



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.



Ödemål, Kville an, Bohuslän

Hällristning
Fiskare från
bronsåldern

Rock carving
Bronze age
fishermen



**MEDDELANDE från
HAVSFISKELABORATORIET • LYSEKIL**

**NR
122**

HAVSMILJÖN ALLVARLIGT HOTAD

av

Bernt I Dybern

Juni 1972

HAVSMILJÖN ALLVARLIGT HOTAD

av

Bernt I Dybern

Artikeln har förut publicerats i Vol 69,
nr 23 av Läkartidningen (specialnummer
i samband med FN:s Conference on the
Human Environment, Stockholm 5-16 juni
1972).

Havsmiljön allvarligt hotad

Föroreningsituationen när det gäller världshaven är alarmerande. Omedelbar, internationellt samordnad handling krävs för att hejda den accelererande utvecklingen till det sämre. För det flesta länder betyder detta att man måste göra avkall på det nuvarande nationalproduktstänkandet och ändra de ekonomiska teorierna till att även omfatta värden som en ren havsmiljö, respektive sötvattens-, land- och luftmiljö.

En utredning från National Cancer Institute i USA för några år sedan visar att det årligen i världen produceras ett par hundra tusen nya kemiska substanser varav ca 3 000 -5 000 kommer till mer eller mindre praktisk användning för olika ändamål: i industrier, som bekämpningsmedel, i hushåll etc. Ett par hundra av dem kanske kommer till vidsträckt användning. Jordens ständigt ökande folkmängd och tillgodoseendet av dess olika behov ger också upphov till en starkt ökande volym av varjehandla syntetiska och naturliga ämnen.

Majoriteten av alla substanser som »passerar» den mänskliga befolkningen, eller härrör från dess aktiviteter, når ut i havet i ren form eller som nedbrytnings- eller avfallsprodukter via floder, sjöar, grundvatten och atmosfären. Det är först under senare år som man på allvar fått upp ögonen för att

havet inte alls är så osårbart som man förr trodde. Tvärtom kan genomgripande omvälvningar lätt ske i den balans som naturen under årtusenden eller årmiljoner uppnått.

Något om marin ekologi

Havet täcker ca 70 procent av jordens yta och innehåller ett otal skiftande miljöer med en mångfald organismer av olika slag. Den marina ekologin, liksom all ekologi, befattar sig med interrelationerna mellan miljön och organismerna och mellan organismerna inbördes.

Havsmiljön kan indelas i någorlunda begränsade enheter, t ex en fjord, ett korallrev, ett estuarium (flodmynningsområde), ett visst slags botten. Dessa enheter kallas *ekosystem* och är givetvis aldrig skarpt avgränsade från varandra.

Ett ekosystem omfattar i regel

tusentals organismarter vilka är beroende av varandra och av den omgivande fysiska miljön. Varje art ingår i en eller flera näringskedjor (den inre cirkeln, Figur 1). Det första ledet i en sådan är *producenterna* vilka med hjälp av oorganiska näringsämnen i vattnet och med solljuset som energikälla producerar levande substans. De är i regel växter och utgör näringsbasen för växtätande djur (*primära konsument*). Dessa djur blir eventuellt uppätta av rovdjur (*sekundära konsument*) och de i sin tur kanske äts upp av större rovdjur, t ex fiskar (*tertiära konsument*) osv. Ibland avslutas näringskedjan av människan.

Alla växter eller djur som inte blir uppätta dör så småningom och bryts ned av bakterier eller andra nedbrytare (*destruenter*). Därvid bildas näringsämnen som i bästa fall åter kan utnyttjas av producenter i samma eller i någon annan näringskedja. Destruenterna kan också utgöra direkt föda åt många smärre djur.

För varje steg i näringskedjan går organiskt material förlorat. Havet producerar sålunda mycket mera växtsubstans än djursubstans. Det »förlorade» materialet tas om hand av destruenter (se Figur 1) eller sjunker mot botten där det kan utnyttjas i näringskedjor i vilka det ersätter producentledet. Producenter existerar nämligen endast i den tunna zonen (ned till högst några hundra meters djup) dit solljuset når, den *euphotiska zonen*. Under



BERNT I. DYBERN Ph.D., is Senior Fishery Biologist at the Institute of Marine Research, Lysekil, Sweden. He is Secretary of the Association of Baltic Marine Biologists, delegate of the Nordic Shellfish Commission and member of four working groups in the International Council for the Exploration of the Sea. 1969-1971 he was Chairman of one of these groups, the Fisheries Improvement Committee. Publications: Some 30 papers on the ecology of the Ascidians, the biology of the Higher Crustacea and marine pollution problems.

vissa omständigheter kan materialet definitivt försvinna ur näringskedjorna och ansamlas i bottenvattnet eller botten om inte vertikala vattenrörelser för upp det till den euphotiska zonen. Den senare behöver därför tillskott från annat håll (land) för att produktionen skall hållas på stabil nivå.

De flesta växter äts av konsumenter som tillhör mer än en näringskedja (Figur 2) och de flesta konsumenterna äts av eller äter medlemmar av andra näringskedjor. Varje näringskedja står således i förbindelse med andra näringskedjor och samtliga näringskedjor i ett ekosystem bildar ett komplicerat nät, *näringsnätet* eller *näringsväven*. Material- och energitransport sker där efter ett inrutat mönster och i ett naturligt ekosystem råder i regel en finstämd balans. Om en yttre faktor stör balansen i en enda näringskedja kan denna störning fortplantas via andra näringskedjor till en stor del av näringsnätet och följderna blir lätt överskådliga. Ju färre näringskedjorna är, dvs ju mindre artantalet är, desto större effekt får störningen i ekosystemet.

Ekosystemen kan indelas i mindre enheter, samhällen (communities). Arterna som befolkar dem bildar populationer med växlande antal individer. Varje art förekommer i ett eller flera samhällen där den sålunda har sin geografiskt givna plats (*habitat*). Varje art har vidare sin givna livscykel och ett allmänt beteende som står i samklang med dess plats i samhället och näringsnätet.

Det är nödvändigt att känna till näringskedjorna och ekosystemen, de olika organismernas plats i dessa och det oerhört känsliga balansförhållande som råder mellan samtliga komponenter i en marin miljö. Endast då kan man förstå vad som händer när balansen rubbas genom föroreningar och deras påverkan.

Definition av marina föroreningar

Marina föroreningar kan enklast definieras som föremål eller sub-

stanser vilka genom mänsklig verksamhet förs ut i havet och där förorsakar skada på ekosystemen. Människans nytta av havet kan därvid reduceras på olika sätt: havets produktivitet minskar, skadliga substanser anrikas i ätbara marina organismer, bad- och andra rekreationsmöjligheter försvåras, båttrafik hindras, fisket ger inte den avkastning det borde kunna ge. I samtliga fall är det lätt att inse att det inte bara är skönhetsvärden utan även stora ekonomiska värden som står på spel. Då det gäller fisket kommer jordens försörjningsproblem, sedda mot bakgrund av den tilltagande befolkningsökningen, in i bilden.

Speciellt känsliga havsmiljöer

Samtliga ekosystem i havet är givetvis känsliga för balansrubningar. Några miljöer är speciellt känsliga:

□ *Den euphotiska zonen*, därför att här sker nyproduktionen av levande substans. Av denna nyproduktion är hela havets liv beroende.

□ *Kustområdena*, inklusive kontinentalsöcklarna, därför att dessa i regel har de mest mångformiga ekosystemen och den största artrikedomen. De är ofta naturligt näringsrika och här sker merparten av världens fiske. Skador på kustområdenas ekosystem har stor ekonomisk betydelse i synnerhet om fisktillgången utnyttjas maximalt. Särskilt känsliga är instängda partier som vikar, fjordar och laguner men också större områden som Östersjön och Nordsjön. Mangrovestränderna i tropiska områden har stor betydelse för produktionen av fiskföda och utnyttjas på många håll för fiskodling. Vidare är så gott som all rekreationsverksamhet förlagd till kustområdena.

□ *Korallreven*, därför att dessa innehåller en mångformig organismvärld som nu kanske inte utnyttjas helt men som har stor betydelse som framtida reserv. Korallreven kan liknas vid de stora naturreservaten på land (tex i Afrika)

där man söker rädda vissa arter som väntas kunna bidra till en ökad födoämnesproduktion i framtiden.

Utförsel och spridning av föroreningar

Utförseln av föroreningar i havet kan vara direkt eller indirekt. Direkt utförsel sker vid kusterna, ibland via pipe-lines. Den kan också ske från fartyg i form av frivilliga eller ofrivilliga utsläpp av avfall eller olja från fartyget självt - eller i form av substanser transporterade från land och dumpade. Indirekt utförsel kan ske via floder eller utsipprande grundvatten som för med sig föroreningar från platser innanför kusterna. Tillförseln kan också ske via atmosfären, något som är mera betydande än man anade bara för några år sedan.

I havet sker sedan spridningen av föroreningarna genom vattenmassornas rörelser, främst horisontella och vertikala strömmar. Kortare spridning sker genom turbulens och diffusion. Mycket viktig är spridning via organismer.

Kunskap om de transportvägar med vilka föroreningar utföres och sprids i havet är nödvändig för förståelse av deras fördelning såväl i vattnet och bottenarna som i näringskedjorna.

Syretärande föroreningar

Tillräcklig mängd syre i vattnet är nödvändig för flertalet marina organismer. Syrehalten påverkas i synnerhet utefter tätbefolkade områden och vid vissa industricentra där man släpper ut en rad organiska substanser i havet, vilka sönderdelas av destruerer varvid syre åtgår. I vissa känsliga områden med mindre god vattenomsättning kan därvid syrebrist uppstå temporärt eller långvarigt. Ett extremt exempel på detta är Idefjorden på gränsen mellan Norge och Sverige, där mer eller mindre obehandlade utsläpp från staden Halden och dess stora cellulosaindustrier sker. På eftersommaren råder total syrebrist i större delen av fjorden (Figur 3). Liknande situationer möter vi på

flera platser utefter norrlandskusten, där stora utsläpp av organiska substanser från cellulosaindustrierna görs.

Där total syrebrist råder bildas svavelväte (H₂S) som verkar som ett starkt gift på de syreberoende organismerna.

Eutrofiering

Utförsel av organiska substanser och deras nedbrytning till oorganiska föreningar innehållande bl a kväve och fosfor ökar näringstillgången i vattnet. I den euphotiska zonen ökar därvid antalet producerer och om näringsutförseln är stor kan särskilt i kustvattnen icke önskvärda effekter uppstå, t ex »blomning» av vissa arter. Ofta kan bara en bråkdel av dessa utnyttjas av konsumenterna. Resten bryts ned direkt av destruerer. Tillsammans med nya utsläpp ökar därvid näringstillgången ytterligare och »blomningen» kan förvärras under nästa säsong.

Vid nedbrytningen åtgår syre och ett dylikt eutrofierat vatten kan komma in i en ond cirkel som till sist kan medföra syrebrist och utplånande av de flesta arterna. Det finns åtskilliga exempel på mer eller mindre framskriden eutrofiering, t ex i delar av Stockholms och Helsingfors skärgårdar, Öresund och Oslofjorden.

I varmare hav uppstår ibland »blomning» av vissa alger, s k *red tide*, ofta förorsakad av stor näringstillgång. Algerna som färgar havet rött kan tillhöra flera arter av vilka en del är mycket giftiga både för marina organismer och för människan. Bl a i Japan är man oroad över den ökande förekomsten av *red tide* som påverkar odlingar av fisk och skaldjur.

Detergenter

Detergenter är ämnen som genom sin ytspänningsnedsättande förmåga alltmör kommit att användas i tvättmedel etc. De innehåller fosfor. Den ständigt tilltagande användningen, huvudsakligen efter senaste världskriget, har medfört en ökad utförsel av fosfor

till många kustvatten och bidrar till dessas eutrofiering.

Gödningsämnen

Gödningsämnen av olika slag används i ökande omfattning inom jordbruket över hela jorden. De innehåller fosfor- och kväveföreningar. Överskott av dessa förs ut i vattendragen och kan nå havet varvid risken för eutrofiering i vissa kustvatten ytterligare ökar.

Det är omtvistat huruvida fosfor- eller kväveföreningar är viktigast då det gäller den marina miljöns produktivitet. Båda är nödvändiga som näring för producenterna men förekommer de i större mängder i vissa proportioner påskyndas eutrofieringen.

Man har försökt eliminera en del av fosforutförseln genom introduktion av tvättmedel som delvis byggts upp med hjälp av andra kemiska föreningar än de starkt fosforhaltiga. En sådan förening är NTA. Den innehåller emellertid kväve. Vid nedbrytningen kan dessutom bildas nitritliknande substanser. Nitrit kan tillsammans med aminer i fisk bilda nitrosaminer vilka under vissa omständigheter är tumörframkallande.

Bakterier och virus

Bakterierna i havet tjänar som destruerer i näringskedjorna eller som föda åt många djur. Virus förekommer också naturligt. Även om många former förorsakar sjukdomar eller skador på marina organismer ingår de dock i det naturliga balanssystemet.

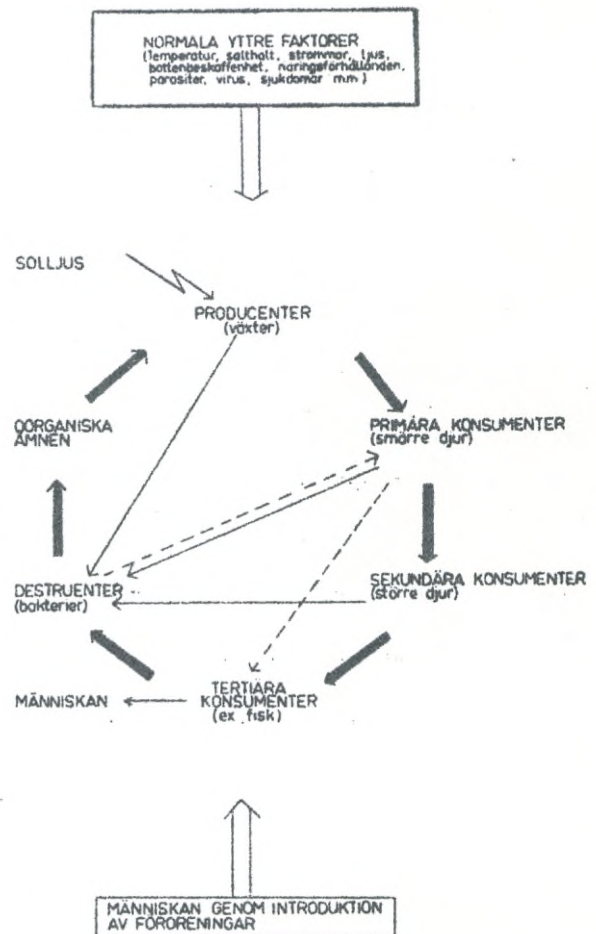
Utsläpp från tätorter, vissa industrier och sjukhus kan medföra förekomst av typer som inte är naturliga i havsmiljön, t ex koliforma bakterier och salmonella-virus. Dessa kan överleva en tid i havsvattnet varvid konsekvenser av hygienisk natur kan uppstå.

Eutrofiering av marina vatten kan ibland medföra att naturliga bakterier eller virus ökar i antal på ett onaturligt sätt. I det förorenade Öresund har man sålunda påträffat förhöjda halter av bakterien *Clostridium botulinum* som avsevärr

ett mycket starkt gift. Det är vidare möjligt att de cancerliknande svulster som synes infektera uppemot 10 procent av gäddorna vid vissa delar av Östersjökusten orsakas av någon mikrob som snabbt förökar sig i förorenat vatten.

Klorerade kolväten

Under de senaste 25 åren har användningen av klorerade kolväten ökat enormt. I synnerhet aromatiska sådana används som eller ingår i en mängd bekämpningsmedel - fn tillverkas 700 000 à 800 000 ton organiska biocider, mest av kolvätenatur, per år. Mest



Figur 1. Schematisk framställning av en näringskedja och de yttre faktorer som påverkar den.

bekant är DDT vilket togs i bruk under andra världskriget. Sedan dess har det spritts till varje vrå av världen och varierande halter finns nu i alla undersökta organismer. Inte ens fiskar och skaldjur på de stora djupen i centrala Atlanten har gått fria. DDT är ytterst resistent och även dess nedbrytningsprodukter är starkt toxiska. Det löser sig med svårighet i vatten men ackumuleras lätt i organismer genom sin starka fettlöslighet.

Mycket låga halter, 1-10 ppb (miljarddelar), kan åstadkomma inhibering av fotosyntesen och därmed tillväxten hos planktoniska marina alger. För mycket DDT i den euphotiska zonen kan sålunda få vidsträckt konsekvenser för hela havets produktion. Kanadensiska undersökningar visar att inlärningsförmågan hos laxfiskarter försämras om spår av DDT förekommer i vattnet. En koncentration på 5 ppm i laxfiskar har visat sig inhibera fortplantningsförmågan hos dessa. Det är att märka att de DDT-halter som används vid experimenten ofta existerar även i marina djur i naturen.

DDT-halten i fiskar från Öster-

sjön har i vissa fall visat sig vara genomsnittligt 10 ggr högre än i motsvarande fiskar från Skagerrack-Kattegatt vilket visar att DDT tenderar att lättare ackumuleras i den instängda Östersjöns näringskedjor.

Frukt och grönsaker får inte säljas i Sverige om de innehåller mer än 1 ppm DDT (för päron och äpplen tillåts 2 ppm). Fiskar från Östersjön, t ex lax och strömming, innehåller ofta högre halter i muskelvävnad. I andra organ, bl a i fettvävnad, är nivåerna ännu högre. Förbud har utfärdats i Sverige för försäljning av torsklever från Östersjön på grund av den höga DDT-halten.

DDT och dess nedbrytningsprodukter (DDD, DDE etc) verkar bl a enzymstimulerande med åtföljande rubbningar i hormonbalansen. Det synes också mera direkt kunna påverka nervsystemet och lagras därvid förmodligen i de myelinceller som omger nervcellerna.

De konstaterade skadeverningarna av DDT (det används ju också som utrottningsmedel) och den stora spridningen som skett på bara 25 år liksom att koncentrationerna i organismerna ofta ligger på en farligt hög nivå har medfört att bruket av DDT förbjuds i allt fler länder. Det mesta av ämnet och dess derivat når förr eller senare havet, till stor del via atmosfären. Vi kan därför trots lokala förbud förvänta oss att DDT-halterna i vattnet och organismerna kommer att stiga ytterligare.

Andra ämnen av liknande karaktär är aldrig, dieldrin, lindan, paration. Alla har på olika ställen skadat marin miljö. På grund av hög dieldrinhalt är visst fiske förbjudet i Viskan och dess mynningsområde. Dieldrin har också konstaterats i fisk från Östersjön. Ett utsläpp av koncentrerat avloppsvatten från en parationfabrik på Jylland förorsakade för några år sedan fisk- och hummerdöd utefter en flera mil lång kuststräcka. Giftverkan i ett 50 000 ggr utspätt prov av avloppsvattnet var oförändrad efter ett halvt år.

En grupp aromatiska klorolvä-

ten som de senaste åren låtit tala mycket om sig är de polyklorerade bifenylerna, PCB. De används i olika industriella sammanhang m m och är mycket resistent. Spridningsmönstret liknar det för DDT liksom även verkningarna. Troligen sker den viktigaste spridningen via atmosfären.

En annan grupp klorolväten är de alifatiska. Avfallsprodukter av denna typ erhålles bl a vid plast- (polyvinylklorid)-tillverkning. De har inte existerat i nämnvärda mängder förrän under de senare åren. Trots detta har de nu påträffats i hela Nordatlanten upp till Spetsbergen och Barents hav. En hel del torde ha spritts genom de dumpningar av avfall från bl a pasttillverkningen i många länder som nu förekommer. I vissa koncentrationer kan de skada eller döda fiskar och andra organismer. Dikloroetan, som är en mellanprodukt i PVC-tillverkningen, har visats störa nukleinsyrefunktionen i cellkärnan.

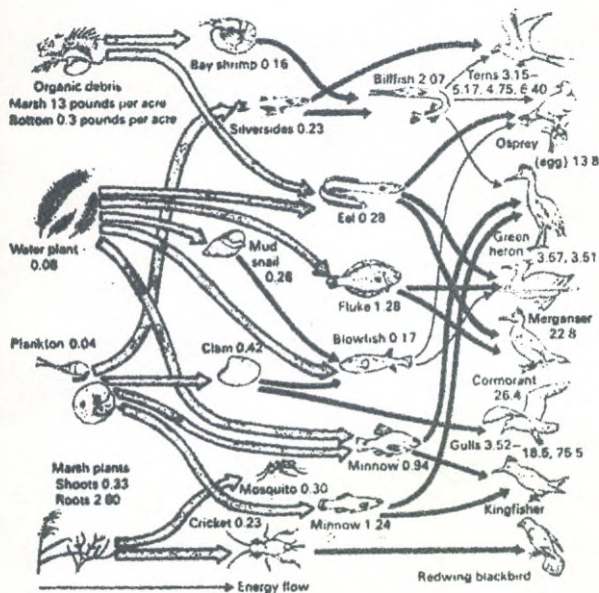
Olja och oljederivat

Olja är en blandning av många hundra organiska föreningar och sammansättningen varierar i olika sorter. Råolja från Irak skiljer sig sålunda i flera hänseenden från råolja från t ex Libyen. Även raffinerade oljor är komplext sammansatta.

Giftigheten varierar för de olika delfraktionerna. I allmänhet är de lättflyktigaste substanserna giftigast men även en del av de mer resistentare är farliga, bl a vissa aromatiska kolväten av polynukleär typ vilka är karcinogena.

De sammanlagda utsläppen från alla källor uppskattas nu till över 2 miljoner ton per år och beräknas öka till ungefär det dubbla på 10 år (Tabell I) om utvecklingen fortsätter som hittills. Det är därvid att märka att tankbåtstrafik och raffinaderiverksamhet redan nu i de flesta länder omgärdas av relativt stränga regler för utsläpp.

Oljeutsläpp skadar ekosystemen på flera sätt och i varierande grad beroende på oljans sammansättning. Man kan skilja på akut ska-



Figur 2. Ackumulering av DDT (ppm) i näringskedjor i ett estuarium på USA:s östkust. (Efter Woodwell: Toxic substances in ecological cycles. Scientific American 1967.)

deverkan förorsakad av de mer lättflyktiga substanserna och på mer kronisk skadeverkan förorsakad av de mer resistenta beståndsdelarna. Vissa substanser i olja är lösliga i havsvatten. Även dessa har ofta toxisk verkan. 1969 skedde utanför West Falmouth vid USA:s östkust ett relativt litet utsläpp men icke desto mindre åstadkoms omedelbart en massiv skadeverkan, troligen i första hand av de mer lättflyktiga substanserna.

Till de kroniska skadeverkningarna hör att organismer lätt tar in oljedroppar med födan. Dropparna kan sedan tränga ut till olika organ och även införlivas med kroppens fettpool. På detta sätt kan olja bli kvar i näringskedjorna långt efter ett utsläpp. Den kan också via ätbara djur överföras till människan.

Otaliga sjöfåglar har kontaminerats av olja och utefter vissa tankestrader är nu det mesta sjöfågellivet eliminerat. Vidare kan båtar och fiskeredskap smutas ned och badstränder spolieras. Fisk och skaldjur kan få dålig smak. Reproduktionsförmågan hos många organismer, bl a fiskar, nedsätts om vattnet är oljehaltigt. Oljederivatet kerosen attraherar hummer. Denna kan lockas till kerosenkällan och få i sig dödliga doser av olja. Oljefläckar på havsytan kan ta upp DDT och liknande substanser från atmosfären i högre koncentrationer än vattnet. Djur som får i sig olja löper sålunda risk att samtidigt kontamineras med gifter av andra slag.

Vissa oljesubstanser kan brytas ned av naturligt förekommande bakterier. Det är emellertid endast en del av ett oljeutsläpp som kan oskadliggöras på detta sätt. Särskilt i kalla hav går nedbrytningen långsamt och många skadeverkningar hinner ske långt innan bakterierna hunnit rycka in i nämnvärd utsträckning. Förekommer andra lösta toxiska substanser i oljan kan bakterieverksamheten inhiberas.

Oljebekämpning

Olja på vattenytan bekämpas på olika sätt. Bränning innebär endast

ett partiellt oskadliggörande. Man riskerar dessutom att splittra en väl samlad oljefläck och sprida den. Vidare erhålls luftföroreningar. Vid kuster kan strändernas vegetation och fauna skadas för flera år.

Sänkning innebär endast att man flyttar oljan från en del av miljön till en annan (botten) där skadeverkningarna fortsätter. Oljan kan också plötsligt flyta upp till ytan igen.

Den metod som är mest omhulad bland tekniker är användningen av *kemiska dispersionsmedel* för att upplösa oljan i fina droppar som sprids i vattnet. Därvid får den emellertid chans att påverka ett större område än förut. De spridningsmedel som använts har dessutom varit toxiska och har vid bekämpningen av många utsläpp skadat ekosystemen betydligt mer än oljan, t ex vid Torrey Canyon-olyckan 1967.

Dessa sätt att bekämpa oljan på och i vattnet är ofullständiga och medför i regel också ytterligare föroreningar av ekosystemen. Något bättre är att mekaniskt söka ta bort så mycket som möjligt av oljan. Man har också försökt tillsätta oljekonsumerande bakterier

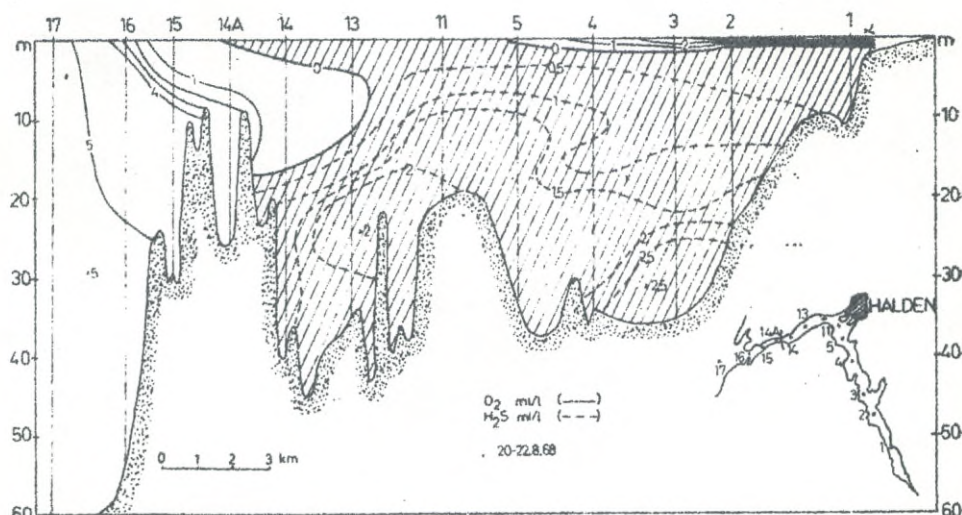
till oljefläckar men med ganska dåligt resultat.

Metaller och metallföreningar

En del metaller ingår i små mängder i de levande organismerna (spårmetaller). Om organismerna ackumulerar för stora mängder kan de emellertid verka som gifter. Andra metaller är inte nödvändiga men kan ibland undantränga de nödvändiga i kroppen. Vissa metallföreningar kan i den levande kroppen omvandlas till mycket giftiga sådana. Till dessa processer hör biologisk metylering.

Kvicksilver används vid många industriella processer och ingår i en rad bekämpningsmedel. Stora mängder toxiska kvicksilverföreningar har under de senare decennierna förts ut i havet. Till en del innehåller havets organismer naturligt kvicksilver som alltid finns i vattnet, men särskilt i kustzonerna tillkommer kvicksilver från land. Metylerat kvicksilver ackumuleras lätt i organismerna. Ofta kan man konstatera en gradient från kusten och utåt (Tabell II).

Metylkvicksilverkontaminerade fiskar och skaldjur har förorsakat många dödsfall och sjukdomsfall



Figur 3. Syresituationen i Idejorden i augusti 1968. Observera att syrebrist rådde även i delar av ytvattnet. (Efter Dybern: Idejorden – en förstörd marin miljö. Fauna och Flora Nr 2 1972.)

i Japan (t.ex. Minamata-katastrofen). Det synes framför allt vara det centrala nervsystemet som påverkas. Även fall av fiskdöd har konstaterats på olika platser. Vid vissa delar av svenska östersjökusten är halterna i fisk högre än 1 ppm och fisk från dessa områden får inte försäljas eller ges bort. I andra länder, t.ex. Kanada och USA, har man delvis infört ännu strängare bestämmelser.

Utöver kvicksilver tillförs den marina miljön för närvarande en ständigt ökande mängd av andra metaller och metallföreningar vilka lätt ackumuleras och vilka kan påverka olika fysiologiska processer i de levande organismerna. Bland de farligaste är bly, kadmium, zink, krom, nickel, vanadin och arsenik. Spridningen sker inte enbart direkt från land utan även via atmosfären långt ut över öppet hav.

Övriga industriföreningar

Pappers- och pappersmassefabriker släpper inte bara ut syretärande substanser. I »luten» ingår även metaller, hartser, syror m.m. Den är dessutom mörkfärgad och hindrar solljuset att tränga ned i vattnet med påföljd att växtlivet elimineras. I massaindustrin användes länge kvicksilverföreningar för bekämpning av slemsvampar m.m. På många håll har man nu mer eller mindre förbjudit denna hantering. I stället har införts pentaklorfenol som slemsvampbekämpningsmedel. Detta ämne har emellertid visat sig vara mycket skadligt eftersom det styr energiproduktionen i djurkroppen åt fel håll, ofta med letal verkan.

Ständigt expanderande petrokemiska och andra kemiska industrier ger upphov till tusentals avfallsprodukter av typen metallföreningar, syror, baser, fosfor-, klor- och fluorföreningar etc. om vilkas inverkan på livet i havet man vet mycket litet. Vissa kan emellertid ge upphov till genetiska skador, andra är potentiella tumörframkallare, åter andra ger fisk och skalldjur dålig smak och lukt. Dyliga ämnen sprids inte bara utefter kus-

terna utan även via luften och genom dumpning i många havsområden.

Till industriföreningarna kan också krigsmateriel av olika slag räknas. Flera fiskare har skadats av senapsgas som läckt ur sina behållare i södra Östersjön.

Muddertömningar från fördjupning av hamnar och från reningsverk förändrar bottenarna, ökar turbiditeten, och kan inverka på syreförhållandena. Den största faran med muddertömningarna är dock att slammet innehåller en rad industriella avfallsprodukter, t.ex. metaller, oljor och fasta föremål som bidrar till föroreningsituationen i tömningsområdet.

Radioaktiva föreningar

Radioaktiva ämnen släpps ut i havet från vissa militära operationer, kärnkraftverk, laboratorier och sjukhus.

Kontaminering av radioaktiva ämnen, särskilt sådana med relativt lång halveringstid, har konstaterats i de flesta havsområden. Genom stränga kontrollbestämmelser är dock ökningen ganska måttlig men den inger dock vissa farhågor för framtiden, särskilt som allt fler kärnkraftverk nu förläggs till kustzonerna.

Utsläpp av varmvatten

Utsläpp av varmvatten från industrier och kraftverk blir allt vanligare. Påverkan sker i regel endast i ett lokalt område men ju fler anläggningar det finns utefter en kust desto mera störd blir balansen i dess ekosystem.

I tempererade trakter stimuleras produktionen som sådan av den ökade värmen men en rad arter i varje steg i näringskedjorna försvinner därför att de anpassat sig till andra temperaturförhållanden. I deras ställe kan andra mer härdiga arter inträda. Nettot blir emellertid en förlust för ekosystemet som helhet och därmed också för människan som oftast får sämre utbyte av t.ex. fisket. Till detta bidrar också de instabila förhållanden som uppstår genom att vär-

meutsläppen varierar allteftersom t.ex. ett kraftverk ändrar sin elproduktion. Vidare tenderar varmvattenströmmen att oscillera i recipienten.

I varma trakter kan ett varmvattenutsläpp få än mer förödande verkningar eftersom en lång rad organismer där lever vid sin övre värmeteroleransnivå.

Föroreningarnas verkningar och spridning

Verkningarna av utsläppta föroreningar på ett ekosystem är olika. En del förvandlar den fysiska miljön, t.ex. bottenarnas beskaffenhet, vattnets temperatur eller turbiditet, dess syreinhåll, ljuspenetrationen osv. Dessa verkningar influerar i sin tur organismerna på olika sätt.

Andra föroreningar verkar direkt på organismerna. Antingen kan dessa dödas eller också flyr de. Vitala livsfunktioner kan också störas, t.ex. näringsupptagandet, fortplantningsförmågan, minnet, påverkan av sjukdomsalstrare osv. I samtliga fall störs eller bryts näringskedjor sönder vilket i sin tur kan påverka hela ekosystemet, ibland även den fysiska miljön (t.ex. genom ändrad bottenbeskaffenhet eller ökad ljuspenetrering genom frånvaron av plankton).

Spridningen av föroreningar sker på en rad olika sätt som redan antytts. Kustzonerna är värst utsatta men dumpningar och luftburna föroreningar sörjer för att många skadliga substanser når varje del av havet, bl.a. den viktiga euphotiska zonen.

Skadlighetsgrad

Föroreningarnas skadlighetsgrad varierar. Många »vanliga» organiska substanser som släpps ut t.ex. från hushåll förorsakar visserligen skada genom att det åtgår syre för deras nedbrytning, men sedan denna väl är undanstökad märks inte så mycket i den marina miljön, som alltså har en viss självläkningsförmåga. Värre blir det om utsläppen är kontinuerliga. Då kan en permanent syrebristsituation växa

fram eller i varje fall kan en icke önskvärd eutrofiering ske.

De verkligt farliga utsläppen är emellertid de som innehåller toxiska substanser av olika slag (och dit hör tyvärr de flesta utsläpp). Vad som därvid främst oroar är följande:

Många substanser är mycket resistent med halveringstider som kan uppgå till många år. En kontinuerlig utförelse åstadkommer därför ackumulering i havsvattnet.

Många förekommer lösta i vattnet eller är annars viktmässigt sett av så ringa mått att de utomordentligt lätt sprids.

Många upptas mycket lätt av organismer tillsammans med födan eller direkt genom huden, t ex på fiskarnas gälar.

Ackumulering kan ske i organismerna. Denna ackumulering ökar allteftersom stegen i näringskedjan passeras (Figur 4). Halterna kan snabbt stiga till kritiska tröskelvärden.

Atskilliga substanser har den egenskapen att de förvärrar verkningsarna av andra substanser (synergism).

Det finns en otrolig mängd toxiska substanser som genom sin kemiska uppbyggnad lätt påverkar den levande cellens fysiologiska processer. Om många av dem vet vi väldigt litet.

Allvarlig påverkan på havsresurserna genom föroreningar har endast skett under de senaste decennierna.

Den negativa utvecklingen är starkt accelererande.

Föroreningar påträffas som nämnts överallt i den marina miljön, även i djuphaven. Värst ansatta är emellertid vissa delar av havet, särskilt vid de industrialiserade ländernas kuster. Figur 4 visar en grov uppskattning av den globala situationen. Man kan försöka göra sig en föreställning om vilka vär-

den som gått förlorade för yrkesfiske och rekreativbehov.

Det hela kan endast sluta på ett sätt om det får fortgå: sammanbrott för de flesta av havets ekosystem. Vad detta skulle betyda för t ex jordens livsmedelsförsörjning och människornas hälsa ligger i öppen dag. Lyckligtvis börjar allt fler ansvariga personer få upp ögonen för detta.

Intensiv forskning behövs

Snabba åtgärder är nödvändiga. Dessa kan i allmänhet inte isoleras till enbart det marina området utan måste ske i samband med åtgärder för att skydda sötvattensmiljöerna, landmiljöerna och luft-havet, dvs hela biosfären. Slutmålet måste vara att totalt stoppa

all vidare förorening av naturen och att återställa redan förstörda miljöer. Vissa utsläpp måste alltid få ske men de måste balanseras så att ingen eller minimal skada förorsakas på naturtillgångarna, främst dem varav människan är beroende för sin livsmedelsförsörjning och hälsa.

Då det gäller de marina liksom alla andra föroreningsproblem kan allt givetvis inte åstadkommas på en gång utan vissa prioriteringar måste göras i början. För att lösa både de initiala och de senare problemen måste intensiv forskning bedrivas. Denna kan indelas i tre huvudområden:

1. Att ytterligare lära känna hur ekosystemen fungerar i naturlig miljö. Ännu vet vi knappast hur ett enda marint ekosystem

TABELL I. Utsläpp av oljeföroreningar i havet (i tusen ton) från olika källor (utom luftburna oljeföroreningar) samt totalproduktionen av råolja 1969, 1975 och 1980. (Efter Study of environmental problems, Man's impact on the global environment. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press 1970.)

	1969	1975 (beräknat)		1980 (beräknat)	
		Min	Max	Min	Max
Tankers	530	56	805	75	1 062
Andra fartyg	500	705	705	940	940
Oljeborrning i havet	100	160	320	230	460
Raffinaderier	300	200	450	440	650
Div oljehaltiga avfallsprodukter	550	825	825	1 200	1 200
Ofrivilliga utsläpp	200	300	300	440	440
Totalt	2 180	2 246	3 405	3 325	4 752
Totalproduktion av råolja	1 820 000	2 700 000		4 000 000	

TABELL II: Kviksilverhalter i fisk från olika områden (»avlägsna vatten» är de kring Island, utanför Norge samt Barents hav). Siffrorna anger medeltal för ett stort antal undersökta fiskar. (Efter J. E. Portmann: The levels of certain metals in fish from coastal waters around Eng'land and Wales. Intern Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1971/E: 13.)

Fiskart	Område	ppm färskvikt
Torsk	Engelska kustvatten	0,26
	Nordsjön	0,10
	Avlägsna vatten	0,09
Rödspätta	Engelska kustvatten	0,25
	Nordsjön	0,08
	Avlägsna vatten	0,05

fungerar som helhet, även om vi kan gissa oss till var vissa bitar i pusslet skall ligga. Insatserna måste mångdubblas och alla tänkbara tekniska resurser tas i bruk. Detta är »vanlig ekologi».

2. Vi måste ytterligare lära känna hur ekosystemen och deras komponenter reagerar då de utsätts för föroreningstryck. Även detta fordrar en enorm insats jämfört med nu och med delvis avancerad teknik. Detta är »tillämpad ekologi».

Ökade kunskaper enligt 1 och 2 ger oss en möjlighet att uppställa modeller och med hjälp av data- och simuleringsteknik göra förutsägelser om vad som kommer att hända i en marin miljö när främmande substanser släpps ut. Detta kommer att hjälpa oss vid den initiala prioriteringen och den senare avvägningen av vad som kan släppas ut utan skadeverkningar.

3. Vi måste redan från början åstadkomma ökad forskning och utveckling på den tekniska åtgärdssidan, främst då det gäller metoder för behandling av avloppsvatten, recirkulation av substanser inom industrier samt hur man bäst skall kunna eli-

minera en rad mer eller mindre onödiga ämnen (livsmedelskosmetika etc) ur industrihanteringen. Vi kan inte vänta på alla resultat från de ekologiska undersökningarna utan måste under tiden som de görs stoppa tillförseln av så många föroreningar som möjligt till naturen. Till den tekniska forskningen (med hjälp av den ekologiska) hör också att utveckla metoder för användning av vissa näringsämnen från olika slags avfall vid odling av fisk eller andra marina ätbara djur eller för att stimulera produktionen i begränsade delar av havet under kontrollerade förhållanden.

Forskningsresultaten bör ligga till grund för ett system för vad som på engelska kallas *water and biological criteria and standards*, dvs en förteckning över vad vatten och organismerna – inklusive människan – tål och hur mycket som kan släppas ut av föroreningar under givna betingelser och utan skadeverkningar.

På sina håll är arbetet efter ovanstående riktlinjer delvis i gång. I samtliga fall är det emellertid endast fråga om embryon till vad som verkligen erfordras. Endast

många och belysande undersökningsresultat kan ge argument med tillräcklig tyngd mot dem som – delvis på grund av bristande upplysning – vill fortsätta att släppa ut skadliga substanser i den marina miljön.

Lagstiftning

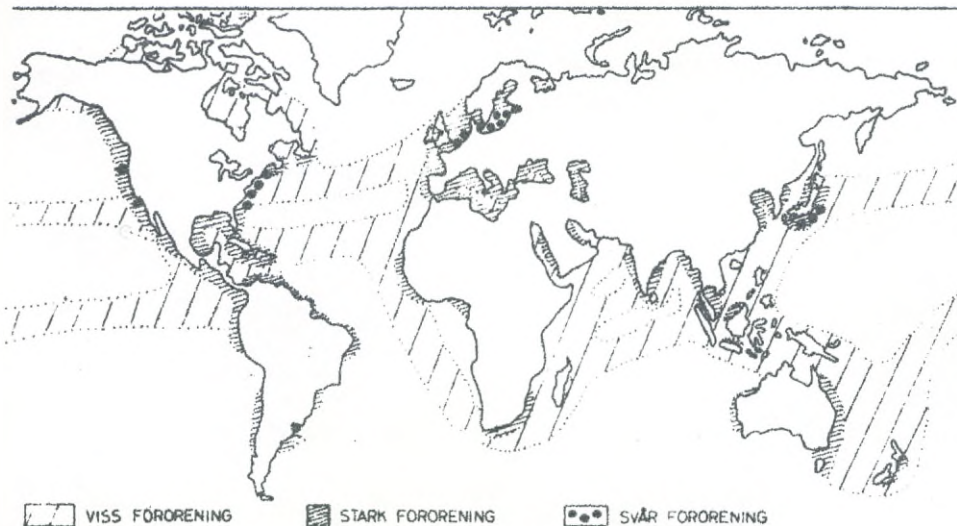
Med det samlade kunskapsmaterialet som grund måste man administrativt kanalisera alla uppkommande bestämmelser via lagstiftning. Denna måste vara flexibel och mer och mer länkas över på stipulationer om att den som vill släppa ut några substanser i naturen först måste bevisa deras ofarlighet. Man måste vidare se till att bestämmelser åtlöds och att alla kryphål elimineras.

Övervakning och internationellt samarbete

Effektiva övervakningssystem måste skapas. Vi har redan nu internationella bestämmelser som tex förbjuder många former av oljeutsläpp. Trots detta vet vi att många hundra illegala sådana utsläpp sker varje år. Vidare måste mätsystem (monitoring systems) införas för att ständigt övervaka koncentrationen av en lång rad farliga ämnen både i vattnet, på bottenarna och i organismerna. Ett globalt mätsystem för havsmiljön bör inrättas redan nu, dels för att få nuvarande värden som bakgrundsvärden, dels för att framgent följa en ev försämring eller förbättring av förhållandena.

Alla länder måste samarbeta både i fråga om forskning och teknisk utveckling, lagstiftning och övervakning. Alla måste satsa hårt ekonomiskt sett. Mer utvecklade länder måste på olika sätt hjälpa mindre utvecklade länder. Förmodligen vore det bäst om ett överstatligt och samtidigt inflytelserikt och självständigt internationellt organ kunde skapas direkt för ändamålet.

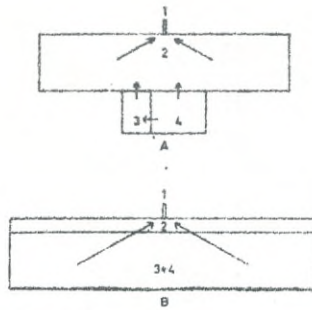
Detta kunde i sin tur stå i förbindelse med regionala och nationella organisationer. Det existerar redan nu en rad internationella och nationella organisationer vid vilkas



Figur 4. Schematisk skiss över den globala situationen på de marina föroreningarnas område. (Omarbetning efter Waldichuck och André: *Pollution, an international problem for fisheries. The State of Food and Agriculture 1971.*)

otaliga konferenser och möten man talar stora ord om hur de marina föroreningsproblemen skall lösas – men mycket litet blir gjort i praktiken, bli på grund av maktkamper om inflytande och ekonomiska resurser. Dessutom lamslås ev åtgärder ofta av bristfällig lagstiftning och motstånd från dem som förorenar och som i regel har att ta hänsyn till den ekonomiska situationen i sina orter respektive industrier.

Situationen är emellertid alarmerande, i vissa områden redan prekär. Detta gäller alla miljöer, inte bara havets. Utvecklingen till det sämre accelererar. Omedelbar, internationellt samordnad, handling måste komma till stånd. Kostnaderna kommer att bli mycket stora. För de flesta länder, även de industrialiserade, betyder detta i klartext att man måste göra avkall på nuvarande profitbetonade nationalproduktstänkande och ändra de ekonomiska teorierna till att även omfatta vad värdet av vad en ren



Figur 5. Uppbyggnaden (ekonomiskt, personellt etc) av svensk miljöverksamhet. Överst (A) som den ser ut i dag, därunder så som man skulle önska att den såg ut (B). 1. beslutsfattare; 2. administration; 3. ekologisk undersökningsverksamhet inkl människans ekologi; 4. teknisk undersökningsverksamhet. Pilarna betecknar informationsflödets väg.

havsmiljö, respektive sötvattens-, land- och luftmiljö, betyder.

Forskning först – sedan administration . . .

Skyddsverksamheten i de olika länderna måste byggas upp på ett

vettigt sätt och inte som i tex Sverige alltför ofta börja på det administrativa planet, där tjänstemännen måste mer eller mindre gissa sig till vilka åtgärder och bestämmelser de skall rekommendera till beslutsfattarna. Administrationen är nu snarast en koloss på lerfötter (Figur 5 A). I stället borde dess överväganden grundas på en väl planerad, integrerad forsknings- och undersökningsverksamhet beträffande alla miljöaspekter (Figur 5 B). En del av de besparingar som därvid kunde göras inom administrationen kunde bidra till täckandet av de ökade kostnaderna på undersökningsplanet, vilka som nämnts är ofrånkomliga.

Effektiva åtgärder mot den accelererande föroreningen och förgiftningen av naturen kommer att betala sig – inte för vår generation men för kommande generationer – i form av ökad avkastning av födoämnen, en renare natur för rekreation och bättre hygieniska förhållanden för en bättre hälsa.

The serious threat to the marine environment

BERNT I. DYBERN, Ph.D., Institute of Marine Research, S-453 00 Lysekil, Sweden

LÄKARTIDNINGEN 69: 2842-2850 1972

A marine pollutant is a substance which is discharged into the sea by man and which is harmful to the marine ecosystem. The harm may often recoil on man's head, through the reduced production of sea food, the contamination of sea food, impediments to fishing and the use of the sea for recreation.

Many thousands of such substances have been discharged into the sea, particularly during the last few decades. Particularly sensitive areas are the euphotic, light-penetrated, surface zone, where the primary production of living material goes on, the coastal areas, where most fishing and most recreational activity take place, and the coral reefs, where the nutritional reserves for the future are to be found.

The pollutants are discharged from the coasts and from the inland areas via fresh running water, via the air and

via dumping from ships etc. They are dispersed in the sea by currents, turbulence and diffusion.

Organic substances, containing nutrients, such as phosphorus and nitrogen compounds, contribute to the eutrophy and may make inroads upon the sea's oxygen resources. Bacteria and viruses are accompanied by a worsening of the hygienic conditions. A large number of industrial products and similar substances, such as chlorinated hydrocarbons, metals and metal compounds, acids, resins, chlorine and fluorine compounds, oils and oil derivatives, war material and radio-active substances have poisonous effects, in that they may influence the physiological processes in the marine organisms and in man. Some of them produce tumors or cause genetic lesions. Warm water from nuclear power stations changes the physical environment. Many substances are extremely resistant and rapidly accumulate in the water and in the organisms. Some have a catalytic effect on others.

Pollutants of different kinds are to be found everywhere in the sea, though the coastal areas of industrialized countries are the most exposed. The negative developments is accelerating rapidly and

prompt measures must be introduced, as the existing arrangements are quite inadequate. The aim of these measures must be to stop the discharge of all harmful pollutants and to restore the marine environments that have already been destroyed. These measures must be planned in co-ordination with actions with regard to fresh water, land, air.

More ecological and technical research is required. The results should form the basis of models and "lists" of how much environment and the organisms will tolerate and what discharges can be allowed under given conditions. Legislation should be based on this material and should contain no loopholes. Control should be exercised by an effective system of supervision. Monitoring systems should be introduced, in order to follow what is happening in the global pollution situation. Unnecessary administrative complications should be eliminated.

There should be international collaboration, preferably via a non-political, co-ordinating body which has great influence. This body should be in touch with the regional and national organizations in which most of the practical work is done.

