



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Ösmeå, Kvile sn, Bohuslän

Hällristning Rock carving
Fiskare från Bronze age
bronsåldern fishermen

INKOM TILL
FISKERIINTENDENTEN
I VÄSTERHAVETS DISTRIKT
25 MRS. 1970



MEDDELANDE från
HAVSFISKELABORATORIET • LYSEKIL

nr

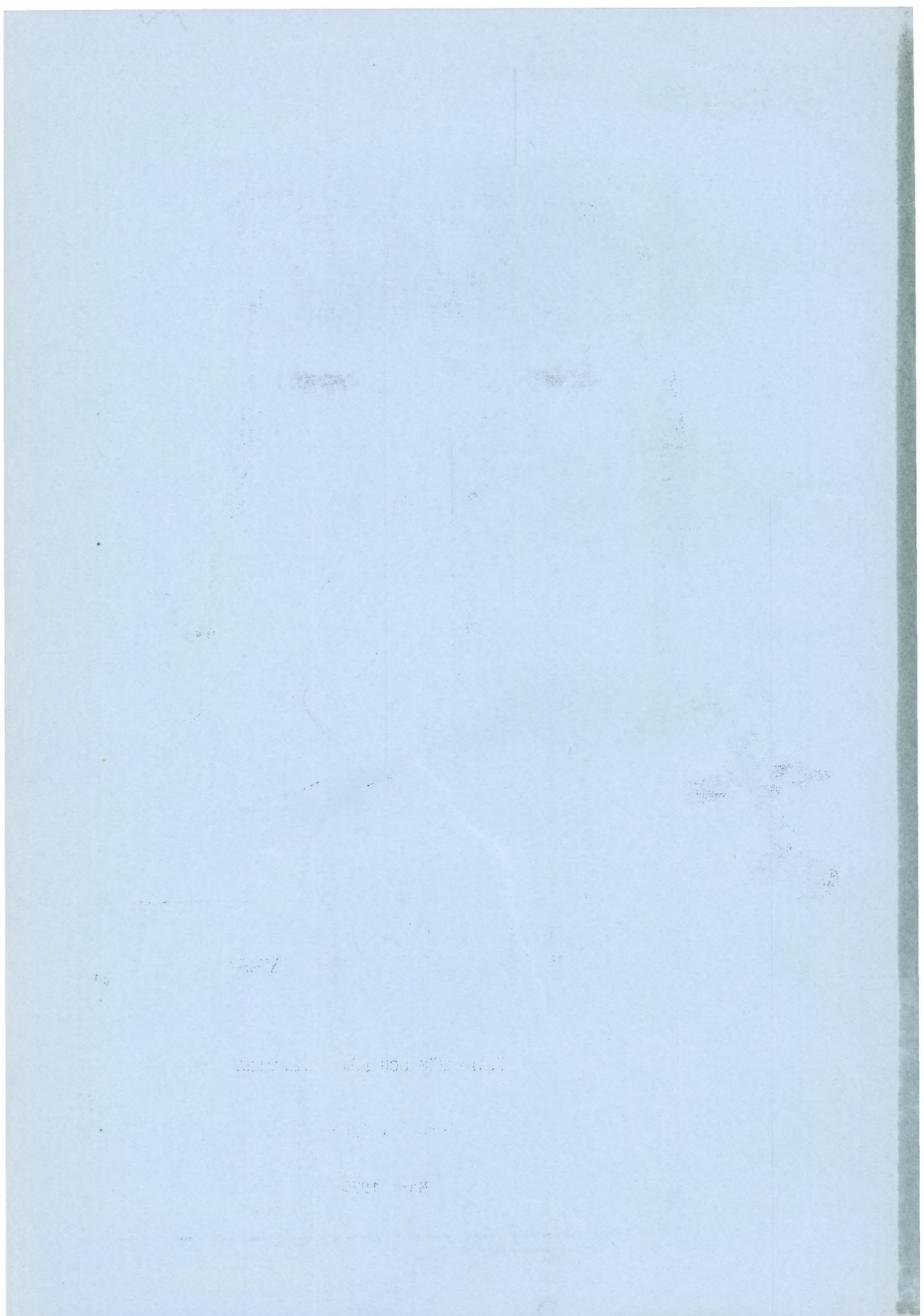
81

ÖSTERSJÖN OCH FÖRORENINGARNA

av

Bernt I. Dybern

Mars 1970



ÖSTERSJÖN OCH FÖRORENINGARNA.

Av Bernt I. Dybern.

1. Den allmänna situationen.

Föroreningarna i havet har under de senaste åren uppmärksammats alltmer, inte bara i vårt land, som ingalunda alltid ligger så väl framme, när det gäller att hejda dem, som många tror, utan även i en rad andra länder. Åtskilliga internationella organisationer har tagit upp problemen på sin dagordning. Dit hör t. ex. FN-organisationerna FAO och UNESCO, av vilka FAO försöker värna speciellt om havets produktionskapacitet. En annan organisation är IMCO, som främst behandlar oljeföroreningar. Ytterligare ett 10-tal skulle kunna uppräknas, men här skall endast nämnas det Internationella Havsforskningsrådet, ICES, som har sitt säte i Köpenhamn. Medlemmar i ICES är de flesta europeiska kuststaterna.

ICES tillsatte 1967 en arbetsgrupp som hösten 1968 framlade en rapport över föroreningssituationen i Nordsjön. Östersjön var i stort sett exkluderad från denna rapport och man tillsatte därför 1968 ytterligare en arbetsgrupp, som skulle göra en översikt över föroreningssförhållandena där.

Östersjögruppen har bestått av medlemmar från alla Östersjöstaterna och den har nyligen fått färdig sin rapport. En sammanfattning av rapportens innehåll utgör grundstommen i denna redogörelse men dessutom kommer också några allmänna intryck beträffande Östersjödebatten att redovisas; en del är förut känt, men en del nya siffror har kommit fram.

Lagstiftning

En allmän genomgång av de olika Östersjöstaternas vattenlagstiftning visar att stora likheter finns. Man

vill sålunda överallt skydda vattnen från skadliga ingrepp och olika myndigheter utövar kontroll över vattnen. Med undantag av Sovjetunionen omfattar samtliga länders ordinarie vattenlagstiftning även kustvattnen ut till territorialgränsen. Sovjetunionen har en särskild lagstiftning för dessa vatten. Då det gäller öppna havet utanför territorialgränsen är det skralare med skyddet. Det är egentligen bara Finland som i sin lag har inskrivet att föroreningar som kan skada öppna havet ej får föras ut från finskt territorium eller finska båtar.

Kontrollen är betydligt effektivare då det gäller inlandsvattnen än då det gäller kustvattnen, även om lagarna egentligen inte gör någon åtskillnad. På senare år har man dock överallt börjat uppmärksamma farorna särskilt då det gäller kustvattnens betydelse för rekreation och fiske, men även öppna havet kommer då och då in i bilden.

Den nya svenska miljöskyddslagen, som trädde i kraft den 1 juli i år, är hittills den enda där olika slags föroreningar betraktas som en enhet. Om man t. ex. lyckas stoppa vattenföroreningar från en fabrik får det inte bli luftföroreningar i stället. Man är emellertid inte främmande för ett liknande betraktelsesätt även i andra länder. Särskilt i Östtyskland synes man i praktiken ofta föra liknande resonemang.

Det enda område där lagen beträffande utsläpp i havet är behård i samtliga länder är beträffande radioaktiva föroreningar. Sådana har egentligen endast existerat sedan det andra världskriget och redan från början hade man ögonen öppna för hur farliga de är och kontrollen sattes in på ett tidigt stadium.

Vattenskiktningen i Östersjön

Det vi i dagligt tal kallar Östersjön börjar söder om Öresund och de danska bälten och innefattar även Bottenhavet, Bottniska viken och Finska viken. Om man vill kan man betrakta Östersjön som en stor fjord med trösklar vid mynningen. Tröskeldjupet är endast 17—18 m, medan därinnanför finns flera bas-sänger som är mer än 100 m djupa. Allra djupast är Landsortsdjupet med 459 m. Mycket sött vatten rinner ut genom floderna. Det blandar sig med havsvattnet till ett ytvattenlager med låg salthalt, som t. ex. vid Gotland sträcker sig ned till 50 à 70 m:s djup. Mycket av detta utsötade vatten rinner ständigt ut genom de danska bälten och Öresund. Därvid sugas en saltare men svagare bottenström in i Östersjön och den bidrar till att vidmakthålla en högre salthalt i bottenvattnet. Följande tabell visar salthalterna i o/oo i yt- och bottenvattnen i olika delar av Östersjön:

	ytan	botten
Ö. Bornholm	7—8	15—17
Vid Gotland	6—8	11—13
Bottenhavet	3—4	4—5
Bottenviken	1—4	3—4

Gränsen mellan de utsötade övre vattenskikten och de undre med högre salthalt kan vara relativt skarp och kallas för haloklin. Den är av stor betydelse, därför att den tämligen effektivt hindrar vattenutbytet mellan de övre och de undre skikten. Genom det saltvattnet som ständigt kommer in, låt vara i regel i tämligen små mängder och mer eller mindre stötvis, vidmakthålles skiktningen ständigt. Den är givetvis starkast i söder men märks även i Bottenhavet och ända

upp i Bottenviken. Skillnaden i salt-halt mellan bottenvattnet och ytvattnet har under de senaste decennierna blivit märkbart större (storleksordning 1—2 ‰ vid Gotland), vilket i sin tur ökat haloklinens betydelse som spärr mellan de bägge skikten.

Under sommaren värms ytvattnet upp. Mellan det uppvärmda ytvattnet och det kallare vattnet nedanför uppstår en s. k. termoklin, vilken ofta ligger på ungefär 20 m:s djup. Även den utgör en spärrzon mellan ytvattnet och de därunder liggande skikten. Spärren bryts emellertid under vinterhalvåret då de översta vattenskikten åter blir kallare.

De bägge spärrzonerna är av utomordentlig betydelse då det gäller förståelsen av skeendena i Östersjön. Under våren och sommaren produceras i ytvattenlagren en massa små alger. Produktionen sker så långt ned som ljuset räcker till för algernas fotosyntes, men mest i de uppvärmda översta vattenlagren. På algerna lever en rad smådjur tillhörande djurplankton. De flesta av dessa små växter och djur har en kort levnadspano och de dör successivt. Efter döden bryts de ned med hjälp av bakterier. För denna nedbrytningsprocess åtgår i regel syre. Eftersom de döda organismerna sjunker nedåt tas syret i stor utsträckning från de vattenlager som ligger relativt djupt. Detta medför att dessa vattenlager blir allt syrefattigare. Det gör inte så mycket så länge vi håller oss ovanför haloklinen, därför att nytt syre där tillföres vattnet under vinterhalvåret då termoklinspärren är bruten och vattenmassorna kan röra om.

Men mycket av det organiska materialet sjunker ned nedanför haloklinen vilken ju finns året om. Därför är djupbassängernas vatten oftast alltmer syrefattigt ju djupare vi kommer, och vill det sig illa så finns det till sist inget syre alls kvar. I stället uppträder den för fiskar och andra djur ytterst giftiga gasen svavelväte. I en svavelvätezon stoppas den mesta nedbrytningen och det organiska materialet anrikas i stället i vattnet och på botten. Om nytt syre kommer in längs botten från Östersjöns mynning kan det därför redan i de sydligaste delarna förbrukas vid den nedbrytning som ånyo börjar.

Det framgår av omstående för-enklade beskrivning att det är en viss risk för att de svavelvätehaltiga vattenvolumerna i Östersjöns djupbassänger kan öka i omfång om alltför mycket näringsämnen, t. ex. genom föroreningar tillföres de översta vattenlagren. Man kunde tänka sig att om nytt saltvatten strömmar in, medförande syre, skulle detta förhindras. Men ett sådant skeende är tveegat därför att saltare vatten även stärker skillnaden mellan bottenvattnet och de översta vattenlagren genom att haloklinen blir skarpere. Botemedlet mot alltför stora volymer syrefritt bottenvatten är alltså bara till en viss grad nytt saltvatten, mer eller mindre stötvis inträngande. Viktigt är att hålla näringstillförseln till ytlagren under kontroll.

Kustvattnen

Det i det föregående sagda hänför sig till det öppna havet. I de grundare kustvattnen är problemen delvis av en annan natur. Detta gäller särskilt de svenska och finska kusterna, som är starkt sönderskurna i fjordar, vikar och öar, men även från havet delvis avskilda större bukter såsom Rigabukten. Även bortsett från tillförsel av näringsämnen i form av föroreningar kan här på naturlig väg under våren och sommaren finnas en myc-

ket stor produktion av organiskt material. Nedbrytningen kan tillfälligt beröva delar av vattenmassorna en stor del av deras syre, och om näringsrika föroreningar ytterligare stimulerar produktionen kan situationen bli mer eller mindre katastrofal. Visserligen sker särskilt under vinterhalvåret en betydande omsättning av vattenmassorna med åtföljande tillskott av nytt syre, men om vattnen är instängda så att t. ex. strömmarna delvis förlorar sitt inflytande hinner situationen kanske inte förbättras i önskvärd grad förrän det är dags på nytt. Vissa kustvatten är alltså väl så känsliga som inlandsvattnen. De ligger närmare föroreningsutsläppen och påverkas alltså mera av dem än vad det öppna havet gör. På sätt och vis utgör de svenska och finska skärgårdarna en slags skärm som hindrar en stor del av de utförda näringsämnena att nå djupbassängerna ute i Östersjön. Kanske hade syreförhållandena där varit sämre om denna skärm saknats.

Utvecklingen under 1900-talet.

Att många kustvatten under de senaste decennierna blivit negativt påverkade av föroreningar står alltså utom allt tvivel. Detta har givetvis inverkat både på deras användning som rekreatiomsområden och som fiskeområden.

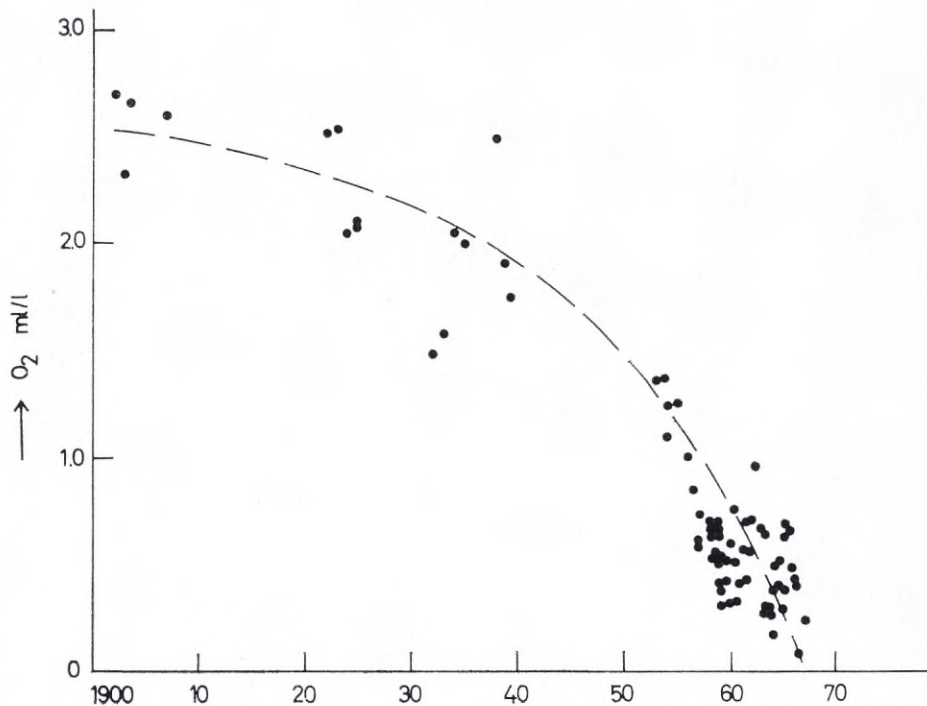


Fig. 1. Landsortsdjupet. Medelvärden för syre i ml/l i vattenskikten nedanför haloklinen under åren 1902—1967. Efter Fonselius.

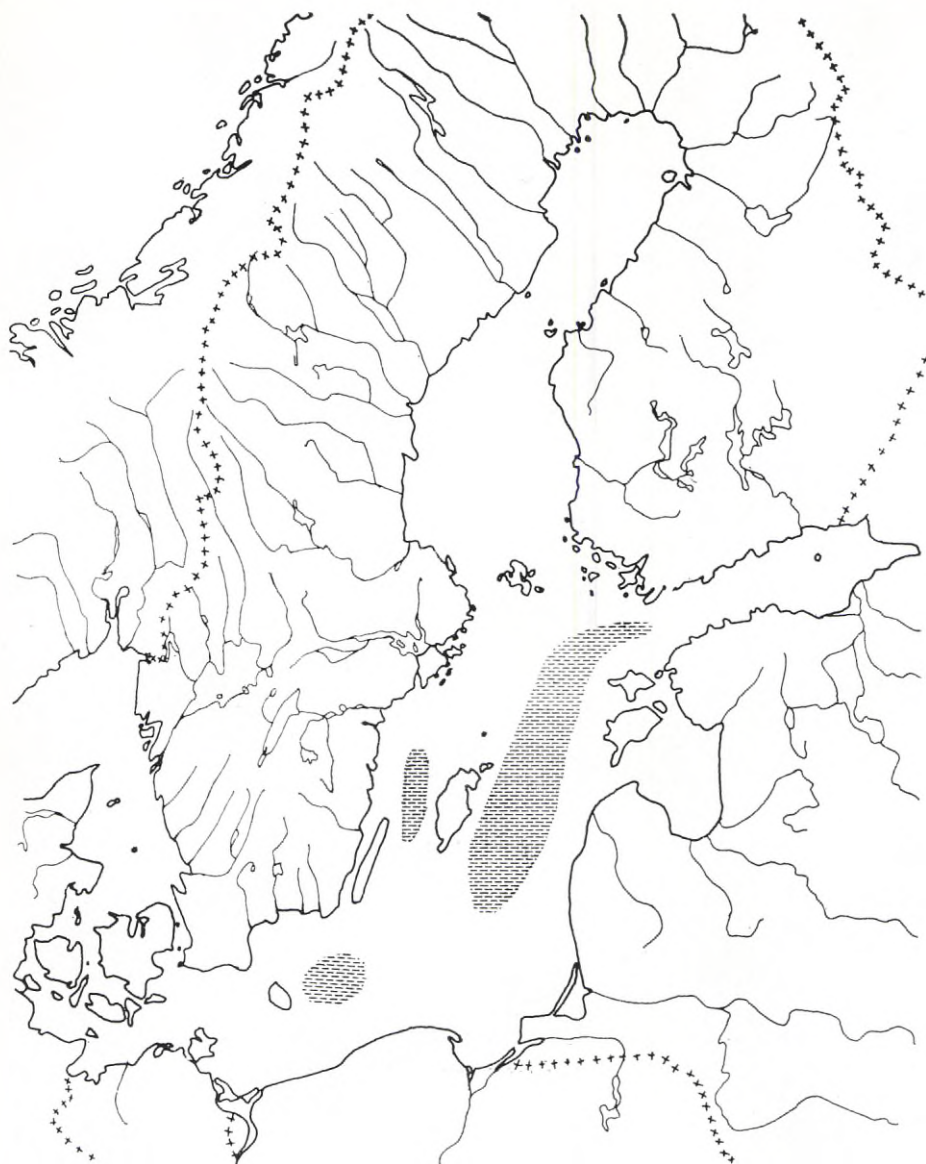


Fig. 2. Zoner med svavelvätehaltigt bottenvatten i Östersjön i september 1968. Efter Fonselius.

Då det gäller det öppna havet torde vattenlagren ovanför haloklinen inte ha påverkats så att det skulle vara någon fara för deras naturliga produktivitet, även om de, som senare skall nämnas, har påverkats på andra sätt.

Djupbassängerna visar emellertid från seklets början och fram till nu i de flesta fall en fortgående minskning av syreresserverna. Fig. 1 visar utvecklingen nedanför haloklinen i Landsortsdjupet utanför södra delen av Stockholms skärgård. Särskilt under de bägge senaste decennierna har syremängden där successivt gått ned mot noll, ja, de allra senaste rapporterna talar om bildning av svavelväte för första, kända gången. Här är det man ett tag planerade att leda ut allt avloppsvatten, mer eller mindre renat, från hela Stockholmsregionen.

Även i andra djupbassänger i Östersjöområdet, ända upp i Bottenhavet är situationen likartad. Stora delar av Östersjöns botten är för närvarande täckta av svavelvätehaltigt vatten. Fig. 2 visar situationen i september 1968. Sedan dess har den ändrat sig så till vida att alltså även Landsortsdjupet nordost om Gotland är påverkat. Däremot har nytt, syrehaltigt saltvatten strömmat in och eliminerat svavelvätet i södra Östersjön.

Vad beror nu denna successiva försämring av bottenvattnet på? Det ligger nära till hands att skylla på de ökade föroreningsutsläppen. Men saken är inte fullt så enkel. Det har i det föregående talats om haloklinens stora betydelse och om den avskärmade veckan som kustvattnen kan ha. De flesta forskar-

na håller det för troligt att det ringa syreutbytet mellan bottenvattnet och de ytligare liggande vattenlagren är den första huvudorsaken till syrebristen i djupvattnet. Den andra huvudorsaken anser man vara den i det föregående nämnda salt-haltsökningen, som visserligen är liten men ändå av en mycket stor betydelse då det gäller att accentuera haloklinen. En tredje orsak kan vara att syrehalten i det salta bottenvattnet som kommer in i sydligaste Östersjön är lägre än förr. Vissa tecken tyder sålunda på att syrehalten i Kattegatts djupare vattenskikt har minskat något under de sista årtiondena.

Det finns forskare som anser att liknande syrebristförhållanden som nu råder i Östersjöns djupbassänger har förekommit förr. Det hela skulle då vara ett slags cykliskt fenomen med syrefattiga och syrerikare perioder omväxlande med varandra. Mätningarna av salthalt och syre började i stort sett vid innevarande sekels början och därför har vi inga direkta siffror på hur situationen varit under föregående sekler. Möjligen kan man emellertid komma åt saken genom detaljstudier av botten sedimenten, som skulle uppvisa en slags "varvighet". Sådana undersökningar har påbörjats.

Det är dock otvivelaktigt så att just under den successiva nedgång av syrenehållet som ägt rum de senaste decennierna har mängden föroreningar, på sista tiden särskilt fosforhaltiga sådana, från samhällen och industrier vid kusterna ökat i hög grad och där k a n finnas ett samband. Hur stor inverkan föroreningarna i så fall haft är f. n. ytterst svårt att säga. Det är bl. a. därför som Internationella Havsforskningsrådets arbetsgrupp fick uppdrag att göra en första kartläggning av föroreningsförhållandena i Östersjöområdet.

Utsläpp av syretärande ämnen (näringsämnen m. m.).

Förorening orsakad av kommunala kloakutsläpp.

Kloakutsläppen från städer och tätorter innehåller många ämnen vilka också delvis härrör från industrier. Större delen kommer emellertid från den mänskliga befolkningen. Man kan skilja mellan dem

som släpps ut direkt i havet och dem som indirekt föres ut från landet innanför, t. ex. via floderna. De förra torde utan tvekan vara de betydelsefullaste och härrör från en sammanlagd befolkning på 11 à 12 miljoner. De indirekta utsläppen beräknas komma från ytterligare ca 5 miljoner. Kloakvattnet innehåller en rad näringsrika organiska substanser, av vilka de som innehåller fosfor tilldrar sig stort intresse.

Gemensamt för samtliga östersjöstater är att det allra mesta kloakvattnet ledes ut i havet utan föregående rening eller efter endast mekanisk rening. Antalet reningsverk med biologisk rening är mycket litet i förhållande till alla utsläppen, och det torde överhuvudtaget inte finnas något reningsverk med det tredje steget, som innebär kemisk fällning av fosfor m. m., utefter Östersjökusten. Reningseffektiviteten varierar dock från land till land. Sverige jämte Västtyskland torde ha kommit längst då det gäller att bygga reningsverk i kustorter.

I Sverige undergår uppskattningsvis hälften av allt det direkt utsläppta kloakvattnet mekanisk rening (se tabell 1), men endast 1/5 någon form av biologisk rening och, som sagt, inget alls undergår kemisk rening. Det indirekt utsläppta kloakvattnet är litet bättre renat, beräkningsvis undergår drygt hälften hel- eller delbiologisk rening och ytterligare 10—20 proc. mekanisk rening, men återigen existerar knappast någon kemisk rening. Det görs

sålunda inga större ansträngningar för att eliminera fosforutsläppen i havet från vårt land.

Eftersom situationen i de flesta andra kuststaterna är sämre än i Sverige vad beträffar reningen av kloakvatten betyder det att stora mängder organiska ämnen vilka för sin nedbrytning kräver syre kommer ut i kustvattnen från alla håll. Därtill kommer att både organiska ämnen i allmänhet och de fosforhaltiga i synnerhet stimulerar produktionen i havet, varvid ännu mer organisk substans bildas, vilken i sin tur skall nedbrytas o. s. v.

Det är alltså inte ägnat att förvåna att det finns åtskilliga kustvattenområden, som är starkt påverkade av kommunala kloakvattenutsläpp. Till de mera betydande av dessa områden hör Öresund, vissa danska fjordar, Lübecker Bucht, delar av Rigaviken, Finska viken utanför storstäderna Leninograd, Helsingfors och Tallinn, en del av Åbo skärgård, delar av Stockholms skärgård samt delar av Gävlebukten, många smärre områden ej att förglömma. De mera påtagliga verkningarna yttrar sig i syrebristsituationer, ej önskvärd planktonblomning, ändringar i sammansättningen av växt- och djurvärld, ändringar i fiskrikedom etc. Ofta hjälper industriföroreningar av olika slag till med att förvärra situationen.

I några fall har klart konstaterats en ökad halt av fosfor även en bit ut i det öppna havet. Resultat av de pågående Stockholmsundersökning-

arna visar sålunda en ökad totalfosforhalt i ytvattnet utanför Stockholms skärgård och från Öresund kan man norrut utefter Hallandskusten spåra en liknande situation.

Det finns också en viss risk för att kloakvatten medför sjukdomsalstrande mikroorganismer. S a l m o n e l l a-virus har konstaterats bl. a. i Öresund och i Gdansk-bukten. I Öresund har dessutom påträffats den ytterst giftiga bakterien *Clostridium botulinum*, som bl. a. kan infektera fisk, och som är en typisk smutsvattenorganism.

Tunnelutsläpp

Det är ganska tydligt att de söndersplittrade svenska och finska kusterna samt vissa djupt inträngande vikar som Rigaviken och Lübecker Bucht påverkas mest av kloakutsläppen. Mera öppna kuster, såsom den polska och delvis den ryska samt i Sverige de öst- och sydsånska samt öländska och götländska kusterna är betydligt mindre påverkade. Detta står givetvis i samband med den bättre vattentransporten utanför de öppna kusterna, vilken sprider och tunnar ut föroreningarna på ett helt annat sätt än i mer instängda vattenområden.

För att söka rädda kustnära områden som används för rekreationsändamål vill man därför på många håll bygga tunnlar ut i havet för uttransport av kloakvatten. Som bekant har en sådan tunnel diskuterats då det gäller Stockholmsregionens avloppsproblem. Andra tunnlar planeras bl. a. i Helsingfors och vissa ryska kuststäder. Mening- en är att föra ut tunnlar så långt att det utsläppta kloakvattnet hastigt skall föras bort av vattenströmarna (jfr Hönötunneln från Göteborg). I fallet Helsingfors tänker man ordna med 90 proc. biologisk rening av vattnet innan det går in i tunneln. Däremot tänker man t. v. inte fälla fosfor, men om det i framtiden anses nödvändigt kommer även ett sådant arrangemang att ordnas. Därvid skulle praktiskt taget rent vatten gå ut genom tunneln. Även ryssarna ämnar vidta åtminstone någon form av biologisk rening innan vattnet går ut genom tunnlar.

Alla forskare är emellertid på det klara med att de ämnen som sålunda föres längre ut än förut inte får försämma syresituationen i Östersjöns djupbassänger. Detta har

Tabell 1.

Delområde	Direkt utsläpp			Indirekt utsläpp		
	A	B	C	A	B	C
Bottenviken	90.000	20 %	—	67.000	15 %	2 %
Bottenhavet	255.000	15 %	2 %	145.000	30 %	3 %
Egentliga Östersjön	1.125.000	70 %	20 %	700.000	85 %	80 %
Öresund	370.000	50 %	45 %	110.000	95 %	90 %
Kattegatt	525.000	25 %	20 %	160.000	45 %	20 %
Skagerack	81.000	70 %	45 %	24.000	50 %	10 %
Totalt	2.446.000	50 %	20 %	1.206.000	70 %	60 %

Kloakvattenutsläpp från kustbefolkningen i Sverige. De direkta utsläppen kommer från personer som bor alldeles vid kusten, de indirekta från dem som bor strax innanför.

A betecknar antalet människor

B betecknar den procent av befolkningen som har anknytning till mekanisk rening av avloppsvatten

C betecknar den procent av befolkningen som har anknytning till både mekanisk och biologisk rening av olika effektivitet

Det framgår tydligt att de indirekta utsläppen är bättre renade, d v s antalet reningsverk är större inne i landet än utefter kusten. Siffrorna bygger på "Statistiska uppgifter över kommunala vatten- och avloppsanläggningar, 1966".

bl. a. medfört att Stockholmsprojektet med tunnelutsläpp i det syrefattiga Landsortsdjupet mött starkt motstånd.

Industriutsläpp.

De industriella utsläppen kan påverka miljön på flera sätt. Nedbrytningen av många ämnen kräver mycket syre, andra ämnen är på ett eller annat sätt giftiga eller bortstötande för havets organismer. De allra farligaste är de som kan ackumuleras t. ex. i fisk, så att denna blir hälsovådlig att äta. Giftämnen kommer senare att närmare omnämnas.

Samtliga Östersjöstater har kustområden som skadats genom industriutsläpp. Söderut i Danmark, de båda tyska staterna, Polen och Sovjetunionen samt även i södra Sverige är det en mångfald olika industrier som är orsak här till, t. ex. livsmedels-, kemiska-, metall-, ytbehandlings och skeppsbyggnadsindustrier. I norra delen av Östersjöområdet är det däremot framför allt de finska och svenska skogsindustrierna med pappersmassefabrikerna i spetsen som svarar för den mesta föroreningen av kustvattnen.

Som helhet gäller att även de industriella utsläppen är dåligt renade. I samtliga stater industrialiseras kustområdena alltmer. Man är på det klara med att detta ökar den redan stora pressen på kustvattnen om inte radikala åtgärder snabbt vidtas.

Skogsindustrierna

Industriella utsläpp påverkar mer eller mindre lokalt den marina miljön utanför så gott som alla större kuststäder runt Östersjön, men i många fall kan man tala om regionala skador. De senare finner man mest i de finska och svenska skogsindustriregionerna. I Finland

särskiljer man tre sådana områden, utanför Kymmene älvs mynning i Finska viken, utanför Kumo älvs mynning i Bottenhavet samt i Uleåborg-Kemiområdet i Bottenviken. Utefter svenska sidan ligger liknande områden som ett pärlband längs hela norrlandskusten. De påverkade områdenas betydelse för rekreation och fiske har starkt minskat eller i värsta fall upphört.

Både i Finland och Sverige har man emellertid satt in starka krafter på att minska skogsindustriutsläppen genom att tvinga fabrikerna att vidta allt mer genomgripande reningsåtgärder. I viss mån hjälper här den s. k. strukturrationaliseringen till, varmed menas att många mindre lönande pappersmassefabriker etc. läggs ned eller slås ihop till större enheter. De kommer alltså att ligga med glesare mellanrum i framtiden. Ytterligare en för den marina miljön positiv faktor är att man alltmer går över från sulfittill sulfatmetoden. Sulfatfabrikernas utsläpp i vattnen anses vara relativt sett ofarligare och lättare att kontrollera än sulfittfabrikernas. I stället får man dock ett ökat luftföroreningsproblem. Trots att nya skogsindustrier lokaliseras till södra Sverige anser man på det hela taget att föroreningarna från skogsindustrierna har nått sin maximala inverkan, vilket även gäller Finland och att man i framtiden kan vänta en långsam förbättring av situationen.

För att undvika skador allt för nära själva kusten låter man på åtskilliga håll industriavloppsvattnet gå ut genom tunnlar som mynnar upp till flera km utanför kusten. Flera av de svenska pappersmassefabrikerna vid Östersjön är försedda med sådana tunnlar. I Finland har man diskuterat i varje

fall ett stort tunnelprojekt, som skulle samla avloppen från en hel rad skogsindustrier i en stor regional tunnel, mynnande i Finska viken. Huvudorsaken till denna diskussion är att många av de finska insjöarna är så gott som totalförstörda och enda sättet att någorlunda kunna återställa dem i ursprungligt skick är att överhuvudtaget inte använda dem som recipienter mer.

BS₅

Både de kommunala och industriföroreningarna kräver, som nämnts, stora mängder syre vid nedbrytningsprocesserna och många kustvattenregioner lider temporärt eller ständigt av syrebrist, vilket inte minst gäller de av skogsindustriutsläppen påverkade områdena utefter Norrlandskusten, t. ex. Örnköldsviksfjärden och Sundsvallsområdet. Genom att använda sig av siffror beträffande den biokemiska syreförbrukningen (kg eller ton BS₅ per tidsenhet) kan man erhålla en bild av hur starkt påverkat av organiska föroreningar ett område är. Denna bild är endast översiktlig och de siffror man får fram täcker inte hela syreförbrukningen. Inte desto mindre kan man i stort jämföra påverkan i olika områden. Tabell 2 visar en beräkning av BS₅ i Östersjöns olika delområden i vilken även de danska farvattnen samt Kattegatt medtagits, eftersom dessa vatten spelar en stor roll för vattenutbytet mellan Östersjön och Västervik.

I korthet kan följande utläsas av tabellen. Vid de glest befolkade kusterna omkring Bottniska viken och Bottenhavet förorsakas den största syreatgången (och därmed föroreningen) av industriutsläpp, givetvis då till allra största delen

Tabell 2.

Delområde	Miljoner invånare		Kloakutsläpp BS ₅ ton/år		Industriutsläpp BS ₅ ton/år	BS ₅ ton/år Totalt för varje delområde (ca)	BS ₅ ton/år Sveriges andel
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt + Indirekt		
Bottenviken	0,230	0,167	5.600	4.500	160.000	170.000	20.000
Bottenhavet	0,565	0,495	13.650	12.200	385.000	410.000	360.000
Finska viken	4,868	0,797	121.450	19.200	115.000	256.000	—
Egentliga Östersjön	3,335	2,065	30.900	30.000	110.000	211.000	73.000
Bälthavet	1,195	2,600	40.100	21.000	< 10.000	70.000	—
Öresund	1,770	0,310	40.600	2.600	< 10.000	50.000	6.000
Kattegatt	0,625	0,360	16.000	5.000	~ 20.000	40.000	35.000
Totalt	12,588	6,794	298.300	94.500	~ 800.000	1.200.000	494.000

Föroreningsmängder mätta i biokemisk syreförbrukning BS₅ i Östersjöområdets olika delar.

Tabell 3.

Delområde	Miljoner invånare		P ton/år		Sveriges andel P ton/år	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Bottenviken	0,230	0,167	290	220	130	100
Bottenhavet	0,565	0,495	780	600	380	200
Finska viken	4,868	0,797	5.050	870	—	—
Egentliga Östersjön	3,335	2,065	3.880	2.370	1.700	1.000
Bälthavet	1,195	2,600	1.240	2.800	—	—
Öresund	1,770	0,310	1.960	350	560	150
Kattegatt	0,625	0,360	890	400	790	200
Totalt	12,585	6,794	13.850	7.610	3.560	1.650

Beräknad utförelse av fosfor (P) i föreningar direkt eller indirekt (via floder etc.) i de olika delområdena av Östersjön.

från skogsindustrierna. Förhållandet kloakutsläpp/industriutsläpp är i Bottniska viken ca 1:16 och i Bottenhavet ca 1:15. I Finska viken är samma förhållande ca 1:1, vilket beror på den stora inverkan av kloakutsläppen från framför allt Leningrad, med bortåt 4 miljoner invånare, samt andra större städer såsom Helsingfors och Tallinn.

I den egentliga Östersjön, söder om Åland, är förhållandet också i stort sett 1:1 medan det i Bälthavet (danska sunden m. m.) är ca 6:1, i Öresund ca 4:1 och för att i Kattegatt återigen bli 1:1.

Vi ser alltså att industriföreningarna dominerar i norr, medan föreningar från den mänskliga bebyggelsen dominerar i söder. Däremellan är det ungefär fifty-fifty. (Lokalt växlar givetvis förhållandet kloakutsläpp/industriutsläpp oerhört mycket.)

Ser vi till Sveriges relativa andel i nedsmutsningen så är den högst betydande i Bottenhavet och Kattegatt, medan den är ganska moderat i egentliga Östersjön och jämförelsevis liten i Bottniska viken.

Som helhet är syreförbrukningen i Östersjöområdet relativt stor. Det måste emellertid åter framhållas att syretäringen främst drabbar kustområdena, men det är naturligtvis inte uteslutet att även mera öppna havsområden får släppa till en del syre. Det återstår att få fram mått på detta. I sammanhanget kan dock erinras om att man konstaterat en viss syreminskning i Kattegatts djupvattnen. En liknande situation föreligger också för Öresund.

Även om syrebristen under haloklinen i Östersjöns djupbassäng-

er inte förorsakad av syretärande organiska föreningar via utsläppen, bör dessa i alla fall minskas för att rädda kustvattnen.

Fosfor

Fosfor i olika slags kemiska föreningar stimulerar, som förut nämnts, den organiska produktionen. Ett ökat antal organismer som då de dött sjunker mot botten under nedbrytning åstadkommer ökad syretäring. I vissa fall kan det vara en fördel att få näringsproduktionen ökad, det kan t. ex. ge mer fisk i ett område, men detta är under förutsättning att det förbrukade syret kan ersättas med nytt.

Utförelsen av fosfor i Östersjön kontrolleras inte, och mängderna har diskuterats mycket under de senaste åren. Man vet att ansenliga kvantiteter kommer ut och att dessa ständigt ökar, bl. a. på grund av den ökade användningen av starkt fosforhaltiga tvättmedel. Man vet också att fosfor genom luften kan föras långa vägar ut över havet och åtminstone delvis tas upp av vattnet och inlemmas i produktionscykeln. Lösta fosforföreningar kan troligen också lättare spridas i vattnet än mycket av det övriga organiska innehållet, som ofta är i partikelform.

Tabell 3 visar en beräkning av hur mycket fosfor som årligen utföres via avloppsvattnet från tätorter och industrier kring Östersjön och Kattegatt. Till detta kommer fosfor tillförd genom luften, naturligt fosfor samt fosfor införd från Västerhavet. En del går dock ut från Östersjön i det uttrinnande ytvattnet.

Det är av ytterst stort intresse att veta hur mycket fosfor som år-

ligen som nettotillskott tillföres Östersjön. Många har försökt göra sådana beräkningar med högst varierande siffror som resultat, bl. a. beroende på svårigheterna att uppskatta mängden luftfosfor samt fosforutbytet via Öresund och de danska sunden. Den internationella arbetsgruppen har också försökt göra en uppskattning. Beroende på beräkningsgrunderna har man kommit till resultatet att Östersjön årligen tillföres en överskottskvantitet av lägst 8.000 och högst 21.000 ton fosfor per år. Enligt en del svenska forskares syn på saken ligger sanningen nog närmare den högre än den lägre siffran.

Eftersom den mesta fosfor torde härröra från kloakutsläpp bör den främst påverka havsområdena utanför de stora befolkningscentra, alltså framför allt delar av Finska viken, egentliga Östersjön och Öresund. Undersökningar har också avslöjat att fosforhalten i vattnet under de senaste åren ökat något, även i några av den egentliga Östersjöns djupbassänger, vilket skulle kunna tyda på att produktionen i ytvattnen ovanför ökat något.

En av de främsta uppgifterna för den kommande Östersjöforskningen är utan tvekan att närmare penetrera fosforproblemet. Följande fyra problem pockar på omedelbar lösning: (1) fosforutbytet mellan kustvattnen och havet, (2) fosforutbytet mellan Östersjön och Västerhavet (3) fosforutbytet mellan bottensedimenten och vattnet och (4) fosforutbytet mellan luften och vattnet.

3. Giftiga ämnen, oljeföreningar, varmvatten m. m.

Sammanfattning.

Giftiga ämnen

Många av de ämnen som föres ut via industriutsläpp eller på annat sätt är skadliga för organismerna i havet. En del påverkar växter eller djur direkt så att de dör eller — då det gäller de rörliga djuren — ger sig av från platsen. Även om sådana ämnen kan förorsaka stora skador är de dock inte de farligaste, utan värst är de som bokstavligen talar verkar som smygande gift. De kan successivt ackumuleras i de olika stegen i havets näringskedjor. Till att börja med kan de kanske förekomma i så små koncentratio-

ner att de är helt ofarliga, men under det att de successivt koncentreras i växter och djur kan de komma upp i vissa tröskelvärden som gör dem farliga. Det är ingen överdrift att säga att tusentals sådana ämnen dagligen släpps ut i alla jordens hav, hundratals i våra egna vatten.

Tröskelvärdena är mycket olika för olika ämnen. De s. k. klorerade kolvätena (t. ex. DDT) och med dem närbesläktade substanser tillhör dem som har låga tröskelvärden och därför påverkar organismerna redan i mycket små koncentrationer. Här skall endast nämnas ett exempel på detta. Vid försök som nyligen utförts i Canada har man funnit att bäcköring i vatten, innehållande endast 20 miljarddelar DDT, på 24 timmar helt förlorade förmågan att utföra ett visst förut inlärt beteende. Man kan med ledning av detta tänka sig vad som kan hända biocidpåverkande laxfiskar, som från havet vill återvända till de floder, som de genom inläring känner till och vill gå upp för att leka i.

Även om ett ämne av dessa typer finns i så små mängder att det är bevisligen ofarligt kan flera tillsammans verka negativt. De uppnår s. a. s. gemensamt ett tröskelvärde. Vissa verkar rent av som katalysatorer för andra, d. v. s. förstärker deras verkan.

Kvicksilver, DDT och PCB

Kvicksilverfrågan har diskuterats mycket i vårt land. F. n. är ett dusintal kustområden förklarade för helt eller delvis förbjudna fiskeområden. Särskilt västtyska undersökningar synes dock visa att kvicksilver i n t e påverkar de öppna delarna av Östersjön. Från land känner vi till hur många fågelarter starkt decimerats genom kvicksilvret. Nyligen har i svenska undersökningar påvisats att en annan grupp ämnen, de polyklorerade bifenylerna (PCB) har en liknande verkan. PCB härrör från vissa slags industrier och kan, liksom DDT, bl. a. spridas genom luften och falla ned i havet.

Östersjön har på grund av sin fjordkaraktär ett ganska dåligt vattenutbyte med övriga hav. Vattnet stannar så att säga kvar en ganska lång tid där innan det tar sig ut. Man kunde då tänka sig att utförsel genom utsläpp och via luften av lätttransporterade substanser skulle göra att dessa återfinns i högre kon-

centrationer i Östersjön än t. ex. i Nordsjön som har ett mycket bättre vattenutbyte. Och så tycks det i flera fall vara. Vid de svenska undersökningarna har man funnit upp till åtminstone 10 gånger högre halter av DDT och PCB i vissa fiskar och sälar från Östersjön jämfört med samma arter i Nordsjön. Sälar äter ju fiskar och får alltså gifterna på förhand koncentrerade. Det återstår nu att ta reda på hur mycket de smärre organismer som fiskarna äter har i sig. Fiskätande fåglar tycks vara ännu mer ansatta än sälarna. Mycket höga giftkoncentrationer har sålunda påträffats i havsörnar, så mycket att en del individer har dött av giften. Farligare i längden är dock sådana höga koncentrationer som påträffats i t. ex. sillgrisleägg och som alltså redan kan påverka fosterstadiet. Det är att märka att många av de undersökta djuren fångats långt ute från fastlandet.

Man kan föra resonemanget vidare från sälar och fåglar till människan. Lyckligtvis skall man nu förbjuda bruket av DDT från den första januari, inom vissa användningsområden dock endast på försök under två år. Vissa intressen har redan anmält sig för att få dispens från förbudet! Även bruket av en del andra biocider har förbjudits eller skall förbjudas men åtskilliga (mer eller mindre okända till sin verkan) återstår.

Beträffande övriga Östersjöstater vet man mindre om hur biocider och liknande ämnen påverkat Östersjön. Danmark har dock fått vissa kvicksilverproblem på halsen. I t. ex. Sovjetunionen har bruket av DDT och en rad andra substanser förbjudits sedan en tid tillbaka. Även i andra länder har förbud införts eller kommer att införas.

Inom de finska och svenska skogsindustrierna har man använt stora kvantiteter kvicksilverföreningar för att bekämpa svampar och slembildning. I bägge länderna har man lyckats nedbringa kvicksilveranvändningen högst avsevärt. Men i stället har andra bekämpningsmedel införts, t. ex. pentaklorfenol, som tyvärr visat sig ha mycket negativ inverkan på fiskar och andra organismer. Man har förklarat att ämnet i fråga trots allt inte är så farligt, därför att det snabbt bryts ned till ofarliga substanser. Detta har tyvärr inte alltid visat sig vara fallet. I stora doser kan pentaklorfe-

nol vara omedelbart dödande för smärre djur och då hjälper det ju inte om det efteråt bryts ned hastigt.

Till gifterna i havet hör också det industriavfall som föres ut med båtar och dumpas över relingen och ned i vattnet. Sverige har på så sätt bidragit till att en hel rad giftiga substanser ligger på botten utanför Östersjökusten.

Krigsmaterial, inklusive senapsgas, är till besvär på flera ställen, särskilt i Bornholmsområdet.

Oljeföreningar

En utredning har visat att det under 1968 inträffade 125 utsläpp av olja från fartyg innanför svenska territorialgränsen, de flesta visserligen på västkusten men många nog i Östersjön. Till detta kommer utsläpp från raffinaderier, bunkeranläggningar etc. De stora utsläppen sker emellertid på de stora fartygsrutternas på öppet hav, särskilt dem som trafikeras av stora tankers.

I Stockholms skärgård inträffade 1968 en grundstötning av en stor tanker, varvid en hel del olja läckte ut och den är ännu inte helt borta. I Göteborg inträffade liknande tillbud med en tanker på betydligt över 100.000 ton. Den gången gick allt lyckligt som tur var. Ännu farligare var det då tanken "Benedict" på 71.000 ton kolliderade med ett lastfartyg utanför Trelleborg i maj 1969. Tack vare att tankern träffades långt fram läckte "bara" c:a 1.000 ton ut av de 70.000 ton, som båten innehöll. Hade allt kommit ut hade vi haft en liknande historia som den beryktade Torrey Canyon-katastrofen i Engelska kanalen här om året, dock med den skillnaden att den senare skedde i ett vattenområde där vattenomsättningen är mycket bättre än i södra Östersjön.

Även finnarna hade ett otäckt tillbud i Alands skärgård i våras. Trots det fortsätter man bygga två 105.000 tonnare vilka avses trafikera Östersjön. Sovjetunionen, Polen och Östtyskland har mindre besvär med oljekatastrofer, eftersom deras olja huvudsakligen kommer via pipe-lines från oljefälten i sydöstra Europa, men småolyckor händer i alla hamnar runt Östersjön. I Polen anser man att så gott som alla oljeskador härrör från olja som drivit in från öppna havet. Danmark är särskilt illa utsatt eftersom trafiken till och från Östersjön går via danska farvatten. Man har också byggt sina raffinaderier just vid dessa

stråk. Än så länge har dock inga större olyckshändelser inträffat där.

Vid oljeutsläpp är det ofta inte själva oljan som är värst, även om den kan skada badstränder, fiskredskap, båtar samt sjöfåglar och strandkantens växter och djur. Värre är ofta följderna av de bekämpningsåtgärder som vidtas. Vid sänkning av oljan kan produktiva bottenar förstöras, vid spridning genom emulsifiering påverkas livet i vattemassorna. Bränning av ilandfluten olja kan göra stränderna sterila för lång tid framåt. Bäst synes vara att ytterligare förbättra metoderna att samla oljan med länsar och pumpa upp den i speciella båtar. Allra bäst är dock att undvika oljeutsläpp, vilket kan ske genom bättre kontroll från myndigheterna.

Till oljeföroreningarna kan också sägas höra föroreningar från industrier som använder sig av oljederivat av olika slag, d. v. s. en lång rad av de nyaste kemiska industrierna, plastfabriker och andra, runt Östersjöns kuster. Vissa av de utsläppta ämnena kan påverka fisk och andra organismer så att de flyr området eller så att de tar smak och blir oätliga. Flera sådana fall finns beskrivna från bl. a. Danmark.

Varmvatten

F. n. utgör varmvattenutsläpp inget problem i Östersjöområdet. I Sverige planeras ett 10-tal framtida kärnkraftverk, som vart och ett kommer att släppa ut kylvatten i en genomsnittlig mängd av 150 m³ i sekunden. Vattnet kommer att vara 7–10° varmare än ytvattentemperaturen i recipienten. Liknande kraftverk planeras f. n. i Finland och Östtyskland. Man har diskuterat mycket hur inverkan skall bli på kustvattnet utanför kraftverken. Klart för alla står emellertid att, förutom t. ex. dimbildning förändringar i organismernas sammansättning och antal kommer att ske. Eftersom varje kylvattenutsläpp motsvarar en medelstor svensk flod kommer förändringarna inte bara att bli lokala utan snarare regionala, även om skillnaden mellan kylvattnet och det omgivande havsvattnet efter en relativt kort sträcka reduceras.

Något som inte får förbises är att produktionshastigheten i det uppvärmda vattnet kommer att öka. Detta kan vara en fördel, men det innebär också en risk för att, om det finns andra föroreningar närva-

rande t. ex. biocider eller radioaktiva substanser, så kommer dessa att kunna ackumuleras fortare än normalt, både i organismerna själva och i botten sedimenten.

Andra föroreningar.

Från fartyg av alla storlekar vräks avfallsprodukter ut i havet. Man räknar med att enbart i Öresund töms mellan 250 och 400 m³ skräp ut varje dag, vilket motsvarar utsläppen från en mindre svensk stad.

Slam från reningsverk, hamnmuddringar och vissa byggnadsarbeten vid kusterna töms ofta i havet och kan lokalt förstöra bottenarnas växt- och djurvärld. I stället tar man på andra platser upp bottenmaterial, främst för byggnadsändamål och för att bättra på sandstränder. Även detta skadar givetvis organismvärlden lokalt.

Fibrer från pappersmassefabriker och andra skogsindustrier kan föras ut i väldiga massor och helt förkväva bottenarna, såsom är fallet i stora delar av sundet mellan Alnön och Sundsvall och i Emåns mynningsområde.

Radioaktiva utsläpp kontrolleras oerhört noga i alla Östersjöstaterna. Trots detta finns en hel del radioaktivt material i vattnet, dock ännu så länge i ofarliga mängder. Vissa forskare anser att det radioaktiva innehållat sakta ökar, medan andra tycker sig se ett status quo.

Östersjöns föroreningsituation

Följande punkter sammanfattar i korthet situationen.

1. Den utförda kloakvattenmängden ökar från alla länder. Ökningen sker troligen snabbare än reningsverksbyggandet vid kusterna.
2. Fosforutsläppen ökar i hög grad. Nästan inget görs för tillfället praktiskt för att minska dem. Fosfor stimulerar som förut antytts produktionen, vilket kan vara till fördel för fisket, nota bene om syretillgången samtidigt är god. Är den mindre god kan den ökade produktionen däremot sekundärt bidra till att ytterligare accentuera en syrebristsituation.
3. Industriutsläppen från skogsindustrierna synes ha nått sin kulmen och kommer sakta att minska. Andra industriutsläpp ökar

än så länge, men krafter är i gång för att nedbringa även dem.

4. Giftsubstanser, både från industrier och från andra håll har ackumulerats i Östersjön. Det finns f. n. ingen effektiv kontroll av hur mycket som kommer ut. Även mycket små, till synes oskadliga utsläpp kan tillsammans bli besvärliga.
5. Oljeföroreningarna ökar starkt.
6. Varmvattenförorening kan bli ett problem i framtiden.
7. Radioaktiva föroreningar är mycket väl kontrollerade men förekommer i vissa mängder.
8. Östersjöns fjordkaraktär gör den mycket känslig för föroreningar. Många kustområden är skadade eller förstörda. Det gäller att rädda både dem och öppna havet från ytterligare föroreningspåverkan.

Internationellt samarbete

Både då det gäller fosforproblemet, giftproblemet och andra föroreningsproblem göres nu betydande insatser runt i Östersjön. Inget land orkar dock med att ensamt bena upp situationen och ett samarbete är därför nödvändigt mellan de olika länderna. Ett visst internationellt samarbete beträffande olika Östersjöproblem försiggår redan mellan olika stater, t. ex. inom Internationella Havsforskningsrådet, där emellertid Östtyskland inte är medlem. Detta land samarbetar däremot med andra Östersjöstater i mer eller mindre inofficiella organisationer, såsom De baltiska oceanograferna och De baltiska marinbiologerna, samt mera officiellt i organisationer gemensamma med Polen och Sovjetunionen. Det senare landet har också etablerat ett samarbete med Finland beträffande situationen i Finska Viken. Danmark och Sverige utför gemensamma undersökningar beträffande Öresunds föroreningsproblem. Ett par eller flera av de sålunda redan existerande organisationerna bör kunna utgöra byggstenar i en allmän organisation för samarbete beträffande Östersjöns föroreningsproblem som helhet.

Det kan utan vidare sägas att man i samtliga länder är ytterst intresserad av att åstadkomma förbättringar, Sverige är härvidlag ingalunda enastående. Det vore

olyckligt om man från svenskt håll försökte dirigera verksamheten. Denna måste försiggå på lika basis för samtliga länder. Den får heller inte enbart bestå av forskning. Sådan är nog bra, men praktiska åtgärder mot föroreningarna måste sättas in i betydligt högre grad än nu.

Litteratur

Här redovisas endast några av de aktuella arbetena beträffande Östersjöns föroreningssituation av idag.

Anon., 1969. Report of the Working Group on Pollution of the Baltic. — ICES Cooperative Research Report, Series A (under tryckning).

Cronholm, M., 1965. Föroreningsförhållandena i Stockholms skärgård. — *Vattenhygien* 21, 34—46.

Fonselius, S. H., 1969. Hydrography of the Baltic deep basins. — *Fishery Bd of Sweden, Ser. Hydr.*, No. 23, pp 97.

Hannerz, L., 1968. Varmvatten — en förorening med ökande betydelse. — *Vatten*. 24, 324—328.

Jensen, S., 1968. Miljögiftproblematik. — *Flora och Fauna* 1968 (5), 190—195.

Jensen, S., A. Johnels, M. Olsson & G. Otterlind, 1969. Contamination from DDT and PCB in certain organisms in Swedish marine waters. — *Nature*, vol. 224, 247—250.

Kallings, L. O., 1961. Adenovirusinfektioner. Möjligheter till vattenburen smitta illustrerade av Nackaepidemin 1959. — *Vattenhygien* 17, pp 7.

Otterlind, G., 1964. Östersjön som tippningsområde för gifter, skrotbilar m. m. — *Ostkusten* 36 (10), 10—12.

Otterlind, G., 1969. Östersjön, syret och gifterna. — *Ostkusten* 41 (1), 14—17.

Schultz, S., 1968. Rückgang des Benthos in der Lübecker Bucht. — *Monatsber. d. Dtsch. Akad. d. Wiss.*, 10, 748—754.

Tulkki, P., 1964. Studies on the bottom fauna of the Finnish southwestern archipelago. II. Bottom fauna of the polluted harbour area of Turku. — *Arch. Soc. Vanamo*, 18, 175—188.

Vasseur, E., 1966. Progress in sulfit pulp pollution abatement in Sweden. —

J. Water Pollution Control Federation, 1966, 27—37.

Ventz, D. & Zänger, G., 1966. Beitrag zur biologischen Reinigung der Abwässer aus Fischereiverarbeitungsbetrieben. — *Fischereiforschung, wiss. Schriftreihe*, 4, 91—98.

Voipio, A., 1968. Hydrographic features of the Baltic Sea. — *Information Bull.*, 15, *Europ. Federat. Protect. Waters*, 8—11.

Voipio, A., 1969. On the cycle and balance of phosphorus in the Baltic. — *Suomen Kemistilehti A*, 42, 38—42.

Voipio, A. & A. Salo, 1969. On the balance of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in the Baltic. — 5th R. I. S. Symposium, Helsinki, May 19—20, 1969.

Weber, E., 1965. Einwirkung von Pentachlorphenolnatrium auf Fische und Fischnährtiere. — *Biol. Zentralbl.*, 84, 83—93.

Westöö, G. Norén, K., 1967. Kvicksilver och metylkvicksilver i fisk. — *Vår Föda* 1967 (100), 135—178.

