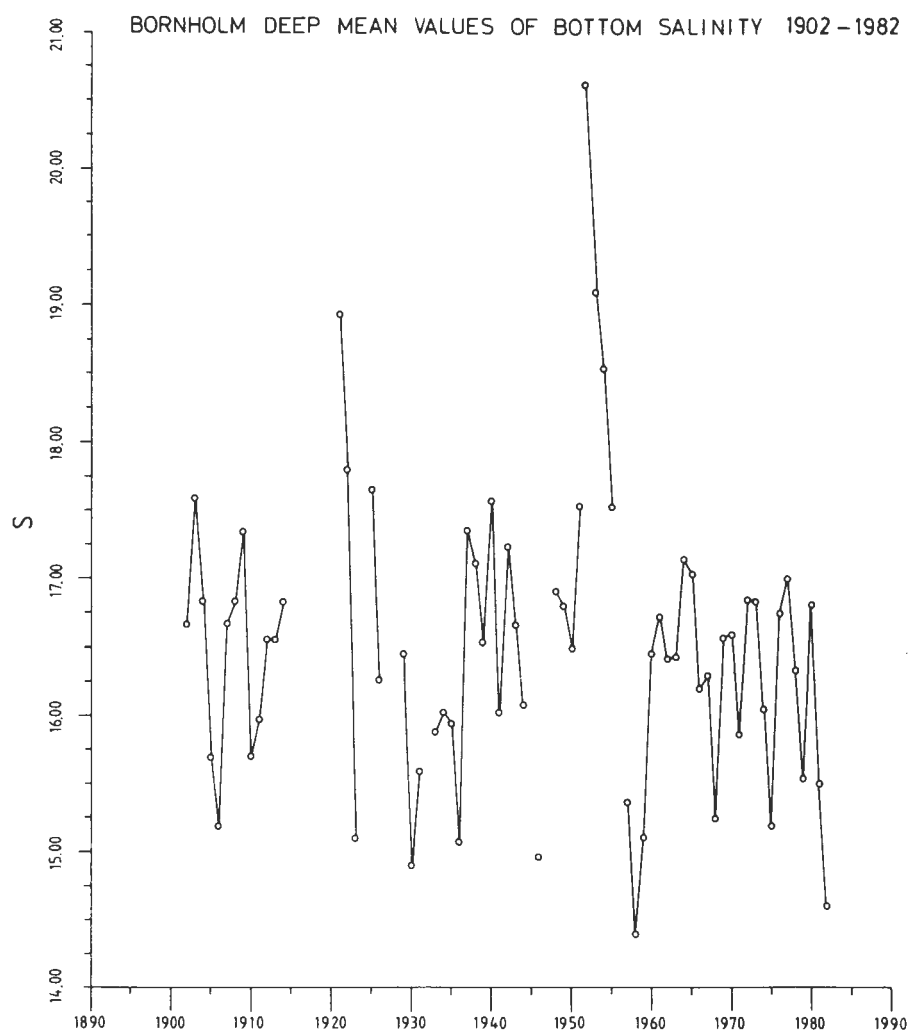
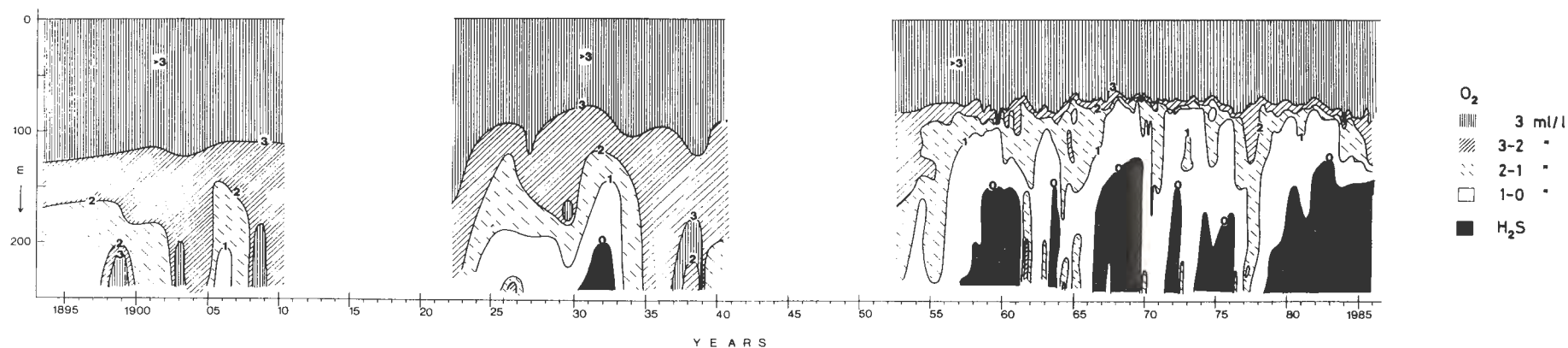
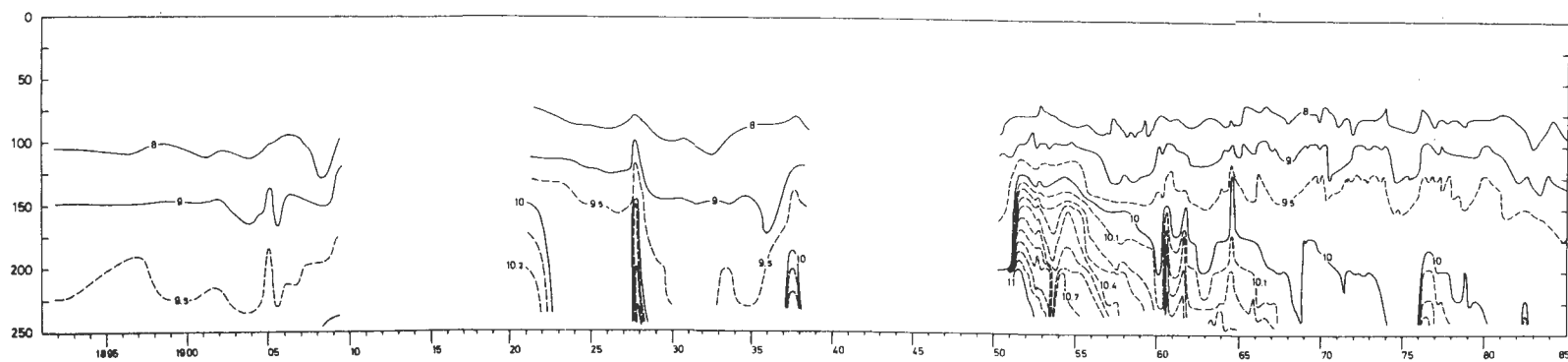


FIG. 3

OXYGEN CONDITIONS IN THE DEEP WATER IN THE GOTLAND DEEP FROM 1893 - 1985



DENSITY DISTRIBUTION IN THE GOTLAND DEEP FROM 1893 - 1985



It is obvious that the hydrogen sulphide formation is caused by stagnation of the water in the basin. Oxygen is utilized in the oxydation of organic matter and because no new water is replacing the old stagnant water, the dissolved oxygen goes down to zero and the sulphate reduction begins close to the bottom. At the beginning of the century we find the limit for 3 ml/l oxygen at 110-120 m depth. During the 1930:s this limit was found between 75 and 120 m. After WW II the limit is oscillating between 60 and 90 m. During the last five years this boundary seems to be sinking downward. Fig. 5 shows the density distribution in the Gotland Deep in the same manner as the oxygen diagram. We can here see the inflows of Kattegat water and the following stagnation periods. The most striking event is the large salt water inflow in 1951 (Würtki 1954). This inflow seems to have been a real catastrophe for the conditions in the deep water. The Baltic Sea has not yet recovered from the effects of the large inflow. Even small inflows of salt water cause hydrogen sulphide formation because the oxygen of the new water is quickly used up in reactions with the hydrogen sulphide of the old water and oxydation of organic matter. From 1980 the density of the deep water is decreasing and sooner or later new water will flow down into the Gotland Deep renewing the water and forcing the old stagnant water northward into the Baltic Proper.

In the next section I will discuss the salinity and oxygen conditions in the Baltic Deep Water after WW II more in detail. Fig. 6 shows the salinity variations in the bottom water of the Bornholm basin (BY 5) from 1957 to 1986. We find seven periods with stagnation, where the salinity is slowly decreasing from a maximum. Smaller inflows occur, but the stagnant water is not completely replaced. During stagnant conditions the salinity is generally decreasing due to diffusion and turbulence, until the density gets so low, that new water can replace the stagnant water. Fig. 7 shows the oxygen variations in the bottom water of the Bornholm basin during the same period. Every maximum in salinity corresponds to an oxygen maximum and during the stagnation period the oxygen concentration decreases. If the stagnation period is long enough, hydrogen sulphide is formed. In all the following oxygen diagrams, hydrogen sulphide is expressed as "negative oxygen" in ml/l. For the formation of one sulphide ion, four oxygen atoms are utilized, corresponding to two oxygen molecules. Therefore the hydrogen sulphide values have been multiplied by two, thus indicating the equivalent amount of oxygen utilized (Fonselius 1969).

The following figure (Fig. 8) shows the salinity variations in the Gotland Deep from 1951 to 1986 at 200 m. We can see how the salinity after the large inflow in 1951 decreases from 14 salinity units to 12.7 in 1961, when the water is replaced by an inflow of new water with higher salinity. Then follows a shorter stagnation period and a new inflow in 1964. A new inflow occurs in 1966-67, the next 1969-1970 etc. A large inflow occurred in 1977 and a smaller in 1984, but the salinity is clearly decreasing and it has never since the large inflow in 1951 been as low as it is at present (at the end of 1985). Fig. 9 shows the corresponding oxygen diagram and again we can see that every salt water inflow also has an oxygen maximum with a following decrease of the oxygen and a final

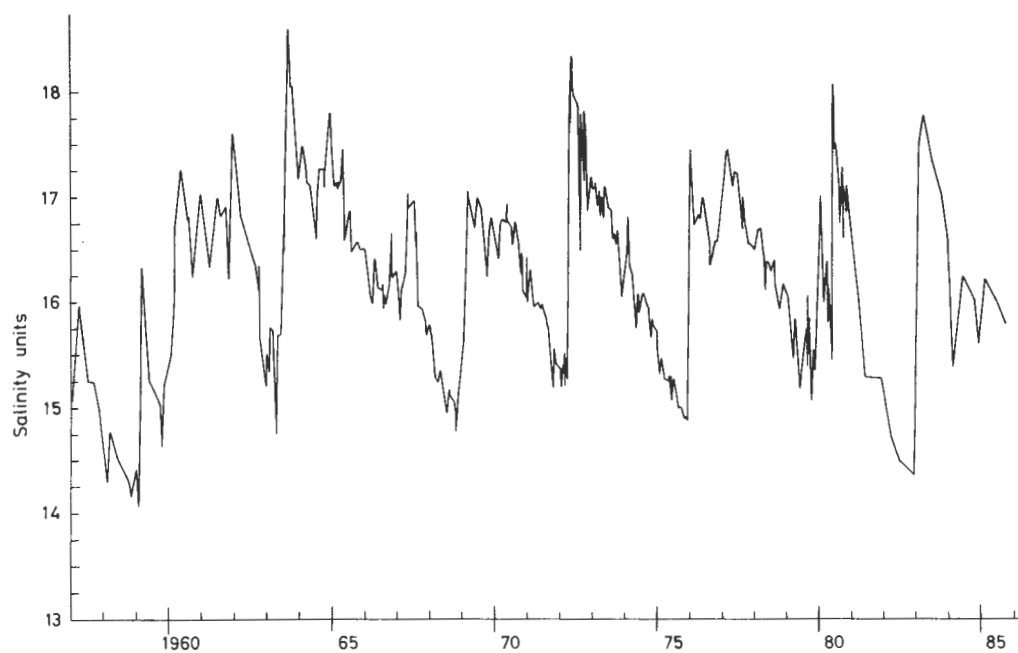


FIG. 6

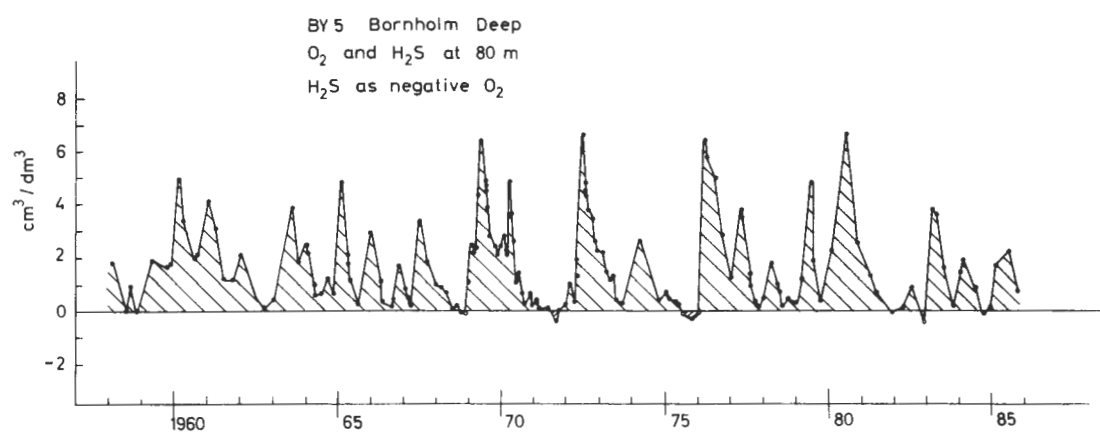


FIG. 7

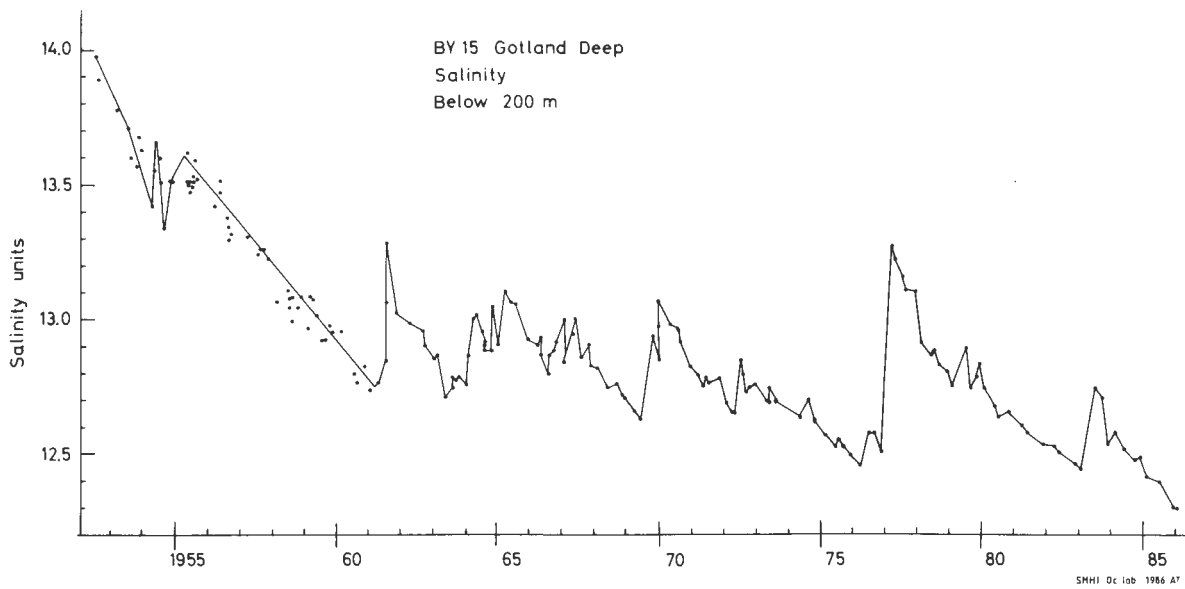


FIG. 8

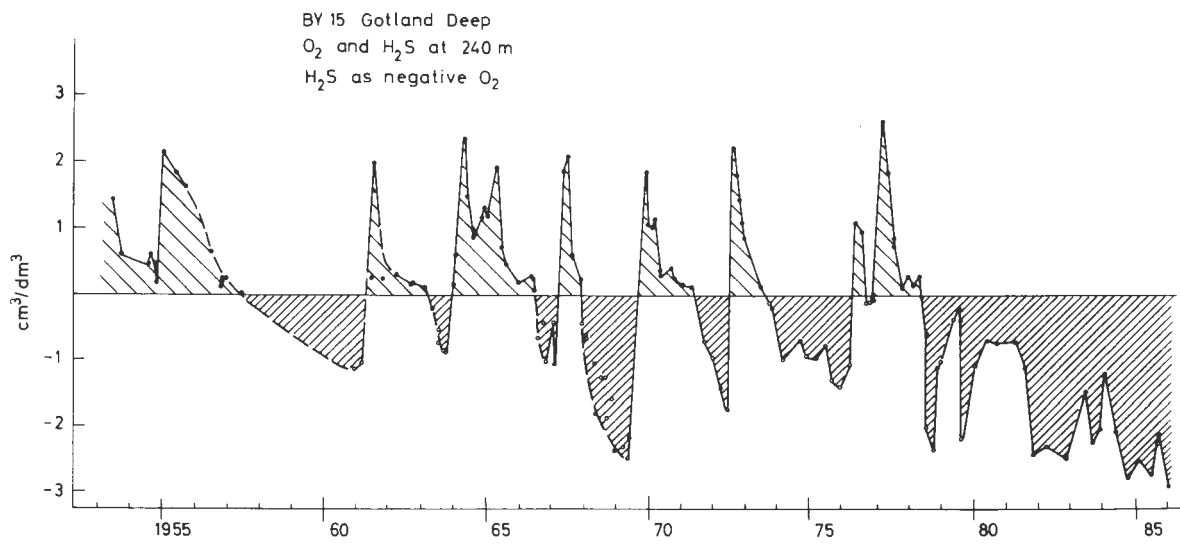


FIG. 9

hydrogen sulphide formation. We may also note that the inflows after 1978 have not been large enough to get rid of the large amounts of hydrogen sulphide in the basin. We have now (January 1986) had hydrogen sulphide in the deep water of the Gotland Deep for eight years. This is the longest period without renewal of the water during the whole measuring period.

It is often claimed that the hydrogen sulphide formation in the Baltic Sea deep water has been caused by Man. The inflow of saltwater with high density have, however, not been caused by human activities. As I earlier shown, hydrogen sulphide was formed already in 1932 in the Gotland Deep after the long stagnation period during the 1920:s and there may have occurred earlier hydrogen sulphide periods before the measurement program was started. Evidence of such periods have been found in sediment cores (Ignatius et al. 1971, Hallberg 1974, Niemistö et al. 1974). From this it is quite evident that the primary reason for the hydrogen sulphide formation is the stagnation, caused by inflows of water with high density. The formation of hydrogen sulphide is thus caused by natural physical and biochemical phenomena. Man may have increased the amount of organic matter in the water and therefore may have increased the oxygen utilization. The periods with hydrogen sulphide may have become more frequent.

Fig. 10 demonstrates the salinity variations in the northern part of the Baltic Proper. Also here we find large salinity variations in the bottom water (station BY 28). We can also see how the salinity begins to decrease in 1978. In Fig. 11 we see the corresponding oxygen diagram. We find occasional hydrogen sulphide formation after larger inflows of water with higher density. Fig. 12 shows the salinity variations in the Landsort Deep from 1951 to 1986. We recognize most of the inflows in the Bornholm basin as salinity maxima, but they are delayed up to two years, showing the propagation time of the bottom water. The picture is often disturbed by inflows, which move faster, passing over basins with higher density. Also here we can see the decreasing salinity from 1979. Fig. 13 again shows the corresponding oxygen diagram. Hydrogen sulphide was for the first time formed in the Landsort Deep in 1968. It is also interesting to note that the hydrogen sulphide disappeared from the Landsort Deep at the end of 1984, showing that an inflow, which was not strong enough to renew the water in the Gotland Deep, was large enough to renew the water in the Landsort Deep.

Finally I will show the conditions in the Karlsö Deep. Fig. 14 shows the salinity variations and we may again note the decrease from 1979. Fig. 15 shows the oxygen variations. Here we may note the high frequency of hydrogen sulphide periods between 1968 and 1980 and how the oxygen conditions then have begun to improve. From the extremely low densities of the bottom water in the deep basins, we may conclude that the water very soon will be replaced by new water with higher density. But what kind of conditions are needed for that? We know from Würtkis paper (1954) the conditions which caused the

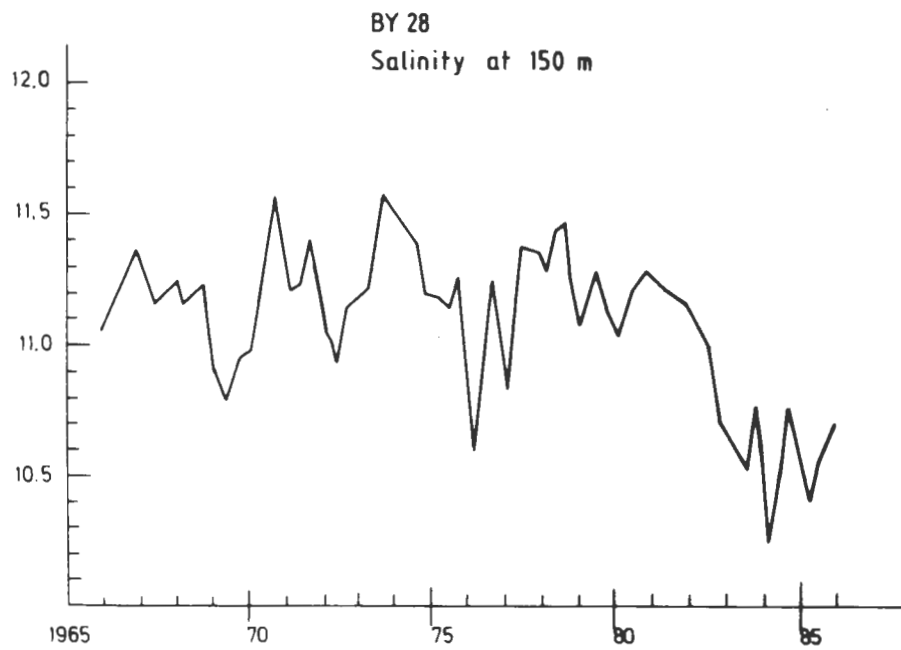


FIG. 10

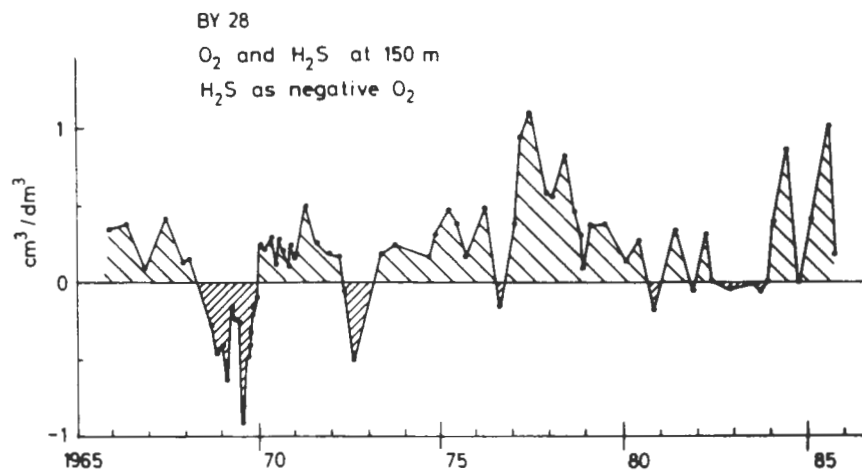


FIG. 11

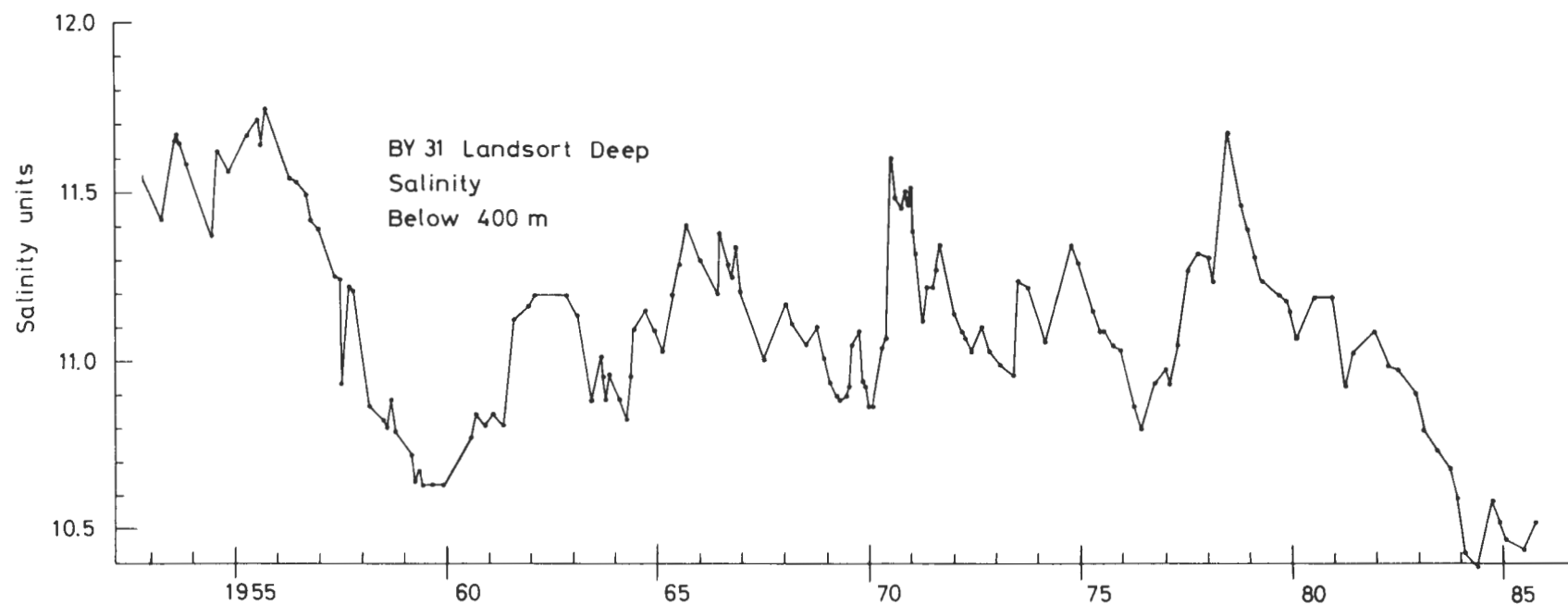


FIG. 12

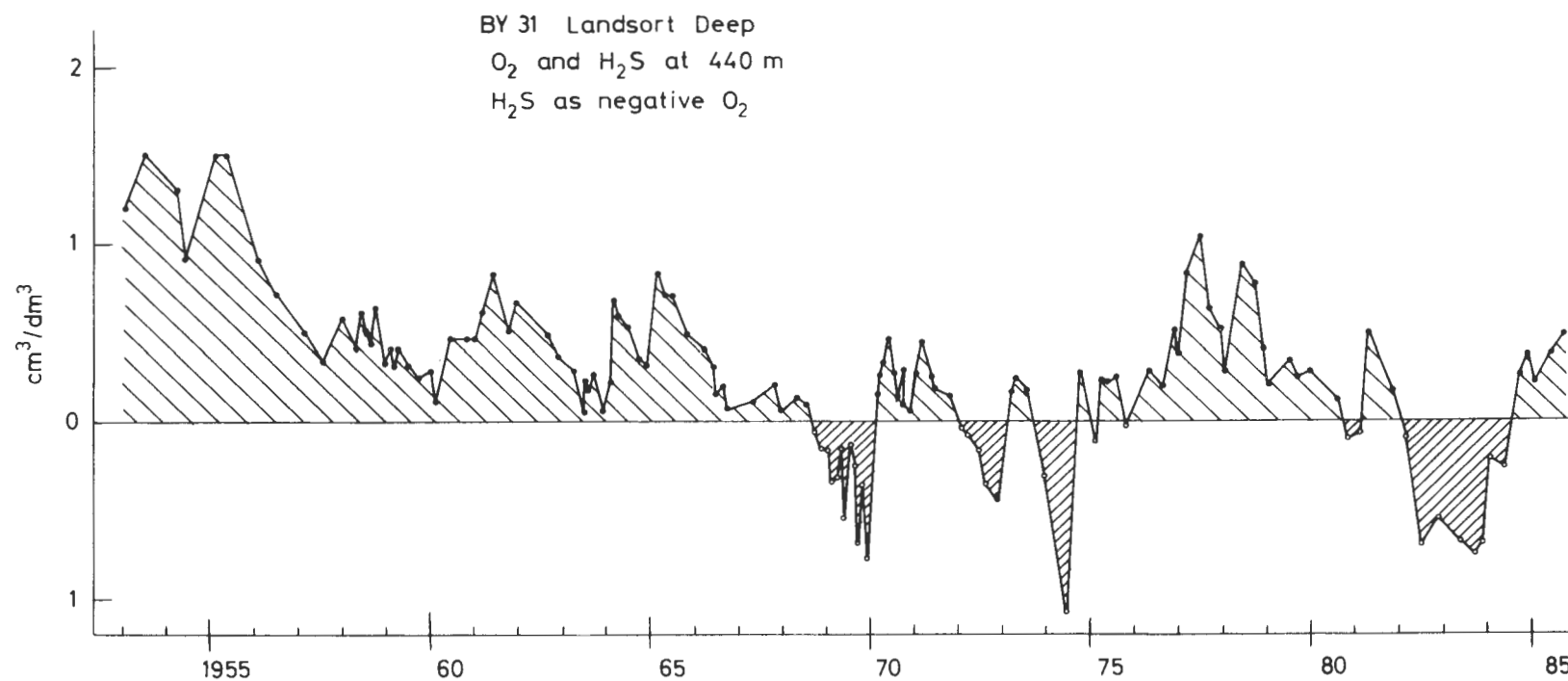


FIG. 13

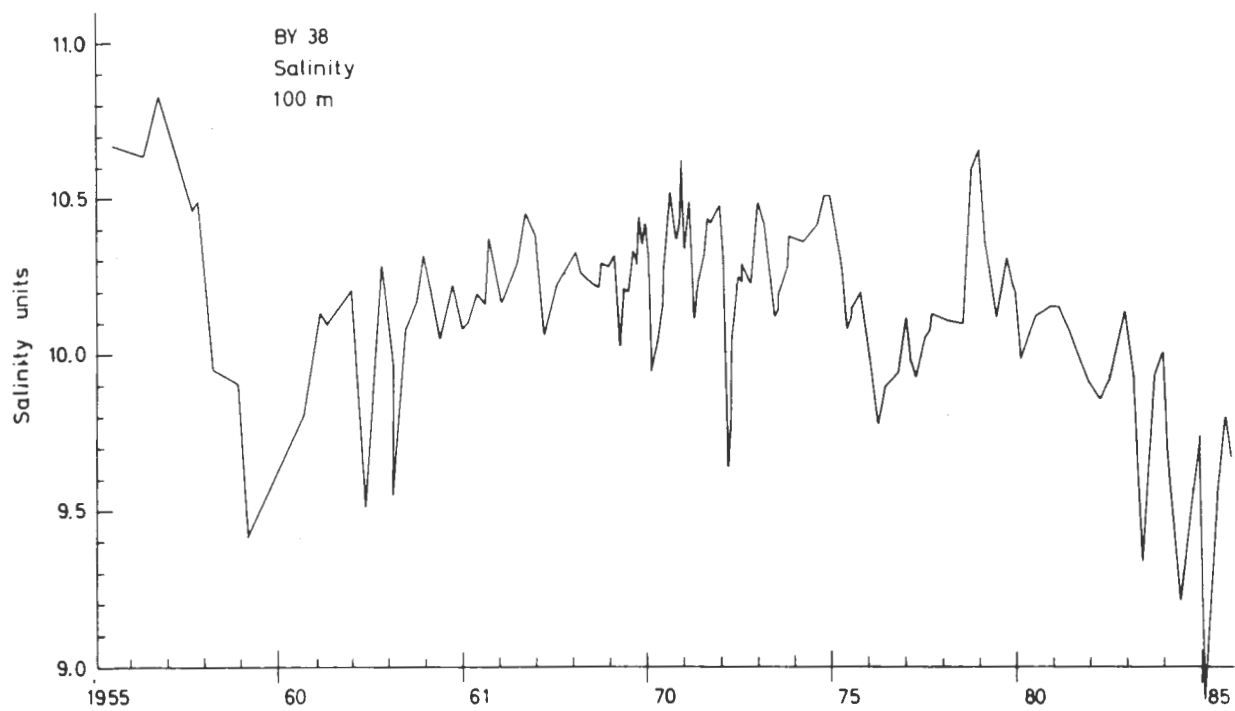


FIG. 14

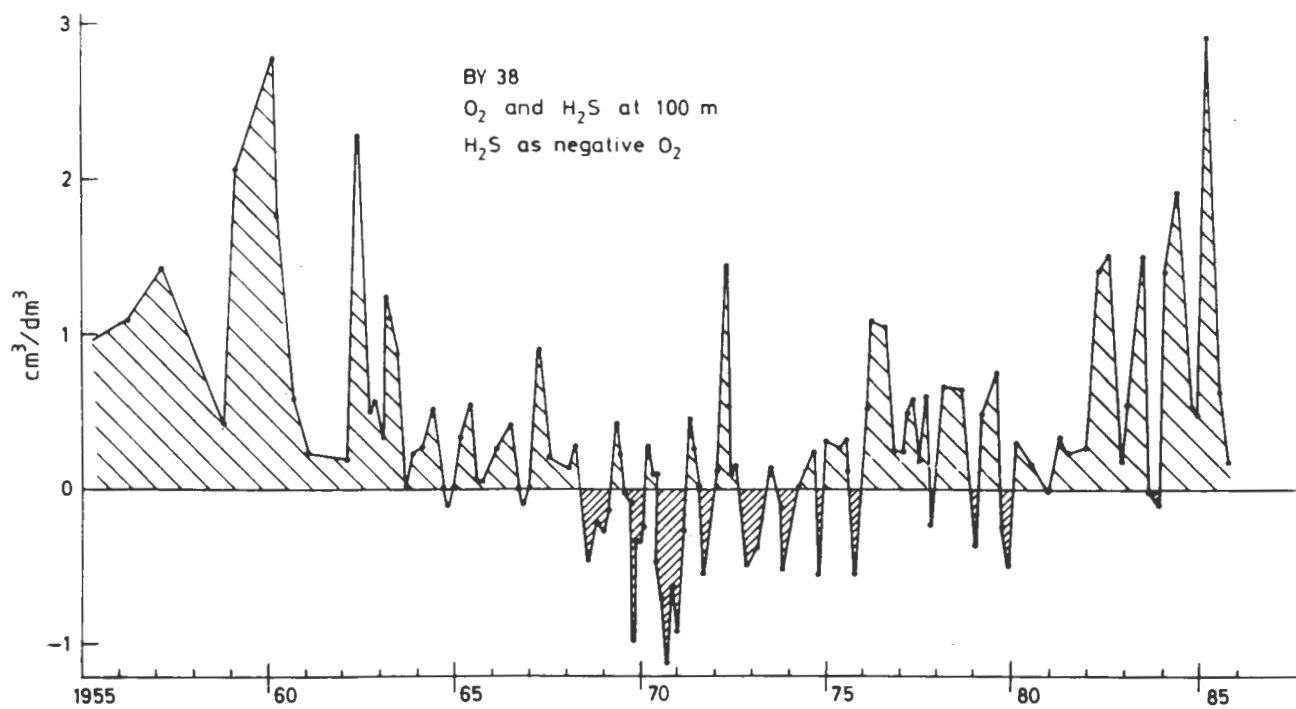


FIG. 15

large inflow in 1951, but do we have to wait for such conditions now, or will the exchange occur smoothly just because the density of the bottom water has become as low as it is now? Therefore it is very important that the Baltic IGOSS pilot project for monitoring possible saline fluxes, gets started as soon as possible. It may give us an unique possibility to study the expected large inflow.

In a previous paper (Fonselius 1984) I have demonstrated the decreasing of dissolved oxygen in the bottom water of the Bothnian Sea. Fig. 16 shows an example from the Ulvö Deep in the Bothnian Sea. The oxygen content of the water at 150-200 m depth has decreased with almost 2 ml/l. The correlation coefficient is -0.73. The situation is, however, far from serious, most values between 1970 and 1985 are between 5 and 6 ml/l. The Bothnian Bay is too shallow and the stratification of the water is too weak to cause stagnation periods. At present there is no risk for oxygen deficit and hydrogen sulphide formation in the deep water of the Gulf of Bothnia.

Hydrographic measurements have been carried out during almost a century, but what do we really learn from such series? What are we studying? The following figure (Fig. 17) by Hallberg (1978) shows roughly the salinity variations in the Baltic basin from the time of the Baltic Ice Lake to our time. The Baltic Sea has gone through very different stages with drastic changes in salinity. The Baltic Ice Lake was a fresh water lake, which disappeared around 8000 BC and was replaced by the Yoldia Sea which had a high salinity. The next stage was the Ancylus Lake with fresh water around 6000 BC. Then we got the Litorina Sea, again with almost oceanic conditions. The stage with decreasing salinity from around 2000 BC to AD is called the Limnea Sea. Then follows the Baltic Sea with a minimum in salinity around 1000 AD. Since then there seems to have been a slight increase of the salinity. But real salinity measurements begun in the 1890:s. The period from 1890 to 1985 is hardly more than a spot on the curve in the figure.

Can we really from our results predict if the salinity of the Baltic sea is increasing or decreasing? Our series maybe only show the "background noise" of a larger trend which we during our life time will not be able to see. Our life is too short for measuring geological phenomena. The scientists of the Baltic Sea countries active during the second part of the next century, will probably get a chance to find out what really was happening in the Baltic Sea during our life span, providing that no new wars will cause long gaps in the observation-series.

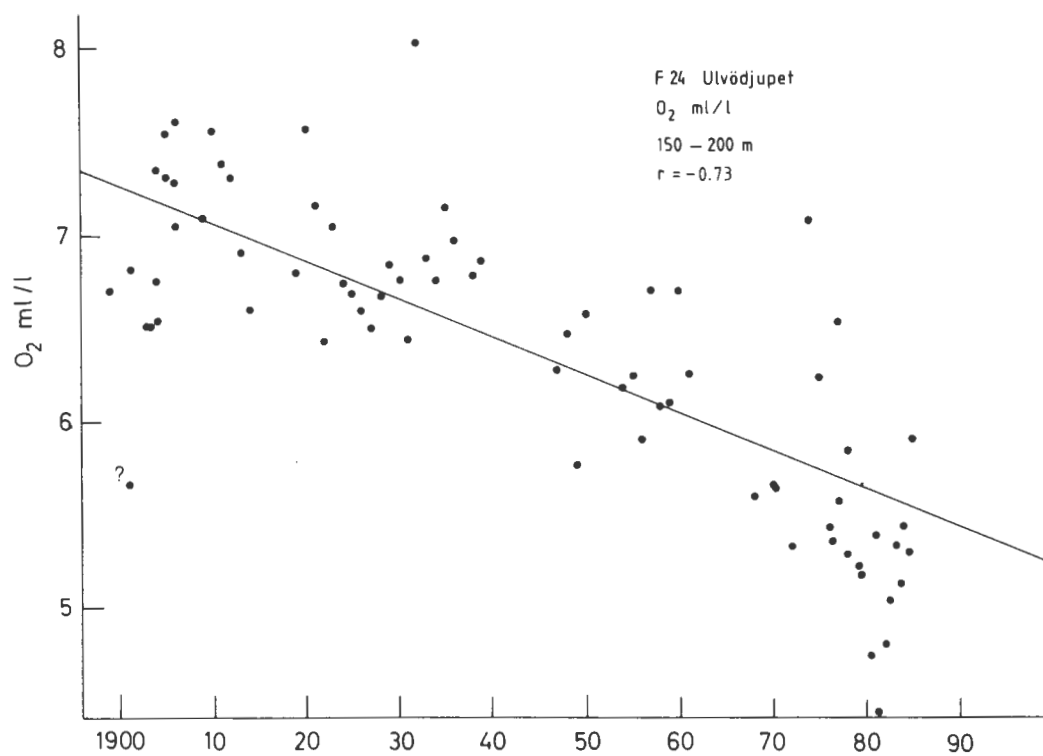


FIG. 16

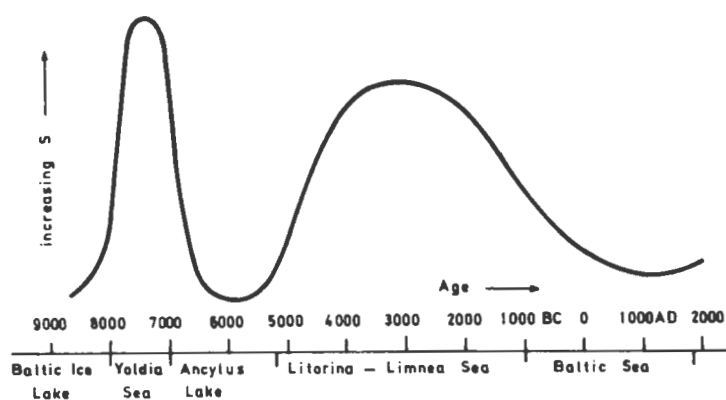


FIG. 17

REFERENCES:

- Fonselius, S.H. 1969: Hydrography of the Baltic Deep Basins III. Fishery Board of Sweden, Ser.Hydrogr. No. 23 96 pp.
- Fonselius, S.H. 1984: On long-term variations of salinity and oxygen in the Gulf of Bothnia. Medd. Havsfiskelab. Lysekil, Nr 305 (IHR no 30), 4 pp + 9 fig.
- Fonselius, S.H., J. Szaron and B. Öström 1984: Long-term salinity variations in the Baltic Sea deep water Rapp. P-v. Réun. Cons. int. Explor. mer. 185 pp 140-149.
- Hallberg, R. 1974: Paleoredox conditions in the eastern Gotland basin during the recent centuries. Merentutkimuslait. Julk. No. 238, pp 3-16.
- Hallberg, R. 1978: Östersjön - i går, i dag, i morgon. Diagnos Östersjön, pp 8-19. Edit. by A. Åkerblom. Liber Distribution, S-162 89 Vällingby
- Ignatius, H., L. Niemistö and A. Voipio 1971: Variations of redox conditions in the recent sediments of the Gotland Deep. Geologi 3, pp 43-47.
- Niemistö, L. and A. Voipio 1974: Studies on the recent sediments in the Gotland Deep. Merentutkimuslait. Julk. 238, pp 17-32.
- Soskin, I.M. 1963: Continuous changes in the hydrological characteristics of the Baltic Sea. Hydrometeorological Press, Leningrad (In Russian), 159 pp.
- Würtki, K. 1954: Der grosse Salzeinbruch in der Ostsee im November und Dezember 1951. Kieler Meeresforsch. 10, pp 19-25.

4.2 PATCHINESS

PEX (the Patchiness Experiment) utfördes i april-maj i ett område SSE Gotland. PEX gick ut på att undersöka olika fysikaliska, kemiska och biologiska parametrars fläckvisa variationer i tid och rum i havsvattnet under planktonvårblomningen. I experimentet deltog sammanlagt 15 fartyg och ett flygplan. Dessutom utnyttjades satellitbilder från amerikanska satelliter. Koordinator för experimentet var B.I. Dybern från Havsfiskelaboratoriet i Lysekil. Deltagande fartyg var Aranda från Havsforskningsinstitutet i Helsingfors, Arnold Veimer från Institute of the Baltic Sea från Tallinn, Lev Titov från Hydrometeorologiska institutet i Kleipeda, Oceania och Sonda från polska Vetenskapsakademiens Oceanologiska institut i Gdansk, Hydromet från Institute of Meteorology and Water Management i Gdynia, Wieczno från Fisheries Institute i Gdynia, Professor Albrecht Penck från öst-tyska Vetenskapsakademiens Havsforskningsinstitut i Warnemünde, Alkor och Littorina från Kiels universitets havsforskningsinstitut i Kiel, Gauss från Tysklands hydrografiska institut i Hamburg, Victor Hensen från Havsforskningsinstitutet i Bremerhaven, Argos från Fiskeristyrelsen i Göteborg, Svanic från Oceanografiska institutionen vid Göteborgs universitet i Göteborg samt TV 171 från svenska kustbevakningen, Karlskrona. Kustbevakningen hade även ställt ett flygplan till förfogande.

Alla fartygen utom Victor Hensen (som endast lade ut strömmätarsystem före experimentet) samlades i Karlskrona mellan den 21 och 23 april för förberedande interkalibrering av instrument och arbetsmetoder och för diskussion av själva programmets praktiska detaljer. Omkring 150 forskare och tekniker samt 190 befäl och manskap träffades i Karlskrona under dessa dagar och fick tillfälle att besöka varandras fartyg. De flesta forskarna deltog också i det samtidigt pågående Östersjösymposiet.

Den 23 april på morgonen avseglade fartygen till PEX-området. Ombord Argos deltog personal från SMHIs oceanografiska laboratorium i Göteborg, SMHIs forsknings- och utvecklingssektion i Norrköping, samt från Havsfiskelaboratoriet i Lysekil. Första dagen inom PEX-området ägnades åt förankring av strömmätarsystem och interkalibrering av CTD och syrgasanalys. Sammanlagt förankrades 13 strömmätarsystem. Själva PEX-området utgjordes av en stor rektangel 20 gånger 40 sjömil. Fyra fartyg förankrades på två permanenta stationer, två på varje. Dessa fartyg utförde kontinuerliga mätningar av fysikaliska, kemiska och biologiska parametrar dygnet runt. Dagligen utfördes sex hydrografiska snitt innefattande 11 stationer, med provtagning på fastställda klockslag. Arbetet utfördes under ljusa tiden av dygnet och snittet tog 16 timmar att utföra. Sju fartyg deltog i detta arbete genom att Lev Titov och Svanic delade på ett snitt. Dessa två fartygs kapacitet var för liten för att kunna arbeta ensamma. De förankrade fartygen och strömmätarbojarna var placerade mellan snitten. Arbetet pågick till den 7 maj med ett avbrott för proviantering och vatten- och bränslepåfyllning för de mindre

fartygen i Visby 31 april till 1 maj. De flesta fartygen passade då på att besöka Visby.

Littorina utförde i området ett driftexperiment, där hon följde och bevakade drivande bojssystem. TV 171 lade ut ett system av strömkors, vilkas spridning följdes under en veckas tid. Sonda användes som förbindelse- och postfartyg mellan de större fartygen och utförde dessutom optiska studier. Kustbevakningens flygplan utförde ett flertal flygningar över området och fotograferade med en IR-scannerkamera. Bilderna togs ned till Argos. Dessutom beställdes speciella sallitbilder från NASA, som lovat koppla in sin CZCS under tiden för PEX-programmet.

Vädret var under hela experimentet mycket gott med endast svaga vindar och programmet kunde genomföras planenligt. Tyvärr förlorades några strömmätarsystem på grund av det rovfiske som försiggick i den vita zonen, inom vilket undersökningsområdet delvis låg. Mer än 150 trålare från olika länder trålade efter torsk i närheten. Bl.a. återfick vi ett svenskt bojssystem från Hirtshals, dit det förts av en dansk trålare.

De preliminära resultaten verkar mycket lovande och visar på att experimentet utfördes i rätt tid, d.v.s. mitt i planktonblomningen. Man kunde iakttaga hur stora fläckar med låga närsaltshalter, hög klorofyllhalt och hög halt av partiklar (plankton) bildats och hur dessa breddade ut sig och hur ytvattnet homogeniserades genom att fläckarna förenades och ytvattnet förlorade praktiskt taget all fosfat och nitrat. Det enorma datamaterialet samlas nu på ICES sekretariat i Köpenhamn för kontroll och homogenisering. Resultaten och den framtida bearbetningen av dessa skall diskuteras på ett flertal arbetssymposier, av vilka det första skall hållas i Vilnius i maj 1987.

PATCHINESS

The Patchiness Experiment (PEX) was carried out SSE Gotland in April-May. All together participated 15 ships from six countries. The ships met the 21-23 April in the port of Karlskrona for intercalibration of instruments and methods. Some 150 scientists and technicians and 190 officers and crew members gathered together in Karlskrona and got opportunity to visit ships and discuss the practical details of the experiment.

The 23 ships left the port and the first day at the PEX site was used for anchoring current meters and for intercalibration of CTDs and oxygen analysis. Two anchor stations were occupied by two ships each, which carried out continuous measurements day and night of physical, chemical and biological parameters. Seven ships were occupied by running parallel sections consisting of 11 stations each. The program was run every day during daylight. Physical, chemical and biological sampling and analysis was carried out.

Two ships were occupied by following drifters in the area. A coast guard airplane took pictures with an IR scanner. The pictures were transmitted to the central ship. Satellite pictures were also received from NASA. The program lasted until May 7.

The program gave very interesting preliminary results, showing patchiness with low nutrient content and high content of chlorophyll and particles (plankton) in the patches. The patches slowly disappeared by growing together. The phosphate and nitrate almost disappeared from the surface water.

All data have been collected at the ICES secretariat in Copenhagen for control and homogenization. The data will be discussed and worked during several work shops. The first will be held in Vilnius in May 1987.

Stig Fonselius

5 PUBLICERADE ARBETEN

- Carlberg, S.R. et.al. 1986: Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK, Utsjöprogrammet. Rapport från verksamheten under 1985. SMHI Reports Oceanography, RO Nr 3, ISSN 0283-1112.
- Carlberg, S.R., 1986: Swedish monitoring of petroleum hydrocarbons in the waters of the Baltic and the Kattegat since 1970. Paper presented at the Seminar on Oil Pollution, Norrköping 1986 (In press).
- Dahlin, H. och S. Fonselius, 1986: Oceanografiska orsaker till eutrofiering. Eutrofiering av havs- och kustområden. 22a Nordiska symposiet om vattenforskning. Nordforsk. Laugarvatn, Island 26-29 aug. 1986. Mötesrapport (under tryckning).
- Engström, S. and S. Fonselius, 1986: Observations in the Deep Basins of the Baltic in 1984. ICES, Annales Biologiques 41, pp 54-57.
- Fonselius, S. 1986: On Long-term Variations of some Hydrographical Parameters in the Deep Basins of the Baltic Proper. ICES CM 1986/C:7, Hydrography Committee.
- Fonselius, S. 1986: The Hydrography of the Gulf of Bothnia. Report from the Hydrography Group. Gulf of Bothnia Seminar, Pori 1984. Publicat. Water Res. Inst. Nat. Board of Waters, Finland, No. 68.
- Fonselius, S. 1986: Summary of the Gulf of Bothnia Seminar in Pori 1984. Ibid. No. 68.
- Fonselius, S. 1986: On Long-term Variations of Dissolved Oxygen in the Deep Waters of the Baltic Sea. Proc. Baltic Sea Monitoring Symposium, Tallinn 11-14 March 1986. In press.
- Fonselius, S. 1986: On Long-term Variations of Nutrients in the Baltic Sea. Proc. XV:th Conf. of the Baltic Oceanographers, Copenhagen 18-21 November 1986. In press.
- Launiainen, J., W. Matthäus, S. Fonselius and E. Francke, 1986 Hydrography. In: First Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea Area 1980-1985. Baltic Sea Environment Proceedings, No 17B.
- Nehring, D., G. Aertebjerg, A. Trzosinska, S. Fonselius, P. Tulkki, P. Alenius, V. Tervo, M. Hannus, V. Astok and A.K. Yurkovskis, 1986: Nutrients. In: First Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea Area 1980-1985. Ibid. No. 17B.

SMHI Rapporter, HYDROLOGI OCH OCEANOGRAPHI (RHO)

- Nr 1 Weil, 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 Wilmut, 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 Wilmut, 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
Havs- 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. Årsmedelvarde (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 indicating 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, Lennart, and Murthy, Ray
Calculations of horizontal exchange coefficients using Eulerian time series current meter data from the Baltic Sea.
Norrköping 1986
- Nr 2 Thompson, Thomas
Ymer-80, satellites, arctic sea ice and weather.
Norrköping 1986
- Nr 3 Carlberg, Stig, et al.
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.
Norrköping, 1986
- Nr 4 Lundqvist, Jan-Erik, och Omstedt, Anders
Isförhållandena i Sveriges södra och västra farvatten.
Norrköping, 1986
- Nr 5 Carlberg, Stig R., Engström, Sven, Fonselius, Stig H., Palmén, Håkan, Thelén, Eva-Gun, Fyrberg, Lotta, och Yhlen, Bengt
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.
Utsjöprogram under 1986.
Göteborg, 1987

ÖVRIGA PUBLIKATIONER

Vattenföringsbestämmelser vid vattenundersökningar
Vattenföringen i Sverige
Sjöregistret
Vattendragsregistret

SMHI Rapporter, METEOROLOGI OCH KLIMATOLOGI (RMK)					
Nr 1	Thompson, T, Udin, I, and Omstedt, A	Sea surface temperatures in waters surrounding Sweden Stockholm 1974	Nr 31	Melgarejo, J W	Similarity theory and resistance laws for the atmospheric boundary layer Norrköping 1981
Nr 2	Bodin, S	Development on an unsteady atmospheric boundary layer model. Stockholm 1974	Nr 32	Liljas, E	Analys av moln och nederbörd genom automatisk klassning av AVHRR data Norrköping 1981
Nr 3	Moen, L	A multi-level quasi-geostrophic model for short range weather predictions Norrköping 1975	Nr 33	Ericson, K	Atmospheric Boundary layer Field Experiment in Sweden 1980, GOTEX II, part I Norrköping 1982
Nr 4	Holmström, I	Optimization of atmospheric models Norrköping 1976	Nr 34	Schoeffler, P	Dissipation, dispersion and stability of numerical schemes for advection and diffusion Norrköping 1982
Nr 5	Collins, W G	A parameterization model for calculation of vertical fluxes of momentum due to terrain induced gravity waves Norrköping 1976	Nr 35	Undén, P	The Swedish Limited Area Model (LAM). Part A. Formulation Norrköping 1982
Nr 6	Nyberg, A	On transport of sulphur over the North Atlantic Norrköping 1976	Nr 36	Bringfelt, B	A forest evapotranspiration model using synoptic data Norrköping 1982
Nr 7	Lundqvist, J-E, and Udin, I	Ice accretion on ships with special emphasis on Baltic conditions Norrköping 1977	Nr 37	Omstedt, G	Spridning av luftförorening från skorsten i konvektiva gränsskikt Norrköping 1982
Nr 8	Eriksson, B	Den dagliga och årliga variationen av temperatur, fuktighet och vindhastighet vid några orter i Sverige Norrköping 1977	Nr 38	Törnevik, H	An aerobiological model for operational forecasts of pollen concentration in the air Norrköping 1982
Nr 9	Holmström, I, and Stokes, J	Statistical forecasting of sea level changes in the Baltic Norrköping 1978	Nr 39	Eriksson, B	Data rörande Sveriges temperaturklimat Norrköping 1982
Nr 10	Omstedt, A, and Sahlberg, J	Some results from a joint Swedish-Finnish sea ice experiment, March, 1977 Norrköping 1978	Nr 40	Omstedt, G	An operational air pollution model using routine meteorological data Norrköping 1984
Nr 11	Haag, T	Byggnadsindustrins väderberoende, seminarieuppsats i företagsekonomi, B-nivå Norrköping 1978	Nr 41	Persson, Christer, and Funkquist, Lennart	Local scale plume model for nitrogen oxides. Model description. Norrköping 1984
Nr 12	Eriksson, B	Vegetationsperioden i Sverige beräknad från temperatur-observationer Norrköping 1978	Nr 42	Gollvik, Stefan	Estimation of orographic precipitation by dynamical interpretation of synoptic model data. Norrköping 1984
Nr 13	Bodin, S	En numerisk prognosmodell för det atmosfäriska gränsskiktet grundad på den turbulenta energiekvationen Norrköping 1979	Nr 43	Lönnqvist, Olov	Congression - A fast regression technique with a great number of functions of all predictors. Norrköping 1984
Nr 14	Eriksson, B	Temperaturfluktuationer under senaste 100 åren Norrköping 1979	Nr 44	Laurin, Sten	Population exposure to SO ₂ and NO _x from different sources in Stockholm. Norrköping 1984
Nr 15	Udin, I, och Mattisson, I	Havals- och snöinformation ur datorbearbetade satellitdata - en modellstudie Norrköping 1979	Nr 45	Svensson, Jan	Remote sensing of atmospheric temperature profiles by TIROS Operational Vertical Sounder. Norrköping 1985
Nr 16	Eriksson, B	Statistisk analys av nederbördsdata. Del I. Arealnederbörd Norrköping 1979	Nr 46	Eriksson, Bertil	Nederbörds- och humiditetsklimat i Sverige under vegetationsperioden. Norrköping 1986
Nr 17	Eriksson, B	Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys av månadsnederbörd Norrköping 1980	Nr 47	Taessler, Roger	Köldperioder av olika längd och förekomst. Norrköping 1986
Nr 18	Eriksson, B	Årsmedelvärdet (1931-60) av nederbörd, avdunstning och avrinning Norrköping 1980	Nr 48	Wu Zengmao	Numerical study of lake-land breeze over Lake Vättern, Sweden. Norrköping 1986
Nr 19	Omstedt, A	A sensitivity analysis of steady, free floating ice Norrköping 1980	Nr 49	Wu Zengmao	Numerical analysis of initialization procedure in a two-dimensional lake breeze model. Norrköping 1986
Nr 20	Persson, C och Omstedt, G	En modell för beräkning av luftföroreningars spridning och deposition på mesoskala Norrköping 1980	Nr 50	Persson, Christer	Local scale plume model for nitrogen oxides. Verification. Norrköping 1986
Nr 21	Jansson, O	Studier av temperaturinversioner och vertikal vindskjuvning vid Sundsvall-Härnösands flygplats Norrköping 1980	Nr 51	Melgarejo, José W.	An analytical model of the boundary layer above sloping terrain with an application to observations in Antarctica Norrköping 1986
Nr 22	Sahlberg, J and Törnevik, H	A study of large scale cooling in the Bay of Bothnia Norrköping 1980	Nr 52	Bringfelt, Björn	Test of a forest evapotranspiration model Norrköping 1986
Nr 23	Ericson, K and Härsmar, P-O	Boundary layer measurements at Klockrike. Oct. 1977 Norrköping 1980	Nr 53	Josefson, Weine	Solar ultraviolet radiation in Sweden Norrköping 1986
Nr 24	Bringfelt, B	A comparison of forest evapotranspiration determined by some independent methods Norrköping 1980	Nr 54	Dahlström, Bengt	Determination of areal precipitation for the Baltic sea Norrköping 1986
Nr 25	Bodin, S and Fredriksson, U	Uncertainty in wind forecasting for wind power networks Norrköping 1980	Nr 55	Persson, Christer (SMHI), Rodhe, Henning (MISU), De Geer, Lars-Erik (FOA)	The Chernobyl accident - A meteorological analysis of how radionuclides reached Sweden. Norrköping 1986
Nr 26	Eriksson, B	Graddagsstatistik för Sverige Norrköping 1980			
Nr 27	Eriksson, B	Statistisk analys av nederbördsdata. Del III. 200-åriga nederbördsserier Norrköping 1981			
Nr 28	Eriksson, B	Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige Norrköping 1981			
Nr 29	Pershagen, H	Maximisnödjust i Sverige (perioden 1905-70) Norrköping 1981			
Nr 30	Lönnqvist, O	Nederbördsstatistik med praktiska tillämpningar (Precipitation statistics with practical applications) Norrköping 1981			



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.