

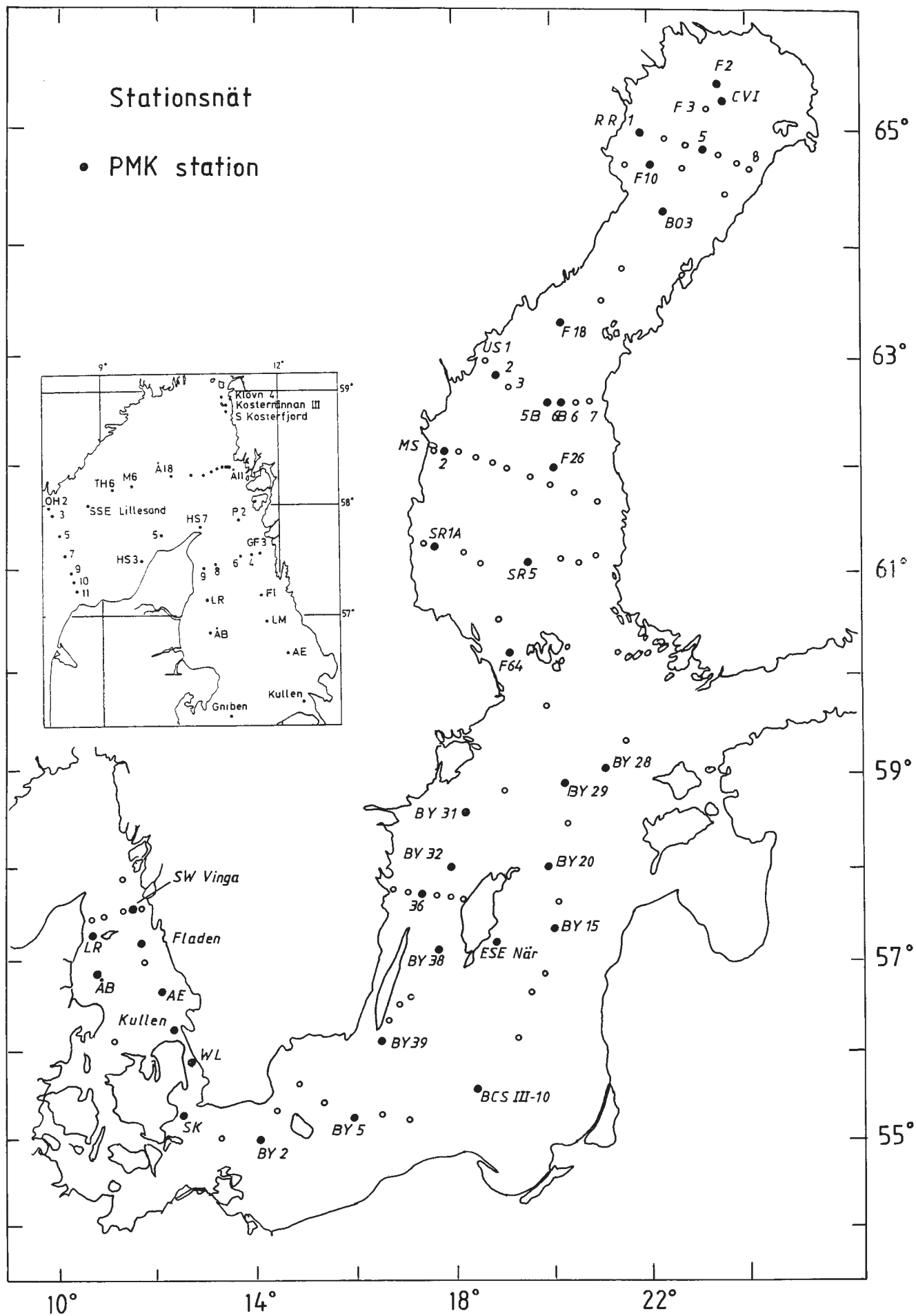


HAVEN RUNT SVERIGE 1991

RAPPORT FRÅN SMHI
OCEANOGRAFISKA LABORATORIET

- Inklusive PMK - utsjöprogrammet -

NATIONAL OPEN SEA MONITORING
Results from 1991



HAVEN RUNT SVERIGE 1991

RAPPORT FRÅN SMHI
OCEANOGRAFISKA LABORATORIET

- Inklusive PMK - utsjöprogrammet -

THE CONDITIONS OF THE SEAS AROUND SWEDEN

Report from the activities in 1991

- Including -

The National Swedish Programme for
Monitoring of Environmental Quality
Open Sea Programme

Lars Andersson, Stig Carlberg, Lars Edler, Elisabet Fogelqvist,
Stig Fonselius, Lotta Fyrberg, Marie Larsson, Håkan Palmén,
Björn Sjöberg, Danuta Zagradkin, Bengt Yhlen

SMHI, Ocanografiska laboratoriet, Göteborg

Issuing Agency SMHI S-601 76 NORRKÖPING Sweden	Report number RO 14 (1992)	
	Report date April 1992	
Author (s) Lars Andersson, Stig R. Carlberg, Lars Edler, Elisabet Fogelqvist, Stig Fonselius, Lotta Fyrberg, Martin Häggström, MarieLarsson, Håkan Palmén, Björn Sjöberg, Haldo Vedin, Danuta Zagradkin och Bengt Yhlen.		
Title (and Subtitle) Haven Runt Sverige 1991. Rapport från SMHI Oceanografiska laboratoriet - Inklusive PMK - utsjöprogrammet - <i>National Open Sea Monitoring; Results from 1991</i>		
Abstract This report describe SMHIs environmental monitoring in the open sea areas around Sweden, from the Skagerrak to the northern part of the Bothnian Sea. A great part of the results from the project described here are also reported as a national Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission (HELCOM). Physical, chemical and biological parameters are studied in water samples, zoobenthos is studied in sediment grab samples and samples of fish and mussels are collected for the determination of harmful substances in the Kattegat, the Sound (Öresund), the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia. The temperature of the sea surface layer was higher than normal most part of the year, just as in 1989. In the entire sea area the temperatures were 1- 3 °C above the long term mean value for the period 1979 - 1989. The oxygen conditions in the south eastern Kattegat once again were unfavorable in late summer and early autumn. However, despite the unusually calm autumn with only weak mixing of the water masses the oxygen concentrations increased again and the situation never was serious. Also in the Baltic Proper the bad oxygen situation in the deep water prevailed in several basins the whole year. No major inflow of oxygen rich water occurred to ventilate the deep basins. In the Bornholm Basin hydrogen sulphide was present under the halocline (with an extension into the Hanö Bight) the whole year with the exception of the August cruise. In the Gdansk Basin there is no longer any stratification and oxygen is mixed into the water from the atmosphere. This has improved the conditions in the bottom water. In the Eastern Gotland Basin hydrogen sulphide has been present in the bottom water for more than 13 years continuously. The Northern Central Basin, including the Landsort Deep, and the Western Central Basin were free from hydrogen sulphide the whole year. Nutrient conditions did not show any remarkable or unexpected changes during 1990. During the winter period phosphate and nitrate were present in about normal concentrations, which decreased to near detection limit during the production period in the spring and early summer and then increased again during autumn. The petroleum hydrocarbons showed during the spring roughly the same concentrations as during the previous years, whereas the autumn values were normal in the surface water only and all other values were high or very high. The reason for this has not been identified.		
Key words Baltic Sea, Baltic Monitoring Programme, PMK, marine environmental monitoring, oceanography, hydrography, salinity, trends, oxygen conditions, hydrogen sulphide, phosphate, nitrogen compound, nutrients, eutrophication, petroleum hydrocarbons, phytoplankton, zooplankton, primary production, chlorophyll, meiofauna, environmental contaminants, harmful substances		
Supplementary notes	Number of pages 56	Language Swedish and English
ISSN and title 0283 - 1112 SMHI Reports Oceanography		
Report available from: SMHI Oceanographical Laboratory P.O. Box 2212 S - 403 14 Göteborg, Sweden		

INNEHÅLL	Sida	Page
1. Allmänt (<i>General</i>)	1	(2)
2. Väder och isförhållande		
2.1 Sjövädret 1991	3	
2.2 Isvintern	5	
3. Hydrologisk översikt för 1991	6	
4. Oceanografi (<i>Oceanography</i>)	7	(30)
4.1 Skagerrak (<i>The Skagerrak</i>)	7	(30)
4.2 Kattegatt-Öresund (<i>The Kattegat and The Sound</i>)	10	(30)
4.3 Egentliga östersjön (<i>The Baltic proper</i>)	16	(31)
4.4 Bottniska Viken (<i>The Gulf of Bothnia</i>)	23	(32)
5. Fältverksamhet	34	
5.1 Ordinarie expeditioner (<i>Regular cruises</i>)	34	(35)
5.2 Kustbevakningens provtagning (<i>Sampling from Ice-breakers</i>)	36	(36)
6. Marin kemi	37	(37)
6.1 Partikulärt organiskt kol (POC) (<i>Particulate organic carbon</i>)	37	(37)
6.2 Petroleumkolväten (<i>Petroleum Hydrocarbons</i>)	38	(41)
6.3 Humus (<i>Humic Substances</i>)	42	(43)
6.4 Nitrifikationsprocesser i Skagerrak (<i>Nitrification processes</i>)	44	(46)
7. Biologi		
7.1 Primärproduktion och klorofyll (<i>Phytoplankton, prim.prod and chlorophyll</i>)	48	(48)
7.2 Bottenfauna (<i>Soft bottom fauna</i>)	50	(50)
7.3 Provtagning för miljögiftsanalys (<i>Environmental contaminants</i>)	51	(51)
8. Dataverksamhet (<i>Computer support</i>)	52	(54)
9. Internationella möten/konferenser (<i>International Cooperation</i>)	55	(55)
10. Publikationer (<i>Publications</i>)	56	(56)

1 ALLMÄNT

SMHI bedriver genom sitt Oceanografiska laboratorium en betydande anslagsfinansierad undersökningsverksamhet i de öppna havsområdena runt Sverige. Av detta utgör direkt arbete för övervakning av havsmiljön ca 20%, vilket finansieras av Naturvårdsverket genom anslag från dess budget för Programmet för övervakning av miljö kvalitet - PMK. Denna verksamhet bedrivs helt integrerad med SMHI:s eget program. För budgetåret 1990/91 anslag Naturvårdsverket 1 150 000 kr och för 91/92 1 380 000 kr. Detta övervakningsarbete för PMK är samtidigt större delen av det svenska bidraget till östersjöstaternas gemensamma "Baltic Monitoring Programme" som drivs av Helsingforskommissionen.

För sin undersökningsverksamhet i de öppna havsområdena disponerar SMHI erforderlig fartygstid på undersökningsfartyget "Argos" som administreras av Fiskeriverket.

En översiktlig sammanställning av resultaten från denna undersökningsverksamhet har under tidigare år presenterats som en årlig PMK-rapport till Naturvårdsverket. Från och med denna rapport för verksamheten under 1991 presenteras resultaten under rubriken "Haven runt Sverige" och i denna rapportering ingår även de resultat som PMK-verksamheten avkastar.

Liksom under 1990 har SMHI:s undersökningsverksamhet varit ovanligt stor; un-

der 1991 avslutades den internationella intensivstudien av Skagerrak (SKAGEX) och det Internationella Bottniska Viken-året inleddes. Båda dessa program genomfördes planenligt och avkastade stora volymer observations- och analysdata. De för PMK kontrakterade expeditionerna har genomförts planenligt. Liksom under tidigare år har två av expeditionerna i Bottniska Viken genomförts från Sjöfartsverkets isbrytare.

Under året har samarbetet med Fiskeriverket ökat till sjöss. Under några av Havs- fiskelaboratoriets expeditioner har SMHI deltagit med oceanografiska observationer och provtagningar dels i samband med trålningarna dels på oceanografiska standardstationer. Syftet med detta är dels en ökning av observationsfrekvensen för SMHI:s program, dels en ökad service åt fiskeriundersökningarna.

SMHI vill tacka Naturvårdsverket för PMK-uppdraget och det direkta finansiella bidraget, Fiskeriverket för gott samarbete och för användningen av U/F Argos; samt befäl och manskap på U/F Argos för gott kamratskap och all hjälp under verksamhetsåret. Vi tackar också Sjöfartsverket och många personer där i befäl och manskap på isbrytarna för all hjälp i samband med provtagningar.

Slutligen vill vi som skrivit rapporten tacka Anita Taglind för all hjälp med ord- och textbehandling, figurframställning och slutredigering av rapporten.

Stig Carlberg

GENERAL

SMHI finances, mostly from its own budget, a considerable and important programme for investigations of the open sea areas around Sweden. About 20 per cent of the total workload is directed towards environmental monitoring and this part is financed by the National Swedish Environment Protection Agency (NSEPA) within its programme for national environmental monitoring, PMK. This part of the monitoring is entirely integrated with the regular activities of SMHI and it also constitutes the greater part of the Swedish contribution to the Baltic Monitoring Programme (BMP) of the Helsinki Commission for the Protection of the Baltic Sea Environment (HELCOM).

SMHI has access to adequate ship time and facilities on R/V Argos, which is commissioned by the National Swedish Board of Fisheries (NSBF).

Since several years SMHI has presented summarised results of the entire programme of investigations as an annual PMK-report to NSEPA. With the 1991 report (and onwards) the results are presented as a "Report on the conditions of the seas around Sweden." In this are also included the results of the PMK programme.

The volume of the SMHI programme was unusually big in 1991 (as well as in 1990). SKAGEX, the international intensive study of the Skagerrak area, was finished and the International Gulf of Bothnia Year was started. The cruises related to these programmes were carried out according to the plans and so were also the monitoring cruises. As in previous years two of the monitoring cruises in the Gulf of Bothnia were carried out with ice breakers in cooperation with the National Swedish Administration of Shipping and Navigation.

During 1991 the cooperation between SMHI and NSBF has been strengthened. Oceanographers from SMHI participated in some of the fisheries survey cruises of the Institute of Marine Research and provided observations and data on standard oceanographic parameters, including nutrients, in connection with trawling and also at standard oceanographic stations. The aim of this is to increase the frequency of observations in the programme of SMHI and at the same time provide support for the fisheries investigations.

Stig Carlberg

2 VÄDER OCH ISFÖRHÅLLANDEN

2.1 Självädret 1991

1991 blev det fjärde året i rad med högre medeltemperatur än normalt, men avvikelserna blev mindre än under de närmast föregående extremt varma åren 1989 och 1990. Under februari var det kortvarigt riktig vinter även i landets södra delar, och från mitten av april till början av juli rådde för årstiden mycket kyligt väder i hela landet. Året var relativt stormfattigt, om man undantar januari och december, då ovädren dock främst tycks ha vållat skador och problem i fjällen och i landets inre delar.

Januaristorm

Under årets båda första veckor var temperaturskillnaderna stora mellan landets södra och norra delar. I gränzonen mellan luftmassorna rörde sig intensiva lågtryck åt öster över Sverige och medförde hårda vindar över Sydsveriges farvatten. Mest blåste det den 9-10 med västsydvästlig storm längs Västkusten. Högsta vindhastigheten rapporterade Kullen med 36 m/s. Under senare hälften av januari dominerade milda sydvästvindar i samtliga farvatten, innan vi fick en liten vinter under de tre första veckorna i februari med vindar mellan nord och ost.

Bakslag för våren.

Mars blev en relativt normal vårmånad, men på påskafton gav ett intensivt lågtryck västvindar på upp till 20 m/s. Våren fick ett ännu fastare grepp under första hälften av april, och i mitten av månaden rådde närmast sommarvärme, innan det var dags för ett mycket kraftigt och långvarigt bakslag med kalla nordanvindar.

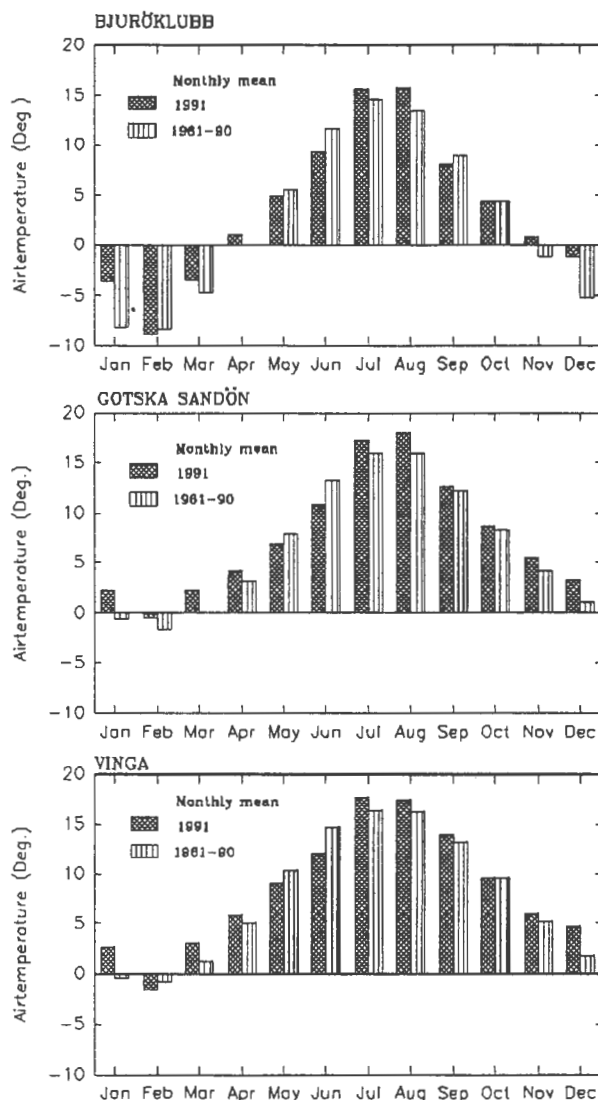


Fig. 2.1

Förhållandena var mest extrema i juni, som var den kallaste sedan mätningarnas början för mer än 130 år sedan i delar av södra Sverige.

Sommaren räddad.

I början av juli skedde en radikal omläggning av väderläget, som räddade sommaren. Det övervägande vackra vädret dominerade ända till första veckan av september, som bjöd på rekordvärme i landets mellersta delar.

Stormfattig höst.

Med undantag för den sena värmeböljan i början av september och en vacker Brittsommar vid rätt tid omkring Birgittadagen den 7 oktober, blev hösten i stort sett normal vad temperaturen beträffar. Anmärkningsvärt är däremot att vinden aldrig nådde stormstyrka vid någon av kuststationerna under de tre höstmånaderna september till november.

Blåsig december.

Ett kraftigt högtryck hade sitt centrum över kontinenten eller Britiska öarna under hela december, vilket medförde att

mild atlantluft styrdes in över Sverige med vindar mellan sydväst och väst. Lågtryckstrafiken över Norska havet och nordligaste Skandinavien var mycket livlig, och månaden var blåsig med 10-20 dygn med kuling vid kusterna. Vinden nådde dock bara nätt och jämnt stormstyrka vid några få kuststationer den 20-21 och den 30. Månaden blev mycket mild, framför allt i norr, och man började kunna ana att vi stod inför den femte milda vintern i följd.

Haldo Vedin

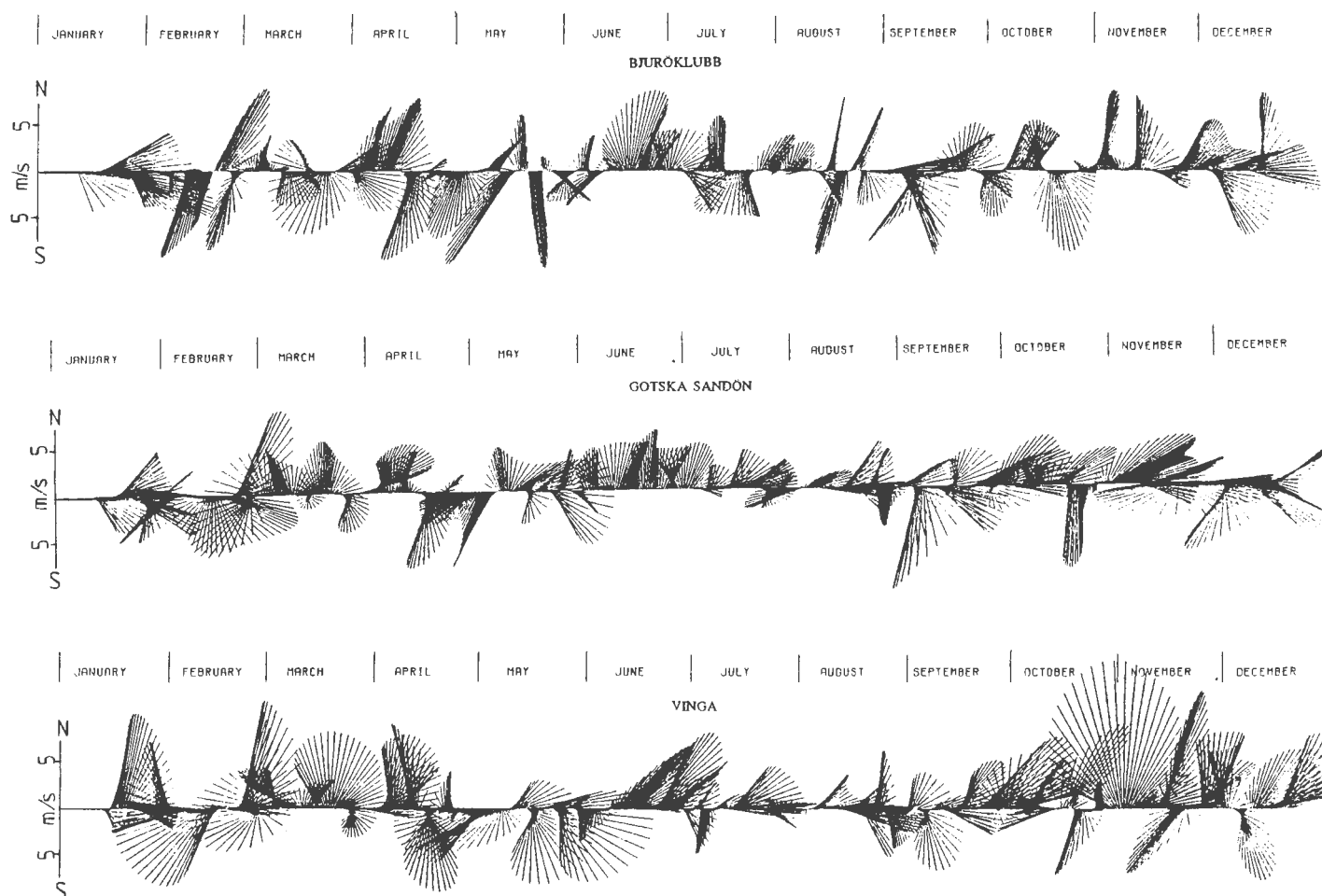


Fig. 2.2 Vindvektorer från tre kuststationer visande vindriktning och styrka. Data har medelvärdesbildats och filtrerats för att framhäva tidsskalor på en vecka och större.

2.2 Isvintern

För fjärde året i rad var det en mycket lindrig isvinter med begränsade svårigheter för sjöfarten. Istillväxten kom inte igång på allvar förrän under andra veckan i februari. Bottenviken och Norra Kvarken var helt istäckta den 7 februari och nyis förekom då också längs med hela Bottenhavskusten. Fortsatt istillväxt gynnades av lungt väder och maximal isutbredning nåddes omkring den 19 februari. Isen sträckte sig då 20- 25 nautiska mil ut från Bottenhavets kuster sydvart till Ålands hav. Det förekom även tunn is i Kalmar-sund.

Islossningen i norr började med att isen vid Bottenhavskusten drevs ut till havs. Mot slutet av april släppte isen från den norra kusten och isfältet blev alltmer sönderbrutet. Isen i sydkanten smälte successivt och isfältet minskade i omfattning. På svensk sida var det i stort sett isfritt den 16 maj, medan grov is då fanns kvar i finska skärgården fram till den 23 maj. Ute på öppet vatten var det isfritt den 19 maj vilket är tidigare än normalt.

Björn Sjöberg

3 HYDROLOGISK ÖVERSIKT FÖR 1991

Under andra hälften av mars började vårfloden komma igång i de snötäckta delarna av Svealand och i sydöstra Norrland. Vårflodskulmen inträffade under första hälften av april i mellersta och norra Svealand och i norrländska skogsvattendrag upp till Västerbottens kusttrakter. Kulminationsnivån var ungefär den normala men tidpunkten var 2 till 3 veckor tidigare än normalt. Kallt väder från mitten av april gjorde att snösmältningen sedan gick långsamt. Vårfloden i södra Norrlands fjälltrakter och i skogsvattendragen i norra Norrland kulminerade därför på en låg nivå under maj.

Den i stort sett uteblivna snösmältning i Götaland och södra Svealand samt förhållandevis litet regn under perioden mars-maj medförde i dessa områden för årstiden låga vattennivåer i mark och vattendrag. Undantag utgör i viss mån Skåne, där ett mindre flöde inträffade i början av maj. Emellertid blev juni månad mycket nederbördsrik och markvattenhalt, grundvattenstånd och vattenföring steg till över normala nivåer i stort sett hela södra Sverige i månadsskiftet juni/juli.

Även i norra Sverige medförde den rikliga juninederbörden god vattentillgång under försommaren. I mindre och medelstora vattendrag i Dalarna utom fjällområdet inträffade omkring 20 juni en

flödestopp som hade ungefär samma nivå som en ordinär vårflod. Under juni skedde också huvuddelen av snösmältningen i norra Norrlands fjälltrakter. Vårfloden kulminerade där på ungefär normal nivå men med stor vattenvolym. För de stora älvarna i norra Norrland medförde den rikliga fjällfloden tillsammans med den höga juninederbörden att vattenföringen långt fram på sommaren blev hög.

Efter omslag av vädret i juli månads inledning var vattenföringen sjunkande med endast kortvariga avbrott till i början/mitten av september. I de flesta vattendrag utom för de som avvattnar fjällområdet uppnåddes då nivåer som är normalt för årets lägsta vattenföring.

Hösten blev som helhet förhållandevis normal ur vattenföringssynpunkt, men detta uteslöt inte att en del mindre flöden inträffade. I slutet av september passerade två intensiva regnområden på i stort sett samma bana över södra Sverige och gav kraftigt regn i ett band från nordvästra Skåne till nordöstra Småland. Detta resulterade i kraftiga flöden i bäckar, men eftersom de naturliga vattenmagasinen i marken och sjöarna dessförinnan var låga blev ökningen i större vattendrag mycket måttlig. I början av november inträffade mindre flöden i västra Götaland och i andra hälften av december i Skåne.

Martin Häggström

4 OCEANOGRAFI

4.1 Skagerrak

Under året genomfördes fyra expeditioner till Skagerrak. Två av expeditionerna, i januari och maj, genomfördes inom ramar för det s.k. SKAGEX-projektet, ett internationellt projekt vars syfte är att kartlägga variabiliteten i Skagerrakområdet. Dessutom besöktes Skagerrak två gånger, under februari och september, i samband med att SMHI medföljde Fiskeriverkets havsfiskelaboratorium på deras ordinarie expeditioner till Skagerrak-Kattegat.

Januari-växlande förhållanden.

Under januariexpeditionen gjordes tre transekter utefter snittet Oksö-Hanstholm. I början av veckan fanns en kraftig salthaltsgradient invid Jyllandskusten. I det lågsalina vattnet uppmättes höga halter av nitrat, silikat och ammonium. Vid slutet av perioden, då vinden från att ha varit växlande stabiliserats och vridit mot ost, hade vattnets karakteristika i detta område ändrats radikalt. Salthalten hade ökat, samtidigt som närsaltshalterna sjunkit och den vertikala skiktningen i stort

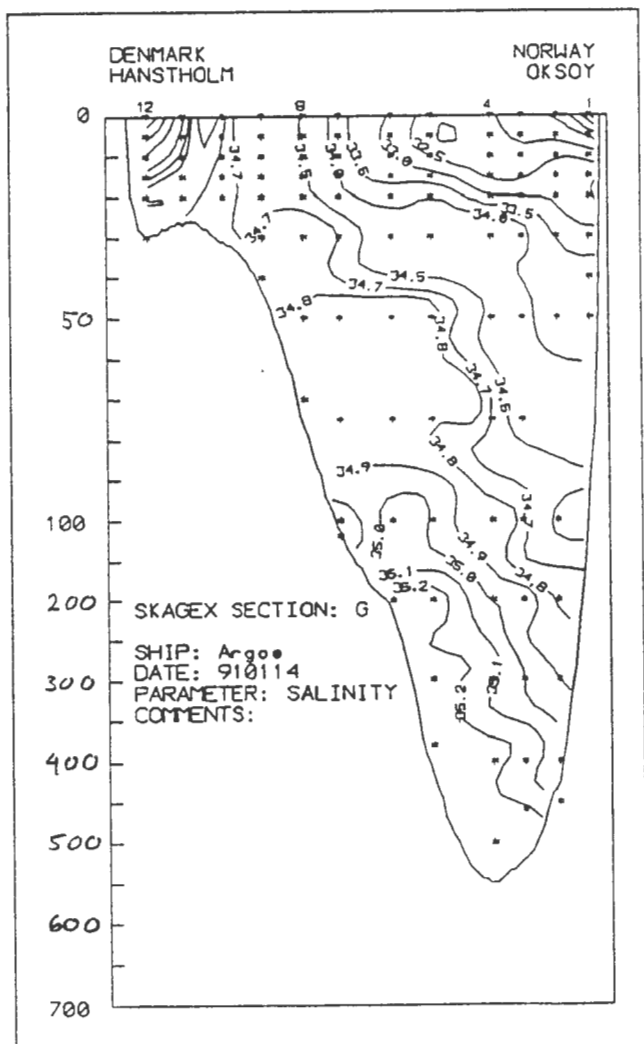


Fig 4.1.1 Sektion Oksö-Hanstholm salinitet

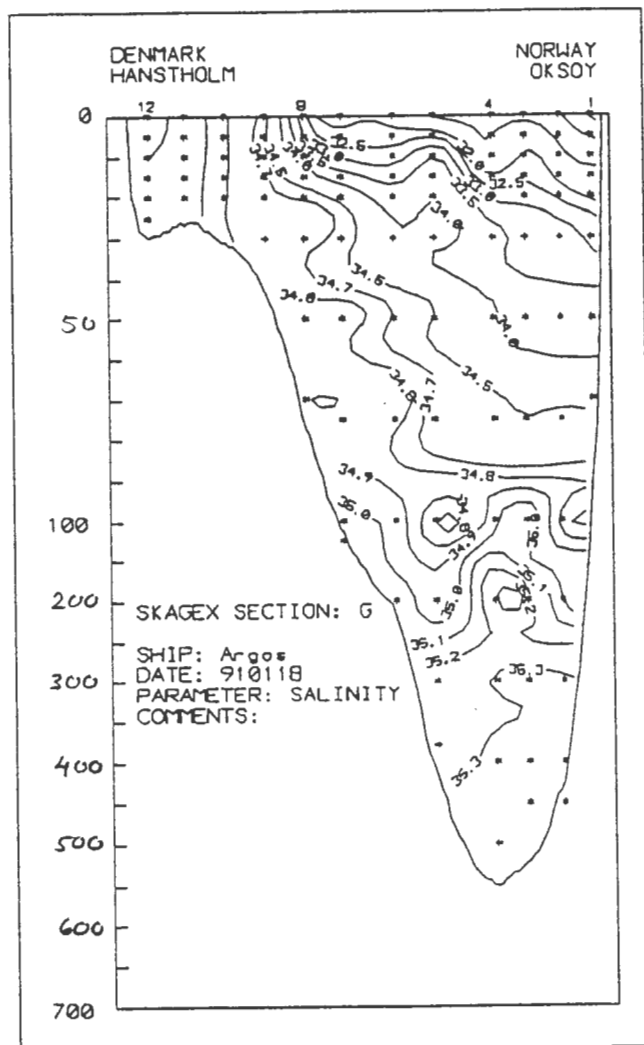


Fig 4.1.2 Sektion Oksö-Hanstholm salinitet

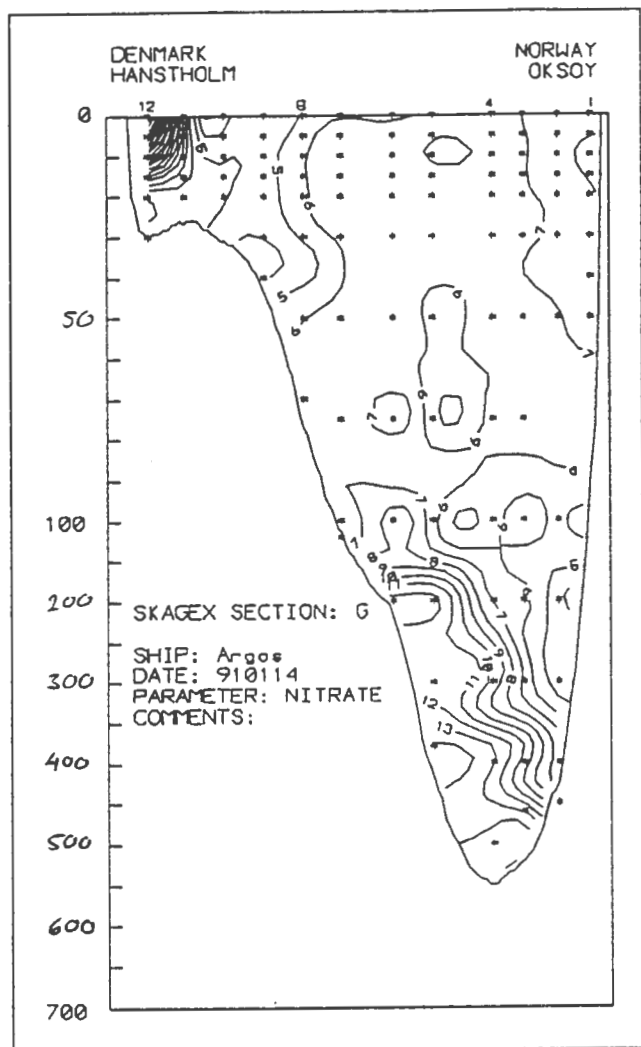


Fig 4.1.3 Sektion Oksö-Hanstholm
nitrat

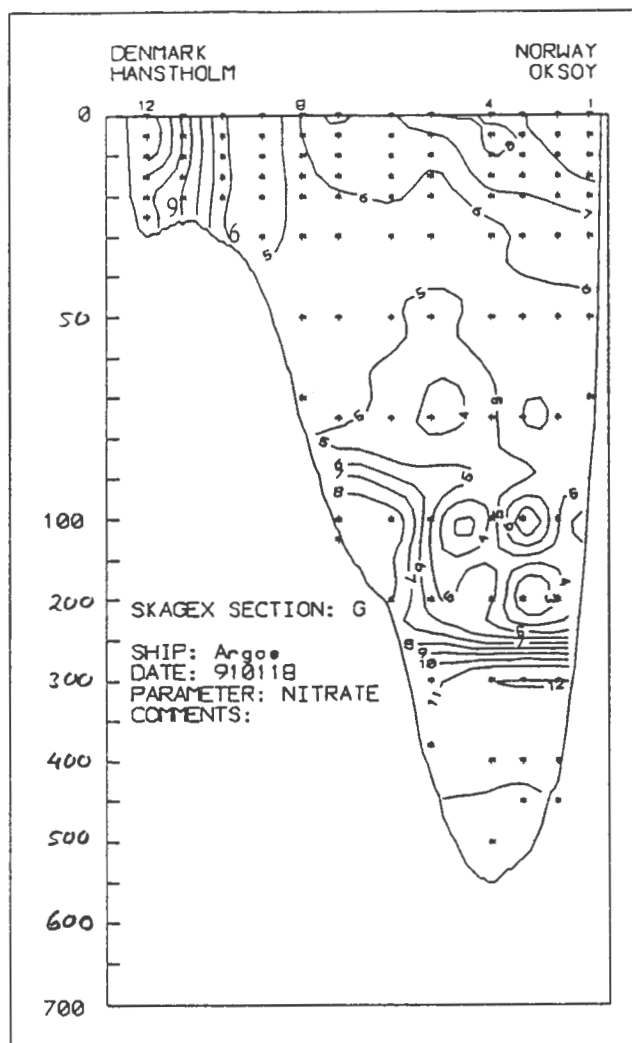


Fig 4.1.4 Sektion Oksö-Hanstholm
nitrat

sett försvunnit. Dessa förhållanden kan sägas vara typiska för Skagerrak. De starka gradienterna och höga närsalt-halterna förekommer ofta under ett par dygns tid och förknippas med inströmmande lågsalint vatten från de södra delarna av Nordsjön. Vid ändrade väderförhållanden ersätts detta vatten med saltare och näringsfattigare vatten från centrala Nordsjön.

Den norska kustströmmen breddar sig under hela perioden ut över en stor del av Skagerrak. I djupvattnet, under 100 meter, återfanns atlantiskt vatten med en salthalt över 35 PSU och relativt höga närsalthalter. Temperaturen varierade

mellan 4 och 7 grader i ytlagret, lägst värden uppmättes invid kusterna.

Februari-höga silikatvärden.

Ytvattentemperaturen i februari varierade mellan -0.6 och 2.2 °C. De högsta temperaturerna registrerades utefter kusten mellan Hirtshals och Skagen, där även närsaltskoncentrationerna var högst. I tabell 4.1.1 presenteras ett urval av stationer som kan sägas representera förhållandena i de centrala och östra delarna av Skagerrak. Som framgår av tabellen låg koncentrationerna av PO_4 och NO_3 kring medel medan halterna av SiO_2 var betydligt högre än normalt.

Station	PO ₄		NO ₃		SiO ₂	
	mv 80-89	jan 91	mv 80-89	jan 91	mv 80-89	jan 91
Å 16 0-20 m	0.60	0.38	9.77	5.04	10.0	15.2
P 2 0-20 m	0.82	0.64	13.65	13.00	7.6	21.7
M 6 0-20 m	0.55	0.54	9.04	6.77	3.9	20.1

Tabell 4.1.1 Tabellen visar uppmätta ytvatten-koncentrationer av PO₄, NO₃ samt SiO₂ tillsammans med februarimedelvärden för perioden 1980-1989, för 3 olika stationer i Skagerrak.

Maj-SKAGEX avslutas.

I maj genomfördes den avslutande expeditionen till Skagerrak inom SKAGEX. Denna gång togs prover längs med fyra olika transekter (fig 4.1.5). Ytvatten-temperaturen varierade mellan 7 och 9 °C. Högsta temperaturer uppmättes närmast den svenska kusten. I djupvattnet låg temperaturen kring 6-7 °C.

Saliniteten varierade från ca 28 PSU vid svenska kusten till 34 PSU längst västerut. Halterna av fosfat, nitrat och nitrit i ytvattnet var i allmänhet låga (<0.1 µmol/l).

Silikathalterna var låga (< 1 µmol/l) endast i ytvattnet längs med de danska och svenska kusterna.

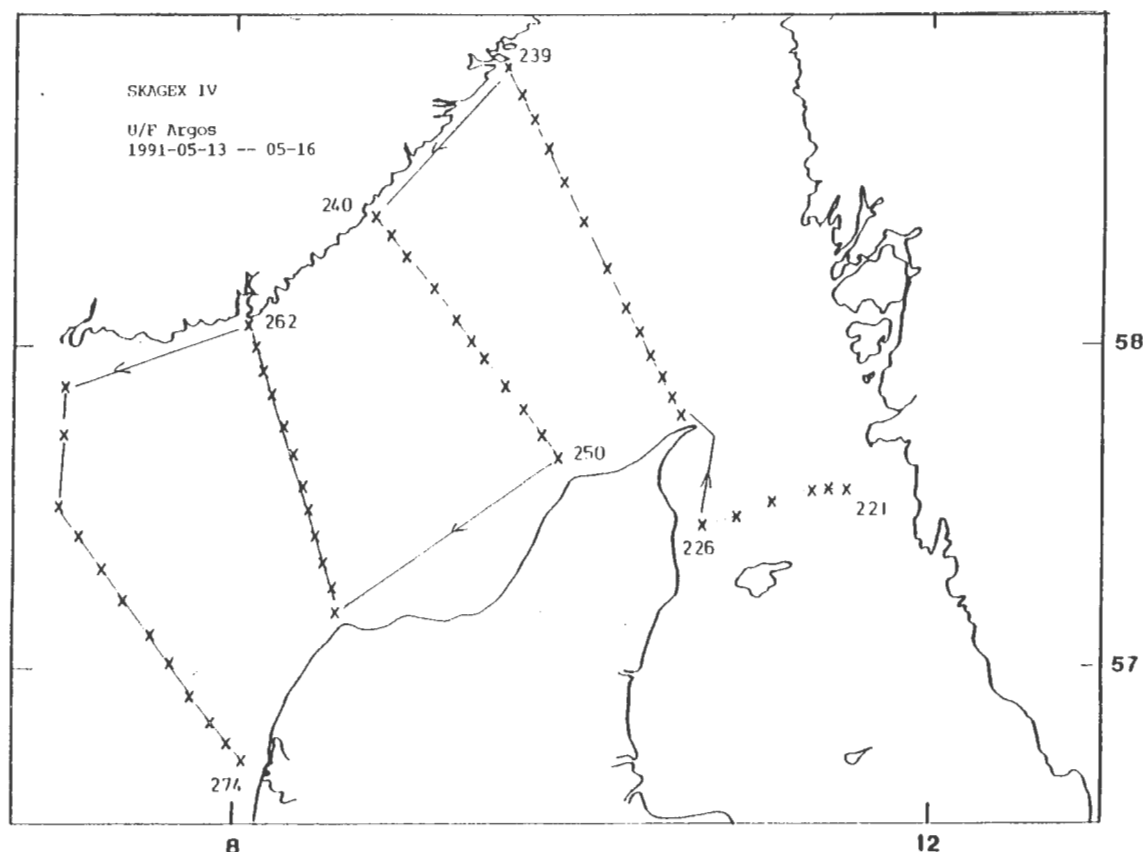


Fig. 4.1.5 Stationer tagna under SKAGEX experimentet i maj.

September-låga närsaltshalter.

Temperaturen i ytvattnet varierade mellan 13.5 - 15 °C. I de centrala delarna nådde detta lager ner till ett djup av ca 20 m medan det utefter svenska västkusten

nådde ner till 50 m djup. Under termoklinen avtog temperaturen långsamt med djupet från ca 10 °C till 6.5 °C i de djupaste delarna (400 m).

Station/djup	PO ₄		NO ₃		SiO ₂	
	mv	sep	mv	sep	mv	sep
Å18	80-89	91	80-89	91	80-89	91
ytlagret 0-20 m	0.04	<0.02	<0.10	<0.10	1.5	1.2
50 m	0.76	0.59	11.15	6.98	4.9	3.2
400 m	1.05	0.71	10.70	10.05	8.6	5.8

Tabell 4.1.2 Tabellen redovisar mätvärden för PO₄, NO₃ och SiO₂ från några olika djup vid stationen Å18 presenterade tillsammans med månadsmedelvärden från september för perioden 1980-1989.

Samtliga närsalter uppvisade lägre koncentrationer än normalt, både i yt- och djupvattnet. Detta var genomgående för

alla stationer i Skagerrak under denna expedition. I Tabell 4.1.2 illustreras detta med mätdata från station Å18 i centrala Skagerrak.

4.2 Kattegatt-Öresund

Kattegatt och Öresund besöktes under månaderna januari, februari, maj, juni, augusti, september och november. Sammanlagt genomfördes åtta expeditioner under året vid vilka hela eller delar av området kartlades.

Växlande vintervattentemperaturer.

Under januari togs stationer i den östra delen av Kattegatt och i Öresund, på väg till och från Östersjön. Temperaturen i ytvattnet varierade mellan 2.8 och 7.1 °C. De lägsta värdena uppmättes i det baltiska vattnet längst i söder. Yttemperaturerna var 1 till 2 °C högre än normalt för årstiden. Under ett relativt tunt homogent ytskikt (ca 5-10 m) låg en termoklin med en tjocklek om ca 30 m.

I februari, ca två veckor efter det väderomslag som även gav södra Sverige en period med vinterkyla, besöktes Kattegatt återigen. Ett stort antal stationer togs, täckande hela Kattegatt och Öresund. Under perioden mellan expeditionerna i januari och februari hade ytvattentemperaturerna sjunkit betydligt. Temperaturerna i februari varierade från under 0 °C i nordvästra Kattegatt till drygt 1 °C i södra delen, vilket är ca 1-2 °C lägre än normalt. I jämförelse med januari hade termoklinen blivit tunnare och skarpare i övrigt var skiktningförhållandena likartade. Under båda expeditionerna låg temperaturerna i djupvattnet mellan 6 och 7 °C.

Tidig vårblomning

Under januari var silikathalterna i ytvattnet, ned till ca 20 m djup, betydligt högre än månadsmedelvärdet för perioden 1989-89. Värdena varierade kring 10 $\mu\text{mol/l}$ vilket nästan är dubbelt upp mot normalt. En trolig förklaring till detta är att ytvattnet innehöll en ovanligt stor del Östersjövatten. Halter av övriga närsalter uppvisade inga nämnvärda avvikelser från normalvärdena. Förhållandena var "vinterlika" dvs. ytvattnet innehöll riktiga mängder närsalter. Under slutet av februari hade situationen förändrats. Vårblomningen hade startat och närsaltsförråden i ytvattnet var nästan uttömda. I de norra och centrala delarna varierade fosfathalterna i ytskiktet mellan 0,2 och 0,1 $\mu\text{mol/l}$. Söder om Anholt låg koncentrationerna under detektionsgränsen ($<0,02 \mu\text{mol/l}$).

Nitralthalterna var lägre än 0,1 $\mu\text{mol/l}$ i hela området. En bidragande orsak till att vårblomningen kommit igång ovanligt tidigt kan vara det stabila väderläget under perioden, och den därmed etablerade skiktningen som stabiliserar förhållandena.

Även i norra Öresund var närsaltkoncentrationerna mycket låga i februari. I den södra delen fanns det fortfarande gott om närsalter och förhållandena var mer "vinterlika".

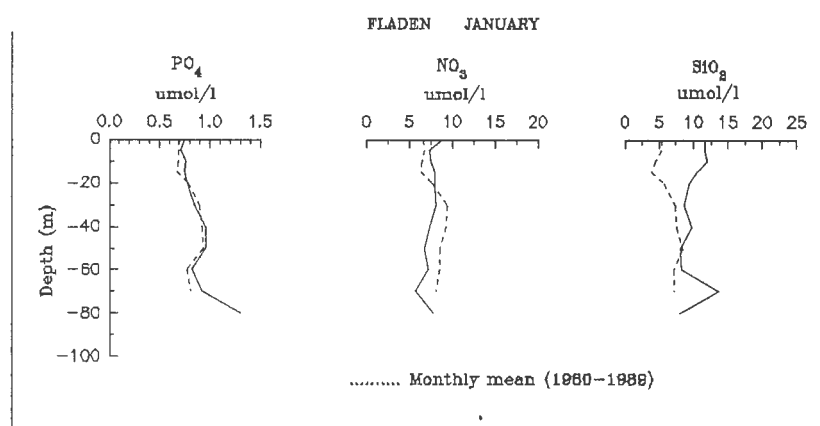


Fig 4.2.1 Vertikalprofiler av PO_4 , NO_3 och SiO_2 vid stationen Fladen tillsammans med månadsmedel för januari från perioden 1980-1989.

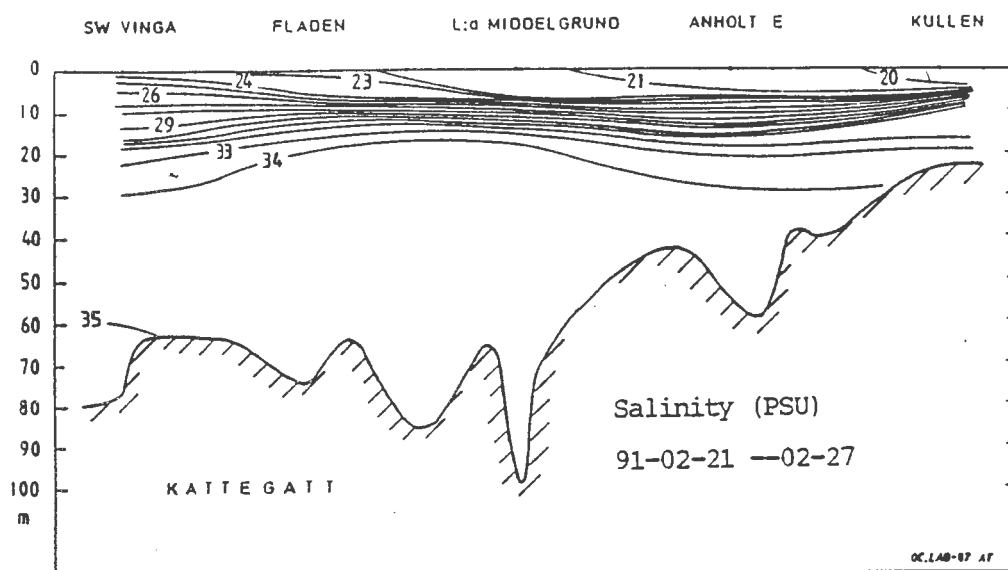


Fig 4.2.2 Fördelningen av salthalt i en nord-sydlig sektion genom Kattegatt. Temperaturfördelningen uppvisade en liknande struktur.

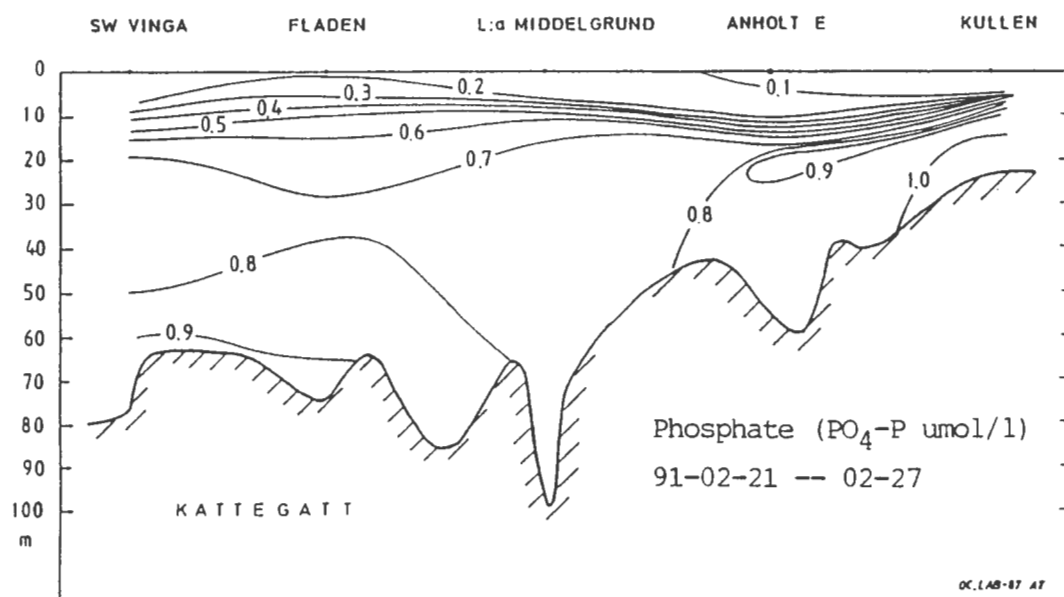


Fig 4.2.3. Fördelningen av fosfat i en nord-sydlig sektion genom Kattegatt. Fosfatet i ytvattnet är nästan uttömt.

Station/djup	PO ₄		NO ₃		SiO ₂	
	mv feb	feb	mv feb	feb	mv feb	feb
Fladen	80-89	91	80-89	91	80-89	91
ytlagret 0-10 m	0.70	0.34	9.90	3.88	8.5	0.95
20 m	0.83	0.68	10.74	7.44	6.0	5.6
60 m	0.78	0.83	9.51	8.47	3.7	6.9

Tabell 4.2.1 Uppmätta närsaltskoncentrationer vid Fladen tillsammans med februarimedelvärden. Vårblomningen är redan i full gång, något tidigare än vanligt.

Sen vår.

Under andra veckan maj hade ytvatten-temperaturerna ökat till ca 9 °C. Termoklinen låg på ett djup av 5-10 m, i djupvattnet varierade temperaturerna kring 6 °C. Ytsalthalten låg runt 22 PSU. Haloklinen var kraftig och på ca 20 meters djup uppmättes en salthalt på ca 33 PSU. Halterna av närsalter var, som vanligt vid denna årstid, låga i hela ytskiktet. Under haloklinen ökade halterna mot botten.

Nästkommade två expeditioner till Kattegatt inföll under sista veckan av maj, då östra delarna undersöktes, samt i slutet

av juni då västra och norra Kattegatt kartlades. Den sena våren medförde låga ytvattentemperaturer i hela området. Ytvattentemperaturen var omkring 10 °C den 21 maj. Fyra veckor senare hade ytvattnet värmts upp till c:a 12 °C, vilket är nästan 3 °C lägre än motsvarande månadsmedelvärde för perioden 1980-89. Halterna av närsalter var låga i hela ytskiktet. I och under haloklinen ökade halterna. Förhållandena kan betecknas som normala för årstiden.

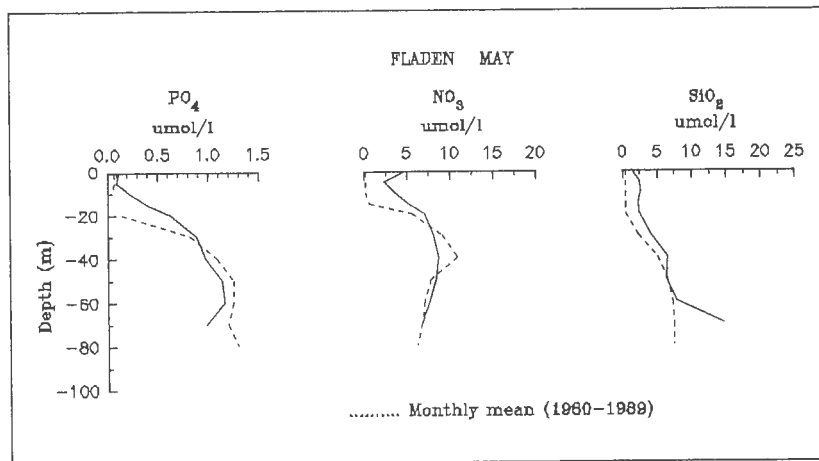


Fig 4.2.4 Den vertikala fördelningen av närsalter i centrala Kattegatt, uppmätta samt månadsmedelvärden för maj.

Sensommar, låga närsaltshalter och oxygenförbrukning.

I början av september, efter den varma perioden i juli och augusti, hade ytvattentemperaturerna ökat och var nu högre än normalt. Oxygenhalterna i södra Kattegatts bottenvatten var låga, endast strax över 2 ml/l. Orsaken kan härledas till det under perioden lugna och stabila väderläget, förhållanden som varken gynnar vertikal omblandning eller vattenutbyte.

Närsaltshalterna i ytvattnet var låga medan halterna under haloklinen var klart högre än normalt.

I Öresund dominerades ytvattnet (0-15 m) av östersjövatten medan bottenvattnet bestod av inströmmande Kattegattvatten. I bottenvattnet vid stationen W Landskrona uppmättes oxygenhalter lägre än 1.5 ml/l.

Station/djup	PO4		NO3		SiO2	
	mv	sep	mv	sep	mv	sep
	80-89	91	80-89	91	80-89	91
Fladen 50 m	0.57	0.98	3.97	10.13	10.0	20.1
Anholt 50 m	1.02	1.23	7.47	12.57	22.2	34.2

TABELL 4.2.2 Uppmätta närsaltskoncentrationer i centrala Kattegatts djupvatten, tillsammans med septembermedelvärden.

Höst-oxygenbrist.

Under slutet av september besöktes Kattegatt och Öresund åter. Temperaturen i Kattegatts ytvatten var då ca 15.5 °C vilket är ungefär 1 °C över månadsmedelvärdet för perioden 1980-1989. Termo-

klinen låg på ca: 30 m djup i den norra delen medan den i söder låg grundare, på ca: 15 m djup. Djupvattnets temperatur var densamma i hela området, kring 9 °C.

I jämförelse med förhållandena i början av månaden hade oxygensituationen försämrats ytterligare. Halterna vid botten var nu låga eller till och med mycket låga

(<2 ml/l) i hela den sydöstra delen av Kattegatt och i norra Öresund. Det lägsta värdet, 0,4 ml O₂/l, uppmättes i de centrala delarna av Laholmsbukten.

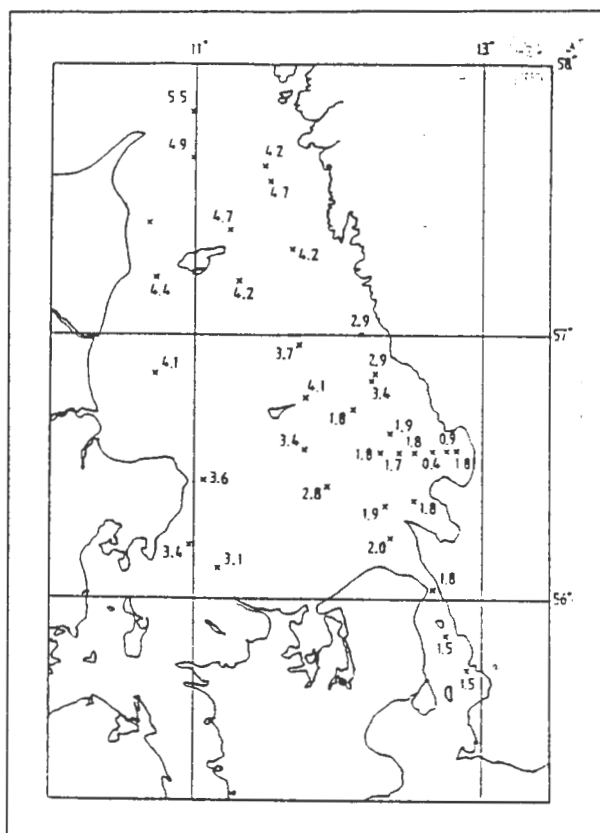


Fig 4.2.5 Oxygen koncentrationer vid botten.

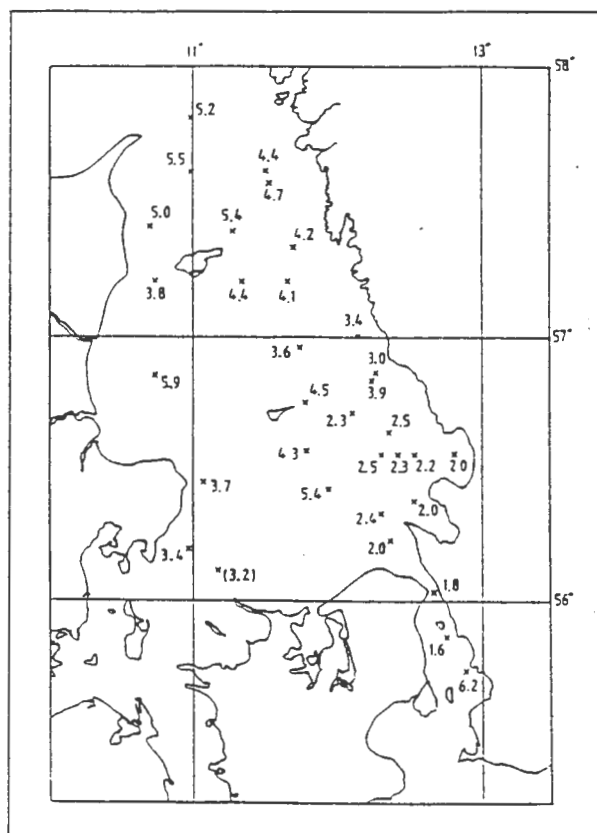


Fig 4.2.6 Oxygen koncentrationer 2-4 m över botten

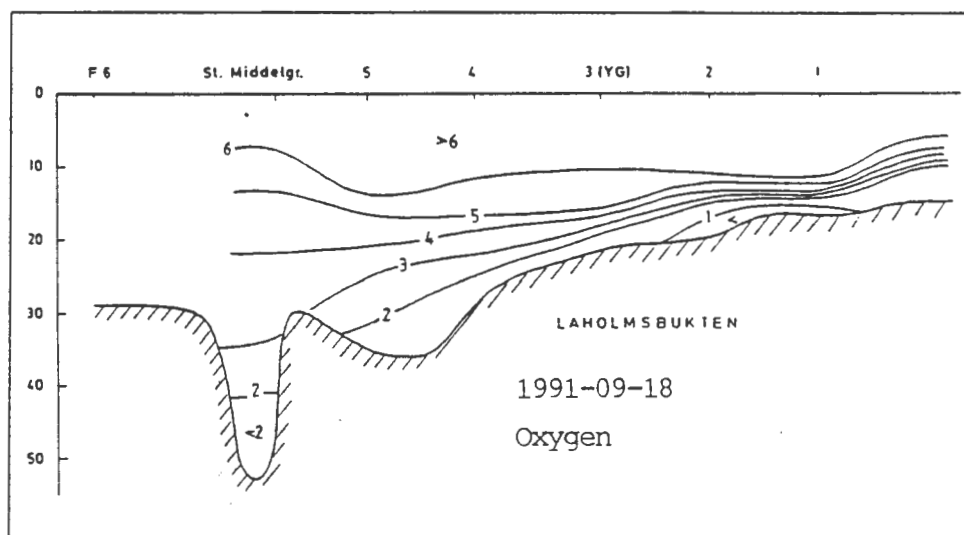


Fig 4.2.7 Fördelningen av oxygen i ett vertikalsnitt genom Laholmsbukten.

NO₃-halterna låg under detektionsgränsen i ytvattnet i hela Kattegatt och Öresund. PO₄ i ytvattnet varierade från 0.03 µmol/l i sydöstra Kattegatt till de högsta, 0.36 µmol/l i nordväst.

Station/djup	PO4		NO3		SiO2	
	mv sep 80-89	sep 91	mv sep 80-89	sep 91	mv sep 80-89	sep 91
GF 4						
ytlagret 0-20 m	0.20	0.06	0.20	<0.10	2.5	2.8
50 m	0.39	0.61	2.48	4.56	5.4	12.8
60 m	0.85	0.57	4.71	1.92	4.9	10.3
Fladen						
ytlagret 0-20 m	0.15	0.15	0.12	<0.10	3.0	3.1
50 m	0.62	0.80	4.00	7.21	11.1	15.0
70 m	0.92	0.90	7.00	5.66	16.8	16.1

Tabell 4.2.3 Mätvärden från stationerna GF 4 (norra Kattegatt) och Fladen (centrala Kattegatt) tillsammans med september medelvärden från åren 1980-1989 för yt- respektive djupvatten.

Station/djup	PO4		NO3		SiO2	
	mv sep 80-89	sep 91	mv sep 80-89	sep 91	mv sep 80-89	sep 91
W Landskrona						
ytlagret 0-20 m	0.35	0.23	0.71	<0.10	6.8	10.3
40 m	1.21	1.26	4.53	4.71	25.0	25.8

Tabell 4.2.4 Närsaltskoncentrationer från stationen W Landskrona i Öresund tillsammans med septembermedelvärden från åren 1980-1989 för yt- resp. djupvatten.

Det sista besöket för året till Kattegatt genomfördes i november. Ytvattnet var då 1-2 °C varmare än medel. Termoklinen var svag och djupvattnet isotermt. De lägsta oxygenhalterna 4,6 ml/l uppmättes i bottenvattnet vid stationen Kullen i norra Öresund. I djupvattnet uppmättes något lägre närsaltskoncentrationer än normalt.

Station/djup	PO4		NO3		SiO2	
	mv	nov	mv	nov	mv	nov
GF 4	80-89	91	80-89	91	80-89	91
ytlagret 0-5 m	0.49	0.30	1.8	0.34	5.3	4.2
50 m	0.76	0.43	3.7	2.6	5.2	6.1
70 m	0.79	0.42	3.8	2.7	6.0	5.9
Fladen						
ytlagret 0-5 m	0.42	0.22	1.5	0.24	6.2	4.9
50 m	0.75	0.42	4.6	1.5	6.6	4.7
70 m	0.87	0.48	5.3	2.4	8.9	5.4
Anholt E						
ytlagret 0-5 m	0.38	0.38	0.92	0.61	5.2	7.9
50 m	0.91	0.61	6.4	3.7	12.7	8.2

Tabell 4.2.5 Närsaltskoncentrationer från tre stationer i Kattegatt tillsammans med novembermedelvärden för perioden 1980-1989, för yt- respektive djupvatten.

4.3 Egentliga Östersjön

Under året genomfördes fyra expeditioner till egentliga Östersjön i månaderna januari, maj/juni, augusti och november. Vid expeditionen i januari gjordes en speciell ansträngning för att kartlägga och dokumentera de områden i egentliga Östersjön som drabbats av oxygenbrist.

Januari-varmare än normalt.

Som vanligt i Östersjön under vintern rådde det under januari homogena förhållanden i ytvattnet, ända ned till saltsprångskiktet vid ca: 60 m djup. Ytvatten-temperaturerna var mellan 1 till 1.5 °C högre än normalt för årstiden.

I Bornholmsbassängen påträffades varierande oxygenförhållandena, bilden komplicerades av inströmmande vatten från Kattegatt. Låga halter (< 1 ml O₂/l) uppmättes vid bottnen i de nordöstligaste delarna och på 10-30 m avstånd från bottnen i de övriga delarna av bassängen. I Gotlandsbäckenets alla delbassänger registrerades oxygenbrist. Gränsytan för 2 ml/l oxygen låg på mellan 90 och 110 m djup i östra och norra Gotlandsbassängerna och på ca 125 m djup i västra Gotlandsbassängen. Svavelväte återfanns endast i östra Gotlandsbassängen, under ca 125 m djup.

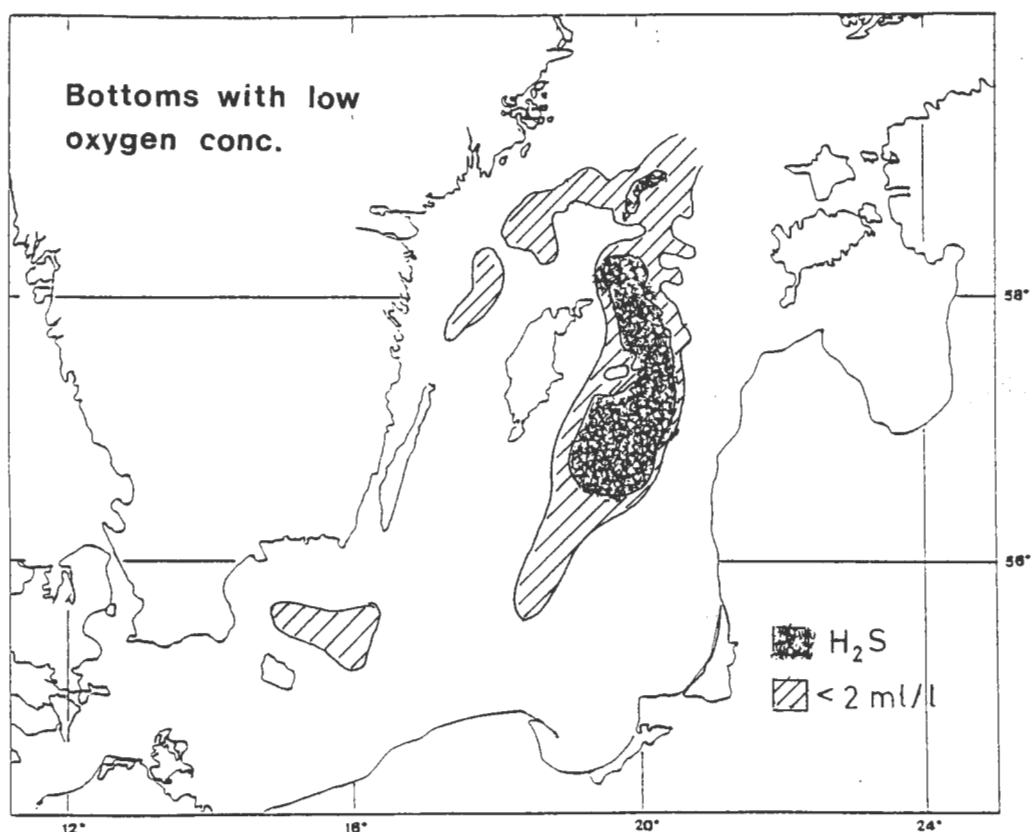


Fig 4.3.1 Utbredningen av svavelväte och låga oxygenhalter under januari.

I jämförelse med månadsmedelvärden för perioden 1980-89 kan närsaltssituationen under januari i Östersjön betecknas som normal. Man får dock i detta sammanhang inte glömma att vinterhalterna av,

framför allt fosfatfosfor och nitratkväve, flerdubblats sedan 60-talet. Ökningen mellan 70- och 80-talet var nästan 100% för nitratkväve respektive 30-50 % för fosfatfosfor.

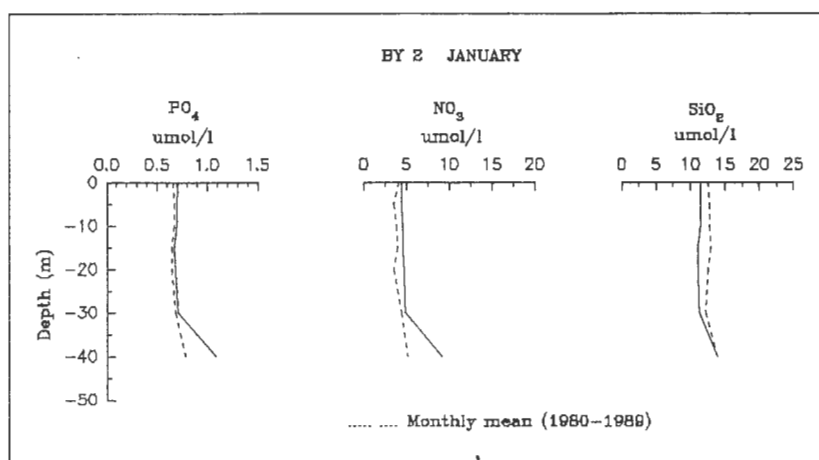


Fig 4.3.2 Närsaltsprofiler från station BY 2 i södra Östersjön medelprofiler för januari under perioden 1980-1989.

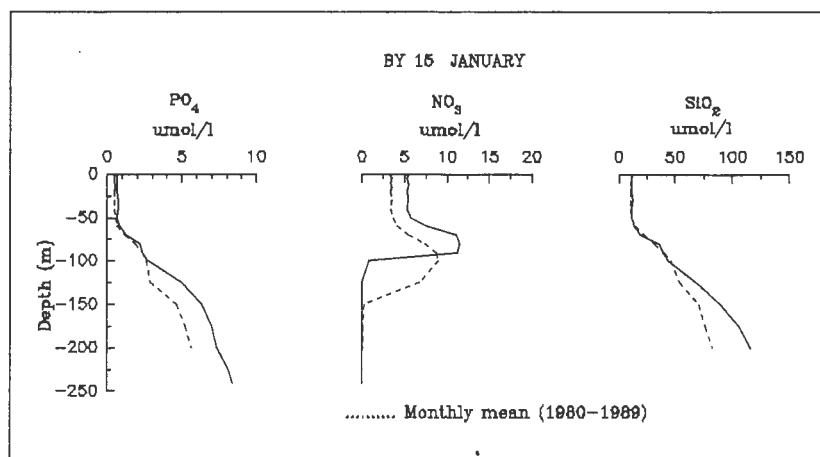


Fig 4.3.3 Närsaltsprofiler från station BY 15 i centrala delen av östra Gotlandsbassängen tillsammans med medelprofiler för januari under perioden 1980-1989.

Försommar-låga närsaltshalter.

Mellan sista veckan i maj och mitten av juni hade temperaturen i ytvattnet ökat från 5-6 °C till ca 9 °C vilket får betecknas som normalt för årstiden.

Gränsytan för 2 ml/l oxygen låg på ca 60 m djup i Hanöbukten och på mellan 100 och 125 m djup i östra och norra Gotlandsbassängerna. Väster om Gotland låg gränsytan på 90-100 m djup.

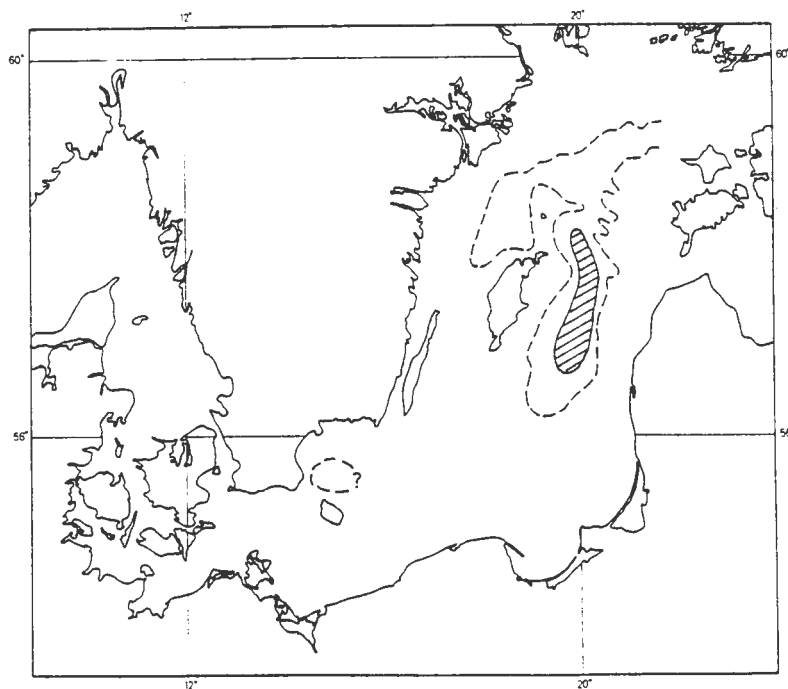


Fig 4.3.4 Utbredningen av svavelväte och låga oxygenhalter (< 2 ml O₂/l) under maj

Ytvattnet var i princip tomt på fosfatfosfor ($< 6 \mu\text{mol/l}$) och i södra Östersjön ($< 7 \mu\text{mol/l}$) och nitratkväve. Halterna var lägre än $0,1 \mu\text{mol/l}$ medan halterna i övrigt varierade omkring $10 \mu\text{mol/l}$. Silikathalterna var lägst i ytskiktet utanför Finska Vikens mynning

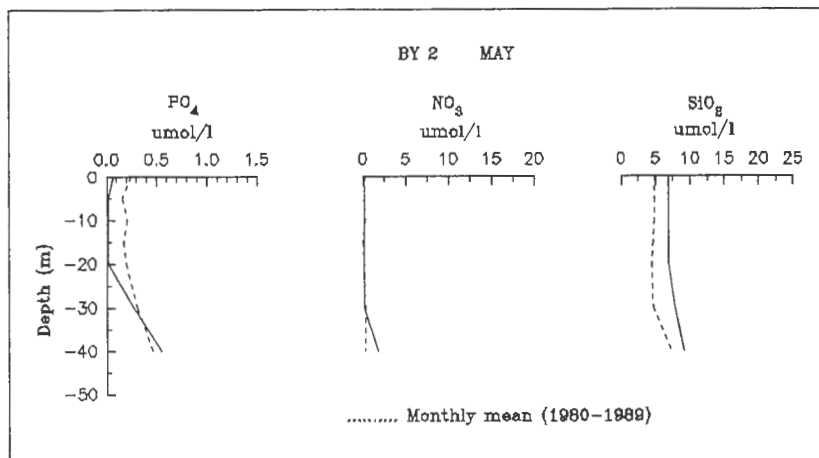


Fig 4.3.5 Närsaltsprofiler från station BY 2 i södra Östersjön tillsammans med månadsmedelprofiler från perioden 1980-1989.

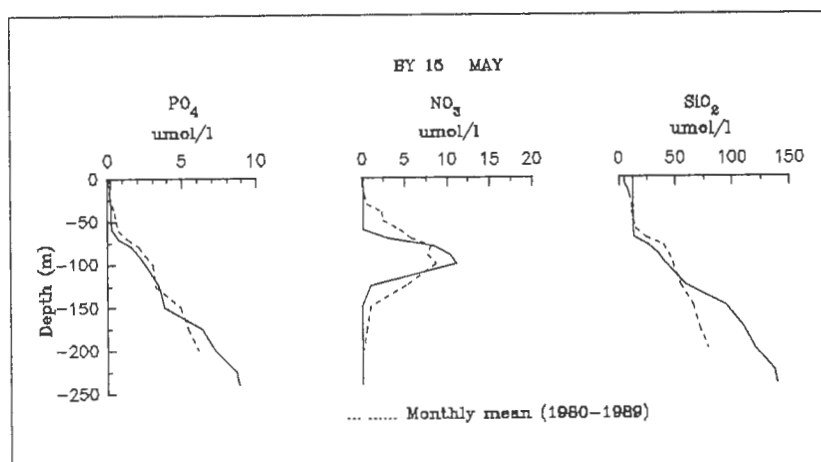


Fig 4.3.6 Närsaltsprofiler från station BY 15 i centrala Östersjön tillsammans med månadsmedelprofiler från perioden 1980-1989.

Sensommar-höga ytvattentemperaturer.

I augusti varierade ytvattentemperaturen mellan $17-18.5^{\circ}\text{C}$ och termoklinen låg på 15-20 m djup.

Salinitet (PSU) Gotlandsdjupet				
Djup	900823	901115	910124	910904
150 m	11.30	10.87	10.77	10.72
200 m	11.56	11.41	11.31	11.21
225 m	11.56	11.50	11.43	11.33

Tabell 4.3.1 Salthalten i Gotlandsbassängens djupvatten fortsätter att sjunka.

Oxygenhalterna översteg 6 ml/l i hela yt-skiktet ned till 60 m (haloklinen). I Bornholmsbassängen låg gränssytan för 2 ml/l oxygen på ett djup av 75 m och i Gotlandsbassängen på ca 100 m. Svavelväte uppmättes i östra Gotlandsbassängen från 140 m och djupare.

I de centrala och norra delarna av eg. Östersjön låg fosfathalterna nära detektionsgränsen (0,02 $\mu\text{mol/l}$) i den fotiska

zonen, ned till 15-20 m djup, därunder ökade halterna med djupet. I de södra och sydvästra delarna var ytvattenhalterna något högre, ca 0,05-0,1 $\mu\text{mol/l}$. Nitrat-halterna var låga ända ned till haloklinen, värdena varierade kring detektionsgränsen (0,1 $\mu\text{mol/l}$). Silikathalterna uppmättes till ca 8 $\mu\text{mol/l}$ i det tunna ytlagret som utgör den fotiska zonen, för att sedan öka ned mot haloklinen.

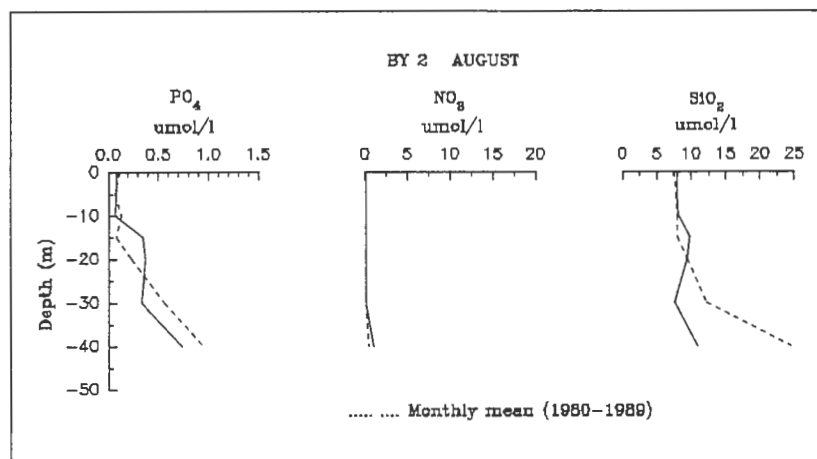


Fig 4.3.7 Närsaltsprofiler från station BY 2 i södra Östersjön tillsammans med månadsmedelprofiler från perioden 1980-1989.

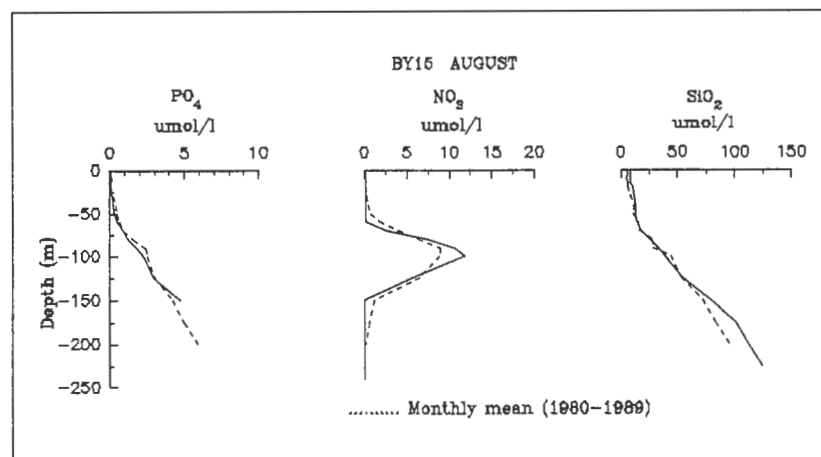


Fig 4.3.8 Närsaltsprofiler från station BY 15 i centrala Östersjön tillsammans med månadsmedelprofiler från perioden 1980-1989.

November - avkylning och ökande närsaltshalter.

Under novemberexpeditionen varierade yttemperaturen mellan 4.4 och 9.6 °C. De lägsta temperaturerna uppmättes väster om Gotland.

Gränsytan för 2 ml/l oxygen låg på ca 70 m djup i Bornholmsbassängen och i östra Gotlandsbassängen på 100 m djup, medan den väster om Gotland låg på ca 150 m djup.

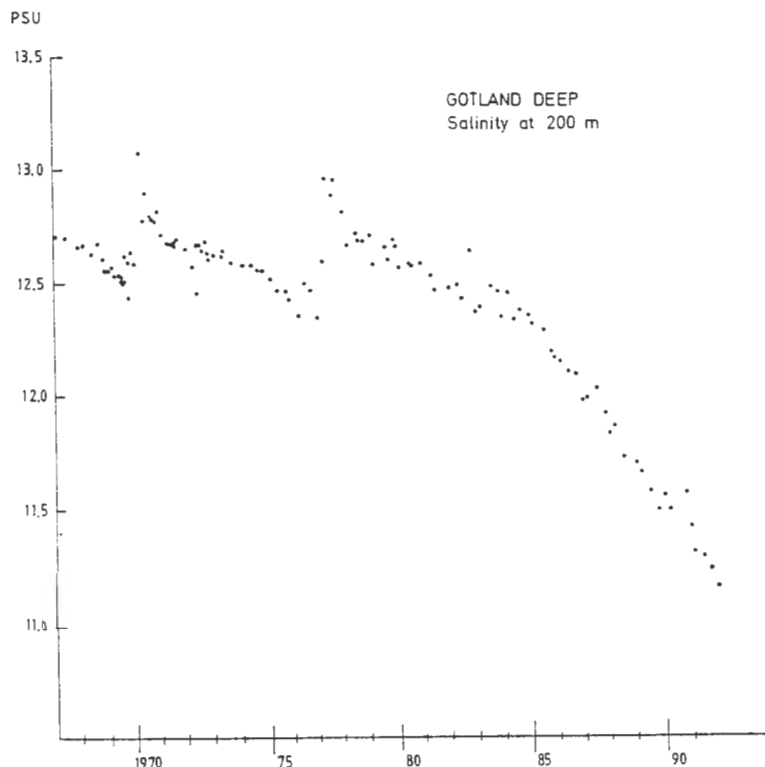


Fig 4.3.9 Tidsserie över salthalten i Gotlandsdjupet. Inget större saltvatteninbrott har skett till Östersjön sedan 1978 och saliniteten i djupvattnet fortsätter att minska.

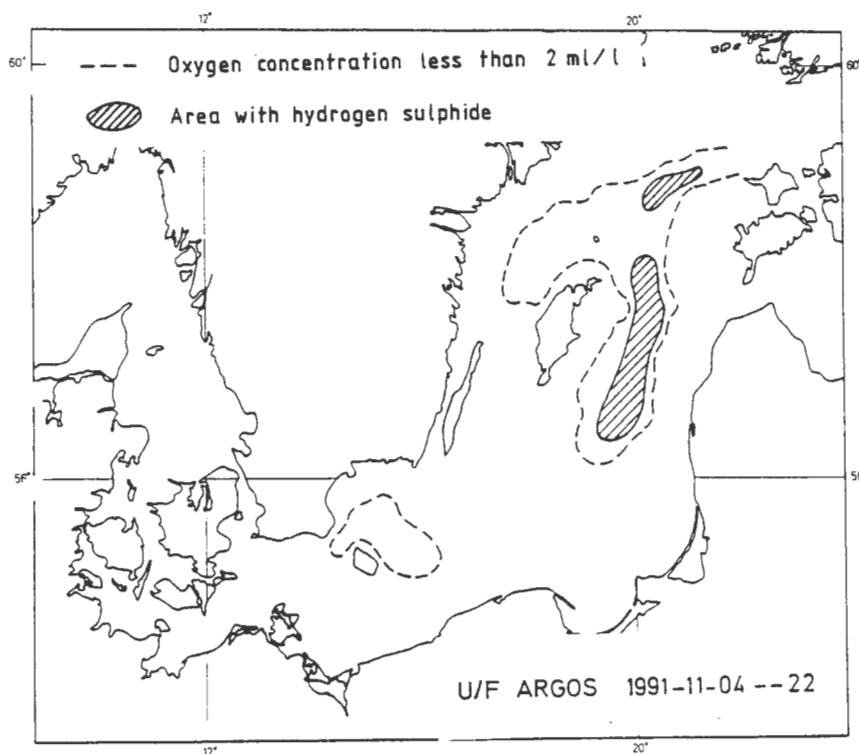


Fig 4.3.10 Utbredningen av svavelväte och låga oxygenhalter under november.

Fosfathalterna i ytlagret varierade mellan 0.05 och 0.4 $\mu\text{mol/l}$, de lägre halterna uppmättes i Gotlandsbassängen och de högre i södra Östersjön. Nitrathalterna

varierade i ytskiktet från under detektionsgränsen ($<0.1 \mu\text{mol/l}$) i södra Östersjön till 2.6 $\mu\text{mol/l}$ väster om Gotland.

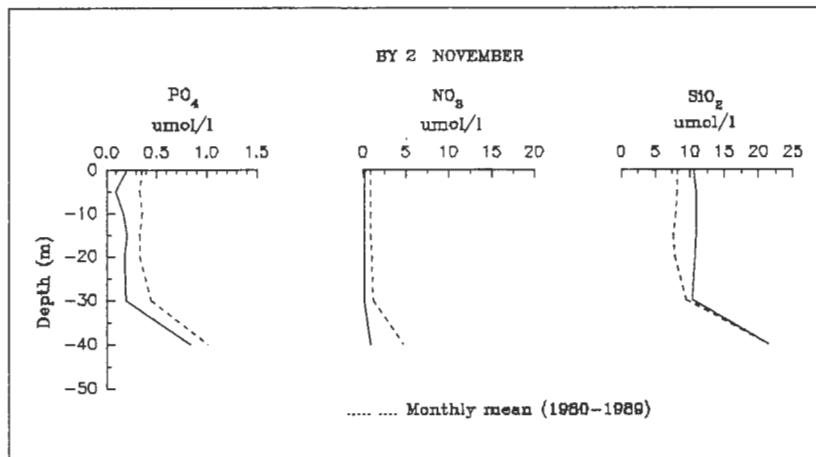


Fig 4.3.11 Närsaltsprofiler från station BY 2 i södra Östersjön tillsammans med månads medelprofiler från perioden 1980-1989.

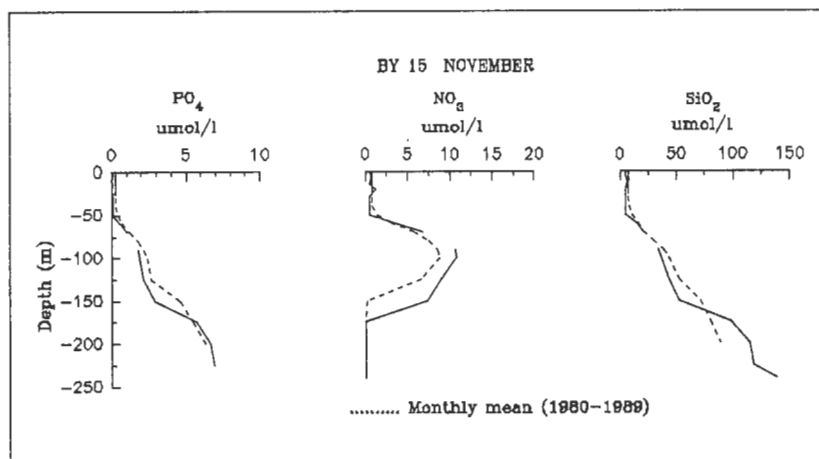


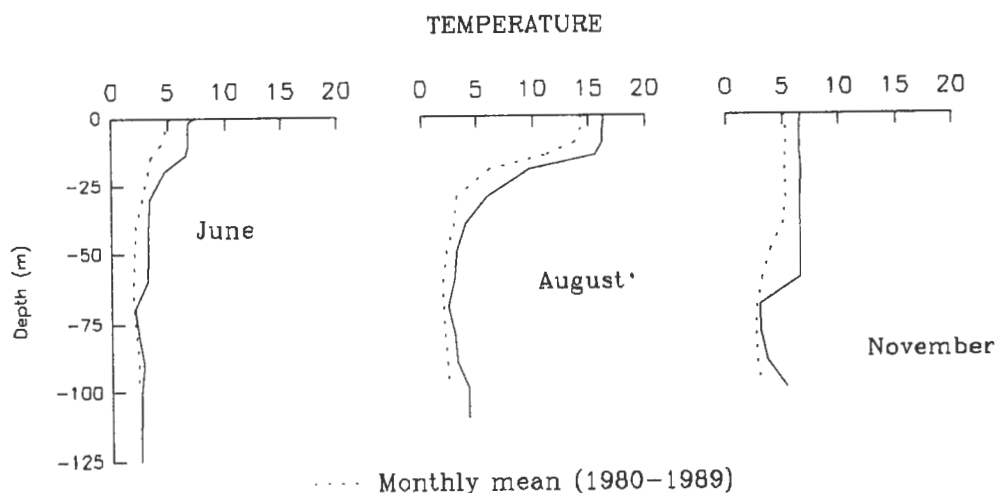
Fig 4.3.12 Närsaltsprofiler från station BY 15 i centrala Östersjön, tillsammans med månadsmedelprofiler från perioden 1980-1989.

4.4 Bottniska viken

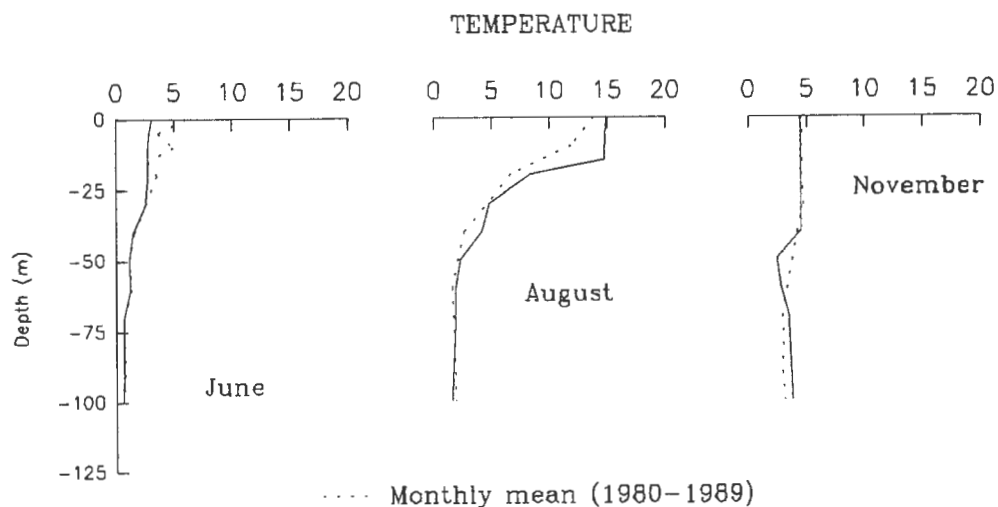
Temperatur - varmare än normalt.

Bottniska viken besöktes vid tre olika tillfällen under året, i månadsskiftena maj-juni och augusti-september, samt i november. I Bottenhavet var temperaturerna i hela vattenkolumnen, vid alla tre tillfällena, högre än månadsmedelvärdet för perioden 1980-89. De största avvikelserna från månadsmedelvärdet, ca 2 °C, uppmättes under augusti. Även i Bottenviken var temperaturerna under augusti-

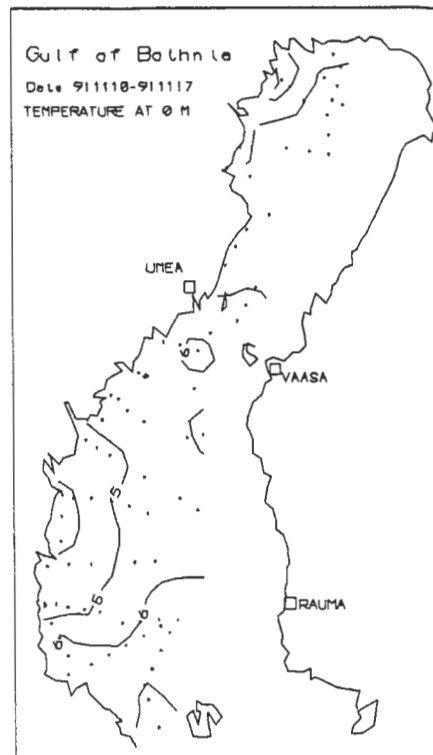
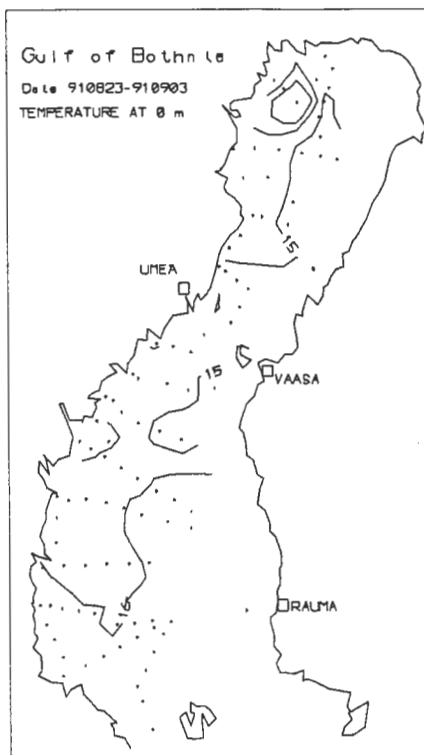
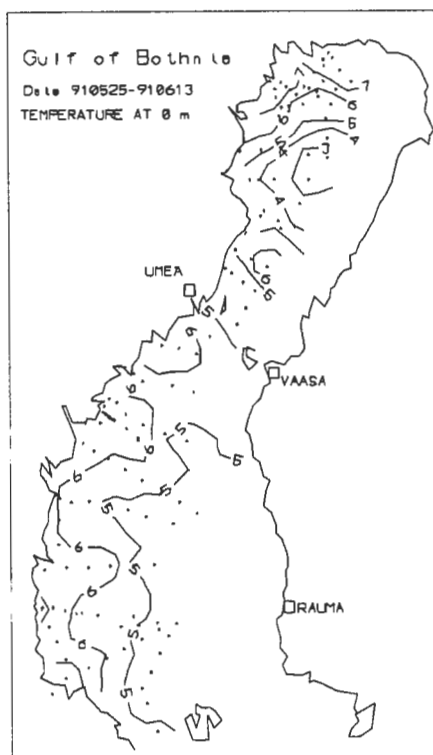
expeditionen högre än normalt, framför allt i ytskiktet, medan mätningarna i juni och november inte visade några nämnvärda avvikelser från månadsmedelvärdet. Under augusti var temperaturskiktningen väl utvecklad med en kraftig termoklin på mellan 20-30 m djup, täckande hela området. Senare på året, i november, hade avkylning och omblandning eroderat termoklinen som försvagats och fördjupats.



4.4.1 Observerade temperaturprofiler samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenhavet (station SR5).



4.4.2 Observerade temperaturprofiler samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenviken (station F9).



4.4.3 Yttemperaturens fördelning. Avståndet mellan isolinjerna är 1 °C.

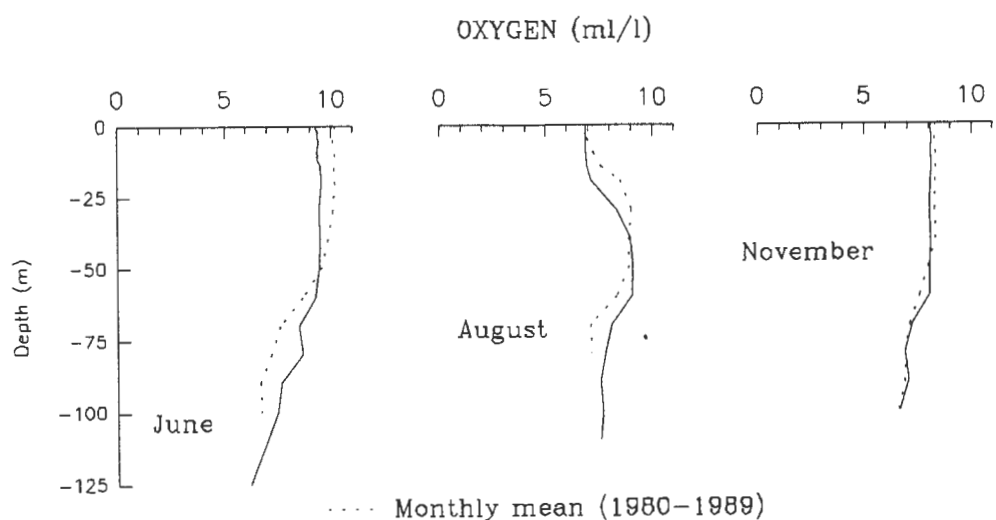
Oxygen.

Den goda djupvattenventilationen i kombination med en relativt liten primärproduktion/volymsenhet gör att oxygentillgången generellt sett alltid är tillfredsställande i Bottniska viken. Oxygenbrist uppkommer endast kustnära, på platser där direkta industriella utsläpp förekommer.

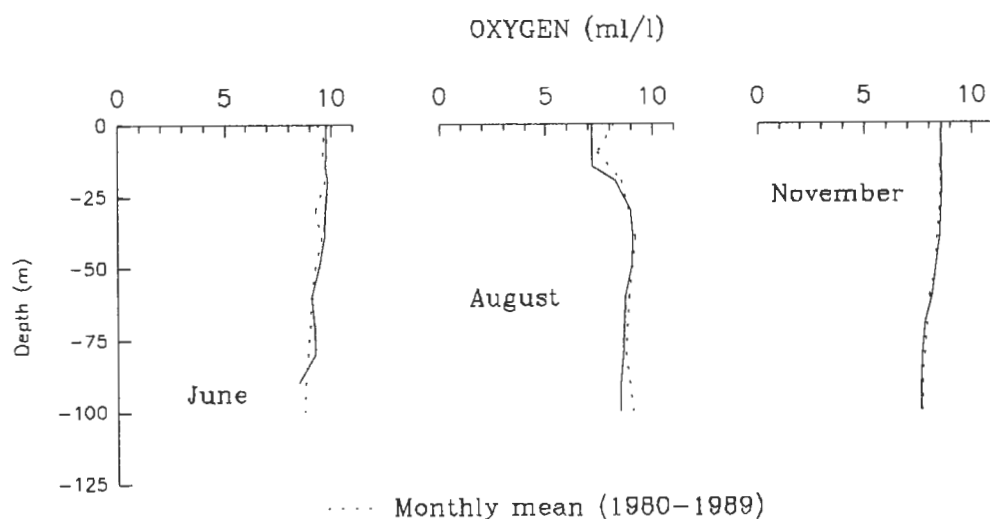
Vid alla tre expeditionstillfällena noterades de lägsta oxygenvärdena på största

djup, vid enskilda kustnära platser och/eller i de centrala delarna av bassängerna. Mättnadsgraden varierade i dessa områden kring 70 %.

Under augustiexpeditionen observerades ett oxygenmaxima på mellan 30 och 60 m djup i hela Bottniska viken. Företeelsen är typisk för årstiden och beror på att det uppvärmda ytvattnet kan lösa mindre oxygen.



4.4.4 Observerade oxygenprofiler samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenhavet (station SR5)



4.4.5 Observerade oxygenprofiler samt motsvarande månadsmedelvärde i centrala Bottenviken (station F9).

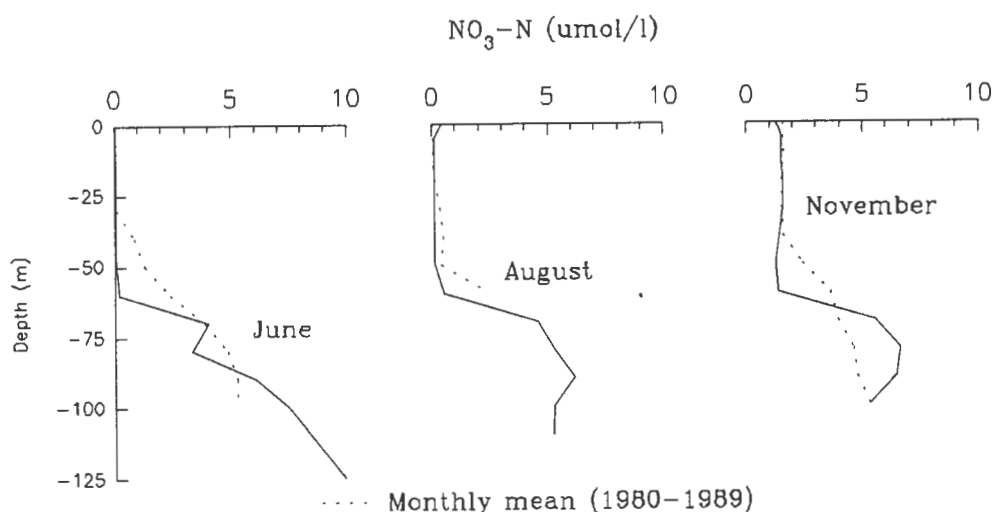
Närsalter.

Bottenhavets ytvatten var under juni och augusti i princip tomt på både nitratkväve och fosfatfosfor. Uppmätta värden låg vid eller under detektionsgränserna (0,1 respektive 0,02 $\mu\text{mol/l}$). Under november hade halterna ökat, antagligen främst genom uppblandning av vatten från djupare liggande vattenlag. Silikathalterna var ovanligt låga i de centrala delarna (ca 30-40 % lägre än månadsmedelvärdet för perioden

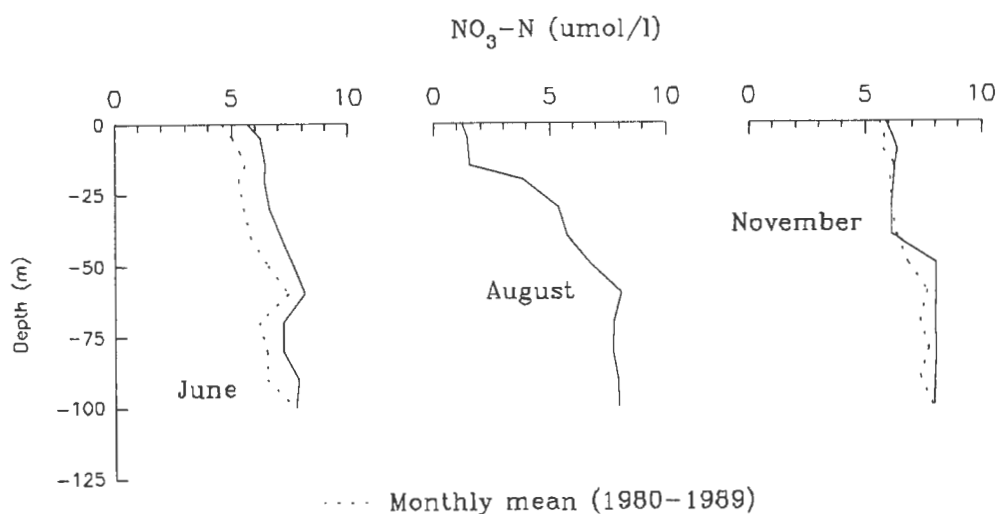
1980-89), men ökade in mot kusterna mot mer normala värden. Under haloklinen på ca 60-70 m djup ökade närsaltshalterna och högsta värden uppmättes vanligen på största djup. Undantagen utgjordes av nitratkväve och silikat som på många stationer i centrala Bottenhavet, under augusti och november, nådde högsta värde på omkring 80 m djup.

I Bottenviken sammanföll juniexpeditionen med starten av vårblomningen och därför var halterna av nitratkväve och silikat i ytvattnet fortsatt förhållandevis höga, jämförbara med vad som vanligen påträffas under "vintern" dvs. november-december. Halterna av fosfatfosfor var som vanligt låga, i allmänhet endast något över detektionsgränsen ($0,03\text{--}0,08\mu\text{mol/l}$).

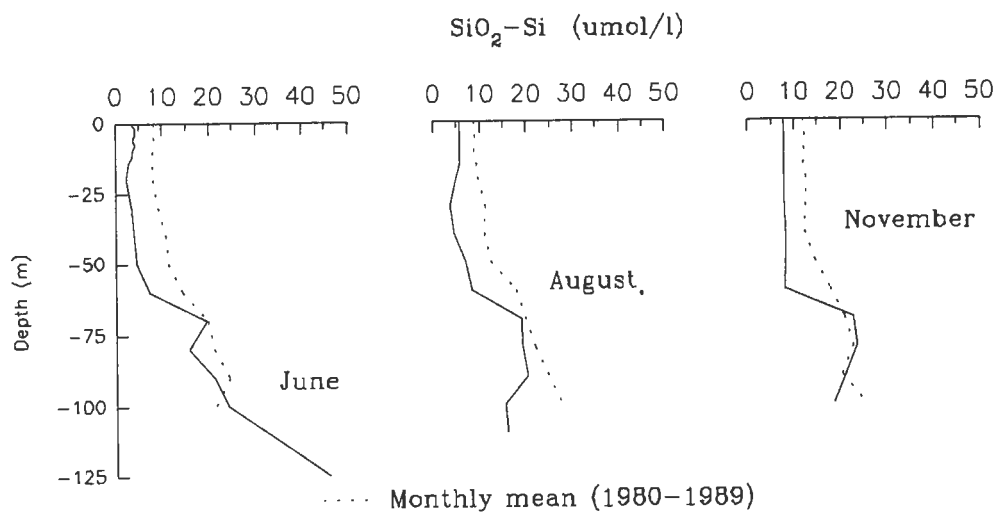
Under augusti hade närsaltshalterna i ytvattnet sjunkit till för årstiden normala värden. Halterna av fosfatfosfor låg då under detektionsgränsen medan nitratkvävet varierade kring $2\text{ }\mu\text{mol/l}$, vilket motsvarar ca 25-30 % av vinterkoncentrationen. Bottenhavet anses vara fosforbegränsat och ytvattnet töms aldrig helt på nitratkvävet.



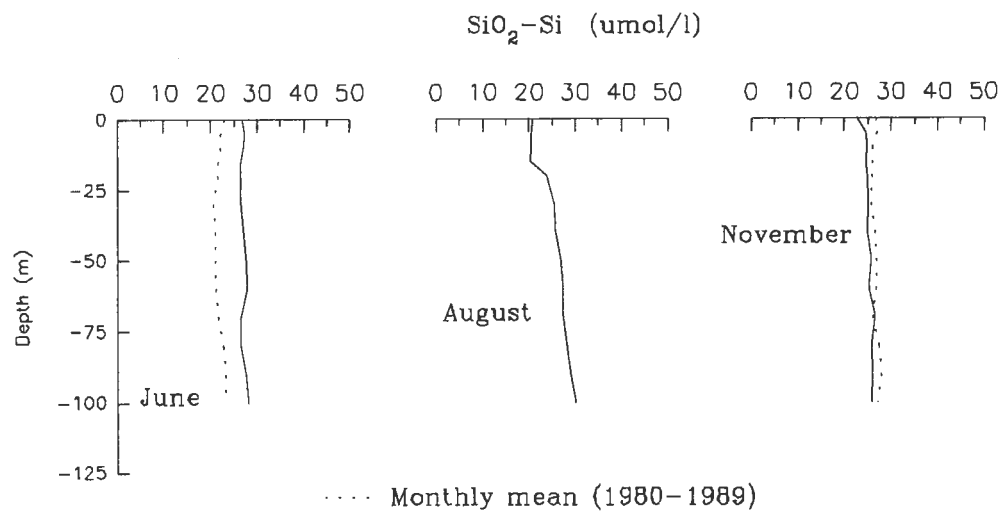
4.4.6 Observerade vertikalprofiler av nitratkväve samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenviken (station SR5).



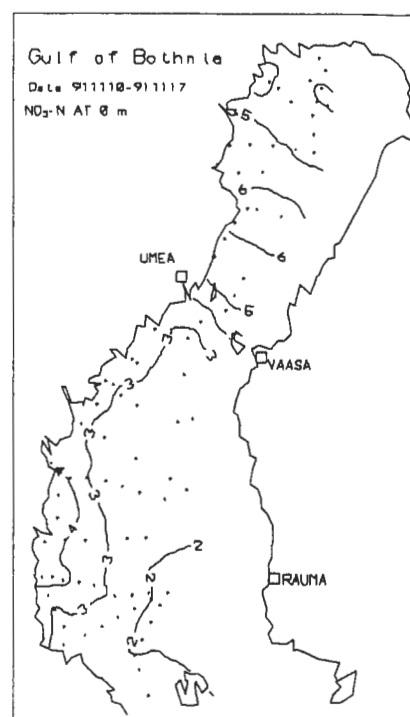
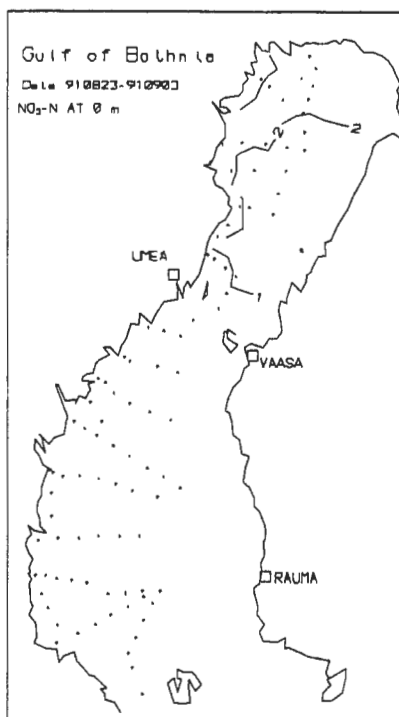
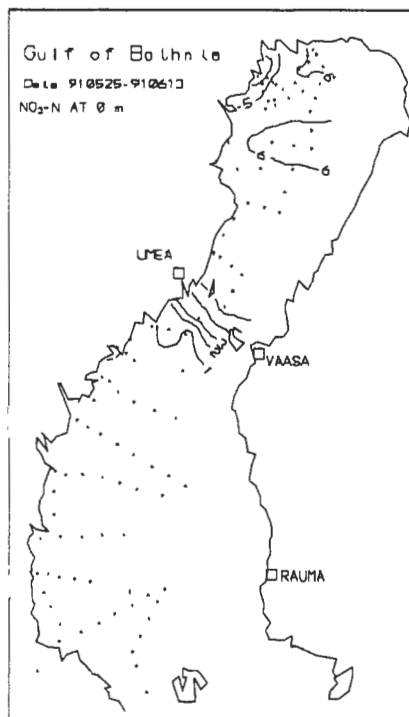
4.4.7 Observerade vertikalprofiler av nitratkväve samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenviken (station F9).



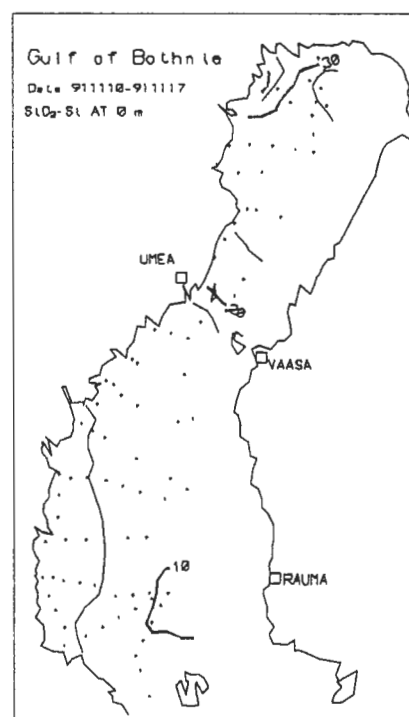
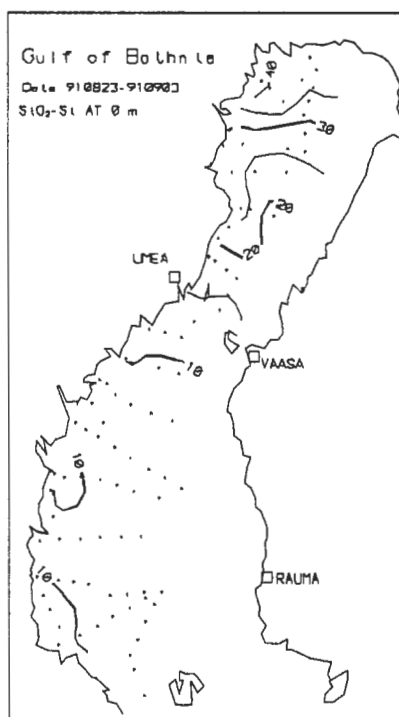
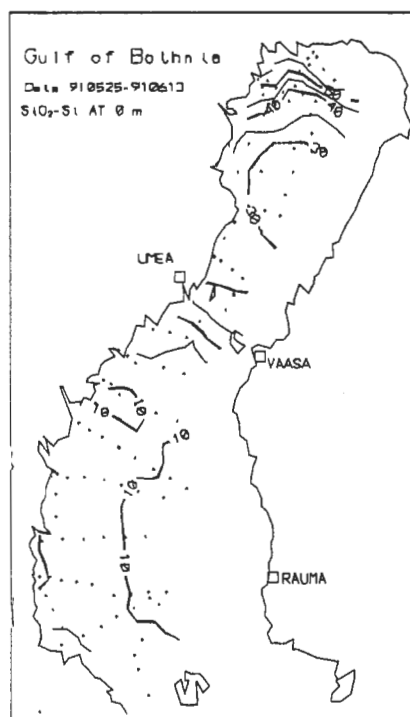
4.4.8 Observerade vertikalprofiler av silikat samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenhavet (station SR5).



4.4.9 Observerade vertikalprofiler av silikat samt motsvarande månadsmedelvärden i centrala Bottenviken (station F9).



4.4.10 Nitratkväve i ytvattnet. Avståndet mellan isolinjerna är 1 $\mu\text{mol/l}$.



4.4.11 Silikat i ytvattnet. Avståndet mellan isolinjerna är 5 $\mu\text{mol/l}$.

Uppvällning längs med Bottenhavskusten.

Under expeditionen i november dokumenterades ett fall med s.k uppvällning längs med kuststräckan mellan Härnösand i norr och Söderhamn i söder. Tydligast avspeglade sig detta i temperatur och närsaltsfördelningen, vattnet nära kusten var både kallare och näringsrikare än i områdena utanför. Förklaringen ges av

de under expeditionen förhärskande vindarna från sydväst. Denna vindriktning orsakar en borttransport av ytvatten från kusten som ersätts av "uppvällande" vattnet från djupare liggande lag, med lägre temperatur och högre närsaltshalter än i ytvattnet.

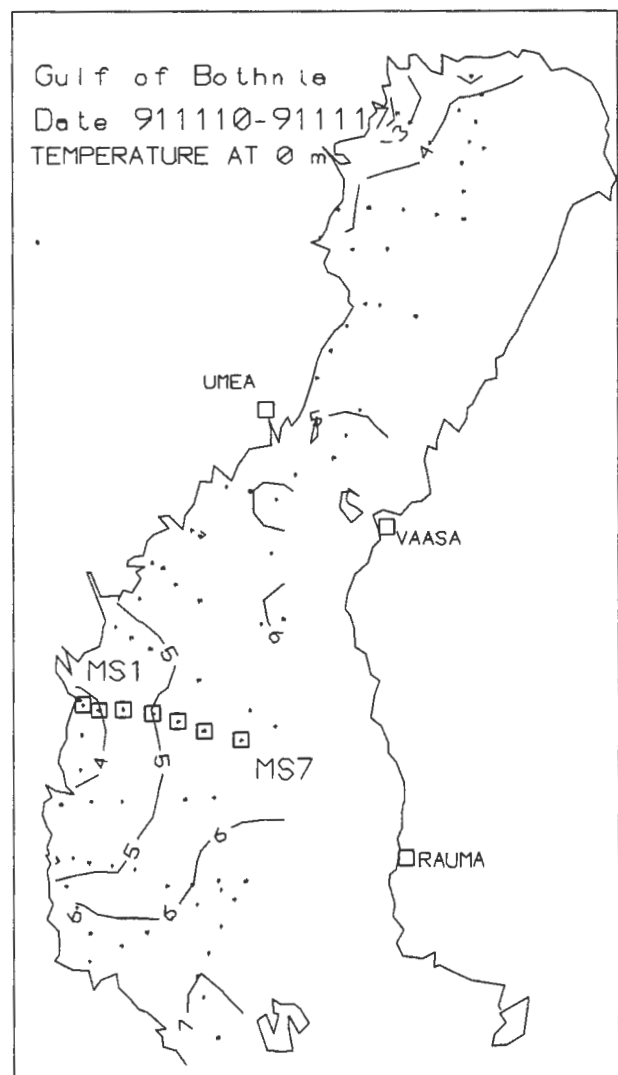
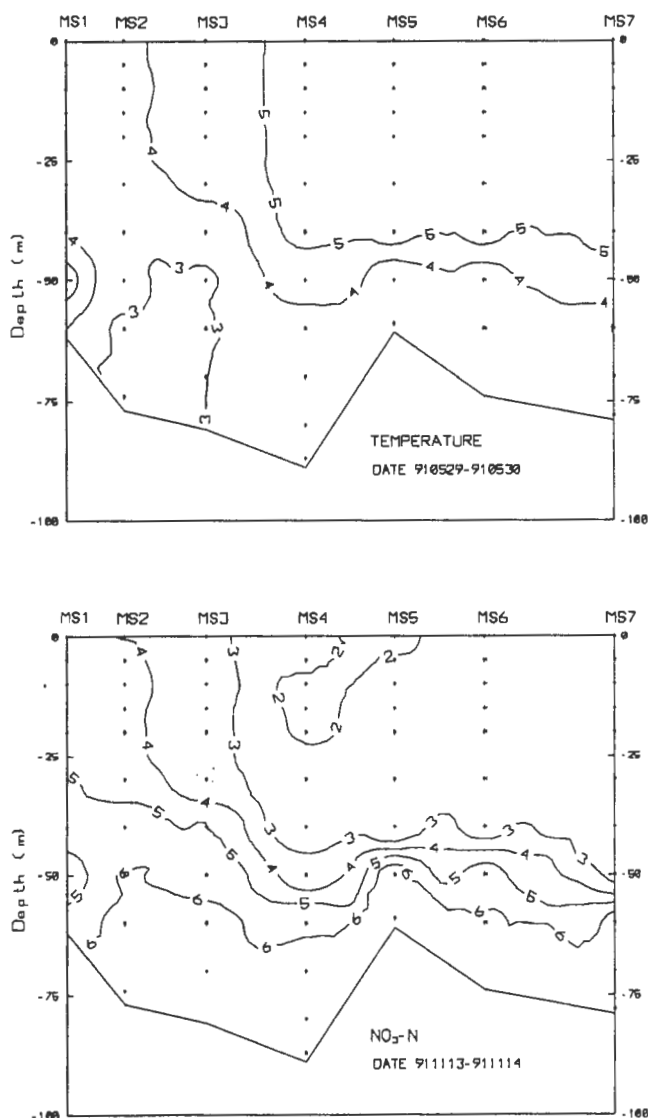


Fig 4.4.12 Tillfället med uppvällning belystes väl av närsalts och temperatur fördelningen. Ytvattnet nära kusten härstammar från ca 50 m djup.

OCEANOGRAPHY

The Skagerrak

The Skagerrak was visited four times during 1991, in January, February, May and September.

Three transects were made along the Oksö-Hanstolm section during the January cruise. In the beginning of this period water with low salinity and high nutrient concentrations were detected at the Jutland coast. At the end of the period, when the wind had changed from variable to clearly easterly, no trace were left of this water. The Norwegian Coastal Current occupied a large extent of the surface during the whole period. Atlantic water with a salinity above 35 PSU and rather high nutrient concentrations was found below a depth of about 100 m. The temperature varied between 4 and 7 °C in the surface layer, with the lowest values near the coasts.

During the February cruise only the southeast part of the Skagerrak was visited. The temperature in the surface layer in

this area varied between -0.6 and 2.2°C, highest at the coast between Hirtshals and Skagen, where the nutrient concentrations also were highest. The concentrations of PO_4 and NO_3 were close to the February mean (mean for the period 1980-1989), while the SiO_2 concentrations were clearly above mean.

The May cruise consisted of four different transects covering a large part of the Skagerrak area. The nutrient concentrations in the surface layer were low in the whole area, except for SiO_2 at the Norwegian coast and in the central part.

In September the surface layer extended to a depth of 20 m in the main part of Skagerrak, except close to the Swedish coast where it reached a depth of 50 m. All nutrient concentrations, both in the upper and lower layer, were below mean during this period.

The Kattegatt and The Sound

The Kattegat and The Sound were visited in January, February, May/June, August, September and November.

The temperature in the surface layer varied between 2.8 and 7.1 °C in January, which was about 1 to 2°C higher than normal. The nutrient concentrations were close to mean except for SiO_2 which was nearly twice as high as normal.

In February, the nutrient concentrations were very low in the surface layer. The strong stratification and stable conditions in the Kattegat normally leads to an early spring bloom and the nutrient pool is almost emptied March. This year the bloom started earlier than normal. In the northern part of the Sound, the conditions were similar to those in the Kattegat. In the southern part, which is strongly influenced by the outflow from the Baltic, the nutrient concentrations were still high.

The Kattegat was visited twice during the expedition in May-June. The surface temperature in the end of May was around 10 °C, and four weeks later 12 °C, which is about 2.5 °C colder than normal. The nutrient concentrations, both in the Kattegat and in the Sound, were still low which is normal during this part of the year.

After a warm summer, the surface temperature in September was now higher than normal. The oxygen concentrations in the bottom water in the southern part and in the Sound were quite low, as a result of calm weather and weak water exchange. The nutrient concentrations in the surface layer were low as normal, while the deep water concentrations were clearly higher than the mean values. Low oxygen concentrations were measured in the bottom water in the Sound (1.17 ml/l).

In September, the surface temperature was about 1 °C higher than normal. During this period low or very low oxygen concentrations were measured in the bottom water in the south-east part of the Kattegat and in the Sound. The concentrations in this area were all below 2 ml/l, with a minimum of 0.4 ml/l in the central part of the Laholm Bay. Except for SiO_2 the nutrient concentrations were below or close to the detection limit in the surface layer, which is lower than normal

Even in November the surface temperature was about 1 to 2 °C above mean. The oxygen conditions had improved since September, and the lowest value measured was 4.6 ml/l in the bottom water at the station Kullen in the southern part. The concentrations of nutrients were below normal in the whole waterbody.

The Baltic Proper

Four cruises were made to the Baltic Proper during 1991, in January, May/June, August and November.

The cruise in January was mainly an intense investigation of the areas with oxygen deficiency. As usual at this time of the year, the surface water was homogenous down to about a depth of 60 m. The temperature in this layer was 1 to 1.5 °C higher than normal. H_2S was found below a depth of 125 m in the Eastern Gotland Basin. The nutrient conditions were close to normal in the whole area.

The surface temperature during the May-June cruise increased from 5-6 °C in the beginning of the expedition to 9 °C in the end, which is normal for this time of the year. The NO_3 concentrations were below detection limit in the surface water in the main part of the area, while there still was some PO_4 left in the southern part. As in January, the nutrient profiles followed the mean profiles very well.

In August, the surface temperature varied between 17 and 18.5 °C and the thermocline was located at a depth of 15 to 20 m. H_2S was found in the Eastern Gotland Basin

below a depth of 140 m. The PO_4 and NO_3 concentrations in the surface layer was close to the detection limit, while the concentrations of SiO_2 were around 8 $\mu\text{mol/l}$.

During the November cruise the H_2S was found below 150 m in Eastern Gotland Basin. There has been no major inflow of

salt water to the Baltic since 1978, and the salinity in the deep water continues to decrease, and the stratification weakens. The amounts of nutrients in the surface layer had increased since August and the concentrations were normal, except in the southern part where PO_4 were slightly lower and SiO_2 higher than mean.

The Gulf of Bothnia

The Gulf of Bothnia was visited three times during 1991, in May-June, August-September and in November.

The temperatures in the Bothnian Sea were at all occasions higher than normal, the largest discrepancy, 2°C, in August. In the Bothnian Bay the temperature was close to mean except in August when it was slightly higher.

The oxygen conditions in the Gulf of Bothnia are always satisfying, due to good ventilation of the deep water and relatively low primary production. Lack of oxygen is only encountered near the coasts, close to direct waste water discharges. The concentrations, in the surface layer, of PO_4 and NO_3 were during June and August below

detection limit in the Bothnian Sea. During the November expedition the amounts had increased, mainly as a result of mixing with deeper water. The concentrations of SiO_2 were below mean in the central parts of the basin, while it increased towards more normal values closer to the coasts.

The cruise in June coincided with the spring bloom in the Bothnian Bay, and hence the amounts of NO_3 and SiO_2 were still rather high, close to normal winter values. The concentrations of PO_4 were as usually low, only slightly above detection limit. The production in the Gulf of Bothnia is considered to be limited by PO_4 and the surface water is never completely depleted of NO_3 .

**Lars Andersson
Björn Sjöberg**

Figure captions:

Fig 4.1.1 Salinity distribution at the section Oksö-Hanstholm 910114.

Fig 4.1.2 Salinity distribution at the section Oksö-Hanstholm 910118.

Fig 4.1.3 Nitrate distribution at the section Oksö-Hanstholm 910114.

Fig 4.1.4 Nitrate distribution at the section Oksö-Hanstholm 910118.

Fig 4.1.5 Stations taken during the SKAGEX experiment in May.

Fig 4.2.1 Vertical nutrient profiles in central Kattegat together with the January mean profiles for the period 1980-1989.

- Fig 4.2.2 The distribution of salinity in a north-south section trough the Kattegat in February.
The distribution of temperature had a similar structure.
- Fig 4.2.3 The distribution of phosphate in a north-south section trough the Kattegat in February.
The phosphate in the surface layer is almost depleted.
- Fig 4.2.4 The vertical distribution of nutrients in central Kattegat in May,
measured and mean profiles.
- Fig 4.2.5 Oxygen concentrations at the bottom in September.
- Fig 4.2.6 Oxygen concentrations 2-4 m above bottom in September.
- Fig 4.2.7 Distribution of oxygen in a section trough the Laholm Bay, in September.
- Fig 4.3.1 Map over areas with H_2S and/or low oxygen concentrations at bottom in January.
- Fig 4.3.2 Vertical nutrient profiles from the station BY 2 in the southern Baltic in January,
measured and mean.
- Fig 4.3.3 Vertical nutrient profiles from the station BY 15 in the central Baltic in January,
measured and mean.
- Fig 4.3.4 Map over areas with H_2S and/or low oxygen concentrations at bottom in May.
- Fig 4.3.5 Vertical nutrient profiles from the station BY 2 in the southern Baltic in May,
measured and mean.
- Fig 4.3.6 Vertical nutrient profiles from the station BY 15 in the central Baltic in May,
measured and mean.
- Fig 4.3.7 Vertical nutrient profiles from the station BY 2 in the southern Baltic in August,
measured and mean.
- Fig 4.3.8 Vertical nutrient profiles from the station BY 15 in the central Baltic in August,
measured and mean.
- Fig 4.3.9 Timeseries of salinity in the Gotland Deep. No major inflow of "high" salinity water
has taken place since 1978, and the salinity continues to decrease.
- Fig 4.3.10 Map over areas with H_2S and/or low oxygen concentrations at bottom in November.
- Fig 4.3.11 Vertical nutrient profiles from the station BY 2 in the southern Baltic in November,
measured and mean.
- Fig 4.3.12 Vertical nutrient profiles from the station BY 15 in the central Baltic in November,
measured and mean.
- Fig 4.4.1 Temperature profiles, measured and mean in the central Bothnian Sea.
- Fig 4.4.2 Temperature profiles, measured and mean in the central Bothnian Bay.
- Fig 4.4.3 Distribution of surface temperature.
- Fig 4.4.4 Oxygen profiles, measured and mean in the central Bothnian Sea.
- Fig 4.4.5 Oxygen profiles, measured and mean in the central Bothnian Bay.
- Fig 4.4.6 NO_3 profiles, measured and mean in the central Bothnian Sea.
- Fig 4.4.7 NO_3 profiles, measured and mean in the central Bothnian Bay.
- Fig 4.4.8 SiO_2 profiles, measured and mean in the central Bothnian Sea.
- Fig 4.4.9 SiO_2 profiles, measured and mean in the central Bothnian Bay.
- Fig 4.4.10 Surface distribution of NO_3 .
- Fig 4.4.11 Surface distribution of SiO_2 .
- Fig 4.4.12 An occasion of upwelling at the swedish coast in the Gulf of Bothnia.

5 FÄLTVERKSAMHET

5.1 Laboratoriets egna expeditioner

Omfattningen av den oceanografiska undersökningsverksamheten var av samma storleksordning som föregående år. Expeditionen i april (i Öresund och Kattegatt) utgick till förmån för det internationella samarbetsprojektet Bottniska Viken Året 1991. Under perioden 13-19 januari och 13-17 maj deltog laboratoriet i det internationella projektet "SKAGEX", som under den sista perioden sträckte sig ut till Nordsjön. Laboratoriet har också deltagit i ett samarbetsprojekt med Finland, "Bottniska Viken Året 1991". Under perioderna 20 maj - 18 juni, 21 augusti - 9 september och 4-22 november genomfördes tre expeditioner med U/F Argos

som omfattade ett intensivt provtagningsprogram i Bottniska Viken.

I samarbete med andra myndigheter och institutioner gjordes en intensiv insats i Västerhavet under april-september för att övervaka plankton-blomningarna. Inom detta program genomfördes 13 expeditioner med SMHI:s fartyg U/F Sensor och två med U/F Argos.

På uppdrag av bohuskommunernas vattenvårdsförbund har SMHI också genomfört ett program för kustvattenkontroll i södra halvan av Bohuslän en gång varje månad.

Sammanställning över genomförda expeditioner.

Tid	Fartyg	N	SK	I	K	ÖR	Ö	BV
0113-0119	Argos		x		x			
0121-0130	Argos				x	x	x	
0205-0209	Ymer							x
0218-0301	Argos		x		x	x		
0311-0315	Ymer							x
April-Sept	Sensor		xf		xf			
0514-0516	Atle							x*
0513-0517	Argos	x	x ^z		x ^z			
0520-0618	Argos				x ^{*z}	x*	x*	x*
0821-0906	Argos				x	x	x	x
0916-0927	Argos		x		x			
1104-1122	Argos				x*	x*	x*	x*

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

Anmärkningar:

* = PMK

f = Förstärkt övervakning av planktonblomning, sammanlagt 13 expeditioner.

z = Förstärkt övervakning av planktonblomning

Nedan följer en sammanställning över antal besökta stationer under året och antal analyser. Siffrorna inom () är analyser som utförts på uppdrag av SNV (inom det s.k. PMK).

Besökta stationer: Argos 832, övriga fartyg 241 stationer.

CTD (profiles)	(56)	317	Totalfosfor	(978)	5841
Temperatur	(978)	8102	Totalkväve	(978)	5862
Salthalt PSS78	(978)	8116	Alkalinitet	(795)	1548
Oxygen	(978)	8028	Humus/Lignin	(615)	1310
Svavelväte	(91)	538	Klorofyll	(431)	1346
pH	(837)	1590	Zoobenthos	(74)	74
Fosfat	(945)	6900	Primärproduktion	(345)	927
Silikat	(919)	6741	Petroleumkolväten	(58)	58
Nitrit	(978)	6502	Fytoplankton	(91)	413
Nitrat	(978)	7010	Zooplankton	(75)	75
Ammonium	(906)	5970	Partikulärt kol	(0)	1099

Laboratoriet har dessutom svarat för insamling av biologiska prover (fisk och skorv) från 8 lokaler sammanlagt. Proverna har överlämnats till Naturhistoriska Riksmuseet för vidare behandling.

REGULAR CRUISES

All oceanographic cruises were carried out according to the plans, with the exception for the monitoring cruise in April in the Sound and the Kattegat, which was cancelled because of the International Gulf of Bothnia Project. During the periods January 13-19 and May 13-17 SMHI participated in the international "SKAGEX" experiment of ICES. SMHI also participated in a cooperative project with Finland, "the Gulf of Bothnia Year 1991". During the periods May 20-June 18, August 20-September 9 and November 4-22 SMHI performed three expeditions with R/V Argos comprehending intensive sampling in the Gulf of Bothnia.

In the Gulf of Bothnia sampling was also made by icebreakers three times, once in the frame of the monitoring programme

and twice in the frame of the Gulf of Bothnia Year. Due to limited ice cover in the Bothnian Bay the cruise in November-December was postponed to January 1992. In addition to the regular PMK programme intensive efforts were made during April-September in cooperation with other institutes and authorities to monitor algal blooms in the Kattegat and the Skagerrak.

The first table above gives an overview of the number of samples analysed aboard or in the laboratory ashore. The numbers in () are the numbers of samples for the national monitoring programme.

Lotta Fyrberg

5.2 Provtagning från isbrytare

I Bottniska Viken togs vattenprover (hydrografi och närsalter) på stationerna F2, F9, BO3, F16, US2, US5B, F26, SR5 och F64B, 14-16 maj från statsisbrytaren "Atle" under fartygets ordinarie tur från Luleå till Stockholm efter vinterperiodens slut. På grund av den begränsade isutbredningen i Bottenviken i november-december måste provtagning flyttas till januari 1992 och redovisas därför i nästa

års rapport. Provtagningen utfördes av personal från SMHI, Norrköping. Rutinen följde programmet för PMK-kust och samtliga analyser utfördes i Norrköping. Dessutom utfördes två expeditioner i norra Bottenhavet och Bottenviken med isbrytaren Ymer, 5-9 februari och 11-15 mars för att göra ytterligare provtagningar inom BV projektet.

SAMPLING FROM ICE-BREAKERS AND THE COAST GUARD

In the Gulf of Bothnia samples were taken from the icebreaker "Atle" in the middle of May as in previous years. All sampling was carried out on the same network of open sea stations as the Coast Guard occupies in the Gulf of Bothnia. The

routine work followed the PMK-Coast Programme. In the frame of the Gulf of Bothnia Year 1991, two cruises were made in the northern Bothnian Sea and the Bothnian Bay in February and March.

Lotta Fyrberg

6 MARIN KEMI

6.1 Partikulärt organiskt kol (POC)

Det i havsvatten partikulära materialet består i huvudsak av biologiskt producerad organisk materia, dels levande planktoniska organismer, dels dött material, detritus. Mängden partikulärt organiskt kol (POC) per volymsenhet är oftast relaterat till den totala biomassan, ett mera heltäckande mått än t.ex. klorofyll som endast anger innehållet av växtplankton. En kombination av POC och mängden partikulärt organiskt kväve (PON), vilken mäts samtidigt som mängden kol, och relationen mellan dessa båda element på molär basis ger viss information om karaktären hos det partikulära innehållet i vattnet, t.ex. i vilket utvecklingsstadium en algbloomning befinner sig.

Mängden partikulärt organiskt kol (POC) i havsvattnet har undersökts inom ramen för det kustvattenkontrollprogram som SMHI utför på uppdrag av Göteborgs och Bohusläns Vattenvårdsförbund. En gång varje månad uppsöks 13 stationer utmed kuststräckan från Uddevalla till Göteborgs södra skärgård, varvid vatten från 5 och 20 meters djup insamlas, filtreras och tor-

kas för senare elementaranalys i laboratoriet i Göteborg. Samtidigt utförs provtagning för samma ändamål av andra parter vid ytterligare 7 stationer i den norra delen av Bohusläns skärgård, prover som transporteras till Göteborg för analys vid SMHIs laboratorium.

Under hösten 1991 påbörjades ett program för kustvattenkontroll i Hanöbukten med ett innehåll liknande det i Bohuslän. Vid två tillfällen, ett i september och ett i november, besöktes 8 stationer i området.

Till sist skall nämnas att POC/PON-bestämningar har utförts under 1991 vid ett antal utsjöstationer i Östersjön som regelbundet besöks av SMHI. Dessa mätningar skall följas upp under 1992 med ytterligare insamling av data.

Det samlade materialet avseende POC och PON från de två senaste åren har nu en såpass stor omfattning, att en sammanställning planeras, vilken skall ligga till grund för en utvärdering av POC som miljöparameter i våra kustområden.

**Elisabet Fogelqvist
Marie Larsson**

PARTICULATE ORGANIC CARBON (POC)

Particulate matter in seawater consists mainly of biologically produced organic material, living planktonic organisms or dead materia, detritus. The concentration of particulate organic carbon (POC) is in most cases related to the total biomass, and

in a broader sense than chlorophyll, which is related to phytoplankton only. A combination of measures of POC and particulate organic nitrogen (PON) which is measured simultaneously with POC, and especially the ratio POC/PON on a

molar basis, can give some information about the character of the particulate matter, e.g. in what stage of development is an algal bloom.

The amount of particulate organic carbon (POC) in seawater has been investigated on a regular monthly basis at 20 locations along the west coast of Sweden, from Gothenburg to the Norwegian border. At each station, water from 5m and 20m depth

was filtered, the filters brought to the laboratory in Gothenburg and analyzed. A similar coastal monitoring programme in the Bay of Hanö in the Baltic Sea commenced during 1991. On two occasions, in September and in November, water was sampled for POC at 8 stations and at 5m and 20m depth. In addition to the coastal stations, seawater from several open sea locations in the Baltic Sea has been analyzed for POC and PON.

**Elisabet Fogelqvist
Marie Larsson**

6.2 Petroleumkolväten

Oljeföroreningar förekommer som en oundviklig konsekvens av produktion, transport och användning av mineraloljor och deras produkter. Stora variationer i bl.a. den kemiska sammansättningen av den olja som är upplöst eller finfördelad i vattnet styr dess varierande spridningsvägar samt typen av miljöpåverkan.

I miljöövervakningssyfte är det av stor betydelse att snabbt, billigt och noggrant kunna bestämma koncentrationen av mineralolja i ett stort antal prover och följa spridningen av den. Spektrofluorometri är den analysteknik som SMHI använder sig av, allt i enlighet med rekommendationer i Helsingforskommissionens monitoringprogram BMP.

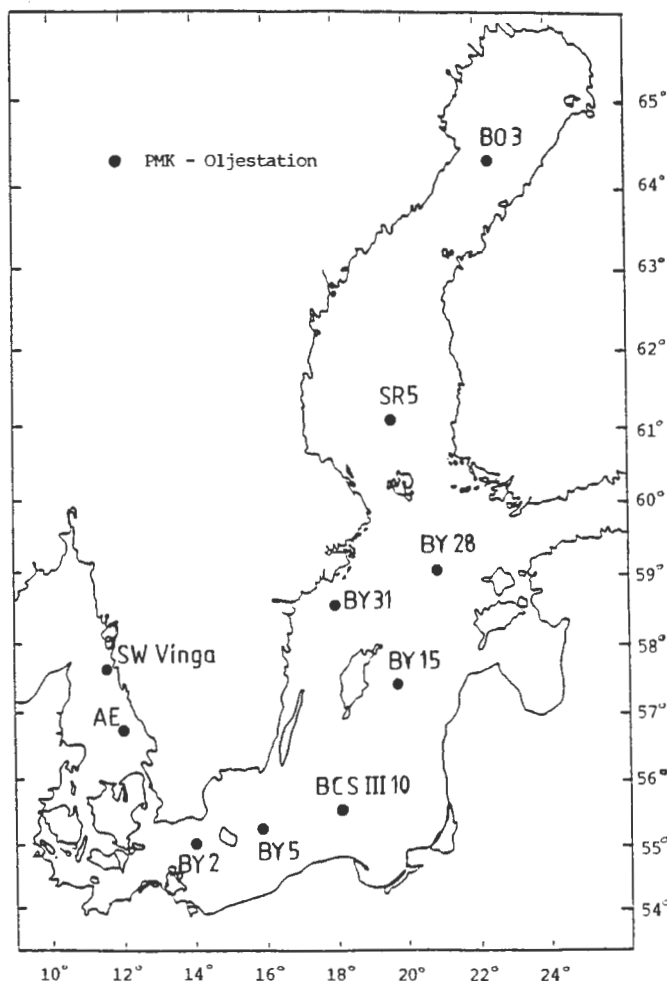


Fig. 6.2.1

Liksom andra tekniker för oljebestämning har spektrofluorometri både för- och nackdelar. Det är en mycket känslig teknik, d.v.s. mycket låga halter av olja kan kvantifieras. Därför läggs det stor vikt vid undvikande av kontamination vid provtagning och upparbetning. Vid beräkning av halten olja i vattenproverna görs rutinemässigt en bedömning av kontaminationsfrihet genom utnyttjandet av dubbla bestämningar.

Provtagning sker regelbundet varje år en gång på våren (maj-juni) och en gång på hösten (november-december) vid de stationer som anges i Fig. 6.2.1. Dubbelprover insamlas från tre djup, 0m, 10m och 30m, vilka konserveras genom tillsats av en liten mängd kvicksilverklorid. Oljekomponenterna extraheras ur havsvattnet med ett opolärt organiskt lösningsmedel, hexan, som har den egenskapen att det inte löser

andra i vattnet förekommande fluorescerande substanser som t.ex. humus. Fluorescensen mäts i extraktet vid fyra olika våglängdskombinationer, och koncentrationen av olja beräknas efter ett kalibreringsförfarande varvid man jämför med en råolja från Ekofiskfältet i Nordsjön från vilken de lättflyktiga komponenterna har avlägsnats på ett kontrollerat sätt, detta för att öka referensoljans stabilitet och jämförbarhet med i vattnet löst olja.

Metoden är inte specifik för mineralolja. Det kan inte uteslutas att visst bidrag i våra mätningar kommer från luftburet pyrogent material av typen polyaromatiska kolväten (PAH).

Under 1991, efter ett instrumenthaveri under våren som omöjliggjorde analyser från vårprovtagningen, installerades ett

nytt instrument för spektrofluorometrianalyserna. Resultaten från höstprovtagningen presenteras i Fig. 6.2.2 vilket kan jämföras dels med medelvärden för den senaste tioårsperioden i Fig.6.2.3 dels med motsvarande värden från året före, d.v.s. 1990, i Fig.6.2.4. För november 1991 noterades ingen påtaglig skillnad mellan de olika havsområdena, samtliga halter ligger i området 1.0-1.5 $\mu\text{g/l}$. De drastiskt förhöjda halterna av olja som observerades 1990 på de västligaste stationerna var sannolikt ett tillfälligt fenomen.

**Elisabet Fogelqvist
Danuta Zagradkin**

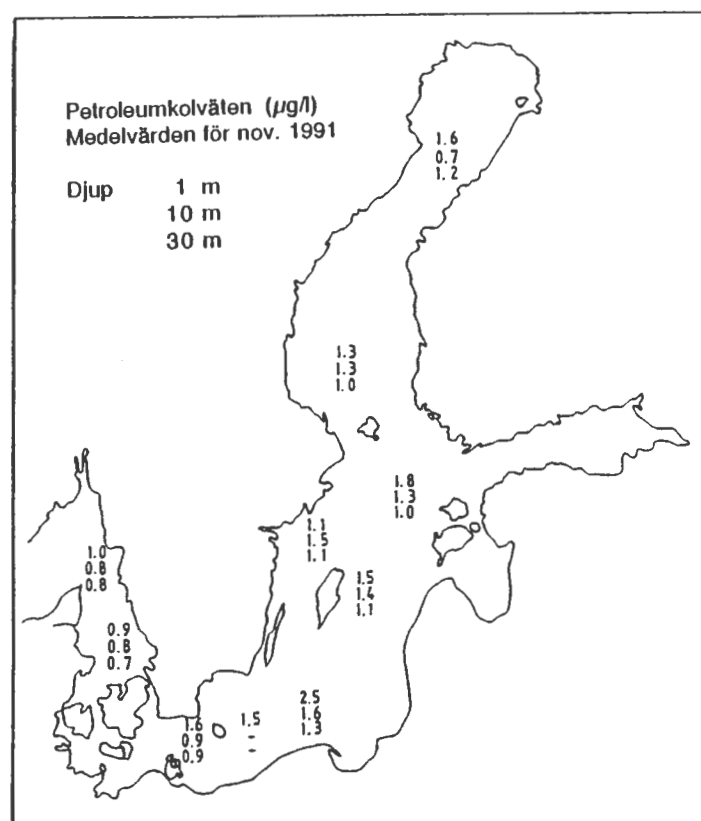


Fig. 6.2.2

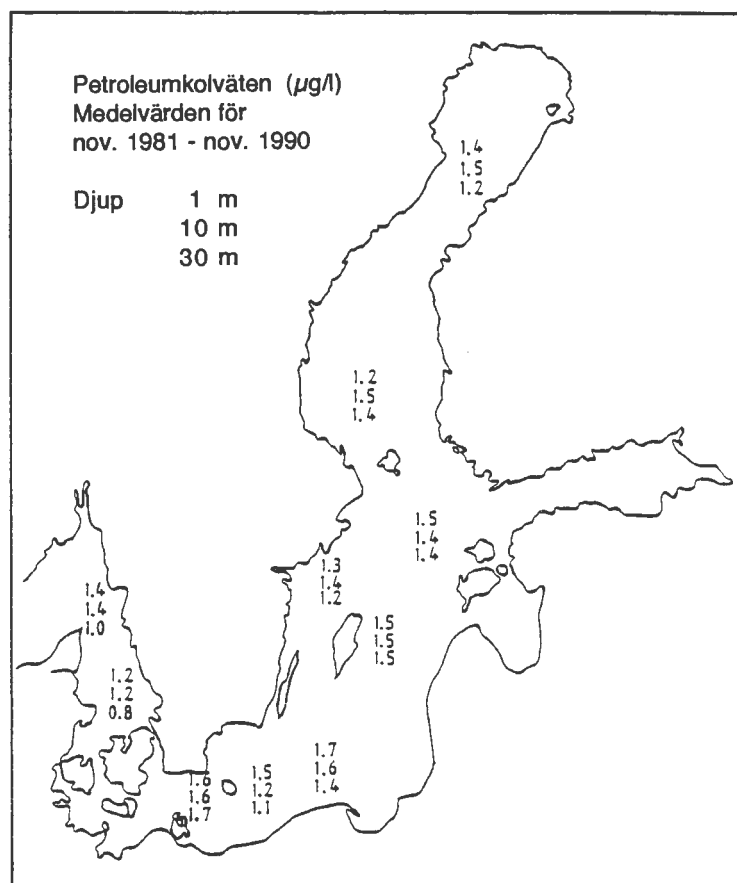


Fig. 6.2.3

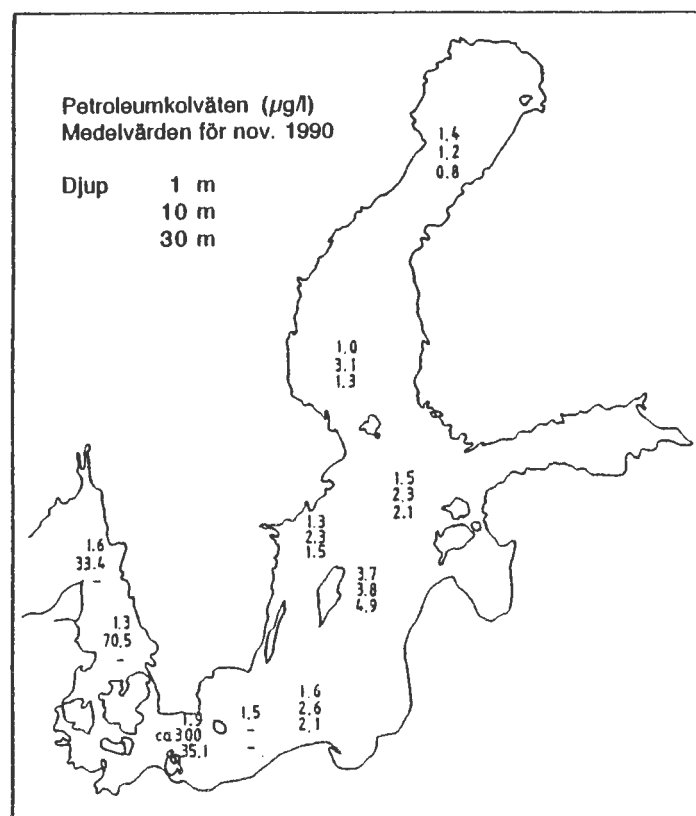


Fig. 6.2.4

PETROLEUM HYDROCARBONS

Oil pollution appears to be an inevitable consequence of the production, transport and use of mineral oil and its products. Large variations in the chemical and physical properties of the petroleum components lead to various pathways and effects on the marine environment.

For monitoring purposes, a fast, simple, precise and accurate analytical method is aimed at, which is inexpensive enough to allow for a large number of samples to be analyzed. The method used at the SMHI laboratory at present is UV-fluorescence in accordance with recommendations for the Baltic Monitoring Programme .

Like other techniques for oil determination, e.g. IR, GC and GC-MS, UV-fluorescence has both advantages and disadvantages. The very high sensitivity, which enables a simple work-up procedure with only minor preconcentration, also makes the samples vulnerable to contamination. Therefore, great care is taken in order to achieve a clean sampling without contamination from the ambient surroundings on the ship, as well as all glassware and solvents are tested for their purity. The data obtained from duplicate samples are checked against each other and if contamination is suspected, they are omitted from the report.

Seawater sampling for the determination of petroleum hydrocarbons as a measure of oil pollution is regularly carried out in connection with the monitoring cruises in May-June and November-December. The sampling stations are presented in Fig. 6.2.1. Duplicate samples are taken at 0m,

10m and 30m and preserved with mercuric chloride. The seawater is extracted with hexane, a non-polar and water-immiscible solvent in which other fluorescing compounds like humic substances are insoluble. The hexane extracts are analyzed at four different wavelength combinations and calibrated against a topped Ekofisk crude oil from the North Sea. The experience accumulated over several years indicates that a crude oil from which the low-boiling components have been removed in a controlled way (topped) is a suitable reference material.

UV-fluorescence is not specific for petroleum-derived hydrocarbons. In enclosed marine areas like the Baltic Sea, the contribution of pyrogenic aromatic hydrocarbons (PAH) to the total hydrocarbon pool may be significant.

In Fig. 6.2.2 the results from 1991 are presented based on the autumn values only, the reason being instrument failure in the spring, after which a new instrument was installed for the autumn measurements. For comparison, the average concentrations over the years 1981-1990 are given in Fig. 6.2.3, and the results from November 1990 are presented in Fig. 6.2.4. It is evident that there is no clear difference between regions, almost all values are between 1.0 and 1.5 $\mu\text{g/l}$. The elevation in petroleum hydrocarbon concentration level observed in the 1990 years data from the western part of the area under investigation is no longer noticeable, and was probably the result of a local event for a relatively short time period.

**Elisabet Fogelqvist
Danuta Zagradkin**

6.3 Humus

Vårt laboratorium har under ett tiotal år mätt lösta humusämnen (HS, humic substances) i havsvatten i samband med ordinarie expeditioner i samtliga våra svenska havsområden. Under 1990 initierades ett samarbete med docent Margareta Wedborg och forskarstuderanden Annelie Skoog vid Göteborgs Universitet, Inst. f Analytisk och Marin Kemi, samt professor Bert Allard och forskarstuderanden Katarina Pettersson vid Universitetet i Linköping, Tema Vatten, för en intensifiering av undersökningarna inom ramen för Bottniska Viken Året 1991. Syftet med samarbetet, som fortfarande pågår, har varit flerfaldigt. För SMHIs del var det angeläget att framställa en ny humusstandard extraherad ur vatten från Bottniska Viken, där humushalterna är högst, och varifrån en stor del av humusmaterialet i egentliga Östersjön härstammar. Den standard mot vilken humusmätningarna hittills kalibrerats har tagits från Göta Älv, den är dels inte lika representativ, dels har den under årens lopp i viss mån förändrats och tjänar inte längre sitt syfte. Slutligen hade vi ytterligt liten mängd kvar, och måste på något sätt ersätta den med en ny standard.

Projektet har även målsättningen att studera den andel av organiskt kväve som finns bundet i HS, detta för att få en uppfattning om hur stor del av det totala kvävet som, i och med att det binds i HS, inte är lättillgängligt för biologisk produktion. Andra syften med projektet, vilka ligger huvudsakligen hos våra medarbetare vid Universiteten i Göteborg och Linköping, har varit att relatera HS-halten till totalt och löst organiskt kol (TOC res-

pektive DOC) i havsvattnet, samt att utvärdera transporten av miljögifter från älvarna ut i havsområdena.

Fördelningen av arbetet mellan de samarbetande parterna har varit sålunda: SMHI har ombesörjt provtagning samt insamlandet av vatten för preparativ extraktion av humus i utsjöområdena. SMHI har också utfört bestämningar av HS-halterna med nyinförskaffad spektrofluorometer. Medarbetarna från Göteborgs Universitet deltar under expeditionerna med TOC- och DOC-analyser, samt extraktion och upparbetning av rent humus. Karakterisering av materialet som t.ex. elementarsammansättningen ombesörjes även av dem. Från Tema Vatten, Universitetet i Linköping gör man landbaserade expeditioner till flertalet älvmynnningar i Bottniska Viken. På så sätt kommer data att finnas tillgängliga från områden som utgör källa till det humusmaterial som återfinnes i havet.

Inom ramen för Bottniska Viken Året 1991, under två expeditioner i maj-juni respektive november, utfördes dels mätningar av HS dels totalt respektive löst organiskt kol. Mätområdet utvidgades till att omfatta även egentliga Östersjön samt Kattegatt. HS mättes spektrofluorometriskt dels på obehandlat vattenprov, dels på filtrerat partikelfritt vatten. TOC och DOC mättes medelst högtemperaturkatalytisk förbränning av det organiska kolet till koldioxid, oorganiskt kol hade dessförinnan avlägsnats. TOC bestämdes i obehandlat prov, DOC i filtrerat. Det visade sig att skillnaderna mellan filtrerat och ofiltrerat vatten, både vad avser humus och organiskt kol var mycket små, om ens detekterbara.

Under de två expeditionerna extraherades humus med olika extraktionsmetoder ur stora mängder havsvatten från Bottenviken. Extrakten vidarebehandlades i Göteborg vid Inst. f. Analytisk och Marin Kemi, och det extraherade materialet föreligger nu i kristallin form, dels en fraktion som fulvosyror, dels en som humussyror. Preparaten skall undersökas spektrofluorometriskt. Dessutom skall elemen-

tarsammansättningen, bl.a. kväveinnehållet, bestämmas. Undersökningarna i fält skall upprepas, i synnerhet skall data från Skagerrak inhämtas. Därmed kommer hela gradienten från älvvatten i Bottenviken till atlantiskt vatten i Skagerraks djupvatten att kunna överblickas.

**Elisabet Fogelqvist
Stig Fonselius**

HUMIC SUBSTANCES

For more than a decade, we have collected data on humic substances (HS) in seawater all over the marine area which is covered by the SMHI oceanographic programme. In 1990, a co-operative project was initiated within the framework of the Gulf of Bothnia Year 1991 involving the University of Göteborg, Dr. M. Wedborg and Ms. A. Skoog at the Dept. of Analytical and Marine Chemistry, and the University of Linköping, prof. B. Allard and Ms. K. Pettersson.

The aim of the co-operative project was manifold. There was a need at SMHI for the preparation of a new standard material for calibration of the measurements, and this material should preferably be extracted from Bothnian Sea water, where we find the highest concentrations of HS and from where most of the HS we find in the Baltic Proper emanates.

There was also a wish at SMHI to evaluate to which extent the total nitrogen pool in the Baltic Sea is contained in humic

substances and, thereby, not available for biological production. The interests of our colleagues at the universities in Göteborg and Linköping were slightly different but complementary. The chemical characteristics of the HS in the area and the relation between them and total and dissolved carbon (TOC and DOC, respectively) were some issues, as well as their role as carriers of various pollutants from land to sea.

The contribution of SMHI was to collect samples for the measurement of HS in the open sea which was accomplished during two of the extensive hydrographic expeditions to the Bothnian Bay during 1991 and extended to include the Baltic Proper and Kattegat as well. A large amount of seawater, a couple of cubic metres, was also collected for the extraction and preparation of a pure humic material from the area, which work was completed by our collaborators from the University of Göteborg resulting in two crystalline

fractions, one containing the fulvo acids and the other humic acids. They also made the TOC and DOC measurements and the responsibility for the determination of the elemental composition of the HS extracted. The colleagues from the University of Linköping made expeditions to most of the river mouths along the coastline of the Bothnian Bay, both on the Finnish and the Swedish sides, where they collected samples for determination and extraction of HS.

The measurements of humic substances were made spectrofluorometrically, TOC and DOC by high temperature catalytic

combustion, on untreated samples (TOC and HS) and filtered and, thereby, particle free water (DOC and HS). The differences between filtered and unfiltered samples were in general very small, if at all detectable.

The work continues in order to fill in gaps in the gradient from the river mouths in the Bothnian Bay to Atlantic water in the deep layers of the Skagerrak.

**Elisabet Fogelqvist
Stig Fonselius**

6. 4 Nitrifikationsprocesser i Skagerrak

Det multinationella forskningsprojektet i Skagerrak, SKAGEX, som påbörjades under 1990, avslutades med två kortare expeditioner i januari och maj 1991, och därmed var en årscykel sluten.

Ett särskilt intresse knöts för SMHIs del till kväveomsättningen, nitrifikationsprocesserna, i Skagerrak. Det har tidigare noterats förvånande höga halter av speciellt nitrit, men även ammonium, i vattnen i södra Skagerrak. Det vid nedbrytning av organiskt material frigjorda kvävet uppträder först som ammonium (härlett från protein-kväve), vilket oxideras av olika nitrifikationsbakterier till nitrit och så småningom till nitrat. I och med intensivmätningar under ett antal veckor och av flera forskningsfartyg i olika delar av Skagerrak, kunde en samlad bild sammanställas.

Det kan exemplifieras med illustrationerna i Fig. 6.4.1A-D. Figurerna visar alla ett tvärsnitt genom Skagerrak från Hanstholm i Danmark till Oksø utanför Kristiansand i Norge, och mätningarna är utförda ombord R/V Oceania den 27 maj 1990. Denna dag är vald som exempel p.g.a. befintliga data på strömmarna i just det tvärsnittet vid den tiden. Strömmätningarna visar att där rådde en inströmning från väster i södra delen av snittet (med undantag av de grunda delarna på den danska shelfen). På den norska sidan var strömmen motsatt riktad, och nollströmlinjen var under en period omkring det aktuella mättillfället nästan lodrät vid station 5.

Salinitetsfördelningen i Fig. 6.4.1A visar att det på djupet ligger ett skikt atlantiskt vatten utmed slutningen på den danska

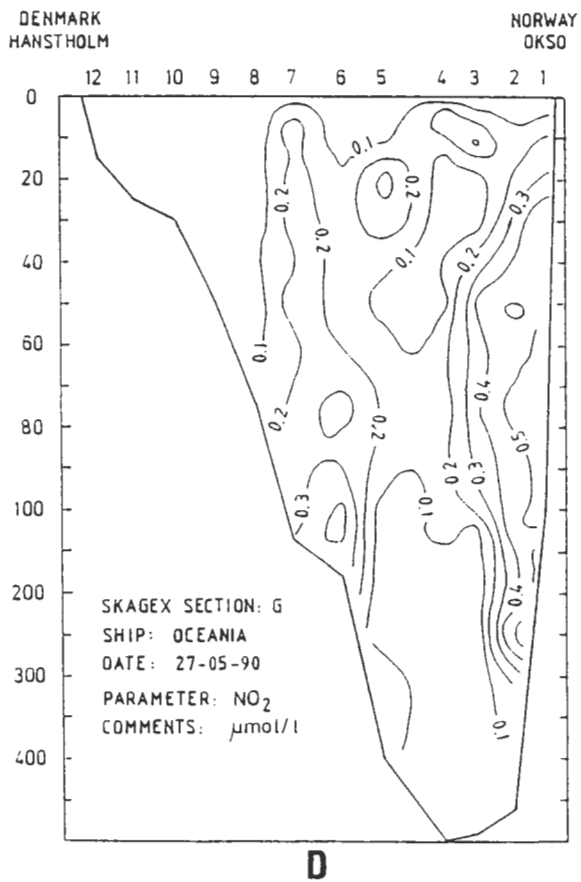
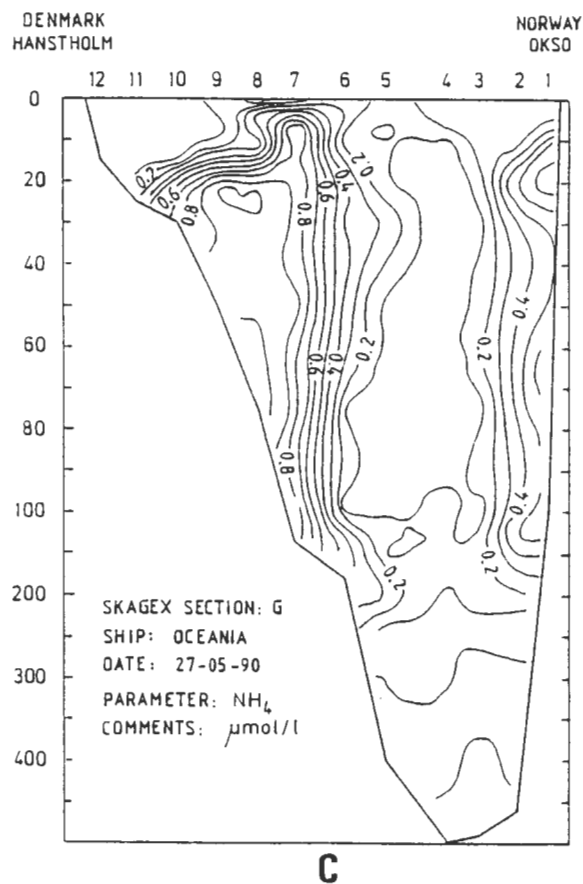
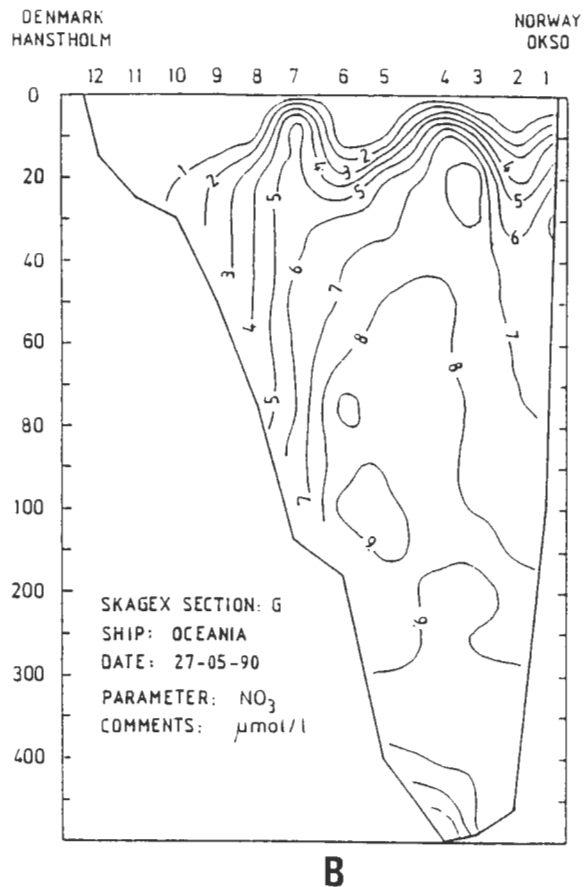
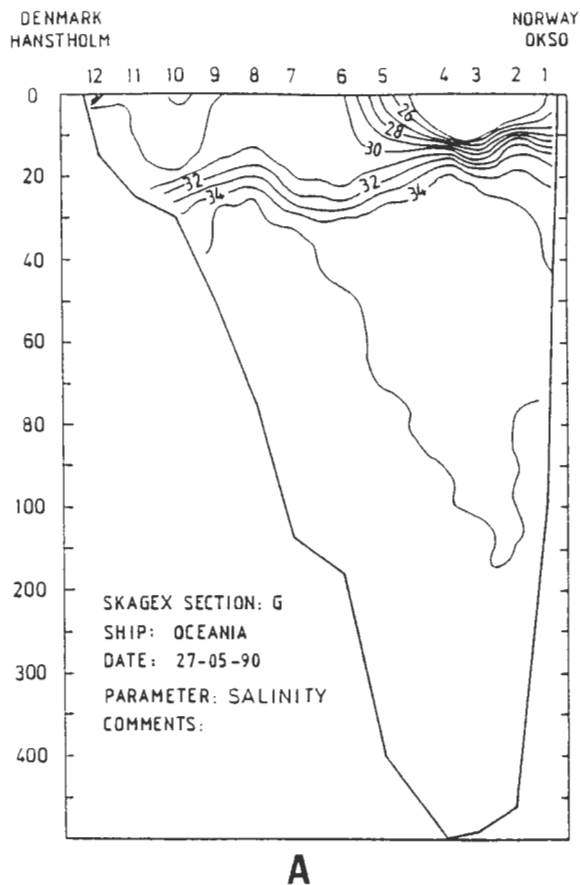


Fig. 6.4.1 A-D

sidan under ett språngskikt på 20-30 meters djup. Figur 6.4.1B visar nitratfördelningen med en gradient med ökande halter in mot nollströmlinjen både från norr och söder. Det är en vanligt förekommande fördelning, som ger upphov till en uppvällning av närsalter till den fotiska zonen i mitten av Skagerrak, vilket delvis förklarar den rikliga produktionen där. I de följande figurerna som visar fördelningarna av ammonium (Fig. 6.4.1C) och nitrit (6.4.1D) är situationen annorlunda. Ammonium har ett markant maximum på den danska och ett mindre maximum på den norska sidans sluttningar. Detta gäller även nitrit, dock sammanfaller inte maxima för nitrit och ammonium.

Figurerna syns illustrera hur nitrifikationsprocesserna pågår under det atlantiskt vatten strömmar in i Skagerraks djupare delar på den danska sidan, vän-

der utanför den svenska kusten västerut utmed den norska sluttningen, och hur vattenmassan så småningom "åldras" i de centrala delarna, där uppvällning sker. Fenomen liknande de ovan beskrivna kan iakttagas i SKAGEX-materialet från flera snitt mellan Danmark och Norge och från alla årstider utom under vintern, d.v.s. januariexpeditionen 1991.

Under den sista expeditionen i maj 1991 deltog ombord på U/F Argos även en forskare från Göteborgs Universitet, Dr. Viveka Enoksson, Avd. f. Marin Mikrobiologi, för mätningar av nitrifikationspotentialen i de olika vattenmassorna i syfte att relatera den till förekomsten av de olika kväveparametrarna. Resultaten kommer att redovisas vid ett möte om SKAGEX under 1992.

**Elisabet Fogelqvist
Stig Fonselius**

NITRIFICATION PROCESSES IN THE SKAGERRAK

The multinational programme on physical, chemical and biological processes in the Skagerrak, SKAGEX, which commenced in 1990 was completed during 1991 by two short expeditions, in January and May, whereby a one year cycle was covered.

At SMHI special interest has been focused on the turnover of nitrogen species, the nitrification processes in the deep water of the Skagerrak. Earlier measurements have drawn the attention to very high concentrations of nitrite, and also ammonia, in the southern part of the Skagerrak. Degrading organic material release nitrogen as ammonia (a breakdown

product of proteins), which is oxidized to nitrite and ultimately to nitrate. These processes are governed by different bacteria. Thanks to the extensive coverage of the entire Skagerrak by simultaneous measurements from several ships, a more clear picture could be obtained.

The Figures 6.4.1A-D illustrate this, showing data from a transect in the western part of the Skagerrak from Hanstholm in Denmark to Kristiansand in Norway. The data are from the 27th of May 1990 and measured onboard the R/V Oceania. At the same time currents were recorded, which show that there was an inflow of

water to the Skagerrak along the slope in the southern part of the transect along the southern slope (the shallow area on the Danish shelf being an exception) and an outflow along the Norwegian slope. The zero line between the current systems was almost vertical at station 5. The salinity distribution in Fig. 6.4.1A shows that, below a halocline at 20-30 m depth, there is a layer of Atlantic water along the Danish slope. Fig. 6.4.1B shows a common situation with gradients, both from the north and the south, towards the highest nitrate level in the middle of transect. An upwelling in that area has implications on the supply of nitrate to the rich production in the photic zone. The following figures show the distribution of ammonia (6.4.1C) and nitrite (6.4.1D), which differ from nitrate in the sense that there are pronounced maxima on both sides of the transect near the slopes. However, the ammonia and nitrite maxima do not coincide.

The distribution patterns seem to illustrate ongoing nitrification processes while Atlantic water flows into the Skagerrak in the southern part, turns west in the inner part and eventually flows out along the Norwegian coast, and that the water mass undergoes an "aging" in the central part where the upwelling occurs.

Similar phenomena were observed in the SKAGEX data from several transects between Denmark and Norway and from all seasons except the winter (the expedition in January 1991).

During the last expedition in May 1991, a microbiologist from the University of Gothenburg, Dr. V. Enoksson, participated onboard R/V Argos measuring the nitrification potential by incubation of water samples with ^{15}N . The aim is to relate the nitrification potential to the nitrogen parameters, and the results will be presented at a SKAGEX meeting in November 1992.

**Elisabet Fogelqvist
Stig Fonselius**

7 BIOLOGI

7.1 Primärproduktion och klorofyll

Under 1991 har primärproduktion bestämts på ca 15 stationer i hela havsområdet, med undantag för Skagerrak. På dessa stationer samt ytterligare antal har klorofyllkoncentrationerna mätts. Mätningarna har utförts vid tre expeditioner; maj-juni, augusti-september och november.

Primärproduktionen bestäms genom inkubatormätning på prover från sex djup (0, 2.5, 5, 10, 15, 20 meter). Den uppmätta produktionen motsvarar $P_{\max}$ /timme, dvs produktionen vid ljusmättnad. Det görs inga beräkningar av den dagliga produktionen. Klorofyll mäts på prover från samma djup. I denna redovisning har både produktions- och klorofyllvärdena integrerats över djupet, så att värdena visar den ljusmättade produktionen per timme, respektive klorofyllhalten under en kvadratmeter mellan ytan och 20 meters djup.

Vid expeditionen i maj-juni visade primärproduktionen och klorofyllet höga värden i norra Kattegatt som sedan avtog söderut. I Östersjön uppmättes mycket hög produktion, som oftast också sammanföll med hög klorofyllhalt. Speciellt Bornholmsdjupet, BY 28 och Landsortsdjupet hade höga värden, medan station

BCS III 10 visade en låg produktion och även låg klorofyllhalt. I Bottenhavet, med start vid SR 5 påträffades en hög produktion, som avtog norrut. De två nordligaste stationerna BO 3 och F 2, visade ungefär samma produktion och klorofyllhalt.

Augusti-september-expeditionen visade låga värden i Kattegatt och Öresund (produktion: $<100 \text{ mg C/m}^2\text{h}$, klorofyll: $<35 \text{ mg}^2$). I hela Östersjön och upp till station SR 5 i Bottenhavet låg produktionen på 100 till $200 \text{ mg C/m}^2\text{h}$ och klorofyllet på $30\text{--}65 \text{ mg/m}^2$. Station F 2 längst norrut hade låga värden medan de två stationerna däremellan hade relativt hög produktion och biomassa.

Förhållandena vid novemberexpeditionen visade en avtagande produktivitet i hela området, med produktionsvärden mellan 40 och $100 \text{ mg C/m}^2\text{h}$ från Vinga till Landsortsdjupet. Klorofyllmängden varierade mellan 30 och 66. Station BY 15 utgjorde ett undantag med hög produktion, $153 \text{ mg C/m}^2\text{h}$. I Bottenhavet låg produktionen kring $33 \text{ mg C/m}^2\text{h}$ och klorofyllmängden vid 23 mg/m^2 . I Bottenviken avtog både produktion och klorofyllmängd ytterligare till $20\text{--}25 \text{ mg C/m}^2\text{h}$, respektive $19\text{--}22 \text{ mg/m}^2$.

PHYTOPLANKTON PRIMARY PRODUCTION AND CHLOROPHYLL

During 1991 phytoplankton primary production has been measured at about 15 stations in the entire sea area surrounding Sweden, with the exception of Skagerrak. At these stations, and at some more, chlorophyll concentrations have also been measured. The measurements were done during three cruises in May-June, August-September and in November. Primary

production has been measured on samples from six depths (0, 2.5, 5, 10, 15 and 20 m) in an incubator at light saturation. The result is expressed as the maximum production, $P_{\max}/\text{hr}$. Chlorophyll was measured from samples from the same depths. In this report production and chlorophyll values have been integrated over depth, from surface to 20 m.

In May-June both production and chlorophyll were high in the northern Kattegat and then decreased southwards. In the Baltic Sea very high production and chlorophyll amounts were measured. In the Bothnian Sea the production was high but decreased towards the north.

The August-September cruise showed low values in the Kattegat and the Sound. In the Baltic Proper and in the Bothnian Sea

the production was between 100 and 200 mg C/m²h and the chlorophyll between 30 and 65 mg/m². The conditions during the November expedition showed a decreasing production in the whole area, except for the station BY 15 in the central Baltic where a production of 153 mg C/m²h was measured.

Lars Edler

Station	maj-juni 1991		aug-sept 1991		nov 1991	
	Integr. ljusmättad produktion mg C/m ² h	Integrerad Klorofyll-a mg/m ²	Integr. ljusmättad produktion mg C/m ² h	Integrerad Klorofyll-a mg/m ²	Integr. ljusmättad produktion mg C/m ² h	Integrerad Klorofyll-a mg/m ²
GF 4	225	-	48	25	86	49
Fladen	152	94	63	19	-	-
Anholt E	73	30	78	27	78	60
Kullen	-	-	37	32	-	-
W Landskrona	-	-	80	26	-	-
Arkona	138	37	-	-	138	60
BY 5	195	-	156	34	99	36
BCS III 10	81	49	181	58	46	29
BY 15	136	52	110	64	153	66
BY 38	133	48	-	-	51	-
BY 31	263	95	-	-	41	-
BY 28	174	85	-	-	87	66
F 64	135	-	141	43	34	25
SR 5	176	102	119	43	32	23
US 5B	105	68	83	37	33	24
BO 3	46	38	88	35	20	19
F 2	57	37	39	24	25	22

7.2 Bottenfauna

Under maj-juniexpeditionen med U/F Argos (provtagare F. Gröndahl) insamlades bottenfauna programenligt från de tre ingående stationerna i Kattegatt (SW Vinga, Fladen och Anholt E) samt de fem i egentliga Östersjön (BY 2, BY 5, BCSIII-10, BY 38 och ESE När). Dessutom insamlades zoobenthos från F 64 i Bottenhavet där provtagningen inte kunde ske i november 1990.

Stationerna i Bottniska viken besöktes med U/F Argos i november 1991. Bottenfauna kunde insamlas från samtliga i programmet ingående stationer (F 64, SR 1A, SR 5, US 6B, BO 3 och C VI).

Vid rapporteringsdatum 1992-05-01 beräknas 1991 års prover från egentliga Östersjön vara klara. Proverna från station Fladen i Kattegatt för åren 1988-1990 har under året analyserats av Susan Smith vid fiskeriverket.

SOFT BOTTOM FAUNA

During May-June 1990 macro zoobenthos were collected on all stations in the Kattegat (SW Vinga, Fladen and Anholt E) and the Baltic proper (BY2, BY5, BCS III-10, BY38 and ESE När). In addition the station F 64 in the Bothnian Sea which was not sampled in November 1990 was visited.

During November 1990 sampling from all stations in the Gulf of Bothnia (F 64, SR1A, SR5, US6B, BO3 and CVI) was succesful.

During the spring 1992 the analysis of all samples for 1991 from the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia will be finished. The samples from station Fladen for the years 1988-1990 have been analysed by Susan Smith from the National Board of Fisheries.

Bengt Yhlen

7.3 Provtagning för miljögiftsanalys

Fisk för miljögiftsanalys har, liksom tidigare, insamlades under hösten från följande lokaler:

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

Sillen från Väderöarna och Fladen har insamlats ur kommersiella fångster med hjälp av personal från Fiskeristyrelsens Havsfiskelaboratorium. Torsken från Fladen har fångats av Alvar Jacobsson på Statens naturvårdsverk. Övrigt material har anskaffats av fiskerikonsulenter och yrkesfiskare. Fisken har för vidare behandling levererats till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

Insamling av skorv (*Saduria entomon*) utfördes med bottenrål i november vid station F18 i norra Bottenhavet. Två tråldrag om vardera ca en halvtimme gav sammanlagt ett 20-tal skorvar. Materialet har levererats till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

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

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

The fish from the localities 1-5 were obtained from local fishermen whereas the fish from localities 6-7 was obtained from commercial catches.

*In November collection of *Saduria entomon* was performed with bottom trawl on sta-*

tion F18 in the northern Bothnian Sea. About 20 specimen were caught. The material has been delivered to the Swedish Museum of Natural History in Stockholm.

Bengt Yhlen

8 DATAVERKSAMHET

DATORSYSTEM

Primärminnet på laboratoriets MicroVax 3100 har utökats med 4 Mbyte till 16 Mbyte. Detta har medfört att svarstiderna minskat vilket har varit särskilt betydelsefullt vid de tillfällen då maskinen belastats kraftigt, ex.vis då flera Mimer-användare är inloggade eller då både modellkörningar och Mimer körs samtidigt.

För att underlätta daglig backup har en ny backup-enhet (XABYTE) installerats. Lagringskapaciteten är 6 Gbyte. Detta höjer säkerheten i systemet då backup av system och data nu kan göras vart dygn med automatisk rutin.

För datalänken mellan laboratoriet och Landvetter flygplats, vilken är den svagaste delen i förbindelsen till vaxsystemet i Norrköping, diskuteras olika lösningar för att höja kapaciteten.

Under året har uppgradering skett av VMS, PCSA, Decnet och Fortran.

Ett flertal av de kemiska analyser som görs på laboratoriet sker nu med hjälp av analysutrustning kopplad till en PC. Analysdata lagras därvid internt på den PC som är kopplad till analysutrustningen. En uppgift under kommande år är att automatiskt överföra dessa data till MicroVaxen och databanken.

DATABANKEN

Databanken, som tidigare lagrades i direct-accessfiler på Norsk Data, är nu helt konverterad till Mimer relationsdatabas på MicroVaxen och i rutindrift. Eftersom filosofin för databanken är att den skall fungera som en lagrings-bank och ej en applikations-bank har nyutvecklingen av databasrutiner koncentrerats på att ta fram list-, extraherings- och inventeringsprogram.

Listprogrammen är så konstruerade att man med hjälp av ett antal söknyckar väljer ett urval. I kombination med Mimer-SD's möjligheter till sekundär sökning ger detta ett flexibelt sätt att välja vilka stationer som skall listas.

Bra inventerings-program är en förutsättning för att effektivt kunna utnyttja en databank av den typen laboratoriet har.

Stor vikt har lagts på att ta fram utförliga och lättarbetade sådana. För närvarande finns program för att visa statistik över Fartyg/Station, Område/Station, år/Fartyg, Fartyg/år och Område/Frekvens.

De extraheringsprogram som tagits fram har i första hand anpassats för att ge filer för överföring till PC, dels för egna skrivna rutiner och dels för kommersiellt köpta PC-program som Excel och Surfer. På samma sätt som för listprogrammen har ett flexibelt söksystem konstruerats. Förutom PC-konvertering finns möjlighet till konvertering av data till data PMK- och BMP-format.

Databanken inklusive alla program är tillgängliga från Norrköping via dataförbindelsen över Landvetter.

DATALAGRING

Under det gångna året har databanken kompletterats med 1991 års data från Argos, Sensor, Svanic, Nereus, Arne Tiselius, kustbevakningen och isbrytare.

Databanksinnehåll:

- data från svenska forskningsfartyg 1902-91
- " - kustbevakningen 1970-91
- " - isbrytare 1983-91
- data från utländska forskningsfartyg 1902-90
- BMP data 1979-90
- data från Bornö fältstation 1909-11, 1930-89
(inga mätningar utfördes 1912-29)
- KMBS's mätningar vid stationen Alsbäck 1978-89
- klorofylldata 1979-91

Förutom innehållet i databanken finns separata delsystem med följande data:

- primärproduktionsdata 1982-91
- CTD-data 1978, (79), 80, (81), (83), 84-91
(årtal inom parantes anger att data enbart till vissa delar överförts till ND-systemet, resterande data är lagrat med BCD-kod på kassetband)
- CTD-data från havsfiskelaboratoriets expeditioner 1978-91
(vissa är ej kompletta, se ovan anmärkning)
- fyrskeppsdata för 15 st fyrskepp 1880-1969
(1880-1947 års data finns på protokoll)

Dessutom finns på BMP-protokoll:

- primärproduktionsdata 1979-91
- zoobenthosdata 1979-91
- zooplanktondata 1979-91
- phytoplanktondata 1979-91

Banken innehåller nu 98969 stationer, fördelade enligt:

- Skagerrak/Nordsjön 10231
- Svenska fjordar 24018
- Kattegatt 16190
- Östersjön 32352
- Bottniska viken 16178

Rapportering och utbyte av data fortlöper enligt olika överenskommelser. Det bilaterala utbytet sker fortfarande med viss fördröjning medan årsrapportering till SNV och Helsingforskommissionen sker inom avtalad tid. Övriga förfrågningar om data och datasammanställningar har ökat markant under året.

Inom Skagex-projektet har laboratoriet fungerat som datacenter för Kristinebergs Marinbiologiska Station, Oceanografiska institutionen och Norsk Institutt for Vannforskning. Ett annat internationellt åtagande är att laboratoriet fr.o.m 1991 är nationell koordinator för BMP-data.

PC-baserade program för marin data- och informationsbehandling (t.ex. "Cruise Summary Report (=ROSCOP)", "International Current Meter Inventory", "North Sea Research Database", "ATLAST",)

utvecklas i IOC och ICES länderna. Laboratoriet samarbetar och utbyttjar dessa mjukvaror i det dagliga arbetet.

Håkan Palmén

COMPUTER SUPPORT

The internal memory of the MicroVAX 3100 in the laboratory has been upgraded with 4 Mbyte to 16 Mbyte. The performance of the computer has improved significantly and is most noticeable when several Mimer-users are logged on, or when numerical circulation models are run.

A new back-up unit (XABYTE), capacity 6 Gbyte) has also been installed. Automatic daily back-up is now performed and the datasecurity is thereby increased.

VMS, PCSA, Decnet and Fortran have been upgraded during 1991.

The datacommunication-link between the laboratory and the VAX-cluster in the head office in Norrköping remains to be improved. Different technical solutions are under consideration.

Several chemical parameters are now analysed on equipment connected to PCs. Software is being developed to transfer data from these PCs to the laboratory's relational database on the MicroVAX.

The databank stored in direct-access files on a Norsk Data computer has now been transferred and converted into a Mimer relational database. Software, using Mimer SD (4th generation language), has been developed to produce lists, inventories and data-extractions. Dataprocessing will be performed on PCs, using commercial software-packages and the laboratory's own PC programs.

The dataholdings have been increased during 1991 with data from the Swedish research vessels Argos, Sensor, Svanic, Nereus, Arne Tiselius and the Coast Guard, Icebreakers and with BMP-data. The contents of the dataholdings are listed in the Swedish text above.

Data are delivered routinely according to bilateral and international (BMP) agreements. Inquiries for data and products have increased considerably during the past year.

The laboratory has acted datacenter within the SKAGEX-project for the Oceanographic Institution, Kristineberg Marine Biological Station and Norsk Institutt for Vannforskning.

The laboratory has also been appointed National Co-ordinator for BMP-data from 1991.

PC-based marine data- and information management software (e.g. "Cruise Summary Report (=ROSCOP)", "International Current Meter Inventory", "North Sea Research Database", "ATLAST", ...) is being developed in IOC and ICES countries. The laboratory cooperates and takes advantage of these software packages in the daily work.

9 Internationella möten och konferenser

Liksom under alla tidigare år har arbetet bedrivits med internationell samverkan och erfarenhetsutbyte. Fältarbetet har till övervägande del varit direkt samord-

nat med verksamheten i grannländerna. Flera av de internationella möten eller konferenser som förtecknats nedan har direkt betydelse för PMK-verksamheten.

Joint Monitoring Group (OSPARCOM)	28 januari-1 mars	Brighton
ICES Marine Chemistry Group	18-22 februari	Bryssel
ICES Working Group on Shelf Seas Oceanography	25 - 27 mars	Lissabon
ICES Working Group on the Baltic Marine Environment	9 - 10 april	Kiel
ICES PEX Workshop	3 - 4 juni	Mariehamn
ICES Variability Symposium	5 - 7 juni	Mariehamn
HELCOM Environment Committee	9 - 13 september	Gdynia
ICES Statutory Meeting (främst kommittéerna för hydrografi och marin miljö)	26 september - 2 oktober	La Rochelle
Nordiskt möte för samordning av monitoring i Kattegatt och Skagerrak	23 oktober	Flødevigen
ICES Working Group on Environmental Assessment and Monitoring Strategy	4 - 8 november	Halifax
ad hoc Working Group on Monitoring	2 - 6 december	Köpenhamn

Dessutom flera möten med: Planeringsgruppen för SKAGEX, samt Nordiska Ministerrådets vattengrupp; projektgruppen för samordnad nordisk monitoring.

International Cooperation

The activities in the oceanographical sector are carried out in close contact with related work in other countries. Some work like SKAGEX is carried out in close cooperation between institutes in several countries and the greater part of the field programme for

sampling and observations is coordinated with other countries. Several of the meetings and conferences listed above have been of direct importance for the monitoring programmes PMK and BMP.

Stig Carlberg

10 Publikationer och föredrag (*Publications and presentations*)

Andersson, L. et.al. 1991: Program för miljö kvalitetsövervakning-PMK, Utsjöprogrammet; Rapport från verksamheten under 1990. SMHI Reports Oceanography, RO Nr 13, ISSN 0283-1112, 48 pp.

Andersson, L. 1991: On the Exchange of Water and Nutrients Between the Skagerrak and the Kattegat. ICES Variability Symposium (Mariehamn) Paper No 36.

Carlberg, S. and Sjöberg, B. 1991: Some Aspects of Oxygen Conditions in the Baltic and their Ecological Relevance. ICES Variability Symposium (Mariehamn) Paper No 40.

SMHI Reports, HYDROLOGY (RH)			
No.	Title		
1	Analysis of climate-induced hydrochemical variations in till aquifers. Sten Bergström, Per Sandén och Marie Gardelin, Norrköping 1990.	5	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1986. Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg och Bengt Yhlen, Göteborg 1987.
2	Human impacts and weather-dependent effects on water balance and water quality in some Swedish river basins. Maja Brandt, Norrköping 1990.	6	Results of a five year survey of the distribution of UREA in the Baltic sea. Jorge C. Valderama, Göteborg 1987.
3	Hydrological modelling of extreme floods in Sweden. Joakim Harlin, Norrköping 1992.	7	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1987. Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen och Danuta Zagradkin, Göteborg 1988.
4	The HBV model - its structure and applications. Sten Bergström, Norrköping 1992.	8	Ice reconnaissance and forecasts in Storfjorden, Svalbard. Bertil Håkansson, Norrköping 1988.
		9	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1988. Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen, Danuta Zagradkin, Bo Juhlin och Jan Szaron, Göteborg 1989.
		10	Sea ice properties studied from the icebreaker Tor during BEPERS-88. L. Fransson, B. Håkansson, A. Omstedt och L. Stehn, Norrköping 1989.
SMHI Reports, OCEANOGRAPHY (RO)			
No.	Title		
1	Calculations of horizontal exchange coefficients using Eulerian time series current meter data from the Baltic Sea. Lars Gidhagen, Lennart Funkquist and Ray Murthy, Norrköping 1986.	11	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1989. Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen, Bo Juhlin och Jan Szaron, Göteborg 1990.
2	Ymer-80, satellites, arctic sea ice and weather. Thomas Thompson, Norrköping 1986.	12	Real-time modelling and forecasting of temperatures in the Baltic Sea. Anders Omstedt, Norrköping 1990.
3	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Stig Carlberg et al. Norrköping 1986.	13	Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1990. Lars Andersson, Stig Carlberg, Elisabet Fogelqvist, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen och Danuta Zagradkin, Göteborg 1991.
4	Isförhållandena i Sveriges södra och västra farvatten. Jan-Erik Lundqvist och Anders Omstedt. Norrköping 1987.	14	Haven runt Sverige 1991 inklusive PMK - utsjöprogrammet. (The conditions of seas around Sweden. Report from activities in 1991 including PMK - National Open Sea Monitoring, results from 1991.) Lars Andersson, Stig Carlberg, Lars Edler, Elisabet Fogelqvist, Lotta Fyrberg, Håkan Palmén, Danuta Zagradkin, Bengt Yhlen, Björn Sjöberg, Göteborg 1992.



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Swedish meteorological and hydrological institute
S-60176 Norrköping, Sweden. Tel. +46 11 58000. Telex 64400 smhi s.