



Översvämningar längs Oder och Wisla sommaren 1997 samt effekterna i Östersjön

Maja Brandt, Lars Edler och Lars Andersson

**Översvämningar längs Oder
och Wisla sommaren 1997
samt effekterna i Östersjön**

Maja Brandt, Lars Edler och Lars Andersson

FÖRORD

Under början av juli månad 1997 föll stora nederbördsmängder över mycket stora arealer i Polen och Tjeckien. De orsakade snabbt översvämningar i bergsområdena på gränsen mellan länderna. Det intensiva regnvädret indikerade risk för översvämningar långt ner i vattendragen och det bestämdes att SMHI skulle följa flödet och översvämningarna i Polen. De skedde i första hand med tanke på effekten av utflödet i Östersjön och eventuella transporter av stora närsaltmängder, miljögifter mm och i andra hand för att ta lärdom av denna händelse.

Den första åtgärden var att få en uppfattning om flödenas storlek. Nederbördsmängderna över de aktuella områdena analyserades och beräknades och utifrån dessa beräkningar skattades utflödet från floderna Oder och Wisla för att ligga till grund för en första bedömning av effekten på Östersjön. Det var svårare att bedöma flodvattnets innehåll av sediment, närsalter, tungmetaller och gifter, men farhågorna var stora på grund av de stora arealerna som översvämmades.

När flodvattnet i respektive vattendrag nått mynningen startade ett intensivt arbete att göra prognoser av spridningen samt följa det med fältmätningar och satellitbilder.

Naturvårdsverket tilldelade SMHI extra medel för att möjliggöra extra fartygsexpeditioner och analyser.

Det är många som deltagit i arbetet och SMHI kunde verkligen dra nytta av den samlade kompetensen inom meteorologi, hydrologi och oceanografi samt GIS-personal som snabbt kunde analysera nederbördsinformationen från WMOs stationsnät.

Ett stort tack till de meteorologiska och marina prognostjänsterna som bidrog med väderinformation, till Bernt Samuelsson, Ylva Westman och Nils-Åke Andersson för analys av nederbördsmängderna, till Sten Lindell, Karin Göransson och Martin Häggström för insamling av information från Polen och hydrologiska bedömningar, till Mats Moberg och Håkan Bolin för hjälp med satellitbilder, till Katinka Lindquist, Cecilia Ambjörn och Barry Broman vid SMHI Norrköping för analyser och prognoser av flodvattnets spridning i havet samt till personal ombord på Argos under expeditionerna och vid SMHIs oceanografiska laboratorium i Göteborg.

Författarna, februari 1998

Omslagsbild: Lars Edler samlar in alger och plankton i Pommerska bukten 12 aug. 1998
Digital bild: Björn Larsson, NT

© SMHI 1998

Citera oss gärna och använd materialet, men glöm inte att ange källan.

Tryckeri: CA-Tryck, Norrköping

ISSN 0283-7714

INNEHÅLL

	sid
1. Sammanfattning	1
2. Vädersituationen	2
3. Flöden och översvämningar	6
4. Flodvattnets utbredning i Östersjön	8
4.1 Gdanskbukten	8
4.2 Pommerska bukten	9
5. Information från olika mätningar och prognosverktyg	11
5.1 Mätningar ombord U/F Argos	11
5.1.1 Hydrografi i Gdanskbukten	11
5.1.2 Hydrografi i Pommerska bukten	11
5.1.3 Sammanfattning hydrografi	16
5.1.4 Växtplankton, klorofyll och produktion i Östersjön	16
5.1.5 Växtplankton, klorofyll och produktion i Gdanskbukten	16
5.1.6 Växtplankton, klorofyll och produktion i Pommerska bukten	18
5.1.7 Sammanfattning växtplankton, klorofyll och produktion	19
5.1.8 Summering av IVLs analyser av organiska ämnen och metaller	19
5.2 Mätningar ombord på andra forskningsfartyg	20
5.2.1 Mätningar ombord R/V Baltica	20
5.2.2 Mätningar ombord R/V Prof. Albert Penck	20
5.2.3 Summering av analysresultat av metaller, organiska föroreningar samt pesticider utförda av tyskar och polacker	21
5.3 Modeller	21
5.3.1 HIROMB	21
5.3.2 Spridningsmodellen	23
5.4 Satellitbilder	24
5.4.1 Utflöde från Wisla	24
5.4.2 Utflöde från Oder	24
6. Erfarenheter	26
Bilaga 1. Beräknade nederbörds mängder över Odors och Wislas delavrinningsområden	27
Bilaga 2. Salinitet, fosfat-, nitrat-, klorofyllkoncentration, produktionskapacitet och växtplankton	29

1. SAMMANFATTNING

I juli drabbades Tjeckien och Polen av mycket intensiva regnväder. Det första kom 4-9/7 och det andra inträffade 18-21/7. Över floderna Oder och Wislas avrinningsområden föll 3-4 gånger så mycket nederbörd som normalt. Utifrån vattenföringuppgifterna beräknades, att det under perioden 11/7-31/8 hade runnit ut 17 km^3 från dessa floder till Östersjön. Den normala avrinningen från Oder och Wisla är under denna tidsperiod ca 6 km^3 , vilket innebär ett överskott på ca 11 km^3 . Det kan jämföras med en veckas inflöde genom Öresund, som är av storleksordningen 10 km^3 .

De stora regnmängderna medförde, att stora områden översvämmades främst längs Oder och att flodvattnet förde med sig material och föroreningar längs vattendragen. De svenska hydrografiska basundersökningarna i södra Östersjön intensifierades för att undersöka flodvattnets spridning och materialtransport i södra Östersjön. Undersökningarna utfördes till största delen av SMHI, och i ett nära samarbete med Naturvårdsverket, Fiskeriverket, IVL och Kustbevakningen. Tyska och polska fartyg utförde även intensiva mätningar under den aktuella tiden.

Flodvattnets väg ut i Östersjön prognostiserades och följdes på ett antal olika sätt. Vinduppgifter, den oceanografiska modellen HIROMB samt spridningsmodell för olja och kemikalier användes för att prognostisera vattnets väg samtidigt som översvämningsvattnet följdes med hjälp av satellitbilder och fartygsmätningar.

Wisla rinner ut i Gdanskbukten, medan Oder rinner ut i Pommerska bukten efter att ha passerat Szczecin-lagunen. De uppmätta närsaltkoncentrationerna i bukten var i samma storleksordning som de maximala halter som uppmäts under vårperioderna de senaste 25 åren. Det näringsrika vattnet orsakade en kraftig primärproduktion i bukten. I slutet av juli rådde västliga vindar, som transporterade det utströmmande vattnet från Wisla och Oder österut längs den polska kusten. I början av augusti vände vinden och blev ostlig. Vädret var varmt och soligt, och vattnet transporterade långsamt västerut. Någon påverkan längre ut från kusten registrerades inte och några långtidseffekter förväntas inte heller ske.

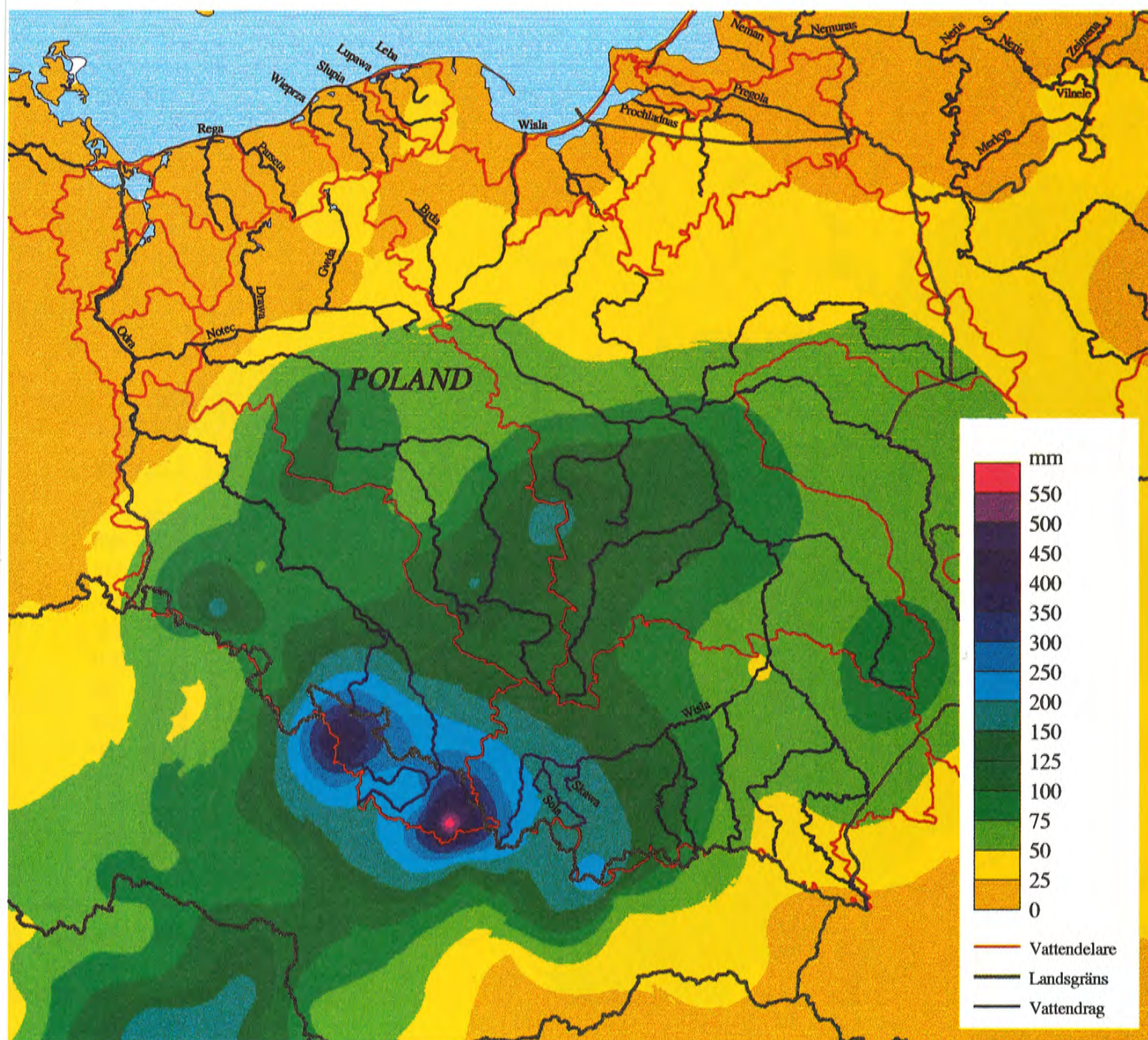
2. VÄDERSITUATIONEN

I början av juli täckte sval luft Västeuropa och det föll snö i Alperna, samtidigt som det var mycket varmt i södra delen av Balkan med 40-43 °C. Detta skapade ett intensivt lågtryck med ett omfattande nederbördsområde i gränzonen mellan luftmassorna. Ovädret fastnade och det regnade oavbrutet i tre-fyra dagar. Nederbörden förstärktes ytterligare när den fuktiga luften hävdes över de tjeckiska bergen. Under dygnen 4-9/7 fick väderstationen Lysa Hora 595 mm (234 mm 6-7/7) och Praded 469 mm. Båda stationerna ligger vid Oders södra vattendelare i Tjeckien. I figur 1 redovisas en karta över ackumulerad nederbörd 4-9/7 beräknad utifrån dagliga rapporter från WMOs stationsnät och i bilaga 1, tabell 1, beräknade nederbörds-mängder över de olika grenarna av Oder och Wisla. Regnen orsakade stora flöden och översvämningar i floderna Oder och Wisla samt i floder i Tjeckien som avvattnas söderut. Totalt beräknade SMHI att det föll ca 25 km³ vatten över Oders och Wislas avrinnings-områden dessa dagar. Nederbörden översteg 100 mm över en yta på drygt 100 000 km² under dessa dygn.

Mellan 18 och 21/7 regnade det åter intensivt, men mängderna var lägre och uppgick till drygt 100 mm på de mest utsatta platserna. I figur 2 redovisas en karta över nederbördsfördelningen och i bilaga 1, tabell 2, nederbördsmängderna över olika grenar av floderna. Totalt föll ca 18 km³ över Oders och Wislas avrinningsområden. Nederbördsmängden översteg 60 mm på en yta av 112 000 km², som delvis sammanföll med det område som fått mest nederbörd vid det tidigare tillfället.

Medelnederbörden för juli månad ligger normalt mellan 50 och 75 mm i stora delar av Polen, med undantag för bergstrakterna, där den ligger mellan 100 och 150 mm. I figur 3 redovisas juli månads ackumulerade nederbörd. I Lysa Hora och i Praded i de tjeckiska bergen föll det 839 mm respektive 692 mm. Nederbörden i de tjeckiska bergen var 3-4 ggr större än normalt och 2-3 ggr större än normalt norr om de tjeckiska bergen i Oders och Wislas övre delar.

Summa nederbörd 970704 - 970709



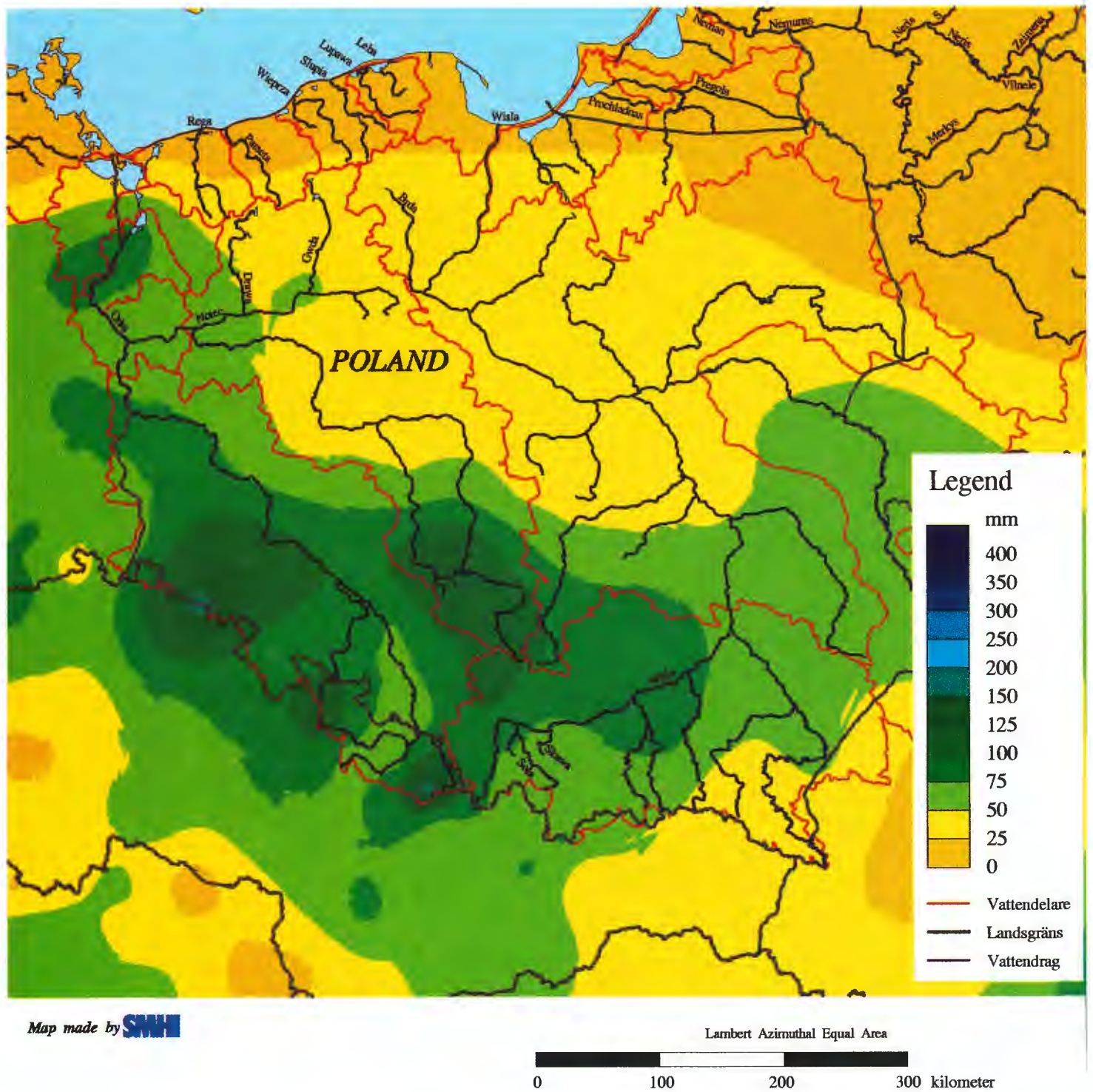
Map made by SMHI

Lambert Azimuthal Equal Area

0 100 200 300 kilometer

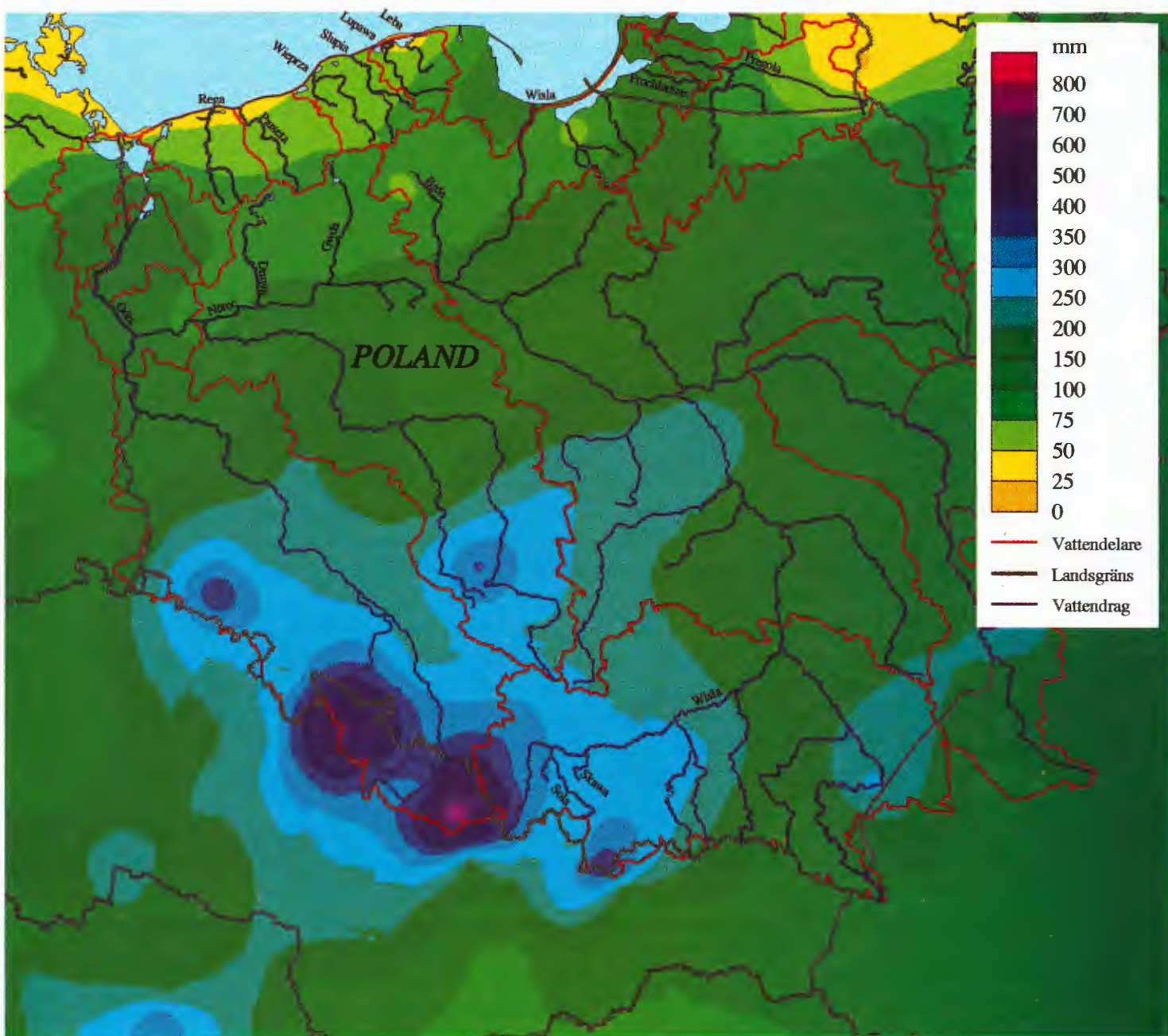
Figur 1. Ackumulerad nederbörd 4-9/7 analyserad från WMOs stationsnät.

Summa nederbörd 970718 - 970721



Figur 2. Ackumulerad nederbörd 18-21/7 analyserad från WMOs stationsnät.

Summa nederbörd juli 1997



Map made by SMHI

Lambert Azimuthal Equal Area

0 100 200 300 kilometer

Figur 3. Ackumulerad nederbörd under juli månad analyserad från WMOs stationsnät.

3. FLÖDEN OCH ÖVERSVÄMNINGAR

SMHI följde flödet och översvämningarna via polska hydrologer, internet och massmedia. De totala nederbörds mängderna var ungefär lika stora över de båda flodernas avrinningsområden 4-9/7, men eftersom Oders avrinningsområde är mindre blev det den mest drabbade floden med stora översvämningar. Utav de 25 km³ nederbörds mängder som föll vid tillfället 4-9/7 skattade SMHI att drygt 14 km³ skulle nå havet, med ungefär lika stora mängder i de två floderna. Under den första tiden efter regnvädret erhöles information om vattenståndet längs floderna allteftersom flödet steg, men inga vattenföringsuppskattningar. Den 9/7 informade polska hydrologer vid Institute of Meteorology and Water, Warszawa, att flödet i Wisla nått Krakow och väntades nå Warszawa 14-15/7. Den 11/7 rapporterades från Polen att 310 000 ha land stod under vatten, 10 städer och 7 byar. Ungefär den 13/7 nådde flodvågen Wroclaw i Oder och 2 400 km² land stod under vatten. De värst drabbade städerna var Opole och Wroclaw, som båda ligger på öar i Oder. Den 15/7 rapporterades att 27 städer och 180 byar stod under vatten, att 1 300 km vägar var ofarbara och 130 broar bortspolade. Den 17/7 nådde flodvågen Frankfurt an der Oder. Flodvågen i Oder rörde sig långsammare mot mynningen än de första polska prognoserna angett.

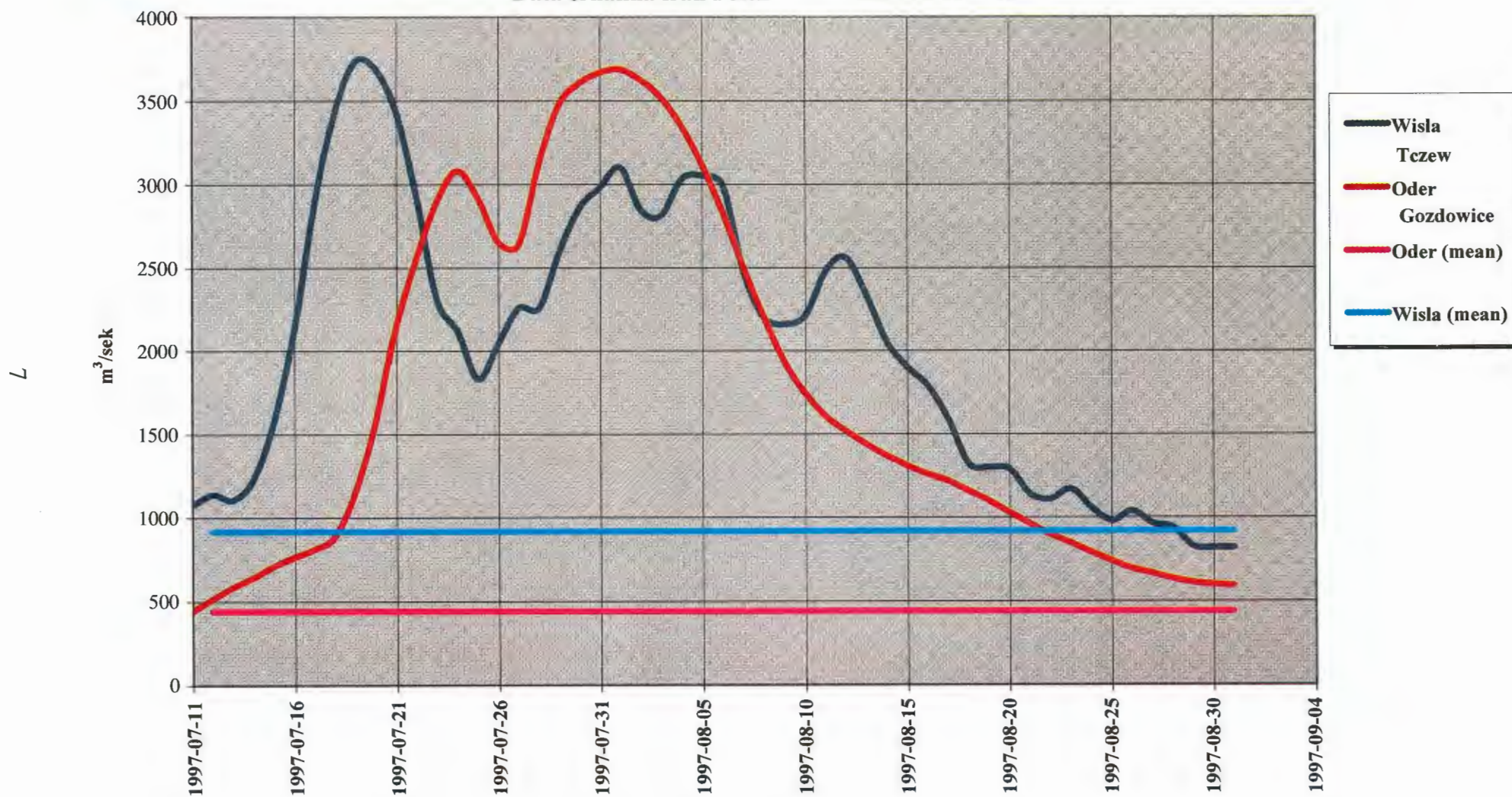
Det nya regnvädret 18-21/7 förvärrade situationen. Ovädret hade nu ett av sina centra över den redan översvänningsdrabbade sydvästra grenen av Oder och flödena från de två ovädrarna adderades delvis till varandra. I Wisla blev det däremot tre flodvågor, varav den första var störst. Enligt SMHIs uppskattningar föll det 18 km³ regnvatten under dygnet 18-21/7 över de båda flodernas avrinningsområden varav 12 km³ skattades nå havet med ungefär lika mängder i de båda floderna. Marken var nu mättad med vatten utefter stora delar av vattendragen och en större andel av det nya regnet beräknades nå havet.

Från 25/7 fick SMHI vattenföringsuppgifter från Polen för Gozdowice i Oder (ca 12 mil från kusten och uppströms Szczecin-lagunen) och för Tczew i Wisla (ca 3 mil från mynningen) (figur 4). Värdena uppskattades från provisoriska avbördningskurvor. Maximala utflödet i Wisla skedde 19/7 (3 000 m³/s). Vattenföringen sjönk sedan till 1 900 m³/s den 25/7, innan nästa flodvåg nådde fram. Denna hade sitt maximum 3 - 5/8 (3 000 m³/s). Ytterligare en liten flödestopp inträffade 12/8 (2 500 m³/s). I Wisla var det således tre tydliga toppar varav den första var störst. I Oder var flödet mer samlat. Den första toppen nådde Gozdowice 24/7 (3 000 m³/s) och den andra kom 31/7 (3 700 m³/s). Flödena beräknades nå Oders mynning 4-5 dygn efter de nått Gozdowice i Oder. De maximala flödestopparna skattas därför ha nått mynningen 28/7 respektive 4/8. Szczecin-lagunen i mynningen verkade kraftigt dämpande och utflödet påverkades av vattenståndsskillnader mellan lagunen och Östersjön. Normalt räknar man med en upphållstid på 15 dygn i lagunen, men nu förkortades den till ca halva tiden. Därefter avtog vattenföringen i Oder relativt snabbt, men var vid augusti månads slut fortfarande högre än normal medelvattenföring. Utifrån vattenföringsuppgifterna beräknade SMHI att ca 17 km³ (varav 9 km³ från Wisla och 8 km³ från Oder) hade nått havet från de båda floderna under perioden 11/7-31/8, vilket är mindre än den första grova uppskattningen av SMHI utifrån nederbörds mängderna. Medelvattenföringen i Wisla är för juli 919 m³/s och för Oder 443 m³/s, vilket ger en normalvattenavrinning på 6 km³ under den aktuella perioden, dvs. det skedde ett extra utflöde till Östersjön på 11 km³. Det kan jämföras med en veckas inflöde genom Öresund, som är av storleksordningen 10 km³.

uppskattade flöden från Oder och Wisla 970711-970831

Data erhållna från Polen

Data 970711--0831



Figur 4. Beräknade vattenföringsmängder i Gozdowice, Oder och i Tczew, Wisla (källa: Institute of Meteorology and Water, Warszawa).

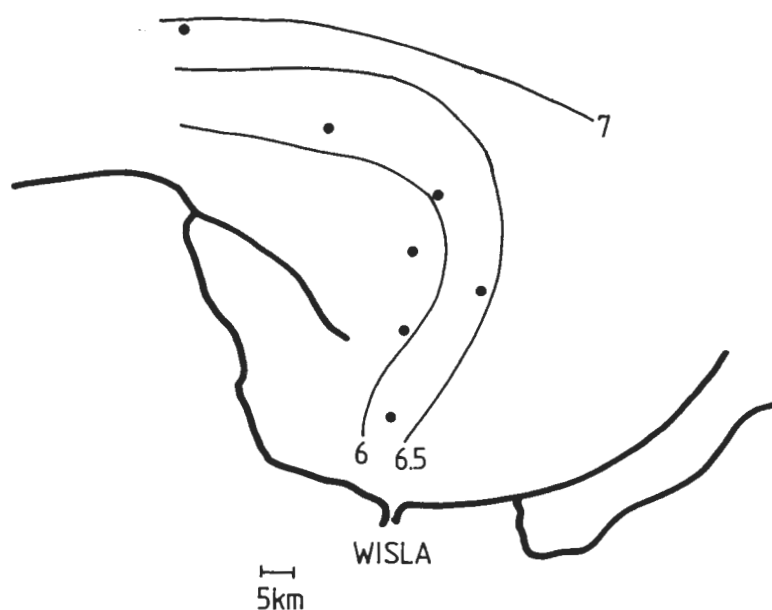
4. FLODVATTNETS UTBREDNING I ÖSTERSJÖN

Samtidigt med flodvattnets utflöde i Östersjön var vindarna i allmänhet svaga eller måttliga och endast 28/7 blåste tillfälligt kuling (upp mot 15 m/s). Under perioden 23-25/7 var vinden svagt växlande eller måttligt nordostlig. Ett lågtryck passerade södra Sverige 26-29/7 med omslag till måttliga eller friska väst till nordvästvindar. Därefter var vindarna svaga till måttliga mellan sydväst och väst (30/7-3/8). I samband med att ett högtryck utvecklades över södra och mellersta Östersjön 4-10/8 blev vindarna måttligt nordostliga till ostliga. Högtrycket försköts mot Tyskland 10-13/8, vilket gav växlande eller måttlig ostlig vind som följdes av måttliga väst till nordvästvindar 13-15/8.

4.1 Gdanskbukten

Enligt satellitbilder nådde den första flodvågen från Wisla Gdanskbukten den 21/7 och låg då som en liten plym längst in i bukten. De följande dagarna spred den sig långsamt mot nord och nordost inne i bukten. Den 23/7 påträffade Argos ett paket med utsötat vatten vid station PLX-3 utanför Gdanskbukten (se karta i figur 7). Flodvatten observerades också vid stationerna PLX-4 och PLX-5. Den 25/7 återfanns flodvattnet i framförallt den centrala delen av Gdanskbukten med dominans mot öster. Utanför bukten påträffades ett isolerat flodvattenpaket vid station PLX-4W. Enligt den svenska Kustbevakningens flygövervakning återfanns flodvatten utanför Gdanskbukten 30/7.

Den andra flodvågen från Wisla nådde Gdanskbukten 30/7 - 5/8 och spreds först långsamt österut längs kusten vilket framgår av satellitbilder. Flodvattnet gick i en virvel nordostvärt i bukten och västerut utanför bukten. Från 12/8 vred strömmarna enligt strömmodellen mot väster även inne i bukten. Mätningar på Argos dessa dagar visar att flodvatten fanns i en stor del av bukten, men också omedelbart norr om bukten (figur 5). Kring 20/8 föreföll flodvattnet åter förflytta sig nordostvärt ut ur Gdanskbukten. Satellitbilderna är dock svårtolkade. I slutet av augusti återfanns spår av flodvattnet i de centrala delarna av Gdanskbukten och strax nordost om halvön Hel.

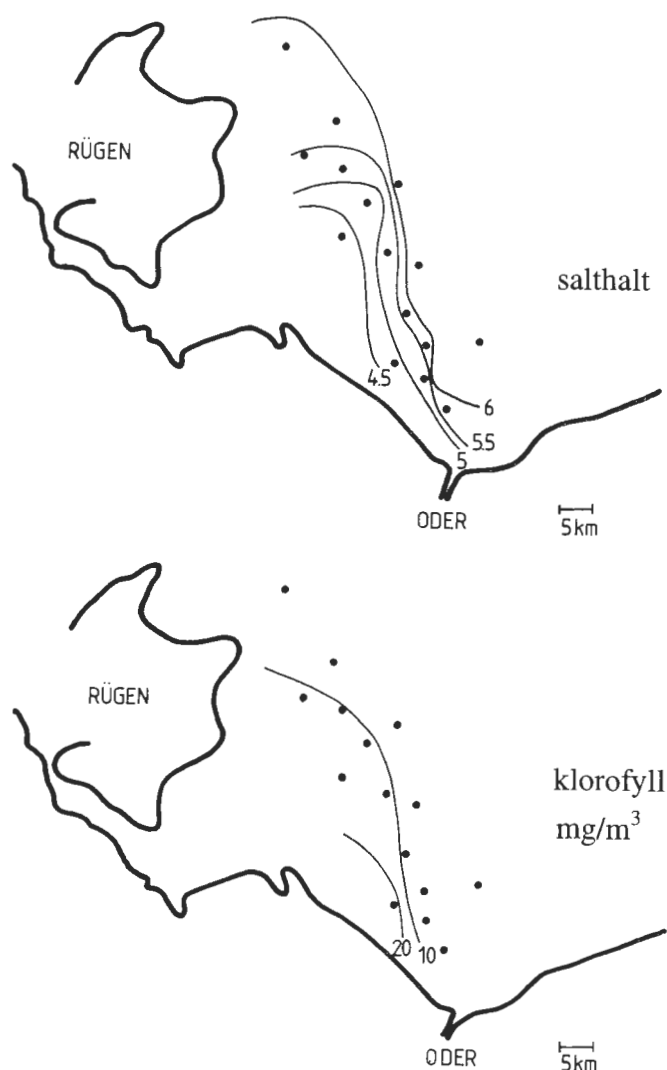


Figur 5. Salthetsmätningar i ytsiktet 13/8 i Gdanskbukten.

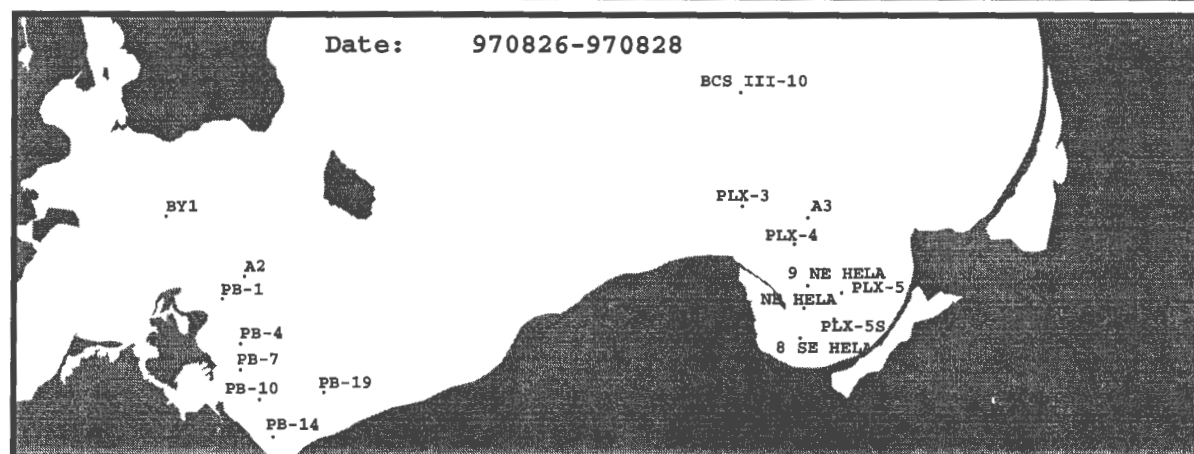
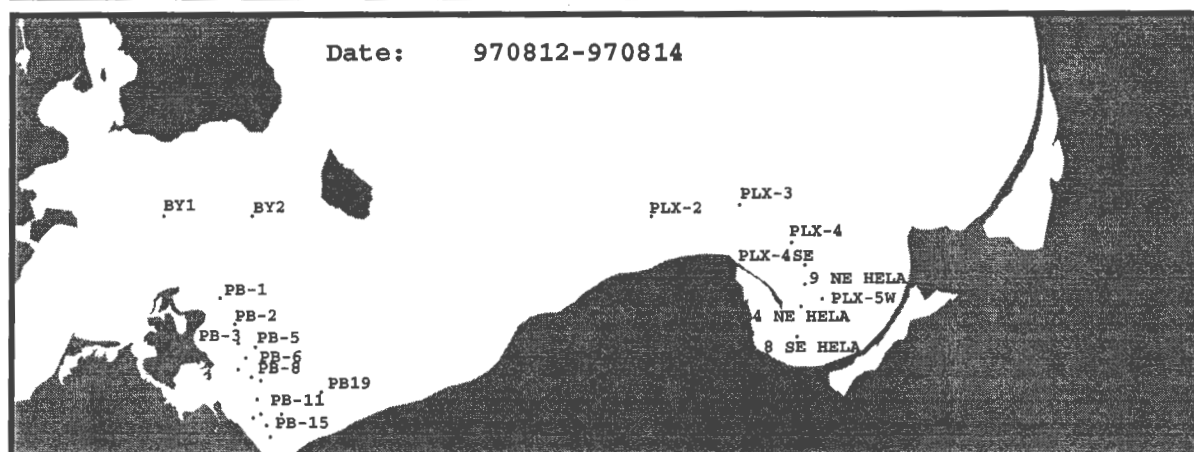
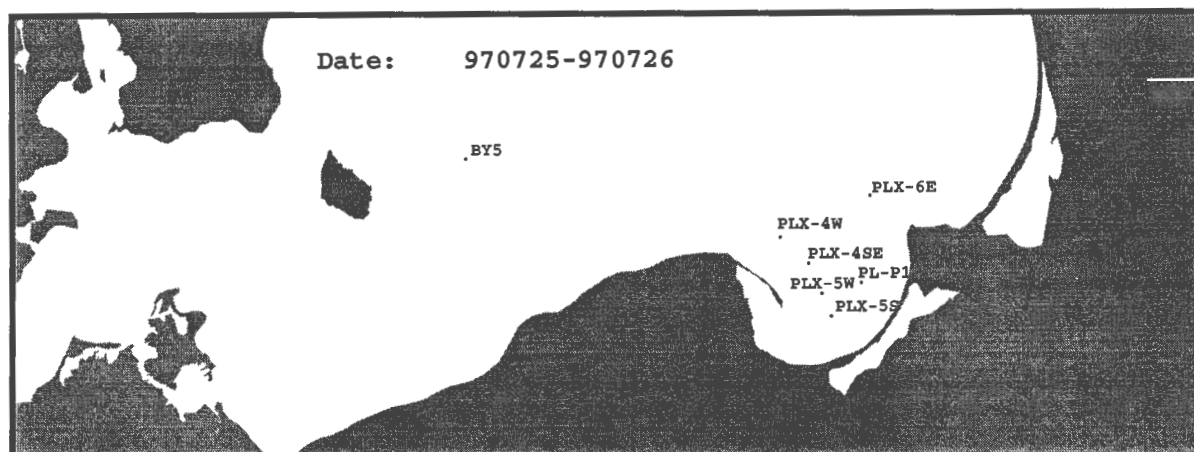
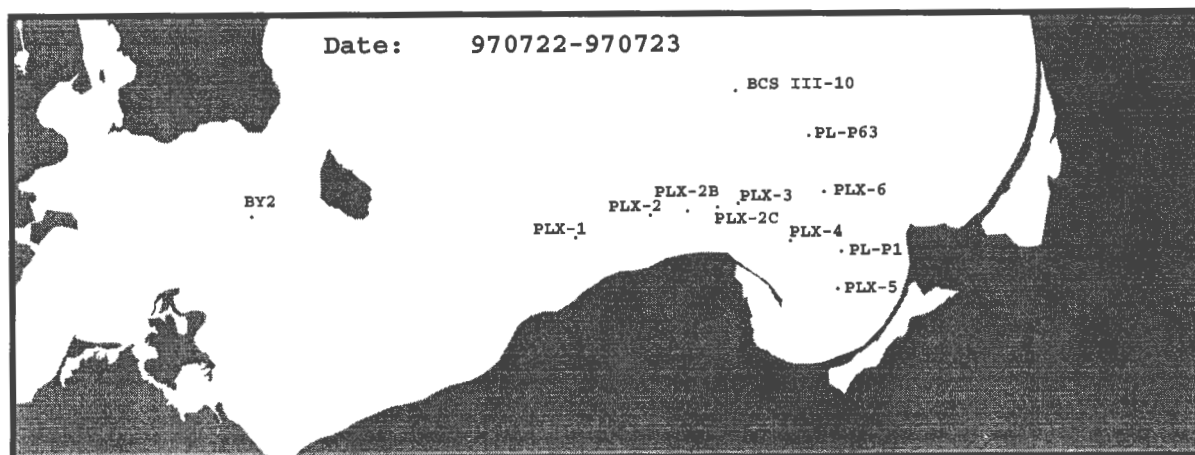
4. 2 Pommerska bukten

Den första flodvågen från Oder nådde Pommerska bukten ca 28/7. Enligt satellitbild från 30/7 var flodvattnet jämnt spritt i en radie av ca 10 nautiska mil (ca 19 km) utanför Oders mynning. Flodvattnet var koncentrerat till den centrala delen av Pommerska bukten och drev österut med de västliga vindarna. Vid mätningar 2/8 var flodvattnet ansamlat i ett övre 5 m tjockt skikt i den inre delen av bukten och började driva västerut ca 6-7/8. Satellitbilder från 11/8 tyder på att flodvattnet hade spritt sig åt nordväst och nått i höjd med ön Rügen. Vid Argos besök 12/8 återfanns tydliga spår av flodvattnet i ett 1-3 m tjockt, utsötat ytskikt (figur 6). Väster om fronten förekom en kraftig algbloomning. Satellitbilden från 13/8 visar en plym från Oders mynning mot nordväst förbi Sassnitz på Rügen. Enligt strömprognoserna vände strömmarna österut 14/8, försvagades och vred västerut igen 16/8. Satellitbilden från 18/8 visar ett mönster öster om Rügen som kan vara algbloomning och/eller spår av flodvatten. Den 23/8 vred strömmen mot väster igen. Vid Argos besök 26/8 återfanns flodvattnet på 2,5-5 m djup i de västra delarna av Pommerska bukten.

Enligt information från Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany (BSH) var fördelningen av utflödet i Oders tre mynningsgrenar: 80 % i den centrala mynningen (Swina) och 10 % vardera i den östra (Dziwna) och den västra mynningen (Peene).



Figur 6. Salthalt- och klorofyllmätningar i ytskiktet 12/8 i Pommerska bukten.



Figur 7. Provtagningspunkter vid Argos olika expeditionerna utanför Polens och Tysklands kuster.

5. INFORMATION FRÅN OLIKA MÄTNINGAR OCH PROGNOSE- VERKTYG

5.1 Mätningar ombord U/F Argos

SMHI besökte de två områdena under tre kryssningar med U/F Argos. Mätningarna utfördes in till 12 nautiska mil (ca 21 km) från kusten. Under den första expeditionen gjordes två besök i Gdanskbukten, 23/7 samt 25/7. Under de två därpå följande expeditionerna besöktes Pommerska bukten 12/8 och 26/8 samt Gdanskbukten 13/8 och 27/8.

I Östersjön var ytvattentemperaturen 18-20 °C under expeditionen 20-27/7. Termoklinen återfanns på 15-20 meters djup. I ytskiktet saknades nitrat, medan fosfat och silikat fanns i en koncentration av 0,07-0,09 resp. 4-6 mmol/m³. Under de båda senare expeditionerna i augusti höll sig temperaturen i Arkonahavet kring 21-22,5 °C i ytvattnet. Ytlagret var tömt på nitratkväve, medan det fanns låga halter av fosfat (0,05-0,08 mmol/m³) samt relativt gott om silikat (6,5-12,5 mmol/m³).

5.1.1 Hydrografi i Gdanskbukten

23/7 (figur 8) och 25/7 (figur 9): Salthalten i ytvattnet indikerade att ytlagret (0-5 m) bestod av 5-10 % flodvatten inne i bukten. Siktdjupet sjönk från 6-7 m i öppna Östersjön till ca 3 m inne i bukten. I den innersta mätstationen (PLX-5) var närsaltvärdena tydligt förhöjda.

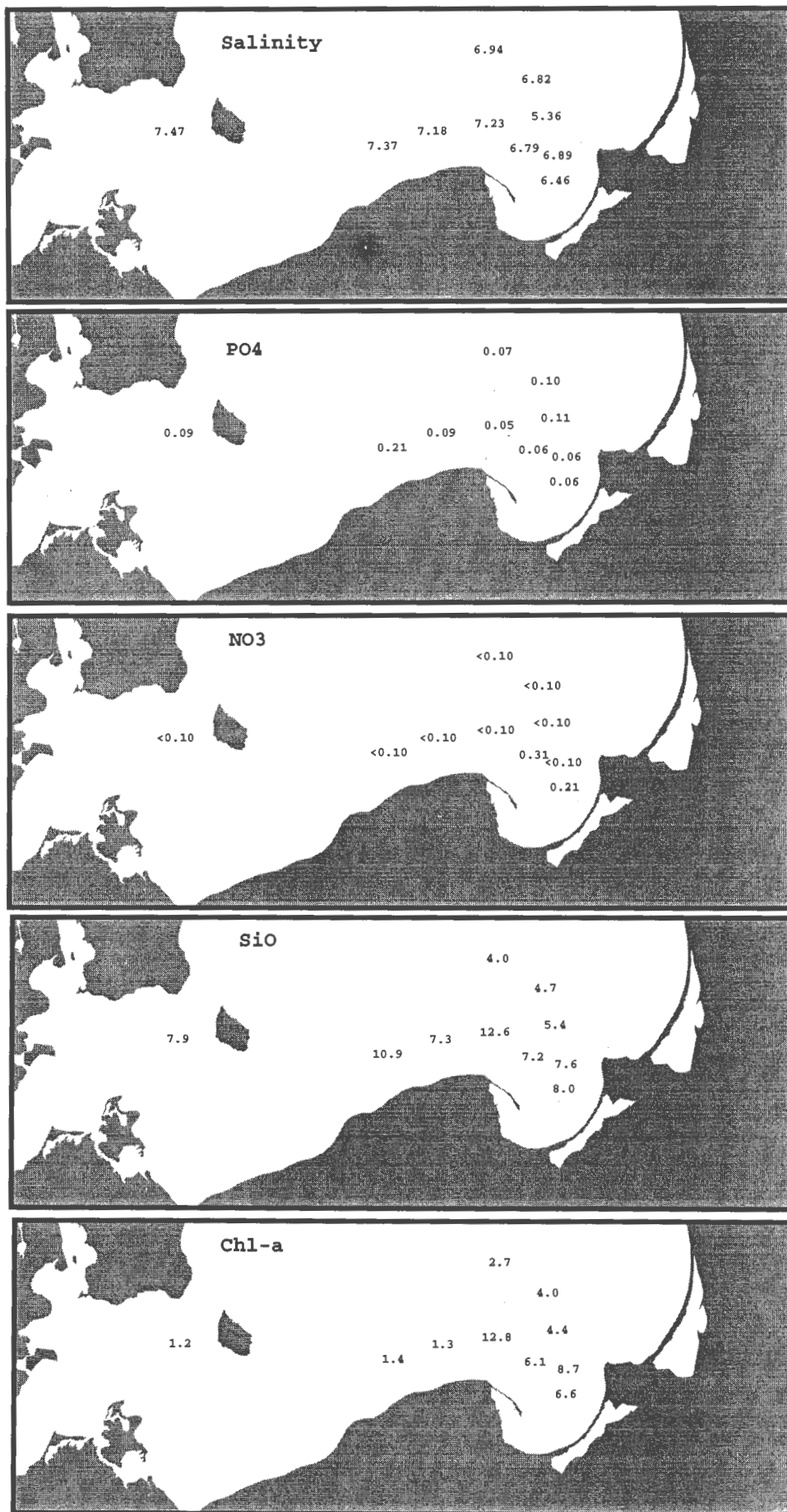
13/8 (figur 10): Vatten med låg salthalt återfanns i ett upp till 3 m tjockt ytlager i den västra delen av Gdanskbukten liksom i ett område nordväst om bukten. Vattnet var här brunaktigt och siktdjupet var endast 2-3 m. Koncentrationerna av silikat och fosfat var förhöjda, medan nitratkoncentrationerna låg under detektionsgränsen (< 0,10 mmol/m³).

27/8 (figur 11): Spår av flodvatten återfanns i mindre vattenpaket i olika delar av bukten. Ett vattenpaket återfanns 9 nautiska mil (ca 17 km) nordost om halvön Hel och ett annat i de centrala delarna av Gdanskbukten. I dessa områden var siktdjupet litet (2-3 m) men endast silikatkoncentrationerna var klart förhöjda, medan fosfat uppvisade något högre koncentrationer än i öppna Östersjön och nitratkoncentrationerna låg under detektionsgränsen.

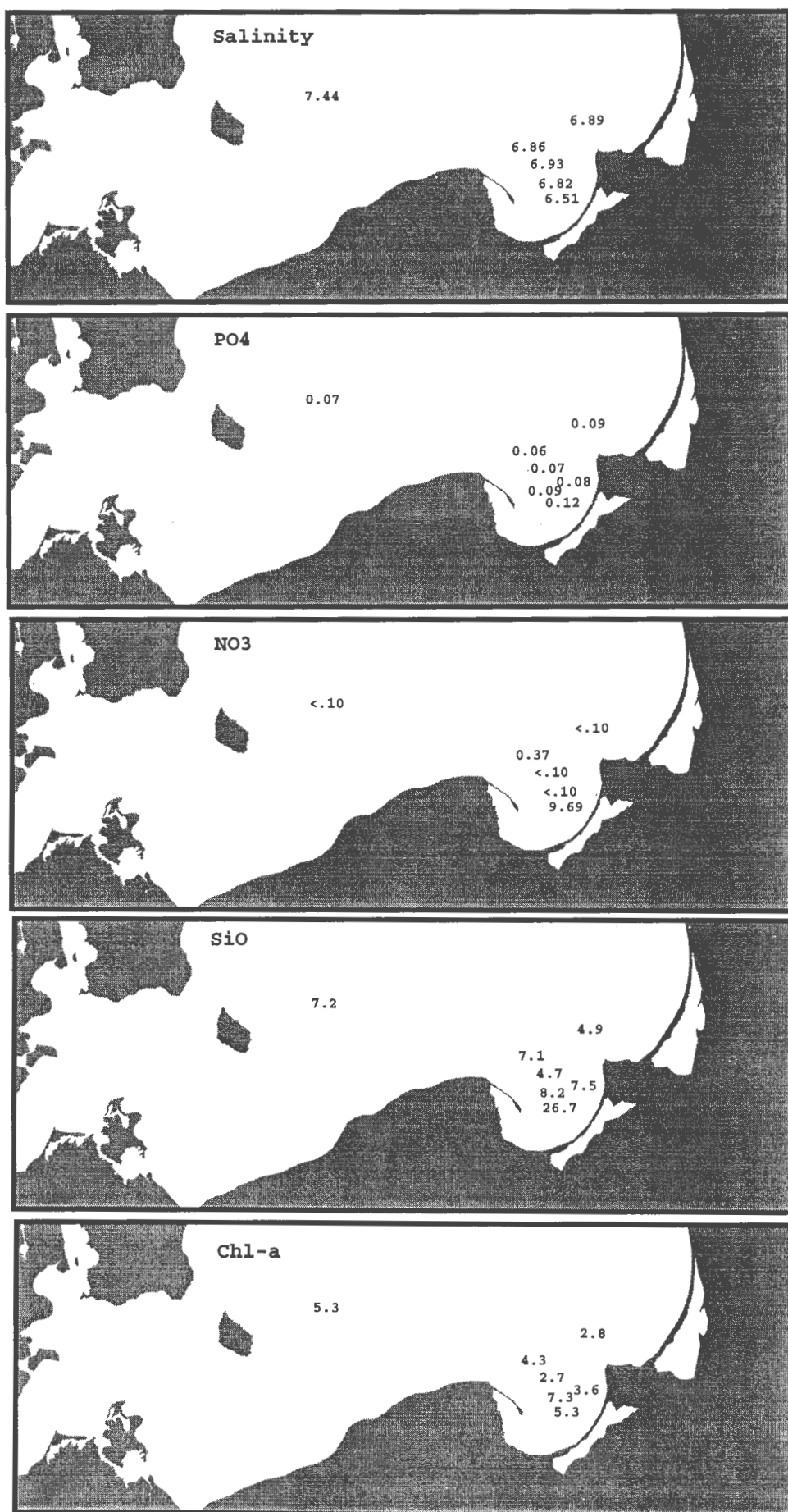
5.1.2 Hydrografi i Pommerska bukten

12/8 (figur 10): Tydliga tecken på flodvatten återfanns i ett 1-3 m tjockt ytlager i de västra delarna av bukten. Siktdjupet var litet, som lägst 1,2 m. Vattnet uppvisade förhöjda halter av fosfat och silikat men nitrathalterna var låga.

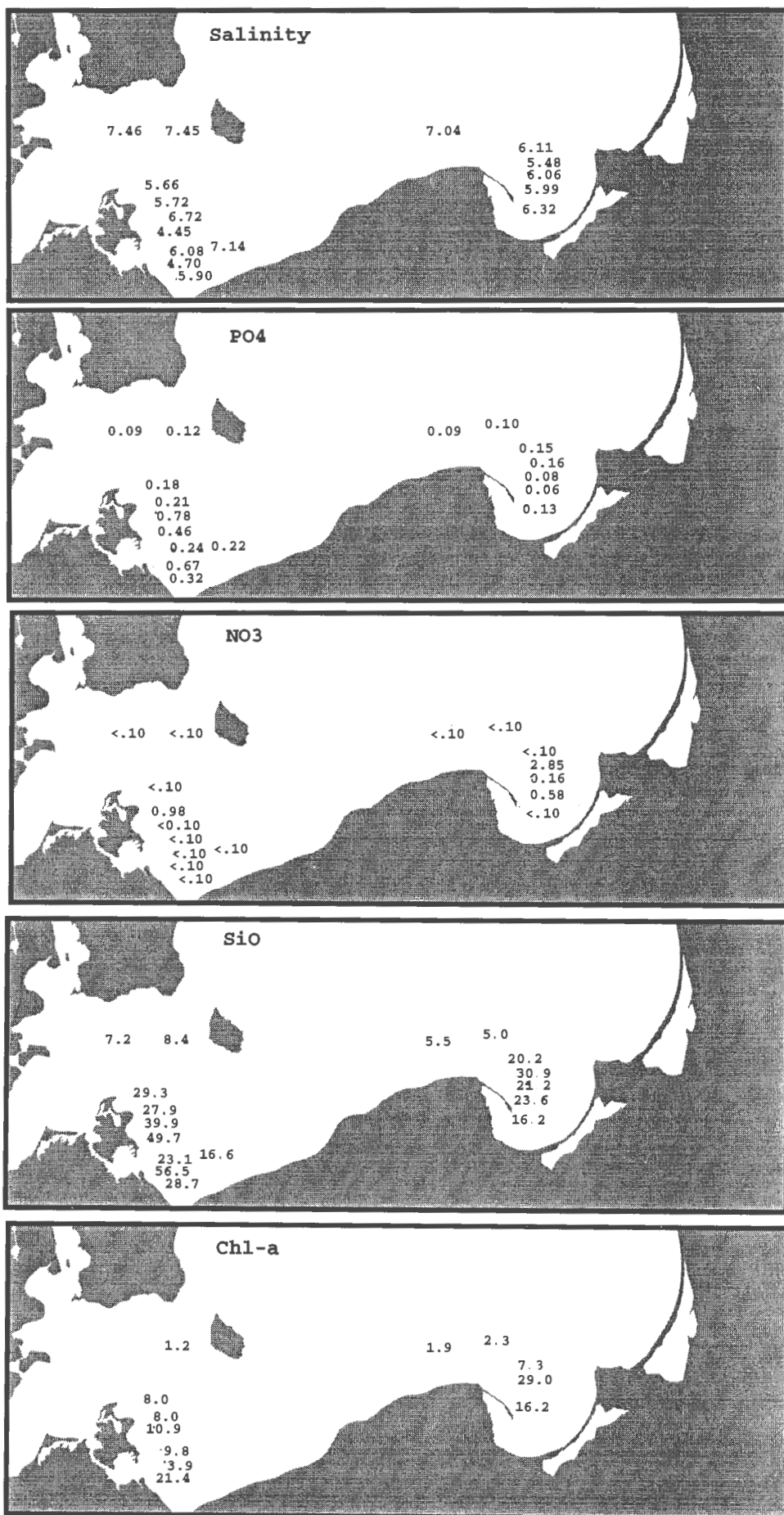
26/8 (figur 11): Spår av flodvatten återfanns i ett 2,5 m tjockt ytlager i buktens västra delar. Fortfarande förekom fosfat och silikat i förhöjda koncentrationer medan nitrathalterna höll sig under detektionsgränsen.



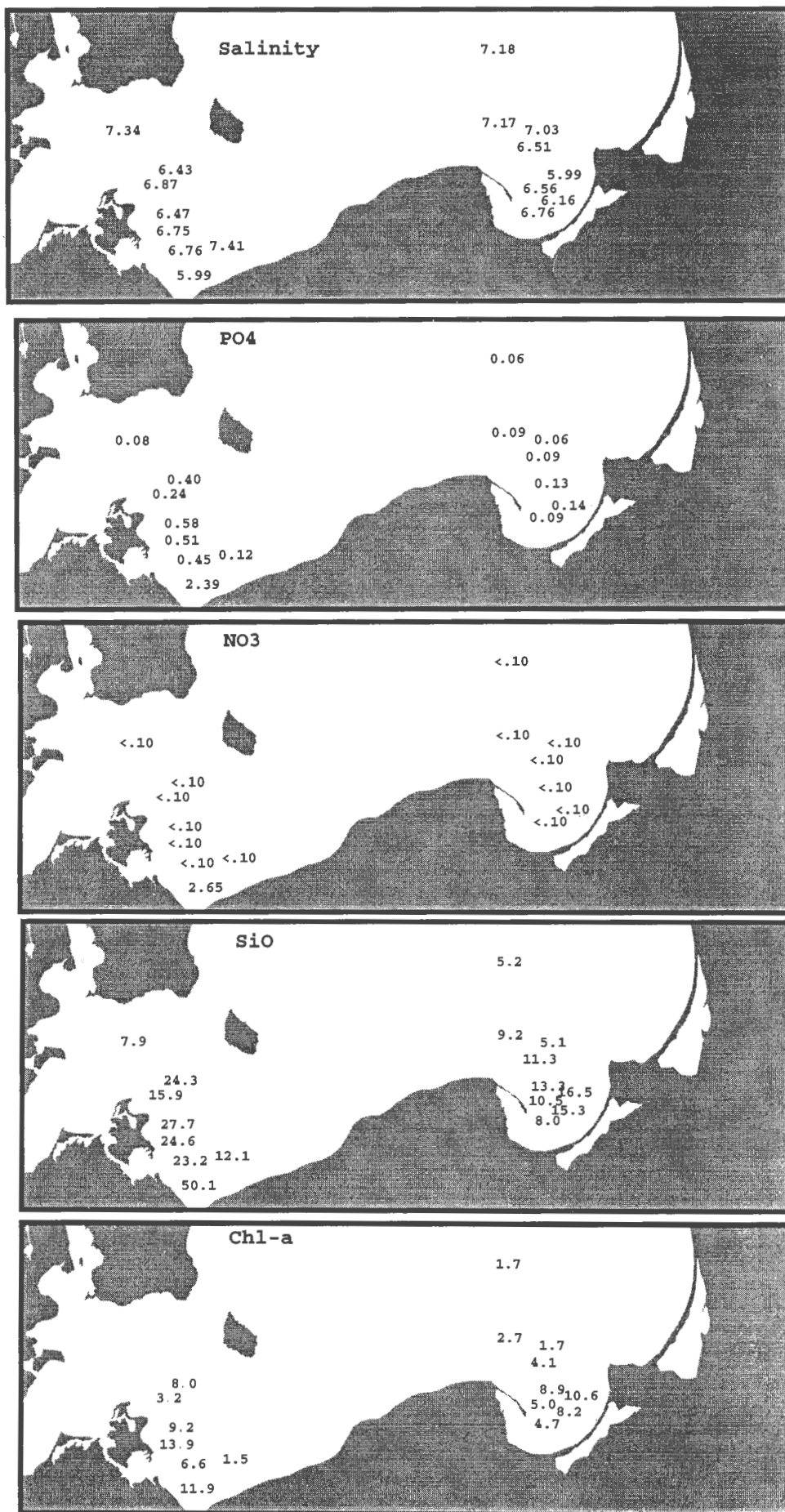
Figur 8. Salthalt, nitrat-, fosfat-, silikat- och klorofyllkoncentrationer i ytskiktet uppmätta 22-23/7.



Figur 9. Salthalt, nitrat-, fosfat-, silikat- och klorofyllkoncentrationer i ytskiktet uppmätta 25-26/7.



Figur 10. Salthalt, nitrat-, fosfat-, silikat- och klorofyllkoncentrationer i ytskiktet uppmätta 12-14/8.



Figur 11. Salthalt, nitrat-, fosfat-, silikat- och klorofyllkoncentrationer i ytskiktet uppmätta 26-28/8.

5.1.3 Sammanfattning hydrografi

De rent hydrografiska mätningarna av temperatur, salthalt och närsalter visade vid samtliga tillfällen klara tecken på, eller spår av flodvatten inne i bukterna, men inga som helst tecken i öppna delarna av södra Östersjön. Förmodligen har Östersjön för låg salthalt för att dessa volymer skall vara dekarbara i salthalten längre ut. Utflödet skedde dessutom när produktionen pågick och närsalterna förbrukades i närheten av kusten.

5.1.4 Växtplankton, klorofyll och produktion i Östersjön

Ett drastiskt tillskott av översvämningssvatten till havet, som skedde under sommaren 1997, medför en kraftig ökning av närsaltskoncentrationer. Följden av ett sådant näringstillskott är en ökad tillväxtpotential för alger, både växtplankton och fintrådiga bentiska alger. Meteorologiska och hydrografiska faktorer avgör vilken styrka och utbredning tillväxt-effekterna kan få - om algbloomningar uppkommer och breder ut sig över stora områden eller inte. Översvämningar av det slag som skedde i Polen och Tyskland drabbar såväl åkermark som industriområden, stadsområden och soptippar. Därigenom är det stor risk att vattnet också drar med sig giftiga ämnen som används eller har använts i dessa områden. Dessa gifter kan, när de når havet, ha den motsatta effekten till närsalterna och i stället hämma algernas tillväxt. Det är svårt att i förväg fastlägga om tillväxteffekterna eller gifteffekten kommer att dominera.

Under den period som översvämningssvatten från Oder och Wisla nådde Östersjön pågick den årligen återkommande blomningen av blågrönalger. En blomning som återkommer med stor regelbundenhet på sommaren och där det är vädret som avgör dess storlek. En förutsättning är att det är fint väder. Mycket sol, varmt och lugnt gör att blomningen kan utvecklas att täcka stora delar av Östersjön. Blomningen sommaren 1997 var mycket omfattande. Den täckte stora delar av Östersjön och tätheten av alger var i många fall enorm. Dessutom var de ovanligt giftiga. Samtliga giftanalyser på blågrönalgprover under blomningen var positiva. Tidigare år har vissa prover visat sig giftiga, men de flesta inte.

I Östersjön pågick i juli - augusti en omfattande blågrönalgbloomning, med stora ytansamlingar av alger på många ställen, t.ex. söder om Trelleborg, söder om Bornholm och söder om Gotland. I dessa sjok av alger dominerade blågrönalgerna *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"* (bilaga 2, tabell 1). Klorofyllkoncentrationerna i ytskiktet var låga, $< 2 \text{ mg/m}^3$, vilket är typiskt för ytansamlingar av blågrönalger, som när de flyter till ytan, är i slutfasen av blomningen och då har förlorat mycket av sitt klorofyll. Samtidigt fanns också stora mängder av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* i södra Östersjön, liksom diatoméer typiska för Östersjöns sommarplankton. Produktionskapaciteten visade låga värden (bilaga 2, tabell 1).

5.1.5 Växtplankton, klorofyll och produktion i Gdanskbukten

Vid de tre tillfällen, som U/F Argos besökte Gdanskbukten utanför Wislas mynning och omgivande vatten för att studera effekterna av det utströmmande flodvattnet, analyserades följande biologiska variabler: sammansättning av växtplankton, klorofyllkoncentrationer och primärproduktionskapacitet. Syftet med dessa mätningar var, dels att kartlägga spridningen av översvämningssvatten, dels att mäta effekterna på den biologiska aktiviteten av översvämningssvatten.

22/7-24/7: I området utefter den polska kusten (stationerna PLX 1, PLX 2 i figur 7) fanns liksom utanför i södra Östersjön stora mängder *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"*, men diatomén *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*) dominerade tillsammans med dinoflagellaten *Dinophysis norvegica*. Ett litet inslag av limniska arter kunde konstateras här. Klorofyllkoncentrationerna i ytskiktet var låga, 1,2-1,3 mg/m³, liksom produktionen, < 1100 dpm (mgC/m³·h, potentiell primärproduktion).

Vid station PLX 3 fanns likaså mycket *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"*, men betydligt mindre än i området norr om. En mer divers planktonflora påträffades här med åtskilliga andra arter av blågrönalger (*Woronichinia* spp., *Microcystis* spp.), diatoméer (*Coscinodiscus* spp., *Cyclotella* spp., *Thalassiosira* sp.) och grönalger (*Oocystis* spp., *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp.) (bilaga 2, tabell 1). Flera av dessa är limniska arter och visar vattenmassans ursprung. Klorofyllkoncentrationen och produktionskapaciteten i ytskiktet var kraftigt förhöjda och låg på en nivå ca 10 gånger högre än de tidigare stationerna, ca 13 mg/m³, respektive 12 000 dpm.

I den centrala delen av Gdanskbukten vid stationerna PLX 4, PLX 5 och PL P1 påträffades spår av översvämningsvattnet med lägre salinitet. I detta område fanns stora mängder av blågrönalgerna *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"*, men till skillnad från övriga besökta delar av Östersjön övervägde *Aphanizomenon "baltica"* här. Även andra blågrönalger, t.ex. *Microcystis* sp. och *Woronichinia* sp. påträffades här. Vid den inre stationen, PLX 5, fanns också mycket av den potentiellt giftiga dinoflagellaten *Dinophysis norvegica*. Vidare fanns stora mängder av diatoméer, som t.ex. *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*), *Coscinodiscus* sp., *Cyclotella* spp., *Thalassiosira* sp. och dinoflagellater som t.ex. *Dinophysis acuminata*, *Heterocapsa triquetra* (bilaga 2, tabell 1). Klorofyllkoncentrationerna i ytskiktet låg mellan 6,3 och 8,7 mg/m³, med det högsta värdet vid PL P1 och produktionen på ca 6 000-9 000 dpm.

En skarp front fanns mellan stationerna PL P1 och PLX6. Klorofyllkoncentrationen minskade från 8,7 till 4,5 mg/m³ och produktionen sjönk till 2 750 dpm. Artsammansättningen av växtplankton ändrades dock mycket litet. Andelen *Nodularia spumigena* jämfört med *Aphanizomenon "baltica"* ökade.

Längre norrut, vid station BCS III 10, var de biologiska förhållandena återigen förändrade och speglade Östersjöns situation med kraftiga blågrönalgbloomningar. Förutom *Nodularia spumigena*, som klart dominerade, fanns också *Aphanizomenon "baltica"*, *Anabaena* spp., *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*) och *Dinophysis norvegica* samt ytterligare ett antal arter (bilaga 2, tabell 1). Klorofyllkoncentrationerna i ytskiktet var här betydligt lägre och låg på 2,7 mg/m³.

13/8-14/8: Vid återbesöket i mitten av augusti var klorofyllhalterna vid de yttre stationerna, PLX 2 och 3 (se karta figur 7), låga, i storleksordningen 2 mg/m³, liksom produktionen, 1 500-2 000 dpm (bilaga 2, tabell 2). Planktonfloran dominerades av *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"*, som i vissa områden var synliga för blotta ögat på ytan. Också diatomén *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*) observerades i detta område. Närmare Gdanskbukten ökade klorofyllhalten och produktionen kraftigt och den högsta klorofyllhalten uppmättes vid station 9NE HEL med 29,7 mg/m³. Ytterligare längre in i bukten uppmättes 15,4 mg/m³ och en produktion på ca 15 000 dpm. I denna plym av flodvatten var inslaget av sötvattensarter som *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* spp., *Staurostrum* spp., *Aulacoseira* sp. och *Cyclotella* spp. påtagligt. Men även vissa Östersjöarter, främst diatoméer, drog nytta av flodvattnets näringstillskott och var vanliga i plymen (bilaga 2, tabell 2).

24/8-28/8: Vid tredje besöket i slutet av augusti påträffades isolerade paket med flodvatten. I dessa paket var sötvattensarter mycket vanligt. Bland arterna påträffades *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* spp., *Aulacoseira* spp. och *Cyclotella* spp. Östersjöarter som *Coscinodiscus granii* och *Coscinodiscus lacustris* tillsammans med *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon "baltica"* dominerade dock floran (bilaga 2, tabell 3). Utanför flodvattenpaketen fanns en flora av dinoflagellater och diatoméer. Dinoflagellaterna *Prorocentrum minimum* och *Heterocapsa triquetra* dominerade, men diatoméerna *Coscinodiscus lacustris* och i viss mån *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*) var också vanliga. Klorofyllhalterna och produktionskapaciteten utanför flodvattenpaketen var 2-3 mg/m³, respektive ca 3 000 dpm, medan värdena i flodvattenpaketen varierade mellan 4,6 och 10,4 mg/m³ och 2 000-3 000 dpm.

Den höga biologiska aktiviteten i Gdanskbuktsområdet, som uppmättes vid de två första besöken hade avtagit drastiskt i slutet av augusti, vilket den låga produktionskapaciteten visar. Klorofyllkoncentrationerna och algmängderna var emellertid fortfarande höga. De mycket höga klorofyllkoncentrationerna och produktionsvärdena i slutet av juli och början av augusti visar att flodvattnet stimulerade växtplanktonproduktionen och tillväxten kraftigt. Flodvattnet åstadkom också en förändrad artsammansättning, där vissa blågrönalger relativt sett minskade till förmån för framförallt diatoméer. Inslaget av limniska arter indikerade sötvattentillförsel.

5.1.6 Växtplankton, klorofyll och produktion i Pommerska bukten

Vid två tillfällen besöktes Pommerska bukten utanför Oders mynning. Liksom i Gdanskbukten analyserades sammansättning av växtplankton, klorofyllkoncentrationer och primärproduktionskapacitet.

12/8: I Arkonahavet var blågrönalgerna *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon "baltica"* och *Anabaena* sp. vanliga och kunde ses för blotta ögat. Tydliga ytansamlingar observerades dock bara i den östra delen. *Prorocentrum minimum* påträffades i mycket höga koncentrationer. Flera andra dinoflagellater, som *Ceratium tripos*, *Dinophysis acuminata*, *Prorocentrum micans* och *Gymnodinium* sp., liksom diatoméer som *Chaetoceros danicus*, *C. sp. A* (cf. *danicus*), *Actinocyclus octonarius* och *Nitzschia paleacea* observerades. Klorofyllhalten i området var låg, vid station BY2 1,2 mg/m³ och produktionskapaciteten 3 750 dpm (bilaga 2, tabell 4).

Redan öster om Rügen, vid stationerna PB-1, 2, 4, 5, 8 (figur 7) påträffades flodvatten, karakteriserat av förhöjda klorofyllhalter (ca 6-11 mg/m³) och höga produktionsvärden (4 500-8 500 dpm) (bilaga 2, tabell 4). Längre in i bukten, vid station PB-11 uppmättes en klorofyllhalt på 23,1 mg/m³ och produktionskapacitet 15 150 dpm.

I hela området påträffades små mängder av Östersjöns typiska blågrönalger (*Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon "baltica"* och *Anabaena* sp.), men också blågrönalger som karakteriserar sötvatten eller mycket kustnära vatten, t.ex. *Merismopedia* spp.. Floran dominerades av stora centriska diatoméer; *Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus lacustris*, *Coscinodiscus* sp., *Actinocyclus octonarius* och *Chaetoceros* sp. A (cf. *danicus*). Flodvattnet indikerades av sötvattensarter som *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* spp. och *Cyclotella* spp..

26/8: I Arkonahavet fanns mycket av blågrönalgerna *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon "baltica"* och *Anabaena* sp., men inte synliga för blotta ögat. Dinoflagellater, som, *P. micans* och *Dinophysis acuminata* och framförallt *Prorocentrum minimum* dominerade. Men även så

långt ut i Arkonahavet som vid station A2 (se karta i figur 7) fanns inslag av limniska planktonarter, t.ex. *Pediastrum* sp. och *Scenedesmus* spp.. Klorofyllhalten var hög, 7,5 mg/m³, medan produktionskapaciteten var reducerad, 4 050 dpm (bilaga 2, tabell 5). I den västra delen av Pommerska bukten, vid stationerna PB-4, 7, 10 ökade inslaget av flodvatten, tydligt karakteriserat av förhöjda klorofyllhalter (7-13,5 mg/m³) och produktionskapacitet (5 100-5 600 dpm). Planktonfloran var rik och tydligt influerad av flodvattnet från Oder. Limniska arter, som t.ex. *Scenedesmus* spp., *Pediastrum* spp., *Aulacoseira* spp., *Ankistrodesmus* sp. var vanliga. Bland östersjöarter syntes *Nodularia spumigena*, *Aphanizomenon "baltica"*, *Anabaena* sp, *Oocystis cf. borgerii*, *Thalassiosira levanderii* och *Dinophysis acuminata*.

Vid den innersta stationen, PB-14, uppmättes låg salinitet och höga närsaltskoncentrationer (bilaga 2, tabell 5). Klorofyllkoncentrationen var hög, 11,5 mg/m³ och produktionskapaciteten den högsta som uppmättes vid denna provtagning, ca 9 800 dpm. Blågrönalgen *Microcystis* spp. dominerade, men även andra blågrönalger uppträdde. De limniska arter som fanns längre ut fanns i samma omfattning vid denna station.

5.1.7 Sammanfattning av växtplankton, klorofyll och produktion

Oders flodvatten nådde havet senare än det från Wisla och därför kom effekter senare i Pommerska bukten än i Gdanskbukten. I Szczecin-lagunen innanför Oders mynning minskade vattenhastigheten och stora mängder material avsattes troligen där innan de nådde havet. De biologiska effekterna var mycket likartade i de två områdena med en kraftigt förhöjd klorofyllutveckling med som mest mellan 20 och 30 mg/m³, vilket motsvarar ungefär en tiodubbling jämfört med öppna Östersjön under samma period. Även produktionskapaciteten var avsevärt förhöjd. I plymernas ytterområden var förhöjningen ungefär 3-5 gånger och som mest i det minst blandade flodvattnet 3-8 gånger jämfört med öppna Östersjön. Mängderna av växtplankton var kraftigt förhöjda i flodvattenplymerna och artsammansättningen förändrad jämfört med öppna Östersjön. Dels förekom flera Östersjöarter, som normalt inte utvecklar stora populationer under sommaren, i stora eller mycket stora koncentrationer, dels fanns det ett omfattande inslag av limniska arter, som förts med flodvattnet ut i Östersjön. Det visade sig således att opportunistiska växtplanktonarter, som drar nytta av varje slag av närings-tillskott, började tillväxa i stor mängd i flodvattenplymerna.

Det uttrycktes farhågor att översvämningsvattnet skulle spridas över stora delar av Östersjön och därigenom också stimulera de pågående blågrönalgbloomningarna ytterligare. Dessbättre besannades inte detta. Det är viktigt att påpeka att mätningarna inte har givit några belägg för att flodvattnet skulle ha gynnat de stora pågående blågrönalgbloomningarna i Östersjön.

5.1.8 Summering av IVLs analyser av organiska ämnen och metaller

IVL analyserade koncentrationer av tungmetaller, kvicksilver samt persistenta organiska föroreningar i prover tagna vid 10 mätplatser i Östersjön 2-15/7, dvs. före flodvattnet nått Östersjön, som en del i ett EU-projekt, Baltic Sea System Study (BASYS).

Naturvårdsverket initierades förnyade analyser vid 5 mätplatser i samband med flodvattnets spridning ut i havet. IVL kommer att presentera analysresultaten i en egen rapport, men följande summering kan göras:

Koncentrationerna av tungmetaller samt kvicksilver i vattnet var på samma nivå nära kusten (utanför 12 nautiska mil) som i centrala Östersjön. Vattenkoncentrationen av PCB och pesticider var låga och ungefär likvärdiga i de olika mätpunkterna. Koncentrationerna av PAH (polycykliska aromatiska hydrokarboner) var förhöjda nära Oders mynning.

5.2 Mätningar ombord på andra forskningsfartyg

5.2.1 Mätningar ombord R/V Baltica

Institute of Meteorology and Water Management, Gdynia i Polen, utförde mätningar med R/V Baltica och deras resultat kan summeras på följande sätt:

Gdanskbukten 25-26/7:

Vatten från Wisla sprids både åt öster och väster i Gdanskbukten men med en klart dominerande östlig riktning. Vattnet innehöll stora mängder näringsämnen och följande koncentrationer mättes i flodmynningen, fosfat 2,3 mmol/m³, nitrat 139,4 mmol/m³ samt silikat 192,4 mmol/m³. Vattnet hade inte nått utanför bukten, där koncentrationerna uppvisade normala sommarvärden. Siktdjupet var ca 2 m i området med flodvatten.

Pommerska bukten 1-7/8:

Mätningar utfördes i tre omgångar 1-2/8, 3-4/8 samt 5-6/8. Vid alla tillfällen återfanns de högsta närsaltskoncentrationerna i närheten av mynningen av Swina (den centralt belägna mynningen från Szczecin-lagunen). Förhöjda koncentrationer av fosfat och silikat återfanns utanför mynningen till Dzwina (östra mynningen). Fosfat och nitratkoncentrationerna minskade snabbt ut mot öppna Östersjön, där de nådde normala sommarvärden. I tabellen nedan ges koncentrationerna av närsalter i mmol/m³ i närheten av Swinas mynning vid de tre olika tillfällena.

Tabell Närsaltskoncentrationer (mmol/m³) nära Swinas mynning

	1-2/8	3-4/8	5-6/8
Fosfat	2,0	2,6	1,9
Nitrat	71,6	22,1	10,9
Silikat	10,6	74,2	50,5

I mynningen av Dzwina

	1-2/8	3-4/8	5-6/8
Fosfat	2,0	2,1	0,8
Nitrat	71,6	0,0	0,0
Silikat	10,6	31,2	26,6

Vattnet utanför mynningen av Swina var extremt grumlig med ett siktdjup på bara 0,5 m.

5.2.2 Mätningar ombord R/V Prof. Albert Penck

Baltic Sea Research Institute, Warnemünde i Tyskland, utförde fyra undersökningar i Östersjön mellan 26/7 och 13/8. De sammanfattar mätningarna med att inflytandet av Oder och Wislas vatten på förhållandena i Östersjön var tydligt märkbara endast i Pommerska bukten och Gdanskbukten genom låga salthalter och förhöjda närsaltskoncentrationer i ytvattnet.

5.2.3 Summering av analysresultat av metaller, organiska föroreningar samt pesticider utförda av tyskar och polacker

Vid HELCOMs workshop i januari 1998 om miljöeffekter av Oders och Wislas flöden i Östersjön presenterades resultat från sommarens mätningar och analyser. I Szczecin-lagunen uppmättes svagt förhöjda halter av bly, kadmium och kvicksilver. Utav ett stort antal analyserade pesticider återfanns endast två i mätbara mängder, varav atrazin i koncentrationer upp mot 200 ng/l. Atrazin är förbjudet i Tyskland sedan 1992.

Ute i Pommerska bukten uppmättes bly i förhöjda koncentrationer. Halterna av PAH, DDT och PCB minskade ut mot öppna havet. Någon skillnad mot mätningar 1996 kunde inte observeras.

I Gdanskbukten påverkades de sanitära förhållandena och patogena bakterier uppträdde i det kustnära vattnet.

5.3 Modeller

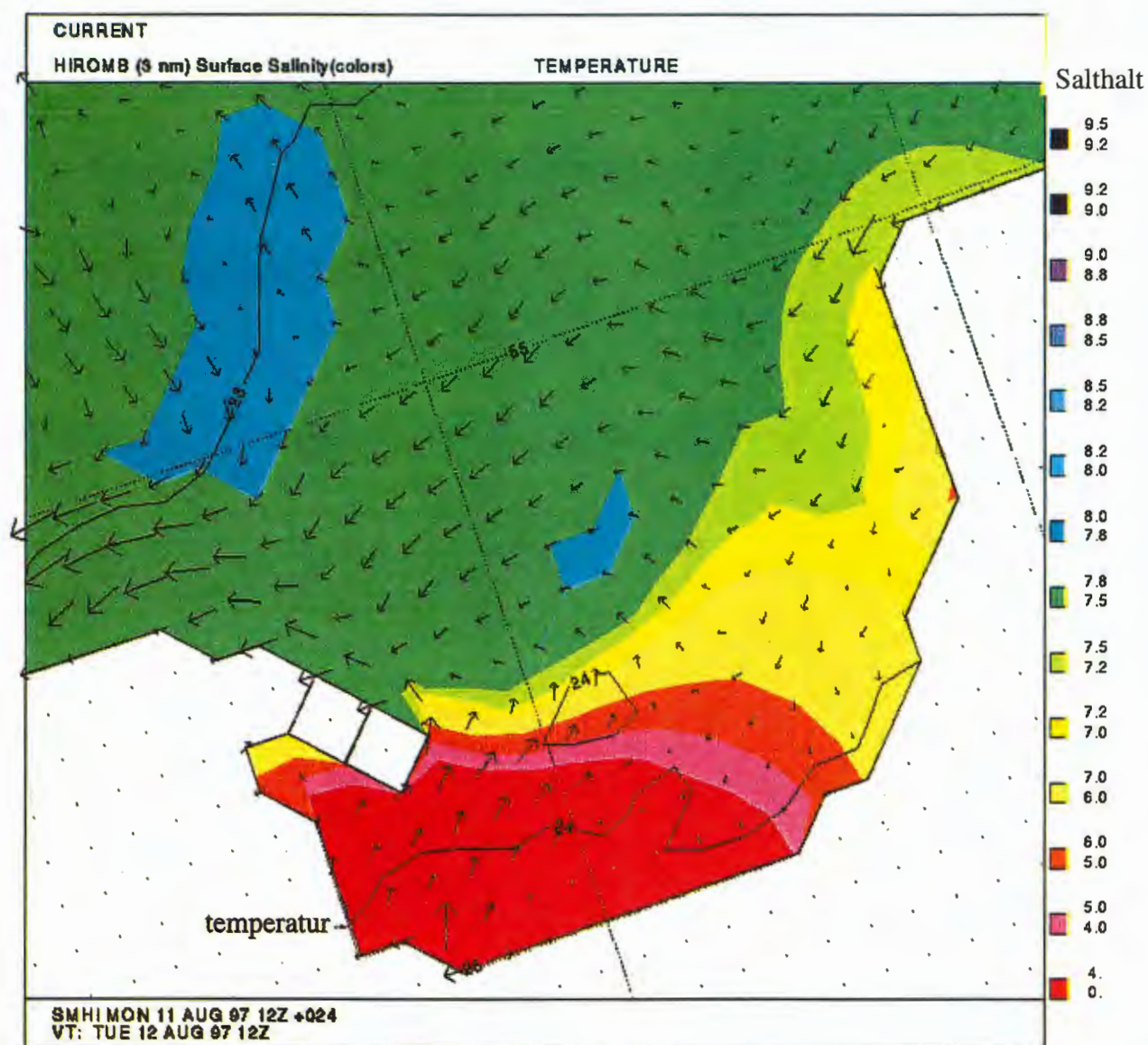
5.3.1 HIROMB

HIROMB-modellen (HIgh Resolution Operational Model for the Baltic Sea) är en 3-dimensionell havsmodell för Nordsjön och Östersjön. Den atmosfäriska drivningen sker med HIRLAM (HIgh Resolution Limited Area Model, vädermodell). Även flodernas tillflöden är adderade till HIROMB-modellen. Modellen ger dagliga prognoser av ström, vattenstånd, salthalt och temperatur och är i operationell drift. Dagliga 24-timmars prognoser för skiktet 0-4 m användes för bedömning av flodvattnets spridning. Upplösningen var 3 nautiska mil (ca 6 km). Figur 12 och 13 visar ström-, temperatur- och salthaltsprognoser för 12/8.

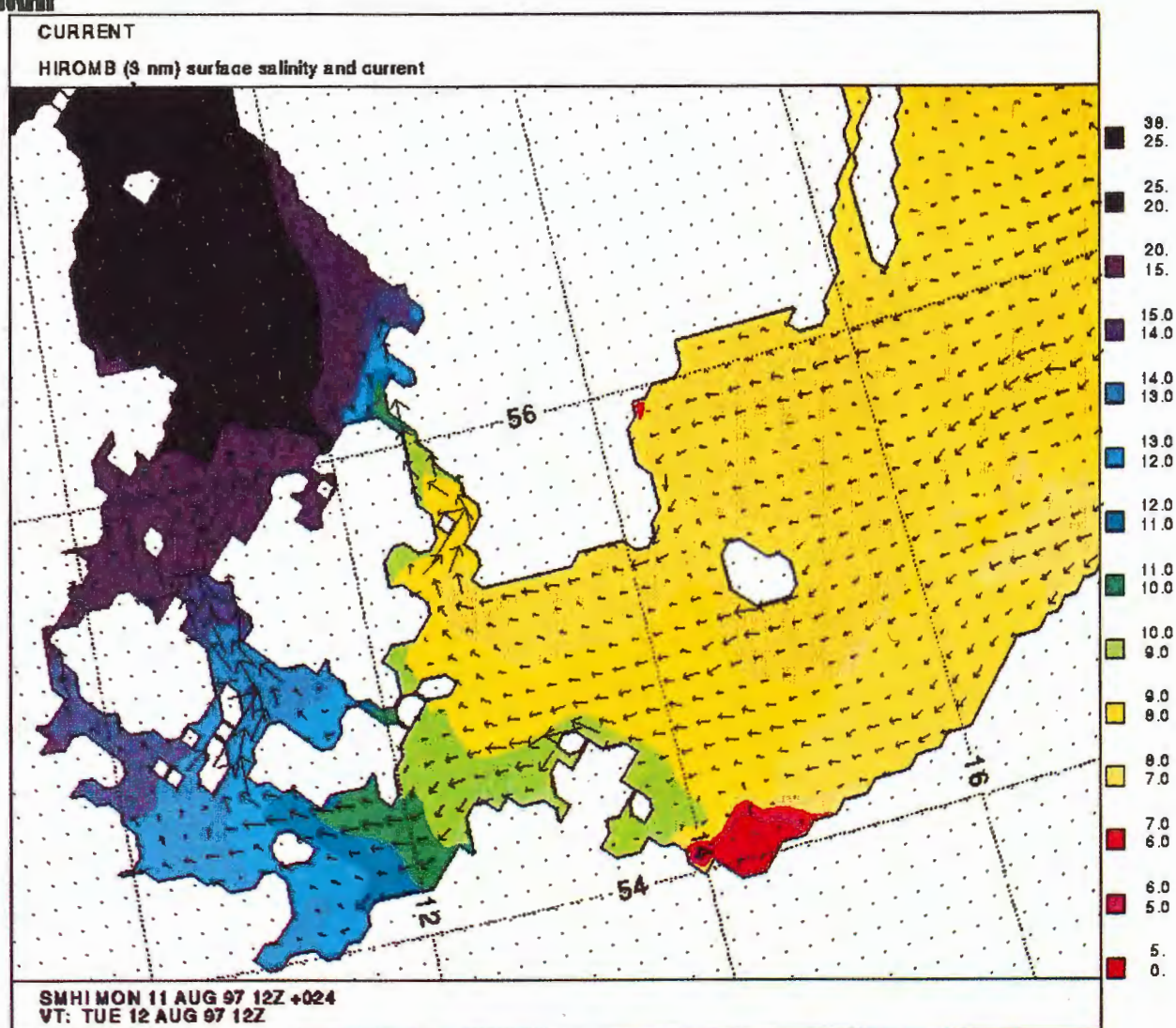
Modellen gav en relativt riktig storskalig strömbild i södra Östersjön, men jämförelser med mätningar från fartyg och satellitbilder visar att den befintliga modellen inte kunde lösa upp strömningen inne i bukten på ett riktigt sätt. I Gdanskbukten återgav prognoserna inte flodvattnets spridning väster och norrut förbi halvön Hel under första hälften av augusti. I Pommerska bukten har modellen gett en spridning rakt norrut och inte fått med den västliga spridningen under senare hälften av utflödet.

Det var den enda oceanografiska modellen som var i drift under den aktuella händelsen. I efteranalyser utförda med en analog tysk modell och med 1 nautisk mil i upplösning överensstämmer resultaten i bukten betydligt bättre med mätningarna. Under våren 1998 kommer HIROMB-modellen köras med en upplösning av 1 nautisk mil (ca 1,9 km) och med 2 m ytskikt.

Anledningen till avvikelserna i modellens förmåga att beskriva verkligheten beror i första hand på tre orsaker. Det var en lång period med exceptionellt svaga vindar och lugnt väder, dvs. drivningen var svag under långa perioder. Med den använda upplösning av 3 nautiska mil i modellen var det mycket svårt att få dynamiken att bli realistisk. Vinddrivningen från HIRLAM är inte idealisk i dessa trakter på grund av dålig täckning med stationer. Förskjuten vindriktning och sjöbris, som kan tänkas dominera under denna period, kan inte upplösas av HIRLAM i dagens läge. Flodvattnets tjocklek var ca 2-5 meter djupt, medan HIROMBs översta beräkningslager under den aktuella perioden var 4 meter.



Figur 12. HIROMB-prognoser av salthalt, temperatur och ström i Gdanskbukten 12/8.



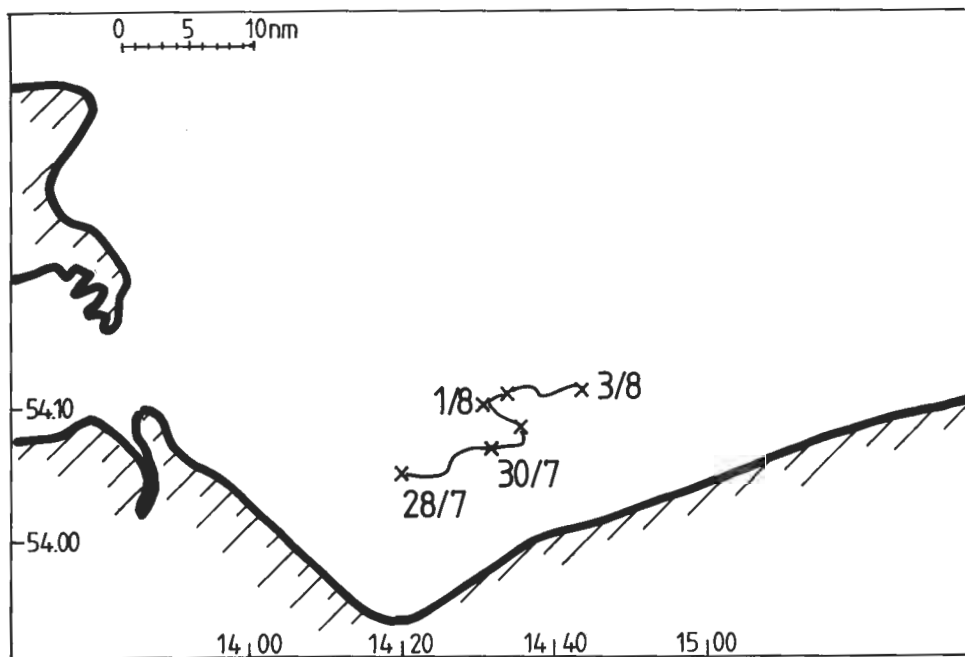
Figur 13. HIROMB-prognoser av salthalt och ström i sydvästra Östersjön 12/8.

5.3.2 Spridningsmodellen

Med spridningsmodellen kan spridningsprognoser göras för flera dygn framåt i tiden. Vid flerdygnsprognos utnyttjar modellen en 2-dimensionell strömmodell. Vid ett antal tillfällen kördes modellen med spridningen av Oders respektive Wislas flodvatten, när de nått respektive bukt. Innan mätningar utförts i buktarna och flodvattnets lägen närmare kunde fastställas var det dock svårt att lokalisera startpunkt för prognoskörningarna.

En spridningskörning över två dygn i Gdanskbukten 23/7 och framåt visade att vattnet låg mycket stilla. Beräkningar den 14/8 väster om bukten och i buktens nordöstra del visade mycket små förflyttningar av vattnet.

I Pommerska bukten erhöles ostgående vattentransporter för perioden 28/7 till 3/8 (figur 14), vilket förefaller överensstämma med satellitbilder och mätningar. Beräkningar för 5-6/8 visade på svaga sydliga transporter i de centrala delarna av bukten samtidigt som strömmen vände mot väster. Modellberäkningar för 9/8 tydde på svag spridning.



Figur 14. Spridningsprognos av Oders flodvatten perioden 28/7-3/8.

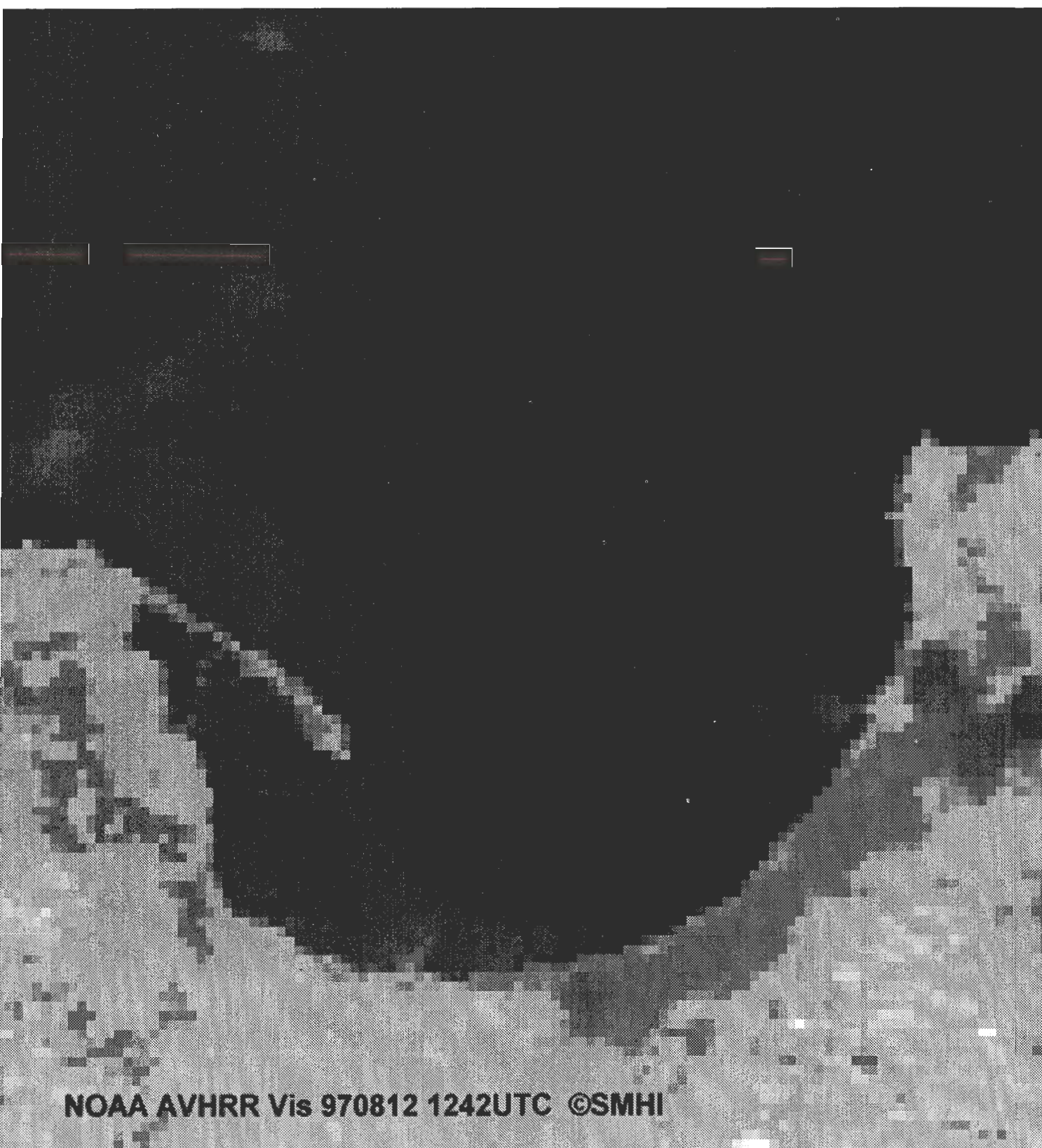
5.4 Satellitbilder

5.4.1 Utflöde från Wisla

Den 21/7 noterades på en satellitbild att flodvattnet kommit ut i Gdanskbukten och låg som en liten plym längst inne i bukten. Under perioden 22-23/7 täckte moln Gdanskbukten. Den 24/7 hade plymen förflyttats ytterligare norrut enligt satellitbild, men låg fortfarande kvar inne i bukten. Enligt svenska Kustbevakningen (flygspaning) hade vattnet från Wisla nått strax utanför bukten den 30/7, vilket även en delvis molntäckt satellitbild från samma dag antyder. Därefter omöjliggjorde moln och omblandning av flodvattnet möjligheterna att följa den första flodvågen i satellitbilder. Den andra flodvågen som nådde havet 31/7-5/8 kunde spåras på en satellitbild från den 6/8 längst inne i bukten. I satellitbilder från 7-11/8 finns inga mönster som kan tolkas som flodvatten. Den 9/8 syntes en tydlig algblomning söder och sydost om Öland, som dock ej hade med utflödet att göra. Eventuellt förekom också en algblomning längst inne i Gdanskbukten. Den 12/8 syntes ett mönster som kan tolkas som flodvatten från utloppet riktat mot Hel i västra delen av bukten, samt i ett område i innersta sydöstra delen. Även nordväst om Hel fanns en tydlig plym med utsträckning mot nordnordost (figur 15). Under perioden 15-24/8 kunde inga mönster i satellitbilderna tolkas som flodvatten i havet, möjligen tydde några av dem på alger inne i bukten.

5.5.2 Utflöde från Oder

Första spåren av flodvatten på en satellitbild uppträdde den 30/7, då ett varmare vatten låg ganska jämnt utspritt med en radie av ca 10 nautiska mil (ca 19 km) utanför Oders utlopp. Den 3/8 visade en ny bild att vattnet rört sig österut. I bild från 9/8 kunde ett mönster skönjas som tydde på flodvatten centralt inne i bukten och 11/8 även i höjd med Rügen. Den 13/8 utskiljdes en plym i buktens västra delar och upp förbi Sassnitz där det möjligen kan vara spår av en algblomning. Från 14-17/8 kunde inget flodvatten urskiljas, men 18/8 fanns ett mönster, norr om Rügen, en bit ut från kusten, som såg ut som en algblomning.



Figur 15. Satellitbild över Gdanskbukten den 12/8. Flodvatten kan urskiljas som en ljus plym inne i bukten i riktning mot halvön Hel samt nord-nordväst om Hel.

6. ERFARENHETER

Arbetet berörde meteorologer, hydrologer och oceanografer samt GIS-kunnig personal på SMHI. Personliga kontakter vid olika institutioner utomlands men även inom landet visade sig mycket värdefulla. De formella vägarna fungerade dåligt i den kaotiska situationen.

SMHI hade svårt att få en riktig uppfattning om när flodvattnet i Wisla respektive Oder skulle nå fram till havet. SMHI saknade egna möjligheter att bedöma transporttiden i vattendragen. Från Polen underskattade man tiden det tog för flödet att nå fram till havet.

SMHI utnyttjade mätningar, modeller och andra verktyg såsom satellitbilder för att spåra utflödet i Östersjön. HIROMB-modellen var i operationell drift och användes för första gången storskaligt i Östersjön.

HIROMB-modellen gav en god storskalig strömbild, men ström och salthaltsutbredningen inne i de båda buktena överensstämde inte helt med mätningarna, dels på grund av det mestadels lugna vädret med svag drivning och dels på grund av upplösningen på 3 nautiska mil. Under sommaren 1997 kunde endast ström- och salthaltsprognos göras för ett dygn, vilket var väl kort för att prognosticera flodvattnets spridning. Den erhållna strömningen extrapolerades framåt i tiden med hjälp av 5-dygnns vindprognoser.

Satellitbilderna var svåra att tolka och under långa perioder var det svårt att spåra flodvattnet. En genomgång efteråt visar att det är relativt få bilder på vilka man med säkerhet kan säga att flodvattnet syns.

Vi var överraskade av att inte utflödena syntes mer i satellitbilderna. Erfarenheterna från översvämningvattnet från Rhen vintern 1995 var att det tydligt syntes i satellitbilder och att dess väg norrut längs tyska och danska kusten samt upp i Skagerrak kunde följas i satellitbilderna. Förklaringen kan vara att Rhens flodvatten skedde under vintern ut i ett saltare hav med högre densitet, att den hade en god optisk signal och spreds snabbt samt att blomningen var obetydlig. Flodvattnet från Wisla och Oder spreds långsamt på grund av det mestadels lugna vädret ut i det bracka Östersjövattnet, hade låg optisk signal och att det snabbt skedde en kraftig blomning.

Spridningsmodellen för kemikalier och olja användes för att vid behov göra prognoser av spridningen av flodvattnet. För att det skall vara meningsfullt att köra modellen, måste man veta var flodvattnet befinner sig respektive dag och det var osäkert innan fältmätningarna eller satellitbilderna hade rapporterat det faktiska läget.

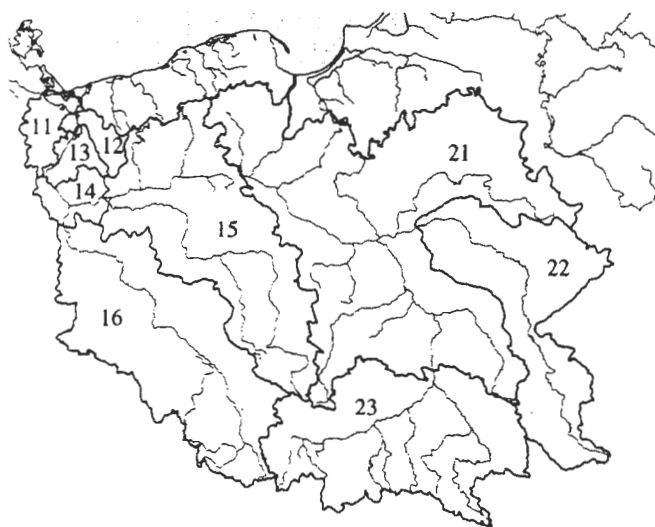
Under den aktuella perioden var det ett massivt tryck från massmedia för att få information, vilket lämnades i den omfattning som det var möjligt. De mest intensiva dagarna ringde ett tiotal reportrar per dag för att få information, bedömningar och göra reportage på SMHI.

BILAGA 1.

Beräknade nederbördsmängder över Oders och Wislas delavrinningsområden

Tabell 1. Nederbördsmängder i Wislas och Oders delavrinningsområden den 4-9/7 1997

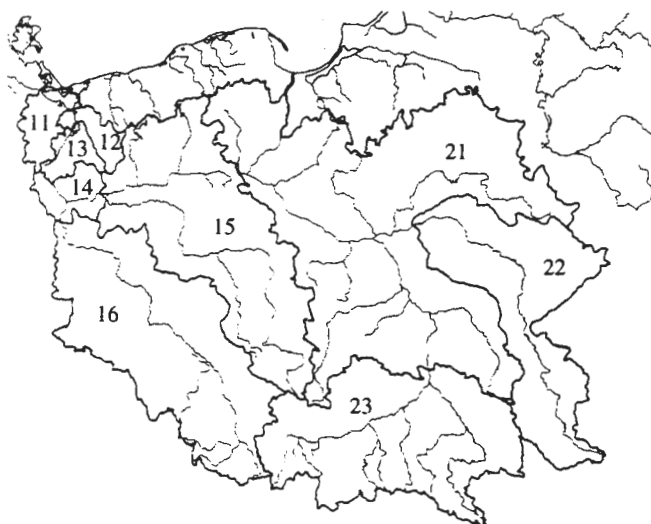
Område	Area (km ²)	Vattenvolym (km ³)	Medelnederbörd (mm)
Wisla, sydvästlig gren (23)	49,7	5,0	100
Wisla, uppströms Bug och den sydvästliga grenen (21)	104,1	6,7	64
Wisla, biflöde Bug (22)	39,4	2,3	59
Oder, huvudflöde i sydväst (16)	53,2	6,9	129
Oder, biflöde Warta och Noteć (15)	52,4	3,7	70
Oder, delområde närmast mynningen (11)	5,0	0,03	6
Oder, biflöde Drawa (12)	3,2	0,02	6
Oder, biflöde Ina (13)	3,5	0,01	2
Oder, delområde uppströms Warta och Noteć (14)	5,1	0,03	5
Summa	315,5	24,7	



Delavrinningsområden i Oder och Wislas avrinningsområden.

Tabell 2. Nederbördsmängder i Wislas och Oders delavrinningsområden den 18-21/7 1997

Område	Area (km ²)	Vattenvolym (km ³)	Medelnederbörd (mm)
Wisla, sydvästlig gren (23)	49,7	3,4	67
Wisla, uppströms Bug och den sydvästliga grenen (21)	104,1	4,4	42
Wisla, biflöde Bug (22)	39,4	2,1	53
Oder, huvudflöde i sydväst (16)	53,2	4,7	88
Oder, biflöde Warta och Notec (15)	52,4	3,0	57
Oder, delområde närmast mynningen (11)	5,0	0,3	54
Oder, biflöde Drawa (12)	3,2	0,2	56
Oder, biflöde Ina (13)	3,5	0,3	74
Oder, delområde uppströms Warta och Notec (14)	5,1	0,3	63
Summa	315,5	18,5	



Delavrinningsområden i Oder och Wislas avrinningsområden.

BILAGA 2.

Salinitet, fosfat-, nitrat-, klorofyllkoncentrationer, produktionskapacitet och växtplankton

Tabell 1. Salinitet, fosfat-, nitratkoncentration, klorofyllkoncentration, relativ produktionskapacitet och dominerande artsammansättning av växtplankton (5-gradig relativ skala. 1:mycket sällsynt, 2:sällsynt, 3:sporadisk, 4:vanlig, 5:mycket vanlig) vid ytan i södra Östersjön under perioden 19970722-19970725.

		BY2	PLX1	PLX2	PLX3	PLX4	PLX5	PLP1	PLX6	PLP63	BCSIII
	N	5500.0	5454.0	5500.0	5503.0	5453.0	5440.0	5450.0	5506.0	5521.0	5533.3
	E	1405.0	1658.0	1738.0	1825.5	1853.6	1918.0	1920.0	1911.0	1903.5	1824.0
Salinitet		7.51	7.39	7.28	6.51	6.89	6.87	6.83	6.97	6.98	7.11
Fosfat mmol/m3		0.09	0.21	0.09	0.05	0.06	0.06	0.06	0.11	0.10	0.08
Nitrat mmol/m3		<0.10	<0.10	<0.10	0.18	0.32	0.20	0.30	<0.10	<0.10	<0.10
Klorofyll, mg/m3		1.2	1.3	1.2	13.4	6.3	6.6	8.7	4.5	4.0	2.7
Produktionskapacitet, dpm		1600	950	1050	11820	5930	6730	8920	2750	-	-
MARIN/LIMNISK											
Aphanizomenon "baltica"	M	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Anabaena sp.	M	2	3	2	2	3	2	4	4	4	2
Nodularia spumigena	M	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Woronichinia sp.	M		3	3	3	3	3	3	3	2	
Microcystis spp.	ML				3	4	4				
Aulacoseira granulata	L				2	3					
Actinocyclus octonarius	M										
Chaetoceros danicus	M	2							2		
Chaetoceros sp. A (cf. danicus)	M	2	5	5	5	4	3	4	5	4	4
Coscinodiscus granii	M										
Coscinodiscus lacustris	M										
cf. Coscinodiscus sp.	M				4	4	5	4			
Cyclotella spp.	ML				4	4	5	4	2		
Dactyliosolen fragilissimus	M	3									
Diatoma elongatum	ML				3	3	2				
Nitzschia paleacea	M	3	3		4	2	2		2	3	4
Proboscia alata	M	3									
Skeletonema costatum	M	2									
Thalassiosira levanderii	M		2	2	3	4	3	3			
Ceratium furca	M	2	1	2		1					
Ceratium tripos	M										
Dinophysis acuminata	M			2		2	2				2
Dinophysis norvegica	M	2	1	3		2	5	2	4	2	2
Gymnodinium spp.	M	2	1	2	2	1	1				1
Heterocapsa triquetra	M			2	2	4	4	2			2
Prorocentrum minimum	M	4	3							2	3
Prorocentrum micans	M	1									
Ebria tripartita	M	2	2	2	2		2		2	2	
Pyramimonas spp.	M		2	3							
Eutreptiella gymnastica	M	2	2							2	
Oocystis spp.	M				2	4		2	3	2	2
Pediastrum duplex	L		3		3	4	4				
Scenedesmus quadricauda	L				2	3	4		3	2	
Scenedesmus acuminatus	L										
Staurastrum spp.	L		1								

Tabell 2. Salinitet, fosfat-, nitratkoncentration, klorofyllkoncentration, relativ produktionskapacitet och dominerande artsammansättning av växtplankton (5-gradig relativ skala. 1:mycket sällsynt, 2:sällsynt, 3:sporadisk, 4:vanlig, 5:mycket vanlig) vid ytan i södra Östersjön under perioden 19970813-19970814.

		BY2	PLX2	PLX3	PLX4	PLX4SE9	NEHEL4	NEHEL8	SEHEL	PLX5W
N		5500.0	5500.0	5503.0	5453.0	5447.4	5442.7	5436.2	5428.6	5438.1
E		1405.0	1738.0	1825.5	1853.6	1902.3	1900.0	1858.0	1856.5	1909.1
Salinitet		7.45	7.03	6.97	6.10	6.08	5.16	5.76	6.38	6.37
Fosfat mmol/m3		0.12	0.10	0.10	0.16	0.16	0.15	0.06	0.13	0.07
Nitrat mmol/m3		< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	2.83	0.43	< 0.10	< 0.10
Klorofyll, mg/m3		1.2	1.9	2.3	7.6	9.6	29.7	15.4	-	-
Produktionskapacitet, dpm		3750	1530	2320	4200	-	-	15200	-	-
MARIN/LIMNISK										
Aphanizomenon "baltica"	M	4	3	5	4			5	5	
Anabaena sp.	M	3	2	2	2			3	4	
Nodularia spumigena	M	5	5	3	3			4	4	
Woronichinia sp.	M	2	2	4	4			3	3	
Microcystis spp.	ML				5			5	2	
Aulacoseira granulata	L	1						2		
Actinocyclus octonarius	M	2			1			1	1	
Chaetoceros danicus	M	2	2	1	1					
Chaetoceros sp. A (cf. danicus)	M	3	3	2	1					
Coscinodiscus granii	M	1	2	2	2			2	2	
Coscinodiscus lacustris	M				2			2	2	
cf. Coscinodiscus sp.	M	1	2	2	3			3	3	
Cyclotella spp.	ML	1	1	1				4	3	
Dactyliosolen fragilissimus	M	1								
Diatoma elongatum	ML									
Nitzschia paleacea	M	3	2	2				3	3	
Proboscia alata	M	1								
Skeletonema costatum	M	2								
Thalassiosira levanderii	M				4			4	4	
Ceratium furca	M	1								
Ceratium tripos	M	1								
Dinophysis acuminata	M	2								
Dinophysis norvegica	M		2	2	2					
Gymnodinium spp.	M	3	4	3	3			3	2	
Heterocapsa triquetra	M				3					
Prorocentrum minimum	M	5							3	
Prorocentrum micans	M	1								
Ebria tripartita	M	2								
Pyramimonas spp.	M									
Eutreptiella gymnastica	M									
Oocystis spp.	M	2	3	2				3	2	
Pediastrum duplex	L							2	2	
Scenedesmus quadricauda	L				3			2	2	
Scenedesmus acuminatus	L							2	1	
Staurastrum spp.	L							1		

Tabell 3. Salinitet, fosfat-, nitratkoncentration, klorofyllkoncentration, relativ produktionskapacitet och dominerande artsammansättning av växtplankton (5-gradig relativ skala. 1:mycket sällsynt, 2:sällsynt, 3:sporadisk, 4:vanlig, 5:mycket vanlig) vid ytan i södra Östersjön under perioden 19970827-19970828.

		PLX3	PLX4	9NEHEL	4NEHEL	8SEHEL	PLX5S	PLX5	A3	BCSIII
N		5503.0	5453.0	5442.7	5436.2	5428.6	5433.6	5440.0	5500.0	5533.3
E		1825.5	1853.6	1900.0	1858.0	1856.5	1914.2	1918.1	1900.0	1824.0
Salinitet		7.17	6.52	6.19	6.57	6.76	6.17	5.99	7.04	7.19
Fosfat mmol/m3		0.09	0.10	0.13	0.10	0.08	0.13	0.13	0.06	0.06
Nitrat mmol/m3		< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Klorofyll, mg/m3		2.7	4.4	8.9	5.4	4.6	8.5	10.4	1.7	2.2
Produktionskapacitet, dpm		-	1950	-	2750	2050	-	-	-	3710
MARIN/LIMNISK										
Aphanizomenon "baltica"	M	3	5		5	5				3
Anabaena sp.	M	2	4		4	4				2
Nodularia spumigena	M	3	3		3	3				3
Woronichinia sp.	M	4	3		4	2				1
Microcystis spp.	ML		2		3	2				
Aulacoseira granulata	L	2	2		1					
Actinocyclus octonarius	M		2			1				1
Chaetoceros danicus	M									2
Chaetoceros sp. A (cf. danicus)	M	3								2
Coscinodiscus granii	M	3	3		2	2				
Coscinodiscus lacustris	M	3	3		2	2				
cf. Coscinodiscus sp.	M	3	3		3	2				1
Cyclotella spp.	ML	3	4		3	1				
Dactyliosolen fragilissimus	M									
Diatoma elongatum	ML									
Nitzschia paleacea	M									
Proboscia alata	M									
Skeletonema costatum	M									1
Thalassiosira levanderii	M				4	4				
Ceratium furca	M									
Ceratium tripos	M									
Dinophysis acuminata	M									
Dinophysis norvegica	M		2							
Gymnodinium spp.	M		3			3				3
Heterocapsa triquetra	M	3	3		3	3				
Prorocentrum minimum	M	3	3		3	3				3
Prorocentrum micans	M									
Ebria tripartita	M		1		1					1
Pyramimonas spp.	M		2							3
Eutreptiella gymnastica	M									
Oocystis spp.	M		5		4	4				2
Pediastrum duplex	L	2	3		3	4				
Scenedesmus quadricauda	L	3	3		2	2				
Scenedesmus acuminatus	L				2	2				
Staurastrum spp.	L									

Tabell 4. Salinitet, fosfat-, nitratkoncentration, klorofyllkoncentration, relativ produktionskapacitet och dominerande artsammansättning av växtplankton (5-gradig relativ skala. 1:mycket sällsynt, 2:sällsynt, 3:spordisk, 4:vanlig, 5:mycket vanlig) vid ytan i södra Östersjön under perioden 19970812-19970814.

		BY2	PB-1	PB-4	PB-5	PB-8	PB-10	PB-11	PB-18
N		5500.0	5438.2	5426.6	5425.5	5417.7	5411.5	5406.2	5407.9
E		1405.0	1348.1	1358.8	1407.0	1405.2	1408.4	1406.4	1421.6
Salinitet		7.45	6.07	5.15	6.73	5.12	6.19	4.72	6.89
Fosfat mmol/m3		0.12	0.16	0.33	0.20	0.35	0.30	0.69	0.42
Nitrat mmol/m3		< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Klorofyll, mg/m3		1.2	7.6	11.1	6.1	10.3	5.0	23.1	5.8
Produktionskapacitet, dpm		3750	5840	8520	4540	5140	3637	15150	2210
MARIN/LIMNISK									
Aphanizomenon "baltica"	M	4	4	1		1	3	5	3
Anabaena sp.	M	3	2	2		1	3	4	3
Nodularia spumigena	M	5	2	2		2	2	2	3
Woronichinia sp.	M	2	4	4		4	3	3	3
Merismopedia spp.	ML			2		1		3	
Microcystis spp.	ML		1	2		2	1	3	4
Snowella spp.	M		2	4		3	2	3	2
Aulacoseira granulata	L								
Actinocyclus octonarius	M	2	1	1			1		1
Chaetoceros danicus	M	2							
Chaetoceros sp. A (cf. danicus)	M	3							
Coscinodiscus granii	M	1	3	5		5	4	4	
Coscinodiscus lacustris	M		3	5		5	4	4	
cf. Coscinodiscus sp.	M	1	4	5		5	4	5	4
Cyclotella spp.	ML	1				2		2	2
Dactyliosolen fragilissimus	M	1							
Nitzschia paleacea	M	3	2				2	4	4
Proboscia alata	M	1							
Skeletonema costatum	M	2							
Thalassiosira levanderii	M		2	3		3	4	4	2
Ceratium furca	M	1							
Ceratium tripos	M	1							
Dinophysis acuminata	M	2	3			1	1		1
Dinophysis norvegica	M								
Gymnodinium spp.	M	3	3	5		4	4	2	3
Heterocapsa triquetra	M								2
Prorocentrum minimum	M	5	3	3		3	3	2	2
Prorocentrum micans	M	1							
Ebria tripartita	M	2	1	1			1		2
Ankistrodesmus falcatus	L			2				2	
Dichtyosphaerium spp.	ML		2	4		3	2	3	
Oocystis spp.	M	2	4	5		5	4	5	3
Pediastrum duplex	L		3	3		3	2	3	
Planktonema lauterbornii	M			2					1
Scenedesmus quadricauda	L		1	2		3	2	3	
Scenedesmus acuminatus	L			1		1		2	
Staurastrum spp.	L								

Tabell 5. Salinitet, fosfat-, nitratkoncentration, klorofyllkoncentration, relativ produktionskapacitet och dominerande artsammansättning av växtplankton (5-gradig relativ skala. 1:mycket sällsynt, 2:sällsynt, 3:sporadisk, 4:vanlig, 5:mycket vanlig) vid ytan i södra Östersjön under perioden 19970826.

		A2	PB-1	PB-4	PB-7	PB-10	PB-14	PB-19
N		5444.0	5438.0	5426.6	5419.0	5411.5	5401.2	5413.1
E		1400.0	1348.1	1358.8	1358.3	1408.4	1415.3	1442.2
Salinitet		6.43	7.01	6.48	6.93	6.73	6.04	7.41
Fosfat mmol/m3		0.45	0.25	0.60	0.49	0.46	2.35	0.12
Nitrat mmol/m3		< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	2.59	< 0.10
Klorofyll, mg/m3		7.5	3.3	8.9	13.5	7.0	11.5	1.6
Produktionskapacitet, dpm		4050	-	5600	-	5140	9772	1850
MARIN/LIMNISK								
Aphanizomenon "baltica"	M	3	3	2			3	2
Anabaena sp.	M	4	3	3			3	2
Nodularia spumigena	M	2	3	2			2	3
Woronichinia sp.	M	2	3	3	3		3	2
Merismopedia spp.	ML			2	3		2	
Microcystis spp.	ML	3	3	3	3		5	2
Snowella spp.	M							
Aulacoseira granulata	L			3			3	
Actinocyclus octonarius	M							1
Chaetoceros danicus	M							2
Chaetoceros sp. A (cf. danicus)	M							3
Coscinodiscus granii	M							2
Coscinodiscus lacustris	M							2
cf. Coscinodiscus sp.	M			2			3	3
Cyclotella spp.	ML			2			3	
Dactyliosolen fragilissimus	M							
Nitzschia paleacea	M							
Proboscia alata	M							
Skeletonema costatum	M							
Thalassiosira levanderii	M	3	3	4	4		4	2
Ceratium furca	M							
Ceratium tripos	M							
Dinophysis acuminata	M	3	2	3				2
Dinophysis norvegica	M							1
Gymnodinium spp.	M	3	4	3	3		2	3
Heterocapsa triquetra	M							3
Prorocentrum minimum	M	5	5	3	4			3
Prorocentrum micans	M	2	2					
Ebria tripartita	M	1						1
Ankistrodesmus falcatus	L	2	2	3	3		2	
Dichtyosphaerium spp.	ML			2	2		3	
Oocystis spp.	M	3	3	3	2		2	2
Pediastrum duplex	L	1		3	2		3	
Planktonema lauterbornii	M			2	2			
Scenedesmus quadricauda	L	3	1	3	3		3	
Scenedesmus acuminatus	L			2	2		2	
Staurostrum spp.	L						2	

SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

I serien OCEANOGRAFI har tidigare utgivits:

- | | |
|--|--|
| 1 Lennart Funkquist (1985)
En hydrodynamisk modell för spridnings-
och cirkulationsberäkningar i Östersjön
Slutrapport. | Oceanografiska observationer utmed sven-
ska kusten med kustbevakningens fartyg
1986. |
| 2 Barry Broman och Carsten Pettersson.
(1985)
Spridningsundersökningar i yttre fjärden
Piteå. | 13 Jan Andersson och Robert Hillgren (1987)
SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen
1986. |
| 3 Cecilia Ambjörn (1986).
Utbyggnad vid Malmö hamn; effekter för
Lommabuktens vattenutbyte. | 14 Jan-Erik Lundqvist (1987)
Impact of ice on Swedish offshore ligh-
touses. Ice drift conditions in the area at
Sydostbrotten - ice season 1986/87. |
| 4 Jan Andersson och Robert Hillgren (1986).
SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen
perioden 84/85. | 15 SMHI/SNV (1987)
Fasta förbindelser över Öresund - utredning
av effekter på vattenmiljön i Östersjön. |
| 5 Bo Juhlin (1986)
Oceanografiska observationer utmed sven-
ska kusten med kustbevakningens fartyg
1985. | 16 Cecilia Ambjörn och Kjell Wickström
(1987)
Undersökning av vattenmiljön vid utfyllna-
den av Kockums varvsbassäng.
Slutrapport för perioden
18 juni - 21 augusti 1987. |
| 6 Barry Broman (1986)
Uppföljning av sjövärmepump i Lilla Vär-
tan. | 17 Erland Bergstrand (1987)
Östergötlands skärgård - Vattenmiljön. |
| 7 Bo Juhlin (1986)
15 års mätningar längs svenska kusten med
kustbevakningen (1970 - 1985). | 18 Stig H. Fonselius (1987)
Kattegatt - havet i väster. |
| 8 Jonny Svensson (1986)
Vågdata från svenska kustvatten 1985. | 19 Erland Bergstrand (1987)
Recipientkontroll vid Breviksnäs fiskodling
1986. |
| 9 Barry Broman (1986)
Oceanografiska stationsnät - Svenskt Vat-
tenarkiv. | |
| 12 Bo Juhlin (1987) | |

- 20 Kjell Wickström (1987)
Bedömning av kylvattenrecipienten för ett
kolkraftverk vid Oskarshamnsverket.
- 21 Cecilia Ambjörn (1987)
Förstudie av ett svenskt modellsystem för
kemikaliespridning i vatten.
- 22 Kjell Wickström (1988)
Vågdata från svenska kustvatten 1986.
- 23 Jonny Svensson, SMHI/National Swedish
Environmental Protection Board (SNV)
(1988)
A permanent traffic link across the
Öresund channel - A study of the hydro-en-
vironmental effects in the Baltic Sea.
- 24 Jan Andersson och Robert Hillgren (1988)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1987.
- 25 Carsten Peterson och Per-Olof Skoglund
(1988)
Kylvattnet från Ringhals 1974-86.
- 26 Bo Juhlin (1988)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1987.
- 27 Bo Juhlin och Stefan Tobiasson (1988)
Recipientkontroll vid Breviksnäs fiskodling
1987.
- 28 Cecilia Ambjörn (1989)
Spridning och sedimentation av tippat ler-
material utanför Helsingborgs hamnområde.
- 29 Robert Hillgren (1989)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1988.
- 30 Bo Juhlin (1989)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1988.
- 31 Erland Bergstrand och Stefan Tobiasson
(1989)
Samordnade kustvattenkontrollen i Öster-
götland 1988.
- 32 Cecilia Ambjörn (1989)
Oceanografiska förhållanden i Brofjorden i
samband med kylvattenutsläpp i Tromme-
kilen.
- 33a Cecilia Ambjörn (1990)
Oceanografiska förhållanden utanför Ven-
delsöfjorden i samband med kylvatten-ut-
släpp.
- 33b Eleonor Marmefelt och Jonny Svensson
(1990)
Numerical circulation models for the
Skagerrak - Kattegat. Preparatory study.
- 34 Kjell Wickström (1990)
Oskarshamnsverket - kylvattenutsläpp i
havet - slutrapport.
- 35 Bo Juhlin (1990)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1989.
- 36 Bertil Håkansson och Mats Moberg (1990)
Glommaälvens spridningsområde i nord-
östra Skagerrack.
- 37 Robert Hillgren (1990)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1989.
- 38 Stig Fonselius (1990)
Skagerrak - the gateway to the North Sea.
- 39 Stig Fonselius (1990)
Skagerrak - porten mot Nordsjön.
- 40 Cecilia Ambjörn och Kjell Wickström
(1990)
Spridningsundersökningar i norra Kalmar-
sund för Mönsterås bruk.
- 41 Cecilia Ambjörn (1990)
Strömningsteknisk utredning avseende ut-
byggnad av gipsdeponi i Landskrona.
- 42 Cecilia Ambjörn, Torbjörn Grafström och
Jan Andersson (1990)
Spridningsberäkningar - Klints Bank.
- 43 Kjell Wickström och Robert Hillgren
(1990)
Spridningsberäkningar för EKA-NOBELS
fabrik i Stockviksverken.
- 44 Jan Andersson (1990)
Brofjordens kraftstation - Kylvattensprid-
ning i Hanneviken.
- 45 Gustaf Westring och Kjell Wickström
(1990)
Spridningsberäkningar för Höganäs kom-
mun.

- 46 Robert Hillgren och Jan Andersson (1991)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1990.
- 47 Gustaf Westring (1991)
Brofjordens kraftstation - Kompletterande
simulering och analys av kylvattenspridning
i Trommekilen.
- 48 Gustaf Westring (1991)
Vågmätningar utanför Kristianopel -
Slutrapport.
- 49 Bo Juhlin (1991)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1990.
- 50A Robert Hillgren och Jan Andersson
(1992)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1991.
- 50B Thomas Thompson, Lars Ulander,
Bertil Håkansson, Bertil Brusmark,
Anders Carlström, Anders Gustavsson, Eva
Cronström och Olov Fäst (1992).
BEERS -92. Final edition.
- 51 Bo Juhlin (1992)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1991.
Norrköping 1992.
- 52 Jonny Svensson och Sture Lindahl (1992)
Numerical circulation model for the
Skagerrak - Kattegat.
- 53 Cecilia Ambjörn (1992)
Isproppsförebyggande muddring och dess
inverkan på strömmarna i Torneälven.
- 54 Bo Juhlin (1992)
20 års mätningar längs svenska kusten med
kustbevakningens fartyg (1970 - 1990).
- 55 Jan Andersson, Robert Hillgren och
Gustaf Westring (1992)
Förstudie av strömmar, tidvatten och
vattenstånd mellan Cebu och Leyte,
Filippinerna.
- 56 Gustaf Westring, Jan Andersson,
Henrik Lindh och Robert Axelsson (1993)
Forsmark - en temperaturstudie.
Slutrapport.
- 57 Robert Hillgren och Jan Andersson (1993)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1992.
- 58 Bo Juhlin (1993)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1992.
- 59 Gustaf Westring (1993)
Isförhållandena i svenska farvatten under
normalperioden 1961-90.
- 60 Torbjörn Lindkvist (1994)
Havsområdesregister 1993.
- 61 Jan Andersson och Robert Hillgren (1994)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1993.
- 62 Bo Juhlin (1994)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1993.
- 63 Gustaf Westring (1995)
Isförhållanden utmed Sveriges kust - issta-
tistik från svenska farleder och farvatten
under normalperioderna 1931-60 och
1961-90.
- 64 Jan Andersson och Robert Hillgren (1995)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1994.
- 65 Bo Juhlin (1995)
Oceanografiska observationer runt svenska
kusten med kustbevakningens fartyg 1994.
- 66 Jan Andersson och Robert Hillgren (1996)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1995.
- 67 Lennart Funkquist och Patrik Ljungemyr
(1997)
Validation of HIROMB during 1995-96.

SMHI's publications

SMHI publishes six report series. Three of these, the R-series, are intended for international readers and are in most cases written in English. For the others the Swedish language is used.

Names of the Series	Published since
RMK (Report Meteorology och Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

Earlier issues published in serie RO

- | | |
|--|--|
| <p>1 Lars Gidhagen, Lennart Funkquist and Ray Murthy (1986)
Calculations of horizontal exchange coefficients using Eulerian time series current meter data from the Baltic Sea.</p> <p>2 Thomas Thompson (1986)
Ymer-80, satellites, arctic sea ice and weather.</p> <p>3 Stig Carlberg et al (1986)
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK.</p> <p>4 Jan-Erik Lundqvist och Anders Omstedt (1987)
Isförhållandena i Sveriges södra och västra farvatten.</p> <p>5 Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg och Bengt Yhlen (1987)
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1986.</p> <p>6 Jorge C. Valderama (1987)
Results of a five year survey of the distribution of UREA in the Baltic sea.</p> <p>7 Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen och Danuta Zagradkin (1988).
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1987.</p> | <p>8 Bertil Håkansson (1988)
Ice reconnaissance and forecasts in Storfjorden, Svalbard.</p> <p>9 Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen, Danuta Zagradkin, Bo Juhlin och Jan Szaron (1989)
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1988.</p> <p>10 L. Fransson, B. Håkansson, A. Omstedt och L. Stehn (1989)
Sea ice properties studied from the icebreaker Tor during BEPERS-88.</p> <p>11 Stig Carlberg, Sven Engström, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen, Bo Juhlin och Jan Szaron (1990)
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1989.</p> <p>12 Anders Omstedt (1990)
Real-time modelling and forecasting of temperatures in the Baltic Sea.</p> <p>13 Lars Andersson, Stig Carlberg, Elisabet Fogelqvist, Stig Fonselius, Håkan Palmén, Eva-Gun Thelén, Lotta Fyrberg, Bengt Yhlen och Danuta Zagradkin (1991)
Program för miljö kvalitetsövervakning - PMK. Utsjöprogram under 1990.</p> |
|--|--|

- 14 Lars Andersson, Stig Carlberg, Lars Edler, Elisabet Fogelqvist, Stig Fonselius, Lotta Fyrberg, Marie Larsson, Håkan Palmén, Björn Sjöberg, Danuta Zagradkin, och Bengt Yhlen (1992)
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 PMK - The National Swedish Programme for Monitoring of Environmental Quality Open Sea Programme.)
- 15 Ray Murthy, Bertil Håkansson and Pekka Alenius (ed.) (1993)
The Gulf of Bothnia Year-1991 - Physical transport experiments.
- 16 Lars Andersson, Lars Edler and Björn Sjöberg (1993)
The conditions of the seas around Sweden. Report from activities in 1992.
- 17 Anders Omstedt, Leif Nyberg and Matti Leppäranta (1994)
A coupled ice-ocean model supporting winter navigation in the Baltic Sea. Part 1. Ice dynamics and water levels.
- 18 Lennart Funkquist (1993)
An operational Baltic Sea circulation model. Part 1. Barotropic version.
- 19 Eleonor Marmefelt (1994)
Currents in the Gulf of Bothnia. During the Field Year of 1991.
- 20 Lars Andersson, Björn Sjöberg and Mikael Krysell (1994)
The conditions of the seas around Sweden. Report from the activities in 1993.
- 21 Anders Omstedt and Leif Nyberg (1995)
A coupled ice-ocean model supporting winter navigation in the Baltic Sea. Part 2. Thermodynamics and meteorological coupling.
- 22 Lennart Funkquist and Eckhard Kleine (1995)
Application of the BSH model to Kattegat and Skagerrak.
- 23 Tarmo Köuts and Bertil Håkansson (1995)
Observations of water exchange, currents, sea levels and nutrients in the Gulf of Riga.



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping
Tel 011-495 80 00. Fax 011-495 80 01