



UTNYTTJANDE OCH SKYDD AV *havet*

Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2013



National Library  
of Sweden

Betänkande avgivet av Havsresursutredningen



UTNYTTJANDE OCH SKYDD AV *havet*

1972-73

NOU  
82

Betänkande avgivet av Havsresursutredningen

Ref



Statens offentliga utredningar  
1972: 43  
Industridepartementet

# Utnyttjande och skydd av havet

Betänkande avgivet av Havsresursutredningen  
Stockholm 1972

ISBN 91-38-01302-9

Omslag: Roland Klang

K L Beckmans Tryckerier AB, Stockholm 1972

## Till Statsrådet och chefen för industridepartementet

Genom beslut den 28 juni 1968 bemyndigade Kungl. Maj:t dåvarande konsultativa statsrådet inom finansdepartementet Krister Wickman att tillkalla en sakkunnig, experter och sekreterare för att verkställa utredning rörande uppläggningsen av en långsiktig inventering av kontinentalsockelns naturtillgångar. Samma dag tillkallades dåvarande departementsrådet i finansdepartementet och numera verkställande direktören i Stockholms Handelskammare Sven Swarting som sakkunnig.

Den 18 oktober 1968 förordnades som experter dåvarande byråchefen i Sveriges geologiska undersökning Otto Brotzen, kommandörkaptenen i marinen Bo Cassel, numera avdelningsdirektören hos Sveriges meteorologiska och hydrologiska institutet Ulf Ehlin, professor vid karolinska institutet Arne Engström, professorn vid universitetet i Stockholm Ivar Hessland, professorn vid universitetet i Göteborg Börje Kullenberg, avdelningsföreståndaren vid fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium Armin Lindquist, överingenjören Sven Ljunggren, numera avdelningsdirektören vid sjöfartsverket Anders Thunberg samt dåvarande laboratorn vid försvarets forskningsanstalt Jan Zeilon.

Den 8 november 1968 förordnades som experter dåvarande generaldirektören och chefen för styrelsen för teknisk utveckling Martin Fehrm och docenten vid karolinska institutet Hans Palmstierna.

Den 20 januari 1969 förordnades numera utrikesrådet Lennart Myrsten som expert. Den 12 juni 1969 förordnades byråchefen hos statens naturvårdsverk Bertil Hawerman som expert.

Den 1 november 1970 förordnades byråchefen vid Sveriges geologiska undersökning Erik Fromm och laboratorn vid försvarets forskningsanstalt Harald Haegermark som experter.

Brotzen och Zeilon entledigades på egen begäran från sina expertuppdrag den 29 oktober 1970. Hessland entledigades på egen begäran den 31 december 1971.

Den 4 september 1968 förordnades fil. mag. Erik Vessby som sekreterare. Vessby entledigades på egen begäran den 31 augusti 1971. Den 8 november 1968 förordnades dåvarande departementssekreteraren i utbildningsdepartementet Bo Oscarsson att vara biträdande sekreterare. Oscarsson entledigades på egen begäran den 29 oktober 1970.

Den 8 mars 1971 förordnades fil. lic. Erik Moberg som sekreterare.

Utredningen har arbetat under benämningen havsresursutredningen.

Den 1 januari 1969 överfördes utredningen från finansdepartementet till industridepartementet.

Utredningen publicerade i maj 1969 i stencilerad form "Data om svensk havsforskning - Enkätundersökning verkställd av Havsresursutredningen".

Som konsulter i olika frågor har utredningen anlitat docenten Lennart Arnborg, departementssekreteraren Göran Bäckstrand, byrådirektören Rolf Engwall, byrådirektören Rune Frisén, bitr. professorn Anders Martinsson, överingenjören Sven Rahmberg, kaptenen Jan Sundlöf och byrådirektören Peter Wide.

Till havsresursutredningen har för yttran-

de överlämnats olika ärenden, som haft samband med utredningens arbete. Bl. a. har utredningen yttrat sig över kommerskollegiums hemställan av den 18 juni 1969 om sedimentundersökningar i Öresund.

Resor som bedömts nödvändiga för utredningsuppdragets fullgörande har företagits. Bl. a. kan nämnas att den sakkunnige samt experterna professor Ivar Hessland och kommandörkapten Bo Cassel i februari 1969 deltog i konferensen Oceanology International 1969 i Brighton, England.

Havsresursutredningen får härmed värd- samt överlämna sitt betänkande. Utredningsuppdraget är därmed slutfört.

Stockholm i juni 1972

*Sven Swarting*

<i>Bo Cassel</i>	<i>Ulf Ehlin</i>
<i>Arne Engström</i>	<i>Martin Fehrm</i>
<i>Erik Fromm</i>	<i>Harald Haegermark</i>
<i>Bertil Hawerman</i>	<i>Börje Kullenberg</i>
<i>Armin Lindquist</i>	<i>Sven Ljunggren</i>
<i>Lennart Myrsten</i>	<i>Hans Palmstierna</i>
<i>Anders Thunberg</i>	<i>/Erik Moberg</i>

# Innehåll

<i>Sammanfattning</i>	9	Kapitel 5 <i>Haven som mineralkälla</i>	74
<i>Summary</i>	16	Inledning	74
Kapitel 1 <i>Utredningsuppdraget</i>	23	Mineral i havsvattnet	76
Kapitel 2 <i>Jordens havsområden</i>	25	Mineral i lösa avlagringar på havsbotten	79
Inledning	25	Mangannoduler, fosforiter, metallslam	79
Gränser, indelning och dimensioner	26	Vaskfyndigheter	83
Havsbotten	26	Sand och grus	84
Havsvattnet	28	Mineral i havsbottens berggrund	87
Havets samspel med atmosfär och rymd	29	Olja och naturgas	87
Havsområdena runt Sverige	34	Salter och svavel	94
Kapitel 3 <i>Havsrättsliga regler</i>	36	Kol	95
Sjöterritoriet	36	Malmkroppar i berggrunden	96
Det fria havet, fiskezoner, miljöskydd	37	Förslag	97
Havsbotten	40	Allmänt	97
Förslag	42	Arbetsprogram	100
Kapitel 4 <i>Haven som livsmedelskälla</i>	43	Ett halvstatligt företag för sand- och grusutvinning i havsområdena	106
Världshavens biologiska potential – en översikt	43	Information angående mineralutvinning till havs	106
Fisket – den hittills viktigaste användningen av havens livsmedelstillgångar	45	Utvecklingsbistånd	107
Världsfisket – en översikt	45	Kapitel 6 <i>Andra former för havens utnyttjande</i>	108
Det svenska havsfisket	51	Inledning	108
Valfångst	54	Transporter	108
Möjligheterna att öka utvinningen av livsmedel ur haven	55	Anläggningsverksamhet i havsområdena	113
Fångst i naturliga ekosystem	55	Havet som energikälla	114
Fiskodling, m. m.	61	Rekreation och fritidsverksamhet	115
Sammanfattande bedömningar	67	Kulturminnesvård och arkeologi	116
Förslag	68	Militär verksamhet	116
Havsfiske	68	Kapitel 7 <i>Havsföroreningar och havs-utnyttjande</i>	118
Fiskodling	71	Inledning	118
Utvecklingsbistånd	72	Klorerade kolväten	121
		Allmänt	121



DDT och PCB . . . . .	122	Frankrike . . . . .	181
Olja . . . . .	126	Allmän utveckling och inriktning . . . . .	181
Biokemiskt syreförbrukande substans och närtsalter . . . . .	130	Organisation och resurser . . . . .	182
Tungmetaller och andra oorganiska för- oreningar . . . . .	133	Japan . . . . .	184
Allmänt . . . . .	133	Allmän utveckling och inriktning . . . . .	184
Kvicksilver . . . . .	133	Organisation och resurser . . . . .	185
Bly . . . . .	134	Föbundsrepubliken Tyskland . . . . .	185
Kadmium . . . . .	134	Storbritannien . . . . .	186
Radioaktiva ämnen . . . . .	135	Canada . . . . .	187
Kemiska stridsmedel m. m. . . . .	135	Kapitel 11 <i>Internationellt samarbete</i> . . . . .	188
Kylvattenutsläpp . . . . .	136	Allmänt . . . . .	188
Fasta föroreningar . . . . .	136	Förenta Nationerna . . . . .	189
Förslag . . . . .	136	Mellanstatliga organ utanför FN . . . . .	192
		Icke-statliga organ . . . . .	193
		Nordiska samarbetsorgan . . . . .	195
		Förslag . . . . .	196
Kapitel 8 <i>Gemensamma funktioner för flera utnyttjandeformer</i> . . . . .	138	Kapitel 12 <i>Program, organisation och finansiering</i> . . . . .	197
Inledning . . . . .	138	Program . . . . .	197
Mät- och observationsverksamhet i havsområdena . . . . .	138	Sammanställning av föreslagna pro- grampunkter . . . . .	197
Allmänt . . . . .	138	Allmänna synpunkter på den lång- siktiga utvecklingen . . . . .	199
Nuvarande verksamhet . . . . .	138	Organisation och finansiering . . . . .	201
Brister i den nuvarande verksamhe- ten . . . . .	148	Bilaga <i>Marin teknik</i> . . . . .	205
Förslag . . . . .	151	Inledning . . . . .	205
Sjömätning . . . . .	154	Havet som miljö för teknisk utrustning . . . . .	207
Övervakning, räddning och bärgning . . . . .	157	Tryck, salthalt och temperatur . . . . .	207
		Vågor, strömmar och is . . . . .	209
Kapitel 9 <i>Forskning och utveckling samt utbildning</i> . . . . .	159	Korrosion . . . . .	210
Inledning . . . . .	159	Påväxt . . . . .	211
Forskning, utveckling och dokumenta- tion inom den offentliga sektorn . . . . .	159	Utbredning av ljudvågor och elektro- magnetiska vågor i vatten . . . . .	211
Nuvarande resurser och verksamhet . . . . .	159	Egenskaper hos ljudvågor i vatten . . . . .	211
Synpunkter och förslag . . . . .	173	Egenskaper hos radiovågor och mag- netiska fält i vatten . . . . .	215
Forskning, utveckling och produktion inom näringslivet . . . . .	174	Egenskaper hos optisk strålning i vatten . . . . .	216
Utbildning . . . . .	175	Instrument för havsundersökningar . . . . .	217
		Instrument för undersökning av havsbotten . . . . .	218
Kapitel 10 <i>Havsforskning utomlands</i> . . . . .	177	Instrument för undersökning av havsytan och havsvolymen . . . . .	224
Inledning . . . . .	177	Fjärranalysmetoder för havsunder- sökningar . . . . .	228
Amerikas förenta stater . . . . .	177	Teknik för sökning av föremål i havet . . . . .	230
Allmän utveckling . . . . .	177		
Inriktning och målsättningar . . . . .	178		
Organisation och resurser . . . . .	180		

Fartyg, undervattensfarkoster och yt- plattformar för havsforskning . . . . .	231
Forskningsfartyg . . . . .	231
Undervattensfarkoster . . . . .	233
Instrumentbojar m. m. . . . .	237
Borrplattformar . . . . .	238
Navigeringsutrustning . . . . .	238
Radionavigeringssystem . . . . .	239
Satellitnavigering . . . . .	239
Tröghetsnavigering . . . . .	239
Akustisk navigering . . . . .	240
Energiförsörjning för mätbojar, under- vattensfarkoster m. m. . . . .	240
Teknik för människans vistelse i havet	243
Dykeriteknik . . . . .	243
Undervattensstationer . . . . .	247

### *Förkortningsförklaringar*

I betänkandet förekommer bl. a. nedanstående förkortningar.

FOA	Försvarets forskningsanstalt
OPAB	Oljeprospektering AB
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydro- logiska institut
STU	Styrelsen för teknisk utveckling
SIDA	Styrelsen för internationell utveck- ling
SIPRI	Stockholms internationella freds- forskningsinstitut



## Sammanfattning

Havens naturresurser har tilldragit sig ett starkt ökat intresse över hela världen under senare år. Det finns flera skäl till detta. Många av de traditionellt utnyttjade råvarutillgångarna på land har blivit knappa till följd av exploatering, samtidigt som efterfrågan snabbt ökat. Modern teknik har också gjort det möjligt att i en helt annan utsträckning än tidigare arbeta till havs för att där utvinna resurser.

Ett flertal länder har redan stora havsutforskningsprogram och bedriver omfattande havsexploatering. Stora havsforskningsprogram genomförs i internationell regi.

Dessa förhållanden har varit bakgrunden till havsresursutredningens arbete. Av grundläggande betydelse för utredningen har också exploateringsrättigheterna enligt 1958 års Genèvekonvention om kontinentalsockeln varit. Den svenska kontinentalsockeln har en storlek som motsvarar ungefär 40 procent av landets torra yta. Den för utredningen grundläggande frågan har gällt i vilken utsträckning – och på vilket sätt – Sverige kan och bör delta i exploateringen av havens resurser.

Ett stort antal faktorer bestämmer vilka insatser för havens utnyttjande som från svensk sida kan göras i framtiden. Av uppenbar betydelse är bl. a. de rättsregler som gäller för olika verksamheter till havs. Utredningen ger därför i kapitel 3 en redogörelse för de viktigare havsrättsliga reglerna. I samband därmed framhålls att havsrätten befinner sig i ett omdaningsskede. Sannolikt befinner vi oss i inledningen av en period under vilken omfattande internationella regleringar kommer att vidtas beträffande havet och havsbotten. Eftersom denna utveckling

är av stor betydelse för våra egna möjligheter att utnyttja haven, är det väsentligt att försöka påverka utvecklingen i en för oss gynnsam riktning.

Redan här kan nämnas att utredningen lägger fram förslag om en delegation för havsresurser, vilken föreslås få ett flertal funktioner i samband med svenskt havsutnyttjande. Bl. a. bör denna delegation bistå vid utformandet av de svenska ställningstaganden som kommer att erfordras i samband med den av Förenta Nationernas generalförsamling beslutade internationella havsrättskonferensen.

I kapitlen 4, 5 och 6 redogörs för olika formen av havsutnyttjande och i anknytning därtill framläggs förslag. Ett förhållandevis stort utrymme ägnas haven som livsmedelskälla och mineralkälla.

I kapitlet om livsmedelsutvinning (kapitel 4) ges en översikt över det nuvarande världsfisket och det svenska fisket. Möjligheterna att öka det globala uttaget av livsmedel ur haven diskuteras. Utredningen konstaterar att möjligheterna att öka uttaget av fisk ur haven är starkt begränsade p. g. a. riskerna för överfiskning. Det finns emellertid även andra möjligheter att öka havens bidrag till jordens livsmedelsförsörjning.

En möjlighet är att i större utsträckning utnyttja organismer i näringskedjornas början, där den samlade mängden biomassa är mycket större än mot kedjornas slut. Ett sådant förfarande är emellertid också förenat med avsevärda problem.

En annan möjlighet är att bättre utnyttja den fisk som för närvarande fångas – framför allt skulle det vara en stor vinst om man

kunde minska den andel som idag går till fiskmjölstillverkning för att istället använda denna fisk direkt som människoföda. Havsresursutredningen föreslår att forskning och teknisk utveckling som ökar möjligheterna att använda fisk direkt som människoföda stimuleras.

Beträffande den svenska utvinningen av livsmedel ur haven lägger utredningen fram förslag mot bakgrund av bl. a. det svenska fiskets nuvarande situation. Ett av problemen för detta fiske är den kraftiga överfiskningen i Nordsjön och Skagerack. Utredningen belyser problemen på olika sätt, bl. a. genom en redogörelse för fångstutvecklingen i Nordsjön under senare år, och också genom en analys av produktivitetsförhållandena inom det traditionella svenska fisket. Vissa åtgärder föreslås för att förbättra situationen för det svenska fisket inom ramen för dess nuvarande inriktning.

Förslagen avser upprättandet av en ändamålsenlig fångststatistik, åtgärder för att hålla fiskarna löpande underrättade om lämpliga fångstplatser, samt kartering av sådana vrak och andra föremål på havsbotten som utgör fiskehinder. Dessutom understryks starkt behovet av att uppnå internationella överenskommelser om långtgående restriktioner avseende sillfisket i Nordsjön och Skagerack.

Med hänsyn till de trots allt mycket stora svårigheterna för fisket i Nordsjön och Skagerack föreslår utredningen emellertid också vissa åtgärder som eventuellt kan leda till en delvis förändrad inriktning av det svenska fisket. Utredningen föreslår att förutsättningarna för svenskt fiske i avlägsnare och mindre hårt exploaterade fiskevatten undersöks, och även att förutsättningarna för ett intensivare östersjöfiske undersöks. Bakgrunden till detta senare förslag är att flera andra östersjöländer fiskar betydligt mer i Östersjön än vad Sverige gör.

Även fiskodlingens möjligheter diskuteras av utredningen. För vissa dyrbarare fisksorter kan det enligt utredningens bedömning finnas förutsättningar för ekonomiskt motiverad odling i Sverige, om kylvatten

från kondenskraftverk utnyttjas. Utredningen föreslår därför att försöksodlingar sätts upp.

Utredningen framhåller också att möjligheterna till svenskt u-landsbistånd beträffande utvinning av livsmedel ur haven bör prövas.

I kapitlet om mineralutvinning ur haven (kapitel 5) ges en översikt över den nuvarande globala utvinningen och denna utvinnings förutsättningar i framtiden. Den nuvarande utvinningen domineras värdemässigt mycket påtagligt av olja och gas, och så kommer det säkerligen att förbli åtminstone lång tid framöver. En annan intressant mineraltyp, som möjligen kan bli föremål för betydande utvinning inom en icke alltför avlägsen framtid, är de s. k. mangannodulerna på de stora oceanernas djupbottnar.

I övrigt kan nämnas att vissa mineral, vilka kanske inte har så stort sammanlagt värde, nästan uteslutande utvinns ur havet. Den alltmer omfattande utvinningen av färskvatten ur havet genom avsättning uppmärksammas också i kapitlet. Den svenska mineralutvinningen ur haven består för närvarande av mindre kvantiteter sand och grus.

Hur omfattande den framtida svenska havsutvinningen av mineral kommer att bli är för närvarande omöjligt att ha någon grundad uppfattning om. Bl. a. beror detta på vilka fyndigheter som finns inom det svenska kontinentalsockelområdet. Om detta vet vi föga eftersom sockeln är mycket ofullständigt geologiskt karterad. Med stor sannolikhet kommer vi att utvinna mer sand och grus i framtiden, men vad som därutöver kommer att ske är det omöjligt att säga något om.

Den mest grundläggande förutsättningen för att en mer omfattande mineralexploatering i de svenska havsområdena skall kunna komma till stånd är att sockeln karteras geologiskt. Havsresursutredningen föreslår därför en fullständig sådan kartering.

Karteringen avser lösa avlagringar, urberg och i viss bemärkelse också sedimentbergartsområden.

Karteringen av de lösa avlagringarna sker

med huvudsakligen seismiska metoder. Karteringen av hela det svenska sockelområdet beräknas ta omkring 15 år och kosta totalt drygt 30 milj. kr. Denna kartering är av stort intresse bl. a. därför att den ger upplysning om förekomsten av sand- och grusfyndigheter. Eftersom möjligheterna att utvinna sand och grus på land blir allt mindre, samtidigt som efterfrågan stiger, så blir de av allt att döma stora tillgångarna på svenska kontinentalsockeln allt intressantare. På sikt kan man förutse en värdemässigt mycket betydande utvinning av sand och grus från våra havsbottnar. Även om den fullständiga karteringen beräknas ta 15 år, så bör de från sand- och grusynpunkt intressantaste områdena kunna vara karterade efter 6 à 7 år. Karteringen av de lösa avlagringarna skall ske också med hänsyn till bl. a. eventuella vaskfyndigheter och s. k. noder.

Även om karteringen av de lösa avlagringarna motiveras väsentligen med hänsyn till möjlig framtida mineralutvinning, så är karteringen enligt utredningens bedömning av stort värde också från andra synpunkter. Framför allt ger en ökad kännedom om de lösa avlagringarna också ökade kunskaper om havets miljöförhållanden.

För den föreslagna karteringen av urbergsområdena används bl. a. flygmagnetiska mätningar, gravimetermätningar och berggrundsprovtagning. Mätningarna beräknas bli utsträckta över en tid av ca 15 år. Karteringen kostar totalt 8,3 milj. kr. De områden som sannolikast innehåller malmfyndigheter bör karteras först. Hit hör bl. a. sockelområdet i Bottenviken utanför Skelleftefältet.

Sedimentbergartsområdena på den svenska sockeln är intressanta från mineralsynpunkt främst därför att de eventuellt kan innehålla olje- och gasfyndigheter. Olje- och gasprospektering sker redan i dessa områden i OPAB:s regi. Havsresursutredningen föreslår därför inte några ytterligare fältarbeten avseende sedimentbergartsområdena.

De geologiska primärdata avseende sedimentbergartsområdena som kommer fram genom OPAB:s arbeten och på annat sätt kan emellertid utnyttjas som underlag för en

geologisk karta över områdena. En sådan karta är bl. a. av ett betydande vetenskapligt intresse, varför utredningen föreslår att kartan framställs. Eftersom allt fältarbete blir utfört i andra sammanhang så beräknas kostnaden för kartan uppgå till endast 1,2 milj. kr.

Som redan nämnts kan utvinningen av sand och grus på kontinentalsockeln runt Sverige komma att bli betydande i framtiden. En sådan utvinning är av stort kommersiellt intresse och den är förenad med utpräglade stordriftsfördelar. Bl. a. av dessa skäl finner utredningen att etablerandet redan nu av ett företag för utvinning av sand och grus inom havsområdena bör övervägas. Staten har stora intressen i verksamheten bl. a. som koncessionsgivare och som miljöövervakare i havsområdena. Erfarenhet av exploatering och marknadsföring av sand och grus finns hos enskilda företag. Företaget skulle därför kunna göras halvstatligt. Det bör också betonas att marintekniskt utvecklingsarbete av stort intresse bör kunna bedrivas i anknäring till sand- och grusutvinningen.

Utredningen framhåller i olika sammanhang, både i mineralkapitlet och på andra ställen, att svenska insatser för utnyttjandet av haven kan vara av skilda slag. Förutom att själva exploatera kan vi också utveckla och tillverka exploateringsutrustning. Sådan utveckling och tillverkning kan bl. a. ske med siktet inställt på export. Denna aspekt är av stort intresse inte minst inom mineralutvinningsområdet.

För att sådan utveckling och tillverkning för olika marknader skall kunna ske med framgång krävs god teknisk och ekonomisk marknadsöversikt. Utredningen menar att den föreslagna delegationen för havsresurser bl. a. bör få till uppgift att sammanställa sådan marknadsinformation. Delegationen skulle därigenom kunna ge en service av intresse för framför allt mindre och medelstora svenska företag med marintekniska projekt.

Beträffande mineralutvinningen framhåller utredningen – på samma sätt som beträffande livsmedelsutvinningen – att möjlighe-

terna till svenskt u-landsbistånd bör prövas.

Efter kapitlen om livsmedelsutvinning och mineralutvinning behandlas i kapitel 6 andra verksamheter i havsområdena. Hit hör transportutnyttjandet av haven, anläggningsverksamhet i havsområdena, utnyttjandet av havet som energikälla, utnyttjandet av havet för rekreation och fritidsverksamhet, kulturminnesvård och arkeologi avseende fornlämningar i havet, samt militär verksamhet i havsområdena.

De flesta av de förslag som läggs fram i kapitlet har anknytning till transportutnyttjandet av haven. Sålunda föreslår utredningen att den nuvarande sjömätningen i tungtrafikkorridorerna utvidgas till en yttäckande mätning. Bakgrunden till förslaget är att vi fortfarande har en mycket dålig detaljkunskap om bottenprofilerna i våra havsområden och att fartyg i olika sammanhang tvingas lämna tungtrafikkorridorerna. Ju mer djupgående fartygen blir, desto större blir också problemen med gamla vrak och andra hinder på botten. Utredningen markerar därför behovet av förbättrad apparatur för uppsökning av metallföremål på havsbotten. Eftersom fartyg ofta för miljöfarliga laster så har dessa båda förslag, vid sidan om en sjöfartsekonomisk aspekt, också en miljöskyddsaspekt. Med hänsyn till de speciella problemen med sjöfarten i Östersjön, bl. a. från miljöskyddssynpunkt, menar utredningen också att Sverige bör verka för att en internationell samarbetsdelegation avseende östersjötillfarterna inrättas.

Beträffande rekreations- och fritidsverksamhet framhåller utredningen hur väsentlig denna form av havsutnyttjande är. Med hänsyn till att frågor sammanhängande med detta utnyttjande täcks genom bl. a. riksplanarbetet lägger emellertid utredningen inte fram några mer omfattande förslag. Utredningen föreslår dock att sjömätning för fritidsbåtarnas behov blir utförd. Förutom att detta skulle tillgodose ett behov hos båtsporten skulle det också medföra en avlastning av en del farleder där tyngre trafik går fram.

De totala kostnaderna för de sjömät-

ningsprogram som utredningen föreslår i olika sammanhang uppgår till 4 milj. kr i engångsinvesteringar plus driftkostnader på 2 milj. kr per år.

Beträffande undervattensarkeologin framhåller utredningen att det troligen finns ett stort antal välbevarade vrak på Östersjöns botten. Utredningen föreslår att ett register över påträffade gamla vrak och andra fornlämningar på havsbotten upprättas.

När det gäller det militära utnyttjandet av haven har utredningen främst velat peka på det stora undervattens tekniska kunnande som finns inom marinen. Att detta kunnande, som bl. a. innefattar hydroakustik, hydrooptik och dykeri, kommit fram sammanhänger med undervattenskrigföringens krav. Detta marintekniska kunnande är emellertid av största intresse också i civila sammanhang. Utredningen menar därför att svenska marinens erfarenheter inom dykeri och annan undervattensverksamhet bör utnyttjas i framtida civil havsforskning och havsexploatering. Den föreslagna delegationen för havsresurser bör bli ett instrument för militärt-civilt samarbete.

I kapitel 7 behandlas frågor angående sambandet mellan havsföroreningar och havsutnyttjande. Många former av havsutnyttjande kräver rent vatten — detta gäller uppenbart livsmedelsutvinning ur haven, rekreations- och fritidsutnyttjandet osv. Å andra sidan leder åtskilliga former av havsutnyttjandet till att haven förorenas, eller till risk för detta. Att recipientutnyttjandet av havet kan innebära förorening ligger i sakens natur, och oljeutvinning till havs är ett annat exempel på verksamhet som innebär risk för föroreningar. Många fler exempel kan ges. För vårt eget vidkommande är t. ex. den utlösning av föroreningar ur sediment samt erosion, som sand- och grusutvinning kan leda till, en sak att noggrant uppmärksamma.

Utredningen betraktar det som självklart att man vid uppkommande konflikter prioriterar det rena havet, dvs. söker bevara havet i dess naturliga, av komplicerade dynamiska jämvikter präglade tillstånd.

I kapitlet ges en exemplifierande översikt

över olika typer av havsföroreningar. I flera sammanhang framhålls hur känslig Östersjön är för föroreningar i jämförelse med många andra havsområden. Detta sammanhänger bl. a. med den låga temperaturen i Östersjön, skiktningen av vattnet, och den mycket lågsamma vattenomsättningen.

Med hänvisning till bl. a. miljökontrollutredningens arbete är utredningens förslag i detta kapitel relativt allmänt hållna. Utredningen framhåller att en effektiv miljökontroll kräver bättre kunskaper om havsföroreningarnas spridning, uppträdande och effekter än vad vi har idag. Utredningen betonar därför vikten av att forskning bedrivs i sådan omfattning att effektiv miljökontroll möjliggörs.

Beträffande recipientutnyttjandet av haven menar utredningen att avfall i princip bör behållas i land. Enligt utredningen är det angeläget att utveckla metoder för att destruera och eventuellt nyttiggöra avfall i land.

Med hänsyn till de stora oljeföroreningsproblemen i svenska havsområden föreslår utredningen att den oljebekämpande verksamheten intensifieras och ges större resurser.

Utredningen pekar också på det nära sambandet mellan olika former av havsutnyttjande och föroreningsproblematiken. Utredningen menar mot den bakgrunden att den föreslagna delegationen för havsresurser bör ges vissa samordningsuppgifter i havsmiljöfrågor. Det bör framhållas att flera förslag också i andra kapitel än kapitel 7 har en nära anknytning till miljöfrågorna.

För att havet skall kunna utnyttjas på önskvärt sätt krävs att ett antal grundläggande förutsättningar är uppfyllda. Klimat-, väder- och strömförhållanden i havsområdena måste t. ex. vara kända, liksom botten-topografien. En tillfredsställande räddnings- och bärgningsorganisation måste finnas osv. Detta är grundläggande krav vars uppfyllande motiveras av ett flertal ytnyttjandeformer. I kapitel 8 diskuteras hur sådana grundläggande krav skall tillgodoses.

Den mät- och observationsverksamhet som idag bedrivs i våra havsområden har ett

flertal syften. Den kan gälla att få underlag för miljövärden, att i sjöfartens intresse samla in data för meteorologiska och oceanografiska prognoser och lägesöversikter, att samla in data för grundforskningens behov, att i fiskerinäringens intresse samla in fiskeribiologiskt intressanta data, att för försvaret få fram data av intresse för undervattenskrigföringen, osv. Myndigheter som på olika sätt är engagerade i dessa verksamheter är bl. a. SMHI, fiskeristyrelsen, marinen, naturvårdsverket, kustbevakningen, sjöfartsverket, universitetet samt privata konsultföretag.

I kapitel 8 ges en översikt över nu pågående mät- och observationsverksamhet. Det konstateras att verksamheten lider av väsentliga brister både i organisatoriskt avseende och med hänsyn till vilka data som insamlas. De senare bristerna sammanhänger till stor del med att fyrskeppen, vid vilka tidigare värdefulla mätningar utfördes, successivt dragits in. Detsamma gäller vissa fyr- och lotsstationer.

För närvarande pågår försöksverksamhet med regelbundna oceanografiska mätningar från kustbevakningens fartyg. För att avhjälpa en del av de påtalade bristerna föreslår utredningen att denna verksamhet utvidgas och permanentas. Utvidgningen beräknas kräva investeringar i utrustning på 250 000 kr samt driftkostnader på 100 000 kr per år.

De mätningar som utförs från kustbevakningens fartyg räcker emellertid inte för att tillgodose existerande behov. För att tillgodose bl. a. sjöfartens intresse av oceanografiska och meteorologiska prognoser krävs vissa mätningar som utförs med så hög frekvens som någon eller några gånger per dygn. För detta erfordras automatiska stationer.

Vid SMHI pågår utvecklings- och försöksverksamhet avseende sådana automatiska stationer. Utredningen föreslår att denna verksamhet intensifieras. På så sätt bör det vara möjligt att lägga grunden för ett framtida system bestående av ett tiotal automatiskt registrerande stationer i våra kust- och havsområden. Ett fullt utbyggt sådant system kan vara färdigt om ca tio år.

Den fortsatta försöks- och utvecklings-



verksamheten med automatiska stationer beräknas dra investeringar på ca 1 milj. kr och löpande utgifter på ca 300 000 kr per år. Ett färdigt system innehållande tio stationer representerar en investering på 5–10 milj. kr i 1972 års penningvärde och beräknas dra driftkostnader på 1,5 milj. kr per år.

Eftersom sjöfarten anses vara huvudintresset i det föreslagna systemet menar utredningen att 55 procent av kostnaderna bör täckas av sjöfarten, medan resten fördelas på övriga intressenter.

I anknytning till genomgången av mät- och observationsverksamheten föreslår utredningen också att en prognosberedskap, avseende utbrednings- och blandningsförlopp vid föroreningsutsläpp som kan framkalla katastrofer, inrättas.

I kapitel 8 berörs även vissa sjömättningsfrågor. Det framhålls att kunskap om botten-topografin är av intresse inte bara för sjöfarten utan även i samband med den geologiska karteringen av botten, i miljövårdssammanhang och även i samband med oceanografisk forskning. Utredningen föreslår därför att resurserna för sjömätning förstärks, så att även andra angelägna sjömättningsbehov än handelssjöfartens kan tillgodoses.

I kapitel 8 ges slutligen en viss översikt över nuvarande organisation för övervakning, räddning och bärgning. Utredningen finner inte anledning att lägga fram några förslag i det sammanhanget.

I kapitel 9 ges en översikt över nuvarande svensk havsutforskning. Med havsutforskning avses då sådan forsknings-, utvecklings eller dokumentationsverksamhet som är av intresse för utnyttjandet av havsområdena eller deras naturresurser. Översikten är baserad på en enkätundersökning som utfördes av havsresursutredningen 1968/69.

Den ekonomiska omfattningen av havsutforskningen vid offentliga institutioner och myndigheter redovisas, och dessutom ges en beskrivande översikt över verksamheten inom olika ämnesområden och vid olika institutioner. Dessutom redovisas sådan verksamhet inom näringslivet som har anknytning till havsutforskning.

Utgående från enkätundersökningen har utredningen kommit fram till att de totala kostnaderna för havsutforskning i offentlig regi för närvarande uppgår till ca 32 milj. kr per år.

I kapitel 9 diskuteras också särskilt havsforskningen. Utredningen finner att havsutnyttjandet kommer att öka i framtiden, att skyddsaspekterna på havet blir alltmer betydelsefulla osv. Utredningen menar att detta ökade utnyttjande, i kombination med det betydande utnyttjande som finns redan idag, förutsätter att en relativt omfattande havsforskning äger rum. Svensk havsforskning bör därför enligt utredningen ges ökade resurser. Framför allt avser detta forskningen vid universitet och högskolor. Utredningen föreslår i det sammanhanget också att tillgången på forskningsfartyg förbättras och att forskningsstationer upprustas. Möjligheten att förlägga en helt ny forskningsstation till Gotland bör enligt utredningen övervägas.

I kapitel 9 framhåller utredningen också att delegationen för havsresurser fortlöpande bör följa utbildningsfrågorna inom sitt fält och vid behov föreslå förändringar och utvidgning av utbildningen.

I kapitel 10 ges en översikt över havsforskning utomlands.

I kapitel 11 ges en översikt över det omfattande internationella samarbetet som bedrivs inom havsutforskningsområdet. Utredningen menar att det finns ett starkt behov av att svenska insatser i olika internationella organ koordineras, både sinsemellan och med vår egen nationella verksamhet. Utredningen föreslår att den internationella verksamheten i havsfrågor koordineras inom ramen för den föreslagna delegationen för havsresurser.

I kapitel 12 "Program, organisation och finansiering" görs inledningsvis en sammanställning av samtliga de förslag utredningen i olika kapitel lagt fram. Den samlade kostnaden för förslagets genomförande under de första åren uppgår i den mån de kunnat beräknas till 6,9 milj. kr per år. I jämförelse med de beräknade kostnaderna för nuvaran-

de svensk havsutforskning innebär alltså detta ett påslag med drygt 20 procent.

Efter sammanställningen av programförslagen diskuteras frågan om havens utnyttjande i ett längre tidsperspektiv. Olika alternativ för den globala och den svenska utvecklingen antyds.

Utredningen föreslår därefter att en delegation för havsresurser bildas. Bakgrunden till förslaget är den ökade omfattning som havsutnyttjandet väntas få i framtiden och det förhållandet att olika former av havsutnyttjande är starkt beroende av varandra. Någon form av organisation för speciellt havsfrågor är därför angelägen.

Delegationen skall vara regeringens rådgivande organ i havsfrågor, den skall föreslå närmare utformning av program för havets utforskande och exploatering, och den skall planera för det långsiktiga utnyttjandet av havet. Delegationen kan ansvara för genomförandet av viss havsutforskning; den skall

vara ett forum för samarbete mellan myndigheter och näringsliv; den skall verka för tekniskt utvecklingsarbete; den skall samordna svenska insatser i internationellt samarbete; och den skall samordna anskaffning och utnyttjande av viss kostnadskrävande havsforskningsutrustning.

Delegationen skall vara en självständig enhet. Den föreslås emellertid bli lokaliserad i anknötning till STU, vars administrativa resurser den då bl. a. kan utnyttja. Delegationen föreslås få ett mindre sekretariat. För sekretariatsfunktioner, speciella utredningar m. m., torde för delegationen behövas ett anslag av storleksordningen 1 milj. kr per år.

Bilagan om marin teknik innehåller en redogörelse för tekniska problem som uppstår i samband med utforskandet av havet och utnyttjandet av havets resurser. Åtskilliga tekniska frågor som behandlas summariskt i huvudtexten ges en mer ingående behandling i denna bilaga.

## A Summary

In recent years, the natural resources of the sea have attracted greatly increased interest throughout the world. Many of the traditional raw materials of the land areas have become scarce as a result of exploitation, while demand has been rapidly rising. Also, modern techniques have made it increasingly possible to work at sea for the purpose of exploiting its resources.

A number of countries already have major oceanic research programmes, and exploit the sea on a large scale. Large oceanic research programmes are being carried out under international auspices.

These factors have provided the background to the work of the Commission on Oceanic Resources. Of basic importance to the Commission were also the existing rights of exploitation in accordance with the 1958 Geneva Convention on continental shelves. The Swedish continental shelf comprises some 40 % of the country's dry surface. The basic question posed to the Commission has been how far—and in what way—Sweden can and should take part in exploiting the resources of the sea.

Future Swedish efforts in this field will be determined by a large number of factors. Of obvious importance, for instance, are the legal rules governing different operations at sea. In Chapter 3, the Commission therefore gives an account of the more important rules of maritime law. It is observed that maritime law is in a process of transformation. We are probably entering a period in which comprehensive international regulation will be introduced in respect of the sea and sea-bed. Since this development will have a great

bearing on our own opportunities of exploiting the sea, it is important to try to influence development in a direction favourable to us.

It can be mentioned even at this point that the Commission proposes a special Delegation for Oceanic Resources, which it is suggested should have a number of functions relating to Swedish exploitation of the sea. Among other things, this delegation should assist in drafting the Swedish statements that will be required in connection with the international conference on maritime law planned by the U. N. General Assembly.

Chapters 4, 5 and 6 present different forms of oceanic exploitation, and make relevant proposals. Considerable space is devoted to the sea as a source of foodstuffs and minerals.

The chapter on the exploitation of the seas for food (Chapter 4) contains a survey of present world and Swedish fisheries. The opportunities of increasing the global outtake of foodstuffs from the seas are discussed. The Commission observes that the openings for an increased outtake of fish are strictly limited, owing to risks of overfishing. However, other opportunities also exist to increase the contribution of the seas to the world's food supply.

One possibility is to exploit to a greater extent the organisms at the beginning of nutritional chains, where the total amount of biomass is much greater than at the ends of chains. However, such a procedure also presents considerable problems.

Another possibility is to exploit the fish

now caught in a better way; in particular, it would be a great gain if one could reduce the proportion used at present for the manufacture of fishmeal, and instead use this fish directly for human consumption. The Commission proposes the stimulation of research and technical development work to increase the opportunities of using fish directly as human food.

As regards Swedish exploitation of the sea for foodstuffs, the Commission presents proposals against the background of the present situation in Swedish fisheries etc. One of the problems is the marked over-fishing of the North Sea and Skagerrak. The Commission illustrates the problems in various ways, reporting the development of catches in the North Sea in recent years and analysing the productivity of traditional Swedish fishing.

Certain measures are proposed to improve the situation of Swedish fisheries, within the framework of their present structure.

These proposals cover the setting up efficient statistics on catches, measures to keep fishermen continuously informed on suitable fishing grounds, and the charting of wrecks and other objects on the sea-bed that are obstacles to fishing. The Commission strongly emphasises the importance of achieving international agreements on far-reaching restrictions in respect of herring fishing in the North Sea and Skagerrak.

In view, however, of the very great difficulties involved in fishing in the North Sea and Skagerrak, the Commission proposes certain measures that could in some respects alter the structure of Swedish fisheries. The Commission proposes that the possibilities of Swedish fishing in more remote and less severely exploited waters be investigated, and that the possibilities of more intensive Baltic fishing also be studied. The background to this latter proposal is that several other riparian countries fish the Baltic to a considerably greater extent than Sweden.

The possibilities of fish farming are also discussed. In the case of certain more expensive species of fish, the Commission consid-

ers there to be a foundation for economically viable cultivation in Sweden if the cooling water from condensing power plants is utilized. The Commission therefore proposes that experimental farms be created.

The Commission states also that the possibilities should be considered of Swedish aid to the developing countries in the exploitation of the seas for food.

The chapter on minerals (Chapter 5) offers a survey of present global exploitation of the seas for minerals, and future prospects. By value, present operations are markedly dominated by oil and gas, and this will certainly continue to be the case for many years at least. Another interesting type of mineral that may be the object of considerable exploitation in the not too distant future is the manganese nodules on the deep beds of the great oceans.

Apart from this it can be mentioned that certain minerals, the overall value of which may not be very great, are extracted almost exclusively from the sea. The chapter notes also the increasing extraction of fresh water from the sea by desalination. Swedish exploitation of the sea for minerals comprises at present only minor quantities of sand and gravel.

It is impossible at present to form any well-grounded opinion as to the scale of Swedish mineral exploitation of the sea in future years. It will depend, among other things, on the finds made within the Swedish continental shelf area. This is something we know very little about, since the shelf has been very imperfectly mapped geologically.

The basic condition necessary for the mineral exploitation of Swedish waters on a larger scale is that the shelf should be mapped geologically. The Commission therefore proposes a complete mapping of the shelf.

Maps will cover loose deposits, crystalline basement rocks and to some extent also sedimentary rock areas.

Loose deposits will be mapped mainly by seismic methods. The mapping of the entire Swedish continental shelf area is estimated

to take about 15 years, and cost in all some SKr 30 million. The project is of great interest, as it will provide information on the existence of, for instance, sand and gravel deposits. As the openings for sand and gravel exploitation on land areas decline and demand increases, the resources on the Swedish continental shelf—which as far as can be judged are very large—will attract increasing interest. In the long term, one can foresee the extraction of sand and gravel from Swedish sea-beds on a financially considerable scale. Even if the complete mapping project is expected to take 15 years, the most prospective sand and gravel areas should have been covered within 6 to 7 years. Loose deposits are to be mapped also with a view, for instance, to possible deposits of heavy mineral sands and nodules.

Even if the mapping of loose deposits is motivated mainly by the possibility of future mineral extraction, the Commission considers it of great value also from other aspects. Above all, an increased knowledge of the loose deposits will improve our knowledge also of environmental conditions in the sea.

The proposed mapping of crystalline rock areas will involve e. g. aerial magnetic surveys gravity measurements and rock sampling. These surveys are expected to extend over a period of about 15 years. Mapping will cost a total of SKr 8.3 million. Areas with good prospectivity for ore deposits should be covered first. These include the shelf area in the Gulf of Bothnia outside the Skellefte field.

The sedimentary rock areas on the Swedish shelf are interesting from the mineral standpoint, mainly because they may contain oil and gas finds. Hydrocarbon prospecting is already taking place in these areas, under the auspices of Oil Prospecting AB (OPAB). The Commission therefore proposes no further field work in respect of the sedimentary rock areas.

However, the primary geological data on the sedimentary rock areas obtained from OPAB's operations and in other ways can be

utilized as a basis for a geological map of these areas. The Commission proposes that such a map be produced, largely because of its considerable scientific interest. Since all the field-work will be performed in other contexts, the estimated cost of the map is only SKr 1.2 million.

As already mentioned, the extraction of sand and gravel from the continental shelf around Sweden will be of future importance. Such exploitation is of great commercial interest, and offers the marked advantages of large-scale operations. For these and other reasons, the Commission finds that the establishment of a firm for the extraction of sand and gravel from sea areas should be considered. The state has a major interest in such activities, among other things as the granter of concessions and as the environmental authority in the sea areas. Experience of the exploitation and marketing of sand and gravel is available in private firms. The proposed firm could thus be made a semi-state body. It should also be emphasised that extremely interesting development work in the field of marine techniques should be possible in connection with the extraction of sand and gravel.

The Commission states in various contexts, both in the chapter on minerals and elsewhere, that Swedish efforts to exploit the sea could take various forms. Apart from exploitation, we can also develop and manufacture the relevant equipment. Such development and manufacture could aim, for instance, at exports. This aspect is of great interest, particularly in the field of mineral extraction.

For such development and manufacture for different markets to be successfully realised, a good technical and economic overview of the market is needed. The Commission considers that the proposed Delegation for Oceanic Resources should be requested to compile such market information. In this way, the delegation could provide a service of interest above all to small and medium-sized Swedish firms engaged in technical marine projects.

As regards the extraction of minerals, the Commission states—as with exploitation for foodstuffs—that the possibilities of Swedish aid to the developing countries should be considered.

Following the chapters on foodstuffs and minerals, Chapter 6 deals with other activities in the sea areas. These include transports, construction work in the sea areas, exploitation as a source of power, recreation and leisure activities, the preservation of cultural monuments and marine archeology, and military operations at sea.

The majority of the proposals presented in this chapter relate to the use of the seas for transport. The Commission proposes that the present sea measurement in heavily trafficated corridors be expanded to measurements covering the total area. The background to this proposal is that we still have a very poor detailed knowledge of the topography of the sea-bed in our waters, and that ships are forced in various circumstances to leave the main corridors. The greater the draught of these vessels, the greater problems are presented by old wrecks and other obstacles on the sea-bed. The Commission therefore notes the need for improved equipment for the tracing of metal objects on the sea-bed. Since vessels often carry cargoes potentially dangerous to the environment, these two proposals are not only a matter of shipping economics but relate also to environmental control. In view of the special problems of shipping in the Baltic (incl. from the standpoint of environmental control), the Commission also considers that Sweden should try to promote the setting up of an international delegation for cooperation in respect of the Baltic approaches.

As regards recreation and leisure activities, the Commission stresses the importance of this form of utilisation. However, it offers no major proposals since matters of this nature are covered, for instance, by work on the national development plan. The Commission does, however, propose sea measurement to meet the needs of leisure craft. Apart from catering to boating as a

sport, this would also make it possible to take the load from certain channels used by heavy traffic.

The total costs of the sea measurement programme proposed by the Commission in different contexts are SKr 4 million in initial investments, plus operating costs of SKr 2 million per year.

On the subject of submarine archeology, the Commission observes that there is probably a large number of well-preserved wrecks on the bed of the Baltic. The Commission proposes the setting up of a register of old wrecks and other relics on the sea-bed.

As regards the military use of the seas, the Commission has been concerned to stress the great know-how in underwater techniques available within the Navy. This know-how, which includes hydroacoustics, hydrooptics and diving, has emerged with the demands of underwater warfare but it is of the greatest interest also in civilian contexts. The Commission considers that the experience of the Swedish Navy in diving and other submarine activities should be utilised in future civilian oceanic research and exploitation. The proposed Delegation for Oceanic Resources should be an instrument for military and civilian collaboration.

Chapter 7 discusses the connection between pollution of the sea and its exploitation. Many forms of exploitation demand pure water: this applies, obviously, to the extraction of foodstuffs, recreation and leisure purposes etc. On the other hand, many forms of exploitation involve pollution of the sea, or a risk of pollution. By the very nature of the matter, the use of the sea as a recipient can involve pollution. The extraction of oil is another example of an activity involving pollution risks. Many other examples could be offered. In our own area, for instance, the possible release of pollutants from sediment and the erosion that can be caused by the extraction of sand and gravel demand careful attention.

The Commission takes it as self-evident that, when conflicts arise, priority should be

given to keeping the sea clean, i. e. that we try to keep the sea in its original and natural condition.

The chapter contains a survey of different types of sea pollution, with examples. In several contexts, it is emphasised how sensitive the Baltic is to pollutants by comparison with many other sea areas. This is due, among other factors, to the low temperature of the Baltic, the stratification of the water, and the very slow water turnover.

Referring to the work of the Commission on Environmental Control, the Commission on Oceanic Resources contents itself with fairly generally worded proposals. It points out that efficient environmental control demands a better knowledge of the spread, behaviour and effects of water pollutants than we possess at present. The Commission therefore emphasises the importance of research being performed on a scale that will permit efficient environmental control.

As regards the use of the sea as a recipient, the Commission considers that waste should in principle be kept on shore. The Commission considers it vital to develop methods for the destruction and possible use of waste on land.

In view of the great problems encountered with oil pollution in Swedish waters, the Commission proposes that activities to combat oil be intensified, and that greater resources be assigned to this purpose.

The Commission also points to the close connection between different forms of oceanic exploitation and the problematology of pollution. Against this background, the Commission considers that certain coordinative duties in respect of the water environment be assigned to the proposed Delegation for Oceanic Resources. It should be emphasised that several proposals put forward in other chapters than Chapter 7 are closely related to environmental matters.

A number of basic conditions must be met, if the sea is to be used in a desirable manner. Climatic and meteorological conditions in the sea areas must be known, as

must currents and the topography of the sea-bed. A satisfactory rescue and salvage organisation must exist, etc. These are basic demands, the fulfilment of which is motivated by several forms of surface use. Chapter 8 discusses how these basic requirements are to be met.

The measurements and observations performed in Swedish waters at present serve a number of purposes. It can be a question of obtaining a basis for environmental control, collecting data in the interests of shipping for meteorological and oceanographic forecasts and situation briefs, collecting data for the needs of basic research, collecting biologically interesting data for the fisheries, obtaining data of interest to the defence for submarine warfare etc. Authorities engaged in different ways in such activities include the Swedish Meteorological and Hydrological Institute, the Board of Fisheries, the Royal Swedish Navy, the Nature Conservancy Administration, the Coast Guard, the Shipping Administration, the universities, and private consulting firms.

Chapter 8 includes a survey of current measurement and observational activities. It is noted that essential shortcomings exist both organisationally, and in respect of what data are collected. The latter shortcomings are connected with the successive withdrawal of the lightships, from which valuable measurements were previously made. The same applies to certain beacon and pilotage stations.

Regular oceanic measurements are at present being made on an experimental basis from ships of the Swedish Coast Guard. To eliminate some of the shortcomings mentioned, the Commission proposes that these activities be expanded and put on a permanent basis. It is estimated that this would require investments in equipment to a sum of SKr 250 000, plus SKr 100 000 per year in operating costs.

However, the measurements made from Coast Guard vessels are insufficient to meet existing requirements. To meet the interest of shipping etc. for oceanographic and

meteorological forecasts, measurements are required at as high a frequency as one or more times per 24-hour period. This means automatic stations.

The Meteorological and Hydrological Institute is currently performing developmental and experimental work on automatic stations of this kind. The Commission proposes that such activities be intensified. This should make it possible to lay the foundation for a future system consisting of some ten automatic recording stations in our coastal and sea areas. A fully developed system of this kind could be ready in about ten years.

Continued experimental and developmental work on automatic stations is calculated to involve investments to a sum of approx. SKr 1 million, plus current expenditures of some SKr 300 000 per year. A complete system of ten stations would represent an investment of SKr 5–10 million (1972 prices), and entail operating costs of SKr 1.5 million per year.

Since shipping is considered to have the main interest in the system proposed, the Commission suggests that 55 % of the costs be covered by the shipping sector, the remaining costs to be divided among other interested parties.

On the subject of measurements and observations, the Commission further proposes that a stand-by system be set up to forecast the spread and mixing of pollution that could cause catastrophes.

Chapter 8 discusses also certain aspects of sea measurement. It is observed that a knowledge of the topography of the sea-bed is of interest not only to shipping, but also in connection with geological charting of the sea-bed for environmental control, and for the purposes of oceanographic research. The Commission therefore proposes that increased resources be assigned for sea measurement, so that other vital needs than those of commercial shipping can be met.

Chapter 8 contains, finally, a brief account of the present organisation for rescue and salvage. The Commission finds no

reason to offer any proposals in this respect.

Chapter 9 contains a survey of Swedish marine research at present. By marine research is meant research, development or exploration of interest for the exploitation of the sea areas of their natural resources. This account is based on a questionnaire survey made by the Commission on Oceanic Resources 1968/69.

The economic scope of marine research by public institutes, authorities and other institutions is reported, and a descriptive survey is made of activities in different fields and at different institutions. An account is also given of activities in the business and industrial sector which relate to marine research.

On the basis of the questionnaire survey, the Commission finds that the total costs of marine research under public auspices amount at present to approx. SKr 32 million per year.

In particular, Chapter 9 discusses oceanic research proper. The Commission finds that exploitation of the seas will increase in the future, and that the protective aspects will become increasingly important. The Commission considers that this increased use, in combination with the considerable level of use already prevailing, presupposes fairly large-scale oceanic research. In the Commission's opinion, increased resources should therefore be assigned to this end. This applies above all to research at universities and colleges. In this context, the Commission proposes also that the supply of ocean research vessels be improved, and that research stations be better equipped. The possibility of assigning an entirely new research station to Gotland should be considered.

In Chapter 9, the Commission states also that the Delegation for Oceanic Resources should follow matters relating to training within its particular field, and if necessary propose changes and the further expansion of such training.

Chapter 10 contains a survey of oceanic



research abroad.

Chapter 11 contains a survey of the extensive international cooperation now established in this field. The Commission considers it important that Swedish efforts in different international bodies be co-ordinated, both internally and with our own national activities. The Commission proposes that international activities in the marine sector be co-ordinated within the framework of the proposed Delegation for Oceanic Resources.

Chapter 12, "The programme, its organisation and financing", starts with a summary of all the proposals made by the Commission in previous chapters. In so far as they can be calculated, the total costs of realizing these proposals amount during the first few years to approx. SKr 6.9 million per year. This means an increase by over 20 % in relation to the estimated costs of present Swedish marine research. Following this summary of proposals, the Commission discusses use of the seas over a longer period of time. Different alternatives are outlined for both global and Swedish development.

The Commission goes on to propose the setting up of a Delegation for Oceanic Resources. The background to this proposal is the increases scale of utilisation forecast, and the fact that different forms of utilisation are strongly interdependent. Some form of organisation for, above all, oceanic questions is therefore vital.

The delegation would function as the Government's advisory body on oceanic matters, propose the details of programmes for oceanic research and exploitation, and plan the long-term use of sea areas. The delegation can assume responsibility for realising a certain amount of marine research; it will provide a form for cooperation between the authorities and the business and commercial sector; it will promote technological development work; it will co-ordinate Swedish efforts in international cooperation; and it will co-ordinate the procurement and use of certain expensive equipment for oceanic research.

The delegation is to be an independent unit. It is proposed, however, that it be located in connection with STU, Swedish Board for Technical Development, the administrative resources of which it can then use. It is proposed that the delegation be given a small secretariat. For the functions of this secretariat and for special studies etc., the delegation is considered to need a grant in the order of SKr 1 million per year.

The appendix on marine technology contains an account of the technical problems arising in connection with oceanic research, and the exploitation of oceanic resources. A number of technical questions that are briefly discussed in the main text are dealt with in more detail in this appendix.

# 1 Utredningsuppdraget

Utredningsdirektiven av den 28 juni 1968 anger omfattningen och inriktningen av utredningsuppdraget. Utredningen har med hänsyn till dessa direktiv ansett sig böra göra en relativt utförlig genomgång av alla de frågor som har med havets utnyttjande att göra och som är av intresse från svensk synpunkt. Ur utredningsdirektiven må följande citeras.

Det hävdvunna geologisk-geografiska begreppet kontinentalsockeln betecknar den förhållandevis långsamt sluttande del av havsbotten, som är belägen mellan stranden och början av den s. k. kontinental Slutningen, där bottenprofilen antar en brantare lutning ned mot de stora havsdjupen. Övergången anses i allmänhet ske på omkring 200 meters djup. Kontinentalsockelns bredd varierar inom olika delar av världen från någon kilometer till många tiotal mil. De havsområden som omger Sverige torde få anses tillhöra kontinentalsockeln.

Kontinentalsockeln är i stort sett av samma geologiska uppbyggnad som näraliggande landområden. Mineraltillgångar av samma slag som finns på land får därför förutsättas finnas inom kontinentalsockeln. Huvuddelen av de fyndigheter som nu bearbetas på sockeln är dock lösa avlagringar.

Havsbottens topografi och beskaffenhet är i betydande utsträckning bestämmande för möjligheterna att anlägga farleder, broar och hamnar, för fisket samt för en bedömning av betingelserna för att sänka avfall av olika slag eller för att lägga ut tele- och elkablar etc. En brytning av undervattensläkter av grus, sand och andra jordarter kräver ingående kännedom om avlagringarnas omfattning och beskaffenhet, brytningens effekt på vattenströmningar och på de morfologiska kustprocesserna (erosion, ackumulation etc.).

Havsbottens beskaffenhet påverkas av olika mänskliga åtgärder. Framför allt kommer här ifråga

sådana åtgärder som ändrar sedimenttransporten och vattenföringen till havet.

Intresset för olika former av oceanografiska undersökningar har på senare år starkt tilltagit runt om i världen. Som exempel kan nämnas att USA:s kongress i juni 1966 antog ett vidsträckt oceanografiskt program samt att USA i början av år 1968 tog initiativ för att starta ett världsomspännande och ämnesmässigt vittomfattande havsforskningsprojekt under internationell styrelse.

Vidare kan nämnas att den franska nationalsamlingen i slutet av år 1966 skapade en organisation för att samordna och genomföra ett omfattande oceanografiskt program.

Även privata företag bedriver ett omfattande oceanografiskt arbete. Förutom de verksamheter som sammanhänger med oljeletning och oljeutvinning förekommer i betydande utsträckning andra aktiviteter med anknytning till utforskning och exploaterande av havstillgångar och då främst sådana som står i samband med gruvbrytning.

I Sverige har Sveriges geologiska undersökning utfört flygmagnetiska mätningar inom delar av våra havsområden och bearbetat de erhållna resultaten. Vidare har vissa seismiska mätningar gjorts i Östersjön. Därvid framkomna data har tolkats geologiskt. Dessa undersökningar har gjorts främst för att bedöma Östersjöns geologi med hänsyn till olje- och gasprospektering.

Sjöfartsstyrelsen har genom sjömätning insamlat ett betydande mått av information om havsbottens utseende. Väsentliga uppgifter därom finns även vid ett flertal universitetsinstitutioner.

Vid sidan av nämnda myndigheter bedriver ett flertal institutioner inom det geovetenskapliga fältet en verksamhet som är av intresse vid en utforskning av kontinentalsockeln. Bl. a. kan nämnas geologiska institutionen vid Stockholms universitet, geologiska institutionen med avdelningen för geofysikalisk malmletning vid Tekniska högskolan i Stockholm, geologiska institutionen vid Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet, avdelningen för fasta jordens fysik vid Uppsala universitet, paleontologiska institutionen

vid Uppsala universitet och geologiska institutionen vid Lunds universitet.

Vattenbalans, vattenföring, erosion och transport med vatten liksom andra hydrologiska frågor behandlas vid de naturgeografiska institutionerna vid Uppsala och Stockholms universitet, institutionen för oceanografi vid Göteborgs universitet och institutionen för vattenbyggnad vid Tekniska högskolan i Stockholm, vidare vid Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, hydrografiska avdelningen vid fiskeristyrelsens havsfiske-laboratorium samt vid statens vattenfallsverk.

Nämnas bör också att ett halvstatligt företag inom en nära framtid förväntas få tillstånd att utföra en omfattande prospektering efter olja och naturgas inom de svenska havsområdena.

Mot bakgrund av intresset av att i framtiden kunna exploatera olika naturtillgångar inom havsområden bör en allsidig inventering av de svenska delarna av kontinentalsockeln komma till stånd.

Målsättningen för inventeringen bör vara att klarlägga kontinentalsockelns uppbyggnad, sammansättning och förändring, att uppsöka ekonomiskt intressanta förekomster av oorganiska råvaror och kolväten, att få fram sådana data, som kan utnyttjas för att minska förorening och förstöring av kusterna, underlätta navigering och bidra till att skapa förutsättningar för att kustanläggningar skall kunna lokaliseras och uppföras på lämpligaste sätt, etc. Innan inventeringen påbörjas bör en utredning verkställas som kan läggas till grund för planlägg-

ningen av arbetet. För utredningen bör tillkallas en särskild sakkunnig.

Den sakkunnige bör kartlägga de befintliga resurserna för ifrågavarande forskning samt avgränsa och beskriva forskningsområdet. I samband med denna kartläggning bör en dokumentation av befintligt material och av pågående forskningsprojekt göras. Mot bakgrund härav bör samordningsproblemen granskas. Möjligheten att lösa dessa problem inom ramen för befintlig organisation bör undersökas liksom möjligheten att samla undersökningssultat och information om pågående undersökningssprojekt till något eller några befintliga organ.

Den sakkunnige bör också utarbeta en långsiktig plan för att inom ramen för befintliga resurser samordna forskningsinsatserna mot speciella projekt som kan bedömas ha hög prioritet. Den allsidiga inventeringen bör inledningsvis omfatta bedömning och tolkning av redan förefintliga data. Ett intresse bör därvid vara att i möjlig utsträckning inom projekten integrera olika forskningsområden så att en så fullständig information som möjligt erhålls. I den mån en samordning av de olika disciplinerna inte anses vara rimlig med hänsyn till optimal resursanvändning bör en långsiktig planering av projekt med hög prioritet inom resp. disciplin göras.

Utredningsarbetet bör även innefatta en långtidsplan för en successiv utbyggnad av inventeringsverksamheten.

### *Inledning*

De enda oceaner vi känner till i vårt planet-system finns på jorden. På den inre grannplaneten Venus har vattenånga konstaterats i atmosfären, men temperatur och tryck på planetens yta är sådana att flytande vatten omöjligt kan existera där. På planeten närmast utanför oss, Mars, finns inget flytande vatten men däremot vattenånga och möjligen is. På fotografier som tagits från den senaste Mariner-sonden har emellertid erosionsmönster påträffats som av en del tolkats så att förhållandevis stora mängder flytande vatten tidigare funnits där. Oceaner kan alltså ha funnits under tidigare skeden i planetens historia. Går vi bortom grannplaneterna är det svårare att säga något med bestämdhet. I Jupiters atmosfär finns vattenånga. Möjligen är det så att huvuddelen av planetsystemets vattenmängd finns på Jupiter. Om det någonstans i det okända under ytan av Jupiters atmosfär finns några vattenfyllda havsbassänger är det emellertid omöjligt att säga något om. Detsamma gäller övriga planeter. Såvitt vi nu vet är jorden unik som havsbärande planet.

Hur haven, atmosfären och kontinenterna på jorden ursprungligen uppstått har vi endast dimmiga begrepp om. Enligt vissa teorier har vattnet inte funnits med i flytande form från början utan kommit från bl. a. jordens fasta material. En möjlighet är att

vattnet bildats vid reaktioner mellan metall-oxider och vätehaltiga molekyler, främst kolväten, men detta förutsätter en relativt hög temperatur i reaktionsregionerna. Frågan om havens ursprung är alltså sammanflätad med frågan om vilken temperatur jorden hade under tiden närmast efter sin skapelse. Om jorden hade ett varmt eller ett kallt ursprung är inte klarlagt.

Hur jordens kontinenter, som till sin geologiska sammansättning skiljer sig från både havsbotten och den underliggande manteln, uppstod är likaledes oklart. De himlakroppar vilkas yta vi närmare kunnat betrakta, dvs. jorden, månen och Mars, har var och en unika drag i sin topografi. Detta underlättar inte förklaringen av hur jorden fått sin speciella topografiska struktur.

Om vi emellertid lämnar tiden för jordens skapelse för ca 4,5 miljarder år sedan och i stället betraktar havens utveckling under de senaste hundratal miljoner åren så framträder vissa mönster med större klarhet. Kontinentaldriftsteorin har under senare år – framför allt genom s. k. paleomagnetiska data – fått allt starkare stöd. Att Sydamerika och Afrika en gång ingått i samma kontinent är bara en del i detta pussel. Det förefaller sannolikt att inte bara dessa två kontinenter utan dessutom bl. a. Antarktis, Australien och Indien tillsammans utgjort en kontinent för några hundra miljoner år sedan. Denna kontinent, kallad Gondwana-

land, låg långt söderut på södra halvklotet. Man har t. o. m. funnit räfflor efter is i centrala Sahara, liknande räfflorna efter inlandsisen på våra egna berghällar, som kan härröra från en tid då nuvarande norra Afrika låg under den antarktiska isen.

Dessa teorier har mötts av ett omfattande, men därför inte fullständigt, accepterade, men därför inte fullständigt, accepterade. En av svårigheterna är att förklara vilka krafter som ligger bakom kontinentaldriften. En tänkbar förklaring utgår från existensen av konvektionsströmmar i jordmanteln. Kontinenterna flyter på den tyngre jordmanteln på samma sätt som brädbitar flyter på ytan i en vattenkastrull. Om man värmer vattnet i kastrullen underifrån — för att fortsätta analogin — så börjar vattnet cirkulera mellan kastrullens bottenkikt och ytskikt och brädbitarna rör sig över ytan. Den värme som behövs för att skapa konvektionsströmmar i jordmanteln skulle kunna uppkomma vid sönderfall av radioaktiva ämnen.

Mycket är oklart beträffande ursprunget och utvecklingshistorien för de hav som idag finns på jorden. Lättare är att beskriva deras nuvarande tillstånd och egenskaper, vilket sker i fortsättningen av detta och följande kapitel.

### *Gränser, indelning och dimensioner*

Världshavet, som täcker drygt 70 procent av jordytan, indelas i tre oceaner: Stilla havet, Atlanten och Indiska oceanen. Gränserna mellan dem har delvis karaktären av överenskommelser snarare än av naturligt betingade skillnader i vattenområdenas karaktär och egenskaper. Ishavet liksom den s. k. Antarktiska oceanen har tidigare betraktats som självständiga oceaner. På senare år har röster höjts för att Ishavet skall återfå rangen av självständig ocean under namnet Arktiska oceanen.

Till oceanerna hör bihav, av vilka det finns två slag, medelhav och randhav. Skillnaden är att ett medelhav har snäv förbindelse med sin ocean genom ett eller flera smala och relativt grunda sund, medan ett randhav

är ofullständigt skilt från öppna oceanen genom halvöar eller ökedjor och därför står i god förbindelse med oceanen. Primära bihav, vilka står i direkt förbindelse med en öppen ocean, kan i sin tur ha sekundära bihav.

Det finns åtta primära medelhav, varav fyra är stora och benämns interkontinentala medelhav (Arktiska, Asiatiska, Amerikanska och Romanska medelhaven) och fyra små som benämns intrakontinentala medelhav (Hudson Bay, Röda havet, Östersjön och Persiska viken). Svarta havet är exempel på ett sekundärt medelhav.

De elva randhaven, till vilka bl. a. Nordsjön hör, kan vara både yt- och volymmässigt större samt djupare än de små medelhaven. Berings hav och Okhotska havet är exempel på detta.

Oceanerna har ett djup som är kanske förvånansvärt litet i jämförelse med deras horisontella utsträckning. Om världshavets yta representeras av ett A 4-ark så uppgår dess medeldjup i denna skala till knappt tjockleken av ett ordinärt flygpostpapper.

### *Havsbottnen*

Närmast kontinenterna sänker sig havsbottnen så långsamt ut från kusten att den skulle uppfattas som en horisontell slätt om den vore torrlagd (se fig. 5.1). Denna del av havsbottnen kallas kontinentalsockeln. Lutningen är i genomsnitt 1:540. Vid ett bestämt djup som sällan överstiger 200 m och har ett medelvärde av 135 m ökas lutningen betydligt. Detta är sockelns yttersta gräns. I konventionen om kontinentalsockeln förläggs gränsen av praktiska skäl till kurvan för 200 m djup. (Se s. 40 ff).

Sockelns bredd är i genomsnitt 70 km men kan variera mellan ett par tiotal km och över 1 000 km. I regel är sockeln bred utanför låglänta och smal utanför höglänta kuster. På sina håll, såsom utanför nordöstra Sibirien, är sockeln en obruten slätt, men i regel har den en relief liknande den som förekommer på närliggande land. Det kan

förekomma höjdsträckningar, bassänger och dalgångar och till och med vertikala klippväggar försedda med grottor.

På sockeln förekommer ofta djupa flodfåror, s. k. submarina kanjoner. Även utanför sockeln förekommer sådana bildningar. Ofta bildar kanjonerna fortsättning av nu existerande floder, varför man tror att sockelns relief huvudsakligen utformats ovan havsytan under epoker, då sockeln varit torrlagd.

Den starkt sluttande del av havsbotten, som börjar vid sockelgränsen, kallas kontinentalbranten. Här är lutningen i genomsnitt 1:15, och svagare i fotregionen än högre upp. Kontinentalbrantens fot ligger i genomsnitt på 4 000 m djup. Detta betyder att havsbotten från kontinentalbrantens fot höjer sig nära 4 000 m på en sträcka av i genomsnitt 60 km. Med sin sammanlagda längd av 400 000 km är kontinentalbranten därför jordytans väldigaste tektoniska företeelse eller deformationsstruktur.

Nedanför kontinentalbranten vidtar djuphavsslätten, som i huvudsak omfattar djupintervallet 4 000–6 000 m. Från denna slätt höjer sig emellertid väldigä bergsryggar, vilkas toppar ibland når upp över havsytan och bildar öar. De områden som begränsas av dessa ryggar och av kontinentalbranten kallas djuphavsbäcken eller -bassänger.

Djuphavsryggarna är alltid långa — de största av dem har planetariska mått. Det förekommer smala ryggar med relativt branta sidor och breda ryggar med långsamt sluttande sidor. Beträffande reliefens oregelbundenhet kan ryggarna tävla med de största bergskedjorna på kontinenterna. Avståndet från krönet upp till havsytan är vanligen mindre än 2 000 m.

Den största av ryggarna och samtidigt den väldigaste bergskedjan på jorden är den oceaniska centralryggen, som går från Ishavet genom Norska havet och såsom ett väldigt S genom hela Atlanten varifrån den fortsätter till Indiska oceanen och söder om Australien till södra och östra Stilla havet med en sammanlagd längd av över 60 000 km.

På centralryggens krön ligger en märklig

bildning, en i ryggens riktning löpande djup sprickdal med 25–60 km bredd, vars botten ligger nära 2 000 m under de på ömse sidor liggande topparna. Från den oceaniska centralryggen går flera sidoryggar in till kontinenterna.

Utmed vissa ökedjor och i en del fall utmed kontinentalbranten förekommer långsträckta, djupa depressioner med branta sidor, s. k. djuphavsgrovar, vilka kan ha djup på mellan 5 500 och 11 000 m. Deras längd kan överstiga 3 000 km. Det är i dessa djupgravar och inte mitt ute i oceanerna som världshavens största djup finns. Den djupaste av dem är Marianergraven i Stilla havet med Challengerdjupet, 11 033 m. År 1960 tog sig dr Jacques Piccard och löjtnant Dan Walsh ner till detta djup med batskafen Trieste.

Den s. k. hypsografiska kurvan, som ger den statistiska fördelningen av nivåerna på jordytan, visar klart att det finns två nivåintervall som omfattar större arealer än alla andra. Det ena av dessa ligger i närheten av havsytan och motsvarar sockeln jämte lågslätterna på land, medan det andra, vilket motsvarar en större areal, motsvarar djuphavsbassängerna. Detta visar att kontinentalsockeln morfologiskt tillhör kontinenterna. Sockelkanten är i vissa sammanhang en mer naturlig gräns mellan hav och kontinenter än den nuvarande kustlinjen.

Havsbottens fasta berggrund kan på sina håll ligga blottad, men i regel är den täckt av mäktiga lösa avlagringar. Från kontinenterna går en ständig transport av vittringsmaterial till havet, såväl från kusten som från det inre av kontinenterna. Hela skalan från de finaste lerpartiklar till stora block är representerad, liksom salter vilka är lösta i strömmande vatten.

Transporten sker med vatten, med is eller med vinden. De grövre kornen sjunker tämligen snabbt till botten, blocken lägger sig nära stranden och sanden ansamlas på sockeln, medan de finaste partiklarna kan hålla sig svävande i ett par århundraden och därvid driva med strömmen till alla delar av världshavet. Även grovkornigare material kan föras långt ut i havet med drivande is eller

med suspensionsströmmar, som uppstår genom att slambemängt vatten strömmar utför en sluttande havsbotten med hög hastighet. Relativt grova korn, med en diameter upp till 0,2 eller 0,3 mm, kan föras långt ut på havet med vinden, särskilt från de stora öknarna.

Ett mycket viktigt, i många fall helt dominerande, inslag i sedimenten utgör därjämte fossil av i havet levande mikroorganismer, såsom formaminiferer, vilka givit upphov till hundratals meter tjocka lager av mikroskopiska kalkskal, samt radiolarier och diatoméer, vilka sistnämnda särskilt omkring Antarktis men även i andra kalla områden givit upphov till mycket tjocka lager av kiselslam.

I de djupare delarna av oceanbassängerna, under omkring 4 500 m djup, anträffas en mycket kalkfattig röd eller brun lera. Medan kalk- och kiselsedimenten avlagras med en hastighet av 10 mm eller mer per tusen år, avlagras djuphavsleran med betydligt lägre hastighet, som kan gå ned till 0,5 mm per årtusende.

### *Havsvattnet*

Havsvattnet innehåller salter, gaser och organiskt material i lösning. Därjämte finns fast material i suspension, vilket innebär att små korn svävar i vattnet liksom dammkorn svävar i luften.

Den sammanlagda mängden i havet lösta ämnen är mycket stor. Om världshavet avdunstade skulle en 45 m tjock skorpa av havssalt kunna täcka hela jordklotet. *Salthalten* varierar inom vida gränser. Ett vedertaget medelvärde för världshaven är 35 promille.

Salthalten i havets yta påverkas av nederbörd, ismältning och tillrinning från land, som sänker salthalten, samt avdunstning och isbildning, som höjer salthalten. Beträffande isbildningen beror detta på att den lämnar större delen av saltet kvar i vattnet. Salthaltsfördelningen påverkas även av havsströmmarna och av blandning, särskilt i vertikal led.

Salthalten i bihaven bestäms av vattenba-

lansen och av vattenutbytet med oceanen eller, vid sekundära bihav, av utbytet med det primära bihavet. Vid positiv vattenbalans, dvs. då summan av tillrinning och nederbörd är större än avdunstningen, har bihavet lägre salthalt än närliggande del av oceanen. Vid negativ vattenbalans förhåller det sig omvänt. Exempel på bihav med positiv vattenbalans är Östersjön och Svarta havet, som båda har låg salthalt. Ju snävare förbindelsen mellan bihavet och oceanen är, desto starkare gör sig vattenbalansen gällande. Detta illustreras av skillnaden mellan Östersjön och Skagerack, som båda har stor positiv vattenbalans. Östersjön har snäv förbindelse med oceanen och som följd härav exceptionellt låg salthalt. Skagerack har en mycket god förbindelse med oceanen och endast obetydligt lägre salthalt än närliggande delar av Atlanten.

Av salterna är koksalt (natriumklorid) och magnesiumsulfat rikligast förekommande och är lösta i vattnet som positivt och negativt laddade joner av natrium och magnesium respektive klorid och sulfat.

Havsvattnet består till 99,99 procent av tio joner och en nästan odissocierad molekyl, borsyra. Dessa beståndsdelar förekommer i ganska oföränderliga proportioner överallt i världshavet. I övrigt finns ett stort antal ämnen, som uppträder i mycket små koncentrationer och starkt varierande proportioner. (Se vidare s. 76.)

*Syre, kväve och koldioxid* förekommer lösta i havsvattnet liksom andra i atmosfären förekommande gaser. Normalt gäller att ytvattnet är mättat med löst syre, varefter syrehalten avtar till ett minimum några hundra meter under ytan. Djupare ned ökar åter syrehalten. Bottenvattnet på stora djup kan ibland ha lika hög syrehalt som ytvattnet. (Se vidare s. 130 ff.)

Havsvattnets *täthet*, dvs. dess massa per volymenhet, varierar främst med salthalt och temperatur. Tätheten är av största betydelse för en vattenmassas rörelser. Havsvattens täthet bestäms snabbast och noggrannast via salthalten som fås genom mätning av havsvattnets elektrolitiska ledningsförmåga.

Stora tabellverk ger havsvattnets täthet vid alla förekommande salthalter och temperaturer.

Djupvattnets och bottenvattnets salthalt i de öppna oceanerna bestäms av ytvattnets salthalt i de kalla områdena på höga breddgrader, från vilka djupvatten och bottenvatten kommer genom att ytvattnet där sjunker och strömmar mot lägre breddgrader. Salthalten på djupet av oceanerna är därför relativt låg och varierar mellan mycket snävare gränser än i ytan.

Ytvattnets *temperatur* kan nå upp till 28°C i tropiska och subtropiska områden, men sjunker sedan med växande latitud. Till en början sker detta långsamt men från omkring 40° latitud snabbt till något över eller under 0°C i arktiska och antarktiska områden. I de största havsdjupen är temperaturen ungefär konstant på 1,5–2°C.

Från ca 40° nordlig och sydlig latitud fraktar stora ytströmmar ett relativt kallt vatten mot ekvatorn vid oceanernas östra gränser, medan mot polerna gående strömmar fraktar varmt vatten bort från ekvatorn vid oceanernas västra gränser. På grund härav har ytvattnet i de tropiska och subtropiska zonerna en högre temperatur i de västra delarna av oceanerna än i de östra. Härtill bidrar att passadvindarna tvingar ytvattnet bort från västkusterna, varvid kallt vatten väller upp från djupet. Detta fenomen har stor biologisk betydelse eftersom det uppvällande vattnet är rikt på närsalter. (Se kapitel 4.) I de tempererade zonerna, särskilt i norr, är förhållandet omvänt. Här fraktar strömmarna ett relativt varmt vatten mot högre breddgrader i öster, såsom vid norska kusten, medan synnerligen kalla strömmar går mot lägre latituder i väster, såsom Labradorströmmen vid nordamerikanska atlantkusten.

Av det *ljus* som träffar havsytan reflekteras en del och en del tränger ned i vattnet. Det nedträngande ljuset försvagas genom absorption och spridning. Genom spridningen kommer en del av dagsljuset att återvända till havsytan. Det är detta nedifrån kommande ljus som bestämmer havets färg,

sett uppifrån. I mycket rent havsvatten absorberas det blå ljuset minst samtidigt som det sprids mest. Detta är orsaken till de varma havens blå färg. Eftersom dessa hav har en mycket liten biologisk produktion säges blått vara havets ökenfärg. I kalla och tempererade områden, särskilt nära kusterna och i bihav med stor sötvattentillrinning förekommer s. k. gulämne, organiskt material i lösning, i så stor mängd att havets färg påverkas och övergår från blått till grönt.

Dagsljusets intensitet avtar snabbt med djupet, särskilt i kustnära vatten. Gränsen för den s. k. eufotiska zonen, inom vilken dagsljuset är tillräckligt starkt för växtplanktons fotosyntes, ligger i de renaste vattnen på något över 100 m djup och kan i mycket grumligt vatten ligga mindre än 1 m under havsytan.

#### *Havets samspel med atmosfär och rymd*

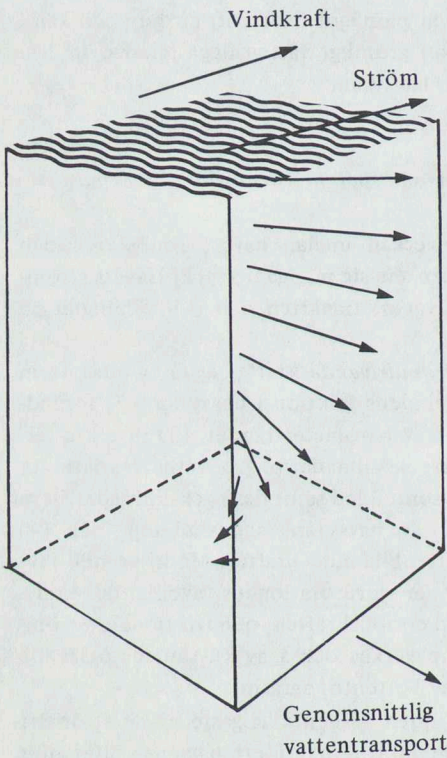
Växelverkan mellan havet, atmosfären och rymden tar sig många uttryck. Havets strömmar, vågor, tidvatten och is är exempel på detta.

*Strömdrivande* krafter är (1) vindkraften, dvs. vindens friktion i havsytan, (2) förändringar av barometerståndet, (3) inre krafter, dvs. tryckskillnader p. g. a. täthetsvariationer i horisontell led samt de tryckskillnader, som vållas av havsytans snedställning, och (4) tidvattenbildande krafter. Modifierande faktorer är jordrotationens avböjande kraft, kallad corioliskraften, och friktionen. Strömmen påverkas också av kustlinjens utseende och av bottenprofilen.

Vinden är den viktigaste av de strömdrivande faktorerna. I ett hav med litet djup driver den vattnet i vindriktningen, men i ett hav med någorlunda stort djup är vindströmmen på norra halvklotet riktad snett framåt höger om vinden i havsytan för att under ytan vrida sig åt höger och samtidigt försvagas så att den praktiskt taget går ned till noll redan på 50–200 m djup, beroende på vindstyrkan och latituden. Det sammanlagda resultatet är att vindströmmen transporterar



vatten vinkelrätt mot vindriktningen, åt höger på norra och åt vänster på södra halvklotet, medan den transporterar lika mycket vatten *mot* som *i* vindriktningen. Härigenom får havsytan en snedställning, som i sin tur framkallar en ström i vindriktningen, och denna ström når i regel ned till betydligt större djup än den av vinden direkt drivna vindströmmen. Vindströmmens hastighet i havsytan är något mer än en procent av vindens hastighet 10 à 15 m över havsytan.



Figur 2.1 När vinden går fram över något så när djupt vatten så orsakar den – om förloppet äger rum på norra halvklotet – en ström i ytvattnet som går snett framåt höger om vinden. Strömriktningens avvikelse från vindriktningen beror på jordrotationen. Strömmen i ytvattnet åstadkommer i sin tur en ytterligare åt höger vriden ström i närmast underliggande vattenlager, osv. Mot större djup försvagas strömmen successivt.

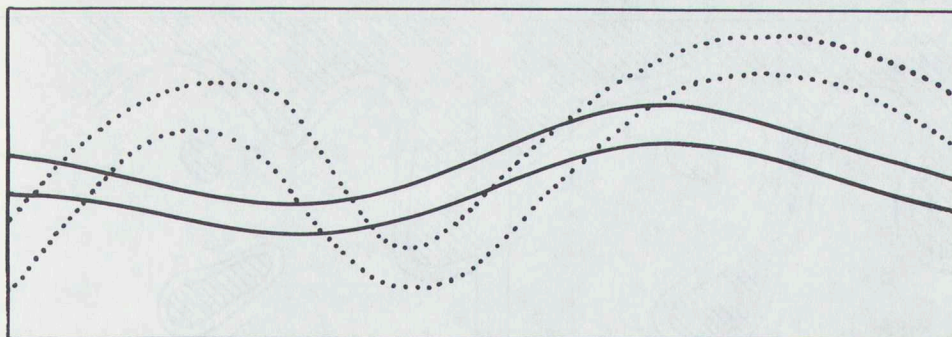
Om barometerståndet i ett område ändras, så ändras havsytns jämviktsläge i motsvarande grad. Om t. ex. barometerståndet stiger med 1 millibar, sänker sig havsytns jämviktsläge med omkring 1 cm, och detta kan inte ske utan att vatten förflyttas. Eftersom barometerståndet omväxlande stiger och faller, åstadkommer förändringar av barometerståndet ingen stadigvarande transport av vatten, inga permanenta strömmar.

Täthetsvariationer i vattnet i horisontell led medför s. k. inre krafter, horisontella tryckgradienter, beroende på att en vattenpelare från ytan ned till viss nivå framkallar ett större tryck i ett område med hög täthet än i ett område med låg täthet. Sådana täthetsvariationer finns alltid och de ger genom tryckskillnaderna upphov till icke obetydliga strömmingar i vattenmassan.

Snedställning av havsytan vållas icke blott av vinden, både nära kusterna och i öppna havet, utan även av horisontella täthetsvariationer i havet. Havsytan står högre i ett område, där vattnet har låg täthet, än i ett område, där vattnet har hög täthet.

Tidvattnet orsakas av månens och solens dragningskraft dels på jordklotet i dess helhet, dels på vattnet. De tidvattenbildande krafterna framkallar periodiska tidvattenströmmar, som oavbrutet ändrar riktning och hastighet och endast medför en måttlig stadigvarande transport av vatten. Två gånger om dygnet höjer sig havsytan vid flod och två gånger sänker den sig vid ebb. Vid ny- och fullmåne är höjningen störst (springflod) och vid halvmåne är den minst (nipflod).

Lokalt kan en utjämning av tidvatten-effekterna till enbart en höjning och en sänkning per dygn uppkomma p. g. a. en mängd olika faktorer som komplicerar tidvattenbildningen. I Nordsjön varierar tidvattenhöjden mellan 2 och 7 m och där är också flodtiderna mycket olika på olika håll. Komplikationerna beror på att skilda tidvattenvågor möts och reflekteras så att det enhetliga mönstret störs. Det mycket låga tidvattnet i Skagerack och Kattégatt, högst 0,3 m beror på liknande förhållanden. Tidvattnet i Östersjön uppgår bara till några cm.



Figur 2.2 Detalj av Golfströmmen, markerad av två isotermer,  $15^{\circ}\text{C}$  och  $21^{\circ}\text{C}$ , 8 juni 1950 (heldragna linjer) och 21–22 juni 1950 (prickade linjer). Figuren visar att Golfströmmen bildar ett böjningsmönster med s. k. meandrar (krökar), på samma sätt som en flod. Meandrarerna flyttar sig i strömriktningen och ändrar samtidigt form. Det avbildade området har en storlek av  $220 \times 630 \text{ km}^2$ .

De vattenståndsvariationer man observerar där beror främst på ändringar i lufttryck och vindförhållanden.

Havsströmmarna är utsatta för störningar som gör att de nästan ständigt ändrar riktning och hastighet. En permanent ström sägs ha större eller mindre beständighet, beroende på om enskilda dygnsmedelvärden visar små eller stora avvikelser från långtidsmedelvärdet. Även vid mycket beständiga permanenta strömmar, såsom de stora ekvatorialströmmarna, kan enskilda dygnsmedelvärden skilja sig mycket från årsmedelvärdet, och momentanvärdena visar självfallet än större avvikelser. Strömmarna i haven runt Sverige är mycket mindre beständiga än ekvatorialströmmarna, och man kan därför inte dra några slutsatser rörande de permanenta strömmarna i dessa hav av ett litet antal mätningar.

Det finns både ytströmmar och djupströmmar. Till de permanenta ytströmmarna hör de flesta av de välkända stora oceanströmmarna, såsom Golfströmmen i Atlanten, de västgående ekvatorialströmmarna och den väldiga, genom alla oceanernas södra delar mot öster gående s. k. västvinddriften. Ytströmmarnas hastigheter varierar mellan 10 och 100 sjömil per dygn.

Till djupströmmarna hör den i västra Atlanten från söder kommande Antarktiska

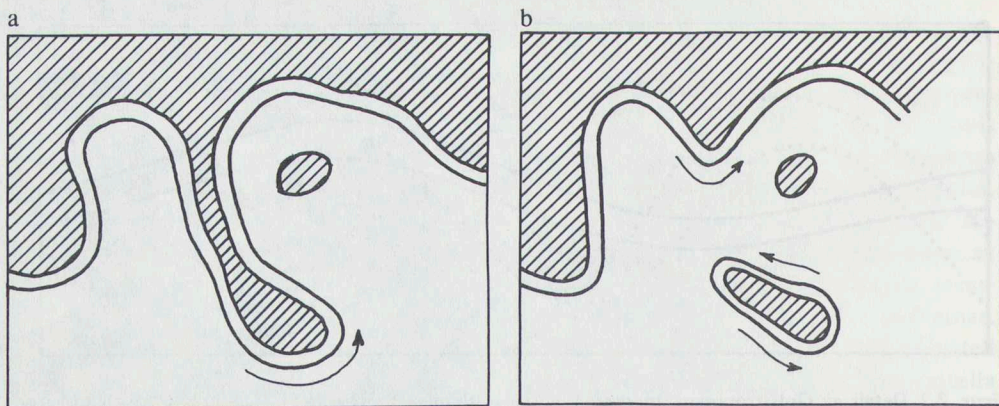
bottenströmmen som med en temperatur av  $-1,3^{\circ}\text{C}$  till  $+2,4^{\circ}\text{C}$  tränger fram på 4 000–5 000 m djup ända upp till i höjd med New York. På motsvarande sätt går en något varmare mäktig djupström på en något högre nivå från nordligaste Atlanten ned mot Sydafrikas breddgrader.

Genom bl. a. vindens inverkan på havsytan alstras också vågor, som rör sig i vindens riktning. Det vågmönster man ser på havsytan är komplicerat och sammansatt av flera olika vågsystem.

Vågor till havs når vanligen inte över ett tiotal meter i höjd. Under onormala förhållanden, t. ex. vid orkaner eller undervattensjordbävningar, kan dock över dubbelt så höga vågor uppstå. När vågorna når grunt vatten växer emellertid våghöjden på bekostnad av våglängden. Vågorna blir brantare och till slut överfallande. De bryter, varvid s. k. grundbrott eller bränningar uppstår. Dessa vågars kraft är oerhörd. Det är den som svarar för nedbrytningen av strändernas geologiska bildningar och som kan rubba vågbrytarblock på upp till ett tusental ton.

Nybildade vågor är i allmänhet brantare än de äldre vågorna, som när vinden avtar övergår i dyningar med lägre våghöjd men med stor våglängd.

När de allra största vågorna under extrema förhållanden reflekteras mot en brant



Figur 2.3 Figuren visar en detalj av Golfströmmen, markerad med isothermerna 15°C och 21°C, vid två tillfällen: (a) 16 juni 1950, (b) 19 juni 1950. Den streckade ytan markerar det kalla vattnet till vänster om strömmen. Mellan 16 och 19 juni har den smala meandern blivit avsnörd och uppträder 19 juni som en virvel runt ett område med kallt vatten. Virveln har en längd av över 200 km. En sådan virvel lever kvar i minst tre veckor, vilket demonstreras av en äldre virvel som förekommer i båda situationerna. När fenomenet observerades en gång under 1820-talet trodde man att fartyget kommit in i smältvatten efter ett isberg.

klippkust kan våghöjder på uppåt ett 50-tal m i vissa fall uppkomma. Abnorma våghöjder kan också uppträda om vågornas utsträckning i sidled tvingas minska, t. ex. inom avgränsade havsområden av typen bihav, bukter eller vikar. En typ av långa vågor, som skapas genom seismisk oro på havsbotten, kallas med ett japanskt namn för tsunami. Dessa rör sig med stor hastighet, ca 700 km/tim., och vållar ofta stor förödelse när de träffar land. De är vanliga i Stilla havet.

Havet och atmosfären uppvärms genom solstrålning. Det sker också på olika vägar ett betydande värmeutbyte mellan havet och atmosfären.

Viktigast är att havet avger en stor mängd värme till atmosfären genom att vatten avdunstar. Denna värme är visserligen bunden, latent, men den stora värmemängd, som även kall vattenånga innehåller, frigörs då vattenången senare kondenseras i atmosfären och återvänder till havet i form av nederbörd, eventuellt via kontinenterna. Denna i vattenånga bundna värme spelar en stor roll för bl. a. uppkomsten av tropiska orkaner. En liten del av den i vattenånga bundna

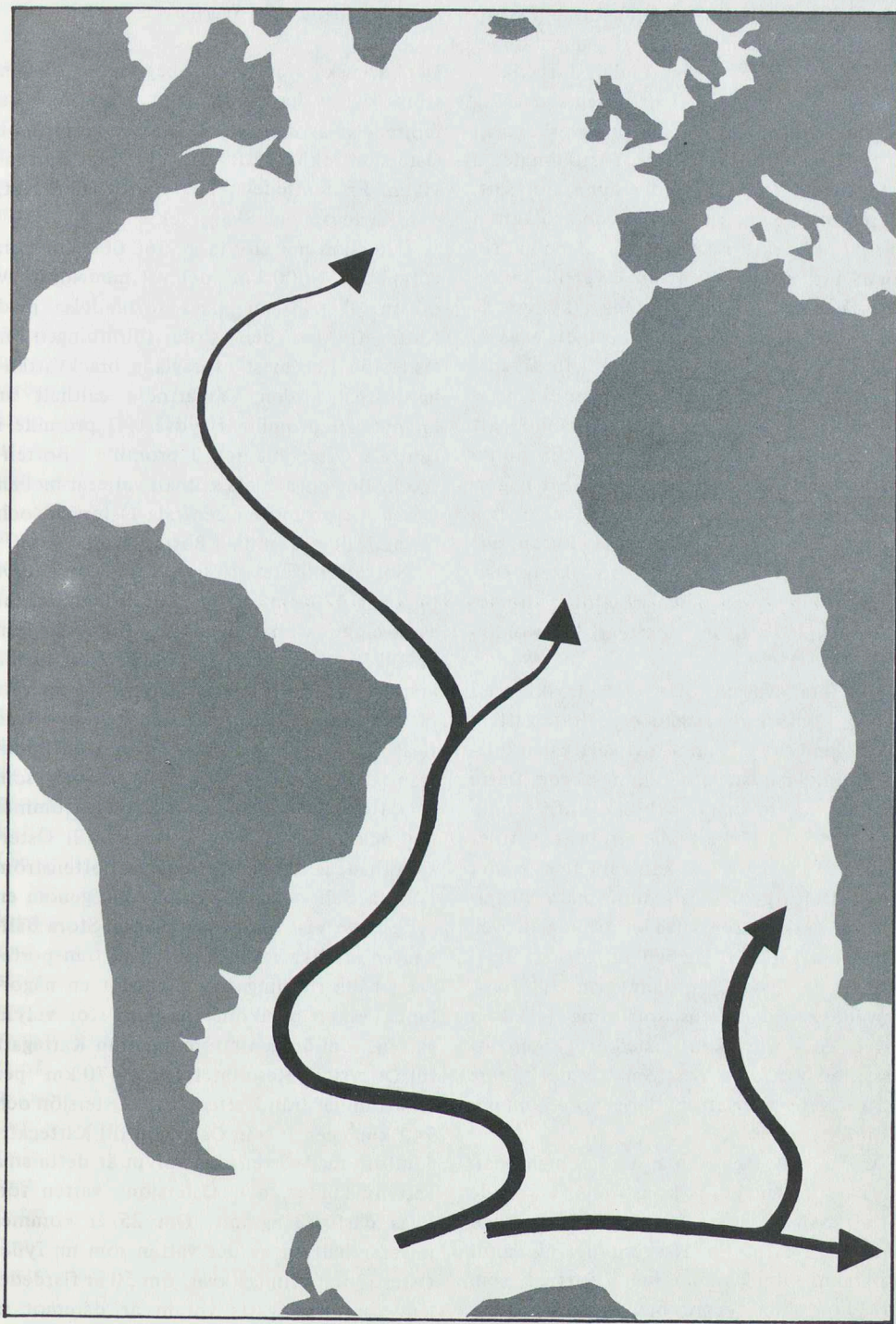
värmener återförs till havet genom kondensation av vattenånga vid havsytan.

Värmeutbytet mellan havet och atmosfären medför att det understa luftskiktet har nästan samma medeltemperatur som havsytan, vilken i genomsnitt är icke fullt en grad varmare än luften.

Det är som nämnts i det föregående i huvudsak vindarna som driver de stora ytströmmarna, och därigenom utövar atmosfären ett stort inflytande på havet. Ytströmmarna påverkar temperaturfördelningen i havets yta genom att transportera varmt vatten mot höga latituder och kallt vatten i motsatt riktning.

Effekten av detta är mycket märkbar i norra Atlanten, där årsmedeltemperaturen är betydligt högre på den europeiska sidan än på den amerikanska. Det varma vattnet i nordöstra Atlanten uppvärmer luftmassorna på deras väg åt öster, vilket ger Västeuropa och särskilt Skandinavien ett betydligt mildare klimat än det som i genomsnitt råder på dessa breddgrader.

Norr eller nordväst om den varma Nordatlantiska strömmen, vilken är en fortsättning av Golfströmmen, ligger kallt vatten



*Figur 2.4* I haven finns både ytströmmar och djupströmmar. På bilden ses den Antarktiska bottenströmmen som med en temperatur av  $-1,3^{\circ}\text{C}$  till  $+2,4^{\circ}\text{C}$  tränger fram på 4 000–5 000 m djup ända upp till i höjd med New York. Genom Romancherännan, som i höjd med ekvatorn genomtränger den atlantiska centralryggen, når bottenströmmen också den östra atlantdalen.

från Ishavet. Detta skärper temperaturkontrasten i atmosfären och ger därmed upphov till en kraftig vind i högre luftskikt, i stort sett västlig över Atlanten och sydvästlig över nordvästra Europa. Detta påverkar i sin tur cyklonbanorna på ett för klimatet i nordvästra Europa likaledes gynnsamt sätt.

*Isbildning* i salt havsvatten och i sötvatten sker på olika sätt. Eftersom sötvatten har sin största täthet vid 4°C, hämmas vertikal-cirkulationen i en sjö under höstens avkylning så snart vattnet från ytan till botten avkylts till denna temperatur. Därefter kan så småningom ytvattnet avkylas till fryspunkten.

I havet är salthalten i regel så hög att vattnet har sin största täthet vid fryspunkten, såframt det inte underkyles. Ett någorlunda homogent hav med tillräckligt hög salthalt kan därför inte frysa förrän allt vatten i havet avkylts till fryspunkten. Därför inträffar ytterst sällan isbildning i homogent havsvatten utom i extremt kalla områden.

I skiktat vatten, där ett ytskikt med måttlig tjocklek överlagrar ett saltare vatten, berörs endast ytskiktet av vertikal-cirkulationen under höstens avkylningsskede. Detta skikt kan därför snabbt avkylas till fryspunkten så att ett istäcke bildas, trots att vattnet några meter längre ned kan vara flera grader varmt. Detta gynnar isbildning nära kusterna, där skiktningen ofta är utpräglad och ytvattnets salthalt låg, vilket gör att fryspunkten är högre än längre ut till havs. Omvänt kan havsisens smältning i skiktat vatten ske överraskande snabbt genom att ytskiktet bortföres av ström och det saltare och varmare djupvattnet därigenom kommer i kontakt med isen.

Medan sötvattensisen är hård och glasklar, har havsisen en porös konsistens, beroende på att salt i större eller mindre mängd innesluts i isen. En avsevärd del av saltet kvarstannar dock under isen i vattnet, som därigenom blir tyngre och sjunker. Detta fenomen har som tidigare nämnts stor betydelse för nybildningen av bottenvattnet i oceanerna.

## *Havsområdena runt Sverige*

Det svenska fastlandet begränsas till en större del av hav än av land. Omkring fyra femtedelar av den svenska kusten vetter mot Östersjön inklusive Bottenhavet och Bottenviken. En femtedel vetter mot Västerhavet, dvs. Kattegatt och Skagerack.

Östersjön har en yta av 360 000 km<sup>2</sup>, en volym av 22 000 km<sup>3</sup> och ett medeldjup av 60 m. P. g. a. sin snäva förbindelse med Kattegatt och den stora tillrinningen är Östersjön det mest utpräglade brackvattenhavet på jorden. Ytvattnets salthalt är knappt 10 promille i sydväst, 7 promille i centrala Östersjön och 3 promille i Bottenviken. Bottenvattnets salthalt varierar mellan 9 och 13 promille i centrala Östersjön och går ned till 4 promille i Bottenviken.

Sötvattenöverskottet i Östersjön utgör omkring 470 km<sup>3</sup> per år. Det är underkastat såväl långtidsvariationer som variationer från år till år. Dess tidigare tämligen väl kända årstidsvariationer har på senare tid ändrats på ett ännu ej helt utrett sätt genom att de flesta älvar reglerats. Det årliga nettoutriflödet från Östersjön är av samma storlek som sötvattenöverskottet. Emellertid strömmar det också vatten från Kattegatt till Östersjön, både genom en permanent bottenström i Stora Bält och, vid västlig vind, genom en sydgående ytström i Öresund och Stora Bält. Kravet att lika mycket salt skall transporteras i båda riktningarna möjliggör en någorlunda säker beräkning av hur stor volym vatten, som årligen strömmar från Kattegatt till Östersjön. Resultatet är att 470 km<sup>3</sup> per år strömmar från Kattegatt till Östersjön och 940 km<sup>3</sup> per år från Östersjön till Kattegatt. Jämfört med Östersjöns volym är detta små vattenmängder, och Östersjöns vatten förnyas därför långsamt. Om 25 år kommer ungefär hälften av det vatten som nu fyller Östersjön att finnas kvar, om 50 år fjärdedelen, osv. Kattegatts volym är däremot så liten att dess vatten byts fyra gånger per år.

Östersjön består av ett antal djupa bäcken, skilda åt genom grundare partier. I de djupa bäckenen förekommer en perma-

nent och tämligen stark salthaltsskiktning. Saltsprångskiktet, haloklinen, ligger i större delen av egentliga Östersjön på 60 m. Mellan ytan och haloklinen är salthalten nästan konstant. Temperaturen växlar emellertid kraftigt, särskilt under sommaren, då också vissa salthaltsskillnader uppstår. Vattnet under haloklinen uppvisar inga årstidsvariationer, vare sig beträffande salthalt eller temperatur.

Det ovan haloklinen liggande ytskiktet är mycket väl syrsatt eftersom hela vattenmassan blandas ytterst effektivt genom vertikala strömningar under hösten. Under vinterhalvåret vidmakthålles den goda syrsättningen utom då havet är isbelagt och inget syre tillförs från atmosfären.

Djupvattnet i Östersjöns bäcken omsätts mycket långsamt. Förnyelse sker genom att vatten med relativt hög salthalt strömmar in från Kattegatt och p. g. a. sin höga täthet sänker sig till djuphålorna. Det inströmmande vattnet är i regel någorlunda väl syrsatt, dock utan att alltid vara mättat med syre. Det strömmar emellertid inte in i tillräcklig mängd för att kunna ersätta allt det syre, som under haloklinen förbrukas genom oxidation av organiskt material. Syrehalten är därför alltid låg under haloklinen. (Se vidare s. 130 ff.)

Strömmen är i regel svag i Östersjön nära kusterna, eftersom den väsentligen drivs av den lokala vinden. Detta medför även att strömriktningen är mycket varierande. Årsmedelvärdet av strömmens hastighet nära svenska kusten utan hänsyn till riktning torde vara av storleksordningen 10 cm per sekund. Ytvattnets temperaturfördelning under sommaren och dess salthaltsfördelning hela året visar att det uppträder en cirkulation i Östersjön med nordgående ström i öster och sydgående ström i väster. Denna cirkulation är så svag att den döljs av vindströmmarna, men den framträder renodlad, då det ligger is på havet.

Det saltfattiga vatten, som strömmar från Östersjön till Kattegatt, blandas i Bältsjön och i norra delen av Öresund med saltrikare vatten och får därigenom sin salthalt mer än

fördubblad. Trots sin stegrade salthalt har detta vatten en betydligt mindre salthalt och täthet än det vatten, som från norr tränger ned i Kattegatt. Det från Östersjön kommande s. k. baltiska vattnet bildar därför ett ytskikt i Kattegatt, medan från norr kommande vatten bildar det undre skiktet. I ett mellanliggande språngskikt växer salthalten i regel mycket snabbt med djupet. P. g. a. att täthetsskillnaden mellan djupvattnet och ytvattnet är mycket stor, ca 10 kg per m<sup>3</sup>, är skiktningen i Kattegatt osedvanligt stabil och kan motstå hårda stormar. Skiktningen försvagas långsamt åt norr. Ytskiktets salthalt växer från ett årsmedelvärde av omkring 18 promille i södra Kattegatt till 24 promille på gränsen till Skagerack, men även i Skagerack råder en utpräglad salthaltsskiktning vid svenska kusten, avtagande åt väster. Språngskiktets djup påverkas både i Kattegatt och Skagerack av vinden varvid olika vindriktningar har olika effekter.

Det från Östersjön kommande vattnet blandas vid utflödet i Kattegatt ytterligare med från något större djup kommande vatten till en nordgående ytström, kallad Baltiska strömmen. Genom fortsatt inblandning av djupvatten växer ytströmmens vattenmängd ytterligare åt norr. I Skagerack torde denna nordgående ström ha förhållandevis hög beständighet, men dess läge varierar i förhållande till kusten. Ibland ligger den nära land, ibland längre ut.

I Kattegatt är den Baltiska strömmen mycket beroende av vindförhållandena. Vid väsentlig vind är strömmen i Kattegatt i regel sydgående och har hög hastighet. Hårda västliga stormar kan därför driva stora vattenmassor in i Östersjön och snabbt förnya vattnet i dess djupbassänger.

*Sjöterritoriet*

Mer än 100 stater gränsar till hav – men det är bara en liten del av haven som står under dessa staters jurisdiktion. Den alldeles övervägande delen av havsområdena utgörs av det fria havet.

Havet indelas i rättsligt avseende i inre vatten, territorialhav och det fria havet. Dessutom förekommer s. k. tilläggszoner och fiskezoner. Innebörden av dessa begrepp åskådliggörs i figur 3.1. De inre vattnen och territorialhavet bildar tillsammans kuststatens sjöterritorium.

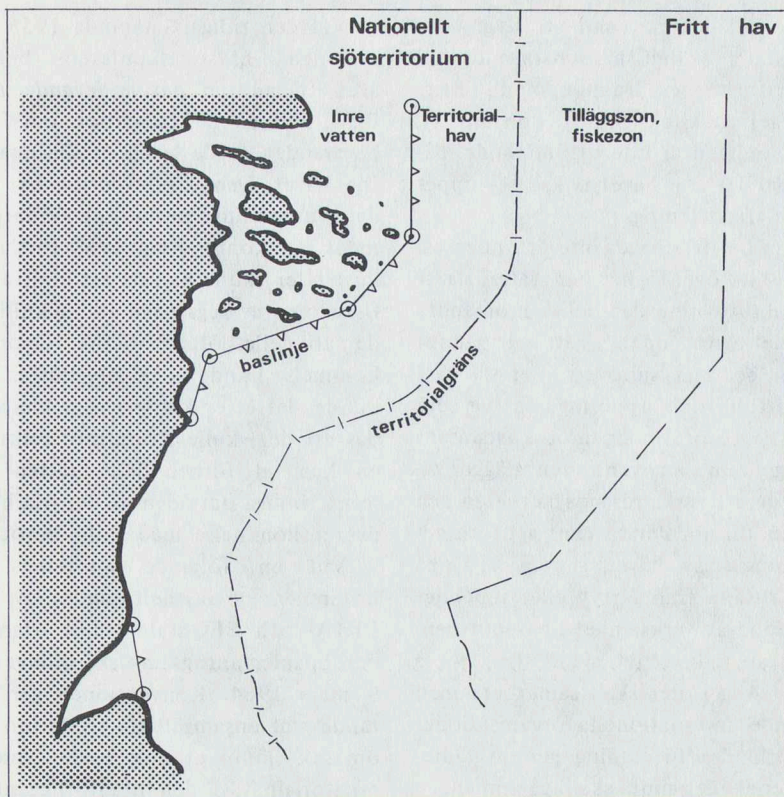
Till inre vatten räknas – förutom insjöar, vattendrag och kanaler – vid kusten belägna hamnar, bukter och vikar samt vattenområden innanför och mellan öar, holmar och skär. Inre vatten förekommer vid kuster som den svenska, där kustlinjen är ojämn eller där öar ligger på mindre avstånd från den. Stater med en jämn strandlinje utan öar saknar alltså inre vatten vid sin kust. Utanför kustlinjen eller de inre vattnen, där sådana finns, ligger territorialhavet. Gränsen mellan de inre vattnen och territorialhavet utgörs av de s. k. baslinjerna, dvs. räta linjer som dragits mellan bestämda punkter på de längst ut mot havet belägna öarna, skären eller uddarna. Där territorialhavet slutar – vid territorialgränsen – vidtar det fria havet.

De grundläggande folkrättsliga reglerna för territorialhavet m. m. finns i den av 1958

års Genèvekonferens antagna konventionen om territorialhavet och tilläggszonen (texten och dess översättning till svenska finns som bilaga i SOU 1965:1). I konventionen behandlas sjöterritoriets rättsliga status och gränsar m. m. samt de särskilda rättigheter kuststaten har inom den s. k. tilläggszonen. Med tilläggszonen avses enligt konventionen ett område av det fria havet omedelbart utanför territorialgränsen på högst tolv sjö-mils avstånd från baslinjerna, där kuststaten har rätt att utöva kontroll för att hindra och bestraffa överträdelser på sitt territorium av tull-, skatte-, immigrations- och hälsobestämmelser.

En stat har överhöghet över sitt sjöterritorium liksom över sitt landterritorium. Medan denna överhöghet är oinskränkt över landterritoriet och de inre vattnen är en kuststat skyldig att medge främmande fartyg rätt till s. k. oskadlig genomfart genom sitt territorialhav, dvs. genomfart som inte stör kuststatens lugn, ordning eller säkerhet. Utländska örlogsfartyg och andra statsfartyg som används i annat än kommersiellt syfte skall emellertid enligt svenska bestämmelser göra anmälan, innan de går in på svenskt territorialhav. Anmälningsplikten gäller dock inte Öresund.

Hur brett territorialhavet får vara har man inte kunnat ena sig om. De av Förenta Nationerna sammankallade havsrättskonferenserna 1958 och 1960 misslyckades med



Figur 3.1 Havsområdenas indelning i rättsligt avseende (principskiss).

att fastställa regler om territorialhavsbredden. Tiden efter de båda konferenserna har utmärkts av att ett antal kuststater hävdade en alltmer ökande bredd på sina territorialhav. F.n. torde ett 40-tal stater hävda tolv sjömilers bredd och ungefär lika många ett smalare territorialhav. Ett drygt tiotal stater gör anspråk på territorialhav med större utsträckning än tolv sjömil från kusten, i några fall ända ut till 200 sjömil.

Sveriges territorialhav har en bredd av fyra nautiska mil (7 408 m), liksom Finlands, Islands och Norges. Danmark har tre sjömil i likhet med Polen, Västtyskland, Östtyskland och Storbritannien. Sovjetunionen hävdar tolv sjömilers territorialhav.

#### *Det fria havet, fiskezoner, miljöskydd*

Konventionen om det fria havet, som antogs vid FN:s havsrättskonferens i Genève 1958, definierar *det fria havet* som de havsområden, vilka inte utgör någon stats territorialhav eller inre vatten. Även om Sverige inte tillträtt konventionen förtjänar dess huvudbestämmelser att refereras, eftersom de i det väsentliga ger uttryck för grundläggande havsrättsliga principer.

Enligt konventionen är ingen stat berättigad att lägga någon del av det fria havet under sin överhöghet. Den omständigheten att en kuststat utövar suveräna rättigheter på kontinentalsockeln (se s. 40 ff) har inte någon inverkan på de rättsregler, som gäller för det överliggande vattnet såsom fritt hav. Varje stat har rätt att på det fria havet bedriva sjöfart och fiske, att där lägga undervattens-



kablar och rörledningarna samt att flyga över det, allt under skäligt hänsynstagande till andra staters intressen. De nu nämnda rättigheterna anges särskilt i 1958 års konvention, men uppräkningsen är inte uttömmande. Sålunda torde det fria havet också stå öppet för exempelvis forskning.

Även om det fria havet inte är underkastat någon stats överhöghet har staterna rätt till viss maktutövning där också mot andra fartyg än det egna landets – att ingripa mot fartyg som bedriver sjöroveri eller slavhandel, att förfölja och uppbringa fartyg som misstänks ha förbrutit sig mot kuststatens lagstiftning m. m. Konventionen ålägger vidare staterna att verka för sjösäkerheten och för assistans till nödställda samt att förhindra föroreningar av havet genom olja, på grund av utsläpp från fartyg eller pipelines eller som följd av verksamhet i havsbotten. Dumpning av radioaktivt avfall skall också förhindras. Alla stater skall samarbeta med vederbörande internationella organisationer för att förhindra förorening genom radioaktivt material eller andra skadliga ämnen.

Som tidigare nämnts misslyckades Genèvekonferenserna 1958 och 1960 med att fastställa enhetliga regler om territorialhavets bredd. Bl. a. för att slutgiltigt avgöra denna fråga beslöt FN:s generalförsamling i december 1970 att till tidigast 1973 sammankalla en ny havsrättskonferens. Konferensen skall i första hand fastställa bestämmelser för den internationella delen av havsbotten, ange dess gränser samt behandla havsrätten i övrigt, främst rättsreglerna för det fria havet, kontinentalsockeln, territorialhavet (bl. a. frågan om dess bredd) och tilläggszonen samt fisket. Dessutom skall man diskutera bevarandet av havets levande tillgångar, skyddet av den marina miljön och vetenskaplig forskning.

Det är inte bara genom att utvidga sjöterritorierna utöver hävdvunna gränser som kuststaterna har börjat göra intrång på det fria havet. Många stater har också vidtagit åtgärder för att tillförsäkra sig fisket utanför territorialgränsen genom att upprätta fiskezoner av varierande utsträckning.

Vid den tidigare nämnda 1958 års internationella havsrättskonferens behandlades även frågan om *havets levande tillgångar*. Bl. a. antogs en konvention om fisket och bevarandet av de levande tillgångarna i det fria havet. Denna konvention har dock endast vunnit ringa anslutning. Vidare diskuterades vid konferensen 1960 förslag om att kuststater skulle ha rätt att inrätta särskilda fiskezoner av begränsad utsträckning utanför de nationella sjöterritorierna. Någon överenskommelse kunde dock inte träffas. Däremot kunde det efter konferensen knappast hävdas att det skulle strida mot folkrätten om en kuststat förbehöll sig rätten till fiske inom rimliga områden av det fria havet efter överenskommelse med andra berörda stater.

Vid en följande konferens i Storbritannien med deltagande av samtliga EFTA- och EEC-stater samt Irland, Island och Spanien antogs en fiskerikonvention den 9 mars 1964. Konventionen ger avtalslutande stat ensamrätt till fisket inom en zon om sex sjömil utanför baslinjerna för dess territorialhav. I den utanförliggande zonen mellan sex och tolv sjömil föreligger rätt till fiske för kuststaten samt för de andra konventionsstater, vilkas fiskefartyg vanligen bedrivit fiske i denna zon under åren 1953–1962. Konventionen är sålunda av intresse framför allt för länder med förhållandevis smalt territorialhav.

I Kattegatt och Skagerack har Sverige inrättat fiskezon enligt 1964 års konvention. Island och Norge har inte tillträtt konventionen utan hävdar tolv sjömils fiskegräns. Islands regering har nyligen beslutat utsträcka sin fiskezon till ett avstånd om 50 sjömil från kusten. Sverige har träffat ett flertal speciella fiskeriöverenskommelser med sina nordiska grannländer. En del av överenskommelserna ger rätt att fiska inom annan stats sjöterritorium och fiskezon.

Av kuststaterna vid Östersjön har bara Polen inrättat en särskild fiskezon. För övriga stater sammanfaller fiske- och territorialvattengränserna. Dessa gränser löper alltså för Sovjets del tolv nautiska mil utanför baslinjen, hos Väst- och Östtyskland samt

hos Danmark tre nautiska mil utanför baslinjerna samt hos Finland och Sverige fyra nautiska mil utanför baslinjerna.

Även andra modifieringar av det fria havets status än de som avser fisket har aktualiserats på senare tid. Intresset att skydda sina kustvatten i de arktiska områdena från föroreningar föranledde Canada att 1970 genomföra en lagstiftning som torde stå i strid med de hävdvunna reglerna för det fria havet. I en kanadensisk lag om skydd mot föroreningar av de arktiska farvattnen ges kanadensiska myndigheter jurisdiktion ända ut till 100 sjömil från kusten i de arktiska områdena. Någon fullständig överhöghet över dessa delar av det fria havet är det dock inte fråga om. De kanadensiska anspråken inskränks till att öppna möjlighet för kanadensiska myndigheter att ingripa mot den som förorenar dessa vatten och även mot åtgärder som innebär en risk för en senare förorening. Det kan i sammanhanget nämnas att Islands regering förklarar sig ämna hävda en 100 sjömil bred föroreningszon kring ön.

Ensidiga, enligt traditionell folkrätt tvivelaktiga åtgärder av detta slag hör emellertid än så länge till undantagen. Som regel söker man sig i stället fram på multilateral väg. Även om detta kan vara en långsam metod kan det senaste decenniet visa upp flera framsteg, framför allt på oljeskyddets område.

Olägenheterna av oljeföroreningar till havs behandlas internationellt främst i den mellanstatliga rådgivande sjöfartsorganisationen (IMCO) och resulterade 1954 i en oljeskyddskonvention, vilken vid 1962 års revision fick den lydelse som gäller för närvarande. Sverige har liksom ett fyrtiotal andra stater ratificerat konventionen i 1962 års lydelse. (Beträffande IMCO, se s. 192.)

Enligt konventionen gäller totalförbud mot oljeutsläpp inom särskilt angivna s. k. förbjudna zoner. Dessutom gäller i princip totalförbud mot utsläpp från "nya" fartyg om 20 000 ton eller mer även utanför de förbjudna zonerna. Detta förbud är dock förenat med undantag.

Som förbjudna zoner räknas allt havsområde inom ett avstånd av 50 sjömil från närmaste land. Vissa havsområden utgör förbjudna zoner fastän de sträcker sig mer än 50 sjömil från närmaste land. Till sådana havsområden hör bl. a. Nordatlanten, Nordsjön och Östersjön. För att fartyg skall kunna göra sig av med oljerester och oljehaltigt barlast- och tankspolvatten skall enligt konventionen mottagningsanläggningar finnas i vissa hamnar.

Konventionsstaterna har förbundit sig att bestraffa överträdelser av de angivna förbuden.

Under 1969 reviderades denna konvention ännu en gång. Revisionen innebär i princip att ett totalt förbud mot oljeutsläpp införs och att alltså de nu existerande s. k. fria zonerna slopas. Undantag görs dock för oljeförorenat tankspolvatten på visst avstånd (50 sjömil) från land med starkt begränsad kvantitet och utsläppshastighet. Även för barlastvatten samt s. k. rännstenvatten görs särskilda undantag från det generella förbudet. Undantagen har gett upphov till allvarlig kritik från skilda håll.

Vid en internationell konferens i Bryssel 1969 fortsatte man på den inslagna vägen för att förhindra oljeskador. Konferensen antog dels en konvention om ingripande på det fria havet vid olyckor som kan medföra oljeförorening, dels en konvention rörande civilrättsligt ansvar för oljeskador. Den förra konventionen ger varje kuststat rätt att på det fria havet vidta nödvändiga åtgärder för att undgå eller reducera sådana oljeskador på dess kust, som kan bli en följd av att en sjöolycka inträffat. Den andra konventionen ålägger ägaren av fartyg, som förorsakat oljeskador på konventionsstats kust, skyldighet att betala skadestånd för skadorna. Ersättningskyldigheten är dock begränsad.

Varken 1969 års revision av 1954 års oljeskyddskonvention eller de båda nyssnämnda konventionerna har ännu trätt i kraft. Sverige har hittills inte ratificerat något av instrumenten.

Slutligen kan nämnas att en konferens i Oslo med deltagande av tolv stater, däribland

samtliga nordiska länder, i oktober 1971 antagit en konvention till förhindrande av havsförorening genom dumpning från fartyg och luftfartyg. Konventionen öppnades för undertecknande i februari 1972 och har underskrivits för Sveriges del. I Sverige har med verkan från och med den 1 januari 1972 införts en lag mot dumpning av avfall i havet. Enligt denna får i princip avfall inte dumpas på Sveriges sjöterritorium från fartyg, luftfartyg eller annat transportmedel. Motsvarande förbud gäller från svenskt fartyg och luftfartyg på det fria havet. Kungl. Maj:t kan medge undantag från förbudet, om dumpning kan ske utan olägenhet från miljöskyddssynpunkt.

### *Havsbottnen*

Vetenskapens och teknikens snabba utveckling under och efter andra världskriget har medfört starkt ökade möjligheter att exploatera havsbottnens naturrikedomar. Kuststaterna har därför sökt skaffa sig kontroll över dessa naturtillgångar. För att få till stånd en reglering av staternas skiftande anspråk i fråga om *kontinentalsockeln* behandlades ett av FN:s kommission för internationell rätt utarbetat förslag till konvention vid 1958 års havsrättskonferens i Genève. Den 29 april 1958 antog denna en konvention om kontinentalsockeln (konventionstexten med svensk översättning finns i SOU 1965:66). Konventionen har biträtts av ett fyrtiotal stater, däribland Sverige och våra grannländer Danmark, Finland, Norge, Polen och Sovjetunionen.

I Genèvekonventionen definieras kontinentalsockeln som havsbottnen och dennas underlag, i områden nära kusterna ("adjacent to the coast") eller i anslutning till öar utanför territorialhavet, intill ett djup av 200 meter eller det större djup på vilket exploatering av naturtillgångarna är möjlig. Det senare är naturligtvis av största intresse eftersom det innebär att kontinentalsockelns yttergräns blir beroende av teknikens utveckling.

Kuststaten utövar enligt Genèvekonventionen suveräna rättigheter över kontinentalsockeln såvitt avser utforskandet av den och tillgodogörandet av dess tillgångar. De naturtillgångar som här avses är dels mineraliska och andra icke levande tillgångar på och i botten, dels de levande organismer som tillhör sedentära (dvs. bottenlevande) arter. Kuststaten har vidare rätt att på kontinentalsockeln uppföra och driva sådana anläggningar som erfordras för att den skall kunna utforska sockeln och tillgodogöra sig dess naturtillgångar. Omkring anläggningarna får säkerhetszoner upprättas.

Kuststatens rättigheter inom sockelområdet påverkar inte "de rättsregler som gäller för det överliggande vattnet såsom fritt hav". Kuststaten får inte utan vidare hindra utläggning eller underhåll av kablar eller rörledning på kontinentalsockeln. Utövat av kuststatens suveräna rättigheter får heller inte "på ett oberättigat sätt" försvåra sjöfarten, fisket, bevarandet av havets biologiska tillgångar eller sådan vetenskaplig forskning, vars resultat är avsedda att offentliggöras. Konventionen förbjuder uppförandet av anläggningar i farvatten "där de kan lända till intrång i nyttjandet av sådana allmänna farleder som är oumbärliga för den internationella sjöfarten".

Kuststatens medgivande fordras för alla undersökningar av kontinentalsockeln. Sådant medgivande bör dock i regel inte vägras, när ansökan görs av en kvalificerad institution och uteslutande avser vetenskapliga undersökningar av sockelns fysiska eller biologiska egenskaper, under förutsättning att strandstaten ges möjlighet att delta i arbetet samt att resultaten offentliggörs. Dessa bestämmelser har på många håll ansetts innebära inskränkningar i vad som gällde för internationell havsbottenforskning innan konventionen trädde i kraft.

Genèvekonventionen utgår från att gränser på kontinentalsockeln i första hand bestäms genom överenskommelser mellan berörda strandstater. Om sådana överenskommelser inte träffats skall gränsen mellan stater som ligger mittemot varandra, "såvida

icke särskilda omständigheter föranleder annat", utgöras av en mittlinje, på vilken varje punkt är belägen lika långt från de närmaste punkterna på de baslinjer varifrån territorialhavsbredden räknas. Gränsar de båda staterna till varandra skall "gränsen bestämmas med tillämpning av principen om lika avstånd" från de närmaste baslinjepunkterna.

Mittlinjeprincipen kan förefalla enkel och klar. I praktiken torde den dock ofta kunna bli svår att tillämpa även för stater som biträtt konventionen, bl. a. beroende på att den geografiska bilden kan vara komplicerad. Regeln i konventionen har inte heller gjorts absolut, eftersom principen inte skall tillämpas om "särskilda omständigheter" ger anledning till annan gränsdragning. Vilka särskilda omständigheter som kan komma i fråga redovisas inte i konventionen. FN:s kommission för internationell rätt har emellertid i kommentaren till det förslag av kommissionen, som legat till grund för konventionen, förklarat att avvikelser från mittlinjeprincipen kan bli nödvändiga på grund av kustens konfiguration, förekomsten av öar eller navigerbara kanaler. Detta kan knappast anses vara en uttömmande redovisning utan får snarare betraktas som en exemplifiering.

Sverige har hittills träffat överenskommelse om avgränsning av kontinentalsockeln med Norge. Med övriga grannstater finns alltså ännu inte några avtal. Som följd av detta aktualiseras för svensk del Genèvekonventionens regel om att gränsen skall utgöras av en mittlinje mellan de berörda staternas baslinjer.

I samband med Sveriges anslutning till Genèvekonventionen om kontinentalsockeln tillkom den svenska lagen om kontinentalsockeln den 3 juni 1966. Lagen behandlar villkoren för att söka efter och tillvarata naturtillgångar inom den svenska delen av sockeln. Det bör påpekas att begreppet kontinentalsockeln i den svenska lagen har en något vidare innebörd än i konventionen. Av praktiska skäl har man nämligen låtit termen omfatta också havsbotten inom

sådana vattenområden innanför territorialgränsen som inte är i enskild ägo (s. k. allmänt vattenområde).

Enligt kontinentalsockellagen (som inom allmänt vattenområde dock inte gäller mineral som är inmutningsbara enligt gruvlagen) tillkommer rätten att utforska kontinentalsockeln och utvinna dess naturtillgångar svenska staten. Tillstånd för sådana verksamheter kan emellertid också ges till andra men skall då avse ett bestämt område och en viss tid samt innehålla de särskilda villkor, som kan krävas från allmän synpunkt. Tillstånd behövs däremot i regel inte för bl. a. vetenskapliga undersökningar utförda av svenska institutioner. Sådana undersökningar skall dock anmälas till kommerskollegium innan de sätts igång. Kungl. Maj:t kan föreskriva att säkerhetszoner inrättas runt anläggningar för undersökning eller exploatering av havsbotten. Inom dessa zoner gäller i princip svensk lag.

Till skillnad från vad som gäller för kontinentalsockeln rädde till helt nyligen i stort sett ett rättsligt vakuum beträffande *havsbotten utanför sockeln*. Detta har sin förklaring i att den teknologiska utvecklingen först under de allra senaste åren börjat göra ekonomisk och militär verksamhet möjlig på de stora havsdjupen.

FN:s generalförsamling tillsatte 1967 på initiativ av Malta en ad hoc-kommitté för att studera frågan om att för uteslutande fredliga ändamål reservera havsbotten utanför kontinentalsockeln och om att utnyttja djuphavsbottens naturresurser i hela mänsklighetens intresse. Kommittén avslutade sitt arbete genom att avge en rapport till 1968 års generalförsamling som beslöt att tillsätta en ny, permanent kommitté – kommittén för fredligt utnyttjande av havsbotten utanför kuststaternas jurisdiktion (havsbottenkommittén). Man gav i en resolution kommittén i uppdrag att bl. a. överväga utarbetandet av rättsliga principer och normer, ägnade att främja internationellt samarbete vid utforskandet och utnyttjandet av havsbotten. När det visade sig att enighet i denna fråga inte kunde nås inom kommittén,

tillställde dess ordförande 1970 års generalförsamling en skrivelse, vid vilken fanns fogat ett förslag till principer. Förslaget antogs av generalförsamlingen med stor majoritet. De antagna principerna innehåller i huvudsak följande.

Havsbottnen och dess underlag liksom naturtillgångarna där utgör mänsklighetens gemensamma arvedel ("common heritage of mankind"). Ingen får tillägna sig havsbottnen, ej heller får någon del av den underkastas någon stats överhöghet.

Alla stater skall ha samma rätt att använda havsbottnen uteslutande för fredliga ändamål. Havsbottnen skall utforskas och dess naturtillgångar utvinnas till hela mänsklighetens välfärd, varvid särskild hänsyn skall tas till u-ländernas intressen och behov. Internationella överenskommelser skall snarast ingås i syfte att på ett effektivt sätt genomföra principen att havsbottnen uteslutande är avsedd för fredliga syften. De skall utgöra ett steg mot målet att undandra den från kapprustningen.

Deklarationens principer skall utgöra grundvalen för en internationell ordning, som skall gälla för havsbottnen och dess resurser. För att genomföra denna ordning skall ett internationellt administrativt organ ("international machinery") upprättas genom ett internationellt fördrag.

Det kan tilläggas att havsbottenkommitténs mandat väsentligt utvidgats genom beslut av 1970 års generalförsamling. Den har sålunda fått i uppdrag att verka som förberedande kommitté för den förestående havsrättskonferensen.

Maltas ursprungliga initiativ i FN:s generalförsamling 1967 syftade som nämnts också till att reservera havsbottnen för uteslutande fredliga ändamål. Även om en sådan begränsning av de framtida rustningsmöjligheterna diskuterats såväl av generalförsamlingen som inom havsbottenkommittén, har frågan om demilitarisering av havsbottnen hittills koncentrerats till de vid sidan av det egentliga FN-arbetet stående allmänna nedrustningsdiskussionerna i Genève, först inom 18-nationskommittén (ENDC) och fr. o. m.

1969 i nedrustningskonferensen (CCD) med deltagande av 26 stater. Konferensen överlämnade 1970 till FN:s generalförsamling ett förslag till fördrag om förbud mot placering av massförstörelsevapen (kärnvapen, biologiska och kemiska vapen) på havsbottnen. Förslaget antogs av generalförsamlingen. Eftersom fördraget, som har tillträtts av bl. a. Sverige, inte omfattar exempelvis de strategiskt så betydelsefulla kärnvapenbärande ubåtar och andra rörliga vapen eller konventionella installationer är det dock av begränsat faktiskt värde.

### *Förslag*

Som framgår av vad ovan sagts befinner sig havsrätten i ett omdaningskede. En internationell havsrättskonferens med en omfattande dagordning kommer att hållas inom de närmaste åren. Man har anledning anta att vi befinner oss i inledningen till ett skede, under vilket omfattande internationella regleringar kommer att vidtas beträffande såväl havet som havsbottnen. Dessa torde i stor utsträckning komma att bli avgörande för vilken rätt de olika staterna har till resurserna i dessa områden. Havsrättens framtida utformning kommer sålunda att få betydelse för vilka havsresurser Sverige kommer att kunna tillgodogöra sig.

*Enligt utredningens uppfattning bör den delegation för havsresurser som föreslås i kapitel 12 verksamt kunna bistå vid utformandet av de svenska ställningstaganden som kommer att erfordras i samband med den av Förenta Nationernas generalförsamling beslutade internationella havsrättskonferensen.*

### *Världshavens biologiska potential – en översikt*

Grunden för allt högre liv i haven är de fysiologiska processer som äger rum i växtplankton. Dessa planktonalger är encelliga och vanligen mikroskopiska. Genom att de innehåller klorofyll kan de genom fotosyntes binda och omvandla solenergi till kemisk energi. Det är denna kemiska energi som sedan utnyttjas av havens alla andra organismer när dessa äter växtplankton, eller äter organismer som i sin tur ätit växtplankton, osv.

För att växtplankton skall kunna leva och utvecklas i en vattenmassa krävs i första hand solljus och koldioxid – detta är de komponenter som tillsammans med vatten utnyttjas i fotosyntesen – men också s. k. närsalter, framför allt fosfater och nitrater. Även en del andra ämnen i mindre kvantiteter är väsentliga.

För ett djurliv i haven krävs bl. a. organisk substans som kan utnyttjas som föda, samt syre. Den organiska substans som kan komma ifråga består just av växtplankton – eller av djur som i sin tur ätit växtplankton osv. Syret utnyttjas för att bryta ner denna organiska substans varigenom en del av dess kemiska energi frigöres och kan utnyttjas i djurens livsprocesser. Detta förlopp är alltså, kan man säga, fotosyntesens omvändning.

Det väsentliga i det förda resonemanget är

att allt liv ytterst är beroende av – eller drivs av – solenergin. Men det är endast växter med klorofyll som har förmåga att direkt tillgodogöra sig solenergin – detta gäller både till lands och till havs. Alla andra organismer är därför på ett avgörande sätt beroende av växterna.

Med sin stora sammanlagda yta tar världshaven emot mycket mer solenergi än jordens landytor. Så till vida är betingelserna för produktion av organisk substans i haven goda. Ändå är stora delar av haven att betrakta som öknar i biologiskt avseende. Huvudskälet är att de nödvändiga närsalterna, t. ex. fosfater och nitrater, inte förekommer i tillräcklig mängd.

Närsalterna är främst koncentrerade i kustområdenas vatten till följd av tillförseln från angränsande landområden. Dessutom förekommer höga koncentrationer av närsalter i djuphavet, men eftersom solljuset inte når igenom dit kan där inte ske någon primärproduktion av organisk substans. På vissa håll i världshaven driver emellertid havsströmmar upp de näringsrika bottenvattnen till ytan och där uppstår då mycket gynnsamma betingelser för biologisk produktion. Resultatet är att huvuddelen av havets levande organismer finns i de kustnära områdena över kontinentalsocklarna och kontinentalbranterna samt på en del andra ställen där bottenvattnet drivs upp till ytan. Sammanlagt utgör dessa områden omkring en

tiondel av jordens totala havsytta. Denna begränsning, plus det faktum att produktionen per ytenhet i havens ekosystem för det mesta är lägre än i landytans ekosystem, gör att den samlade produktionen av organisk substans är lägre i haven än på land. Enligt relativt färsk beräkningar skulle den totala produktionen av organisk substans på jordens landtytor vara 25–50 procent högre än produktionen av organisk substans i haven. Som produktionsmått i dessa sammanhang användes ibland mängden kol som fixeras genom fotosyntes, eller ibland mängden solenergi som förbrukas vid fotosyntesen.

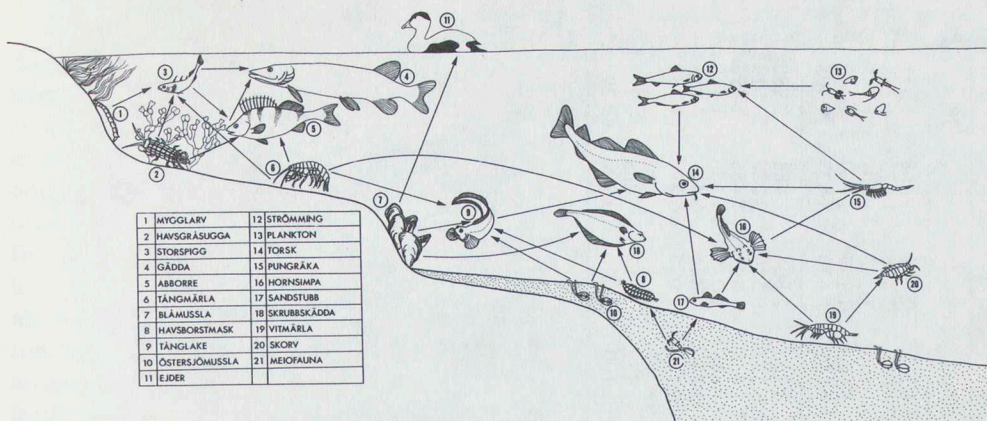
Men trots att havens produktion av biomassa är lägre än landytornas, så har man på många håll i världen mer och mer börjat intressera sig för den roll haven kan spela för jordens livsmedelsförsörjning. Havens produktion av biomassa är ju trots allt mycket stor och för närvarande också ofullständigt exploaterad. Fisk står idag för bara 3 procent av mänsklighetens totala direkta proteinkonsumtion. De vegetabiliska proteinerna överväger starkt, och bland de animala proteinleverantörerna är det andra djur än fisk som dominerar. Detta gäller trots att en del av animalieproteinproduktionen också är indirekt baserad på fiskproteiner, vilka används för uppfödning av t. ex. fjäderfä och svin. Konsumtionen av havsproteiner har under senare år också ökat snabbare än jordens befolkning, vilket man inte torde kunna säga om någon annan proteinkälla. (Bortsett från de allra senaste åren.) För att förbättra jordens proteinförsörjning och ge en bättre sammansatt och mer varierad kost finns det all anledning att noggrant inventera de möjligheter haven ger. Detta gäller även om också landytans proteinresurser idag bara är marginellt utnyttjade. Som exempel kan nämnas den stora reserven av bladprotein hos alla växter. Trots att det existerar 150 000 landväxtarter så kommer idag 90 procent av alla växtlivsmedel från endast 12 arter, vilka dessutom producerar förhållandevis lite protein och mycket stärkelse.

Basen för den biologiska produktionen i

haven är alltså växtplankton. Dessa organismer befinner sig i början av de s. k. näringskedjorna och konsumeras av växtätare – framför allt djurplankton – som i sin tur äts av köttätare. Näringskedjorna bildar tillsammans en komplicerad väv av producenter och konsumenter av föda av skilda ordningar. Hela den biologiska produktionen bildar ett sammanhängande dynamiskt system. Mot slutet av näringskedjorna finns bl. a. en del fiskar och valar samt sjöfågel. En stor del av havets liv befinner sig också under den zon i närheten av ytan som är upplyst av solljuset. När ytzonens organismer dör sjunker deras sönderfallsprodukter mot botten. Genom den på så sätt uppkomna näringstillförseln – ett ständigt pågående regn av organiskt material – möjliggörs liv även i djupare vatten dit solljuset icke når. Levande djur har fotograferats på större djup än 5 000 m. Men eftersom livet på djupare nivåer ytterst är beroende av de ytligare vattnens växtplankton, och eftersom dessa plankton väsentligen förekommer över kontinentalsocklarna, så är det ändå i anslutning till socklarna som havslivet – ljusberoende eller inte – är rikligast.

Ju närmare början av näringskedjorna ett led i dem ligger, desto större mängd levande biomassa innehåller ledet. Detta beror bl. a. på att mycket stora förluster uppstår varje gång organisk materia övergår från ett led till ett annat. Antag t. ex. att vi har en fiskart som lever på djurplankton. För att producera en viss viktsmängd av den fiskarten går det åt en mångdubbelt större mängd djurplankton. Förlusterna från ett led till det nästkommande i näringskedjorna kan ofta vara större än 90 procent. Om en näringskedja innehåller ett flertal steg är det alltså uppenbart att den samlade levande biomassan i de tidigare stegen måste vara drastiskt större än i de senare. För att producera ett ton torsk krävs, för att ta ett exempel, något mellan 100 och 1 000 ton växtplankton.

Men detta är inte det enda skälet till att den samlade mängden biomassa i de högre djurarterna är en mycket liten del av havens totala biomassa. Dessutom inträffar ju i varje



Figur 4.1 Typiska näringskedjor i en kustzon av norra Östersjön (teckning Fredrik Wulff).

led av näringskedjorna att ett stort antal individer lever och dör så att säga i onödan, dvs. utan att någonsin bli uppätta av något annat djur.

Näringskedjornas längd varierar från ekosystem till ekosystem. De längsta kedjorna förekommer i det öppna havet där antalet steg kan vara omkring fem. De kortare kedjorna finns i områden där näringsrikt bottenvatten tränger upp till ytan. Dessa korta näringskedjor är alltså en del av förklaringen till det mycket goda fiske som på flera håll i världen förekommer i sådana områden. Mellanlånga näringskedjor – omkring tre och ett halvt steg – brukar förekomma i kustvatten. Intressanta är bardvalarna, som utgör slutsteget i en mycket kort näringskedja. De livnar sig nästan uteslutande på ett litet kräftdjur, krillen, som i sin tur lever på växtplankton. Från encelliga organismer till jordens största djur är avståndet alltså bara två steg.

Den i detta sammanhang viktiga konsekvensen av det förda resonemanget är att det vid sidan om fisken, den havsprodukt som utnyttjas särklassigt mest, finns en mycket stor livsmedelsreserv i världshaven – både växter och djur. Just eftersom fisken kommer in på ett sent stadium i näringskedjorna utgör den blott en mycket liten bråkdel av havens samlade biomassa.

Hur mycket levande organismer som totalt finns i haven är okänt, men en del grova

skattningar förekommer. Man har beräknat att den årliga produktionen av växtplankton i världshaven är 130 miljarder ton (vätvikt). Den fisk människan årligen tar ur haven (omkring 50 miljarder ton) representerar alltså mindre än en halv promille av havens produktion av växtplankton.

### Fisket – den hittills viktigaste användningen av havens livsmedelstillgångar

#### Världsfisket – en översikt<sup>1</sup>

Fiskefångsterna ur haven har ökat snabbt ända fram till de senaste åren. Den hittills största världsfångsten togs 1970 och uppgick till 69,3 milj. ton. Fångstvärdet har beräknats till omkring 40 miljarder kronor. I siffran 69,3 milj ton ingår sötvattenfisk, som emellertid inte utgör mer än drygt 10 procent. Även musslor och kräftdjur – sammanlagt omkring 8 procent – ingår. Den alldeles övervägande delen av världens årsfångst utgörs alltså av den egentliga havsfisken. Efter ständiga ökning under en följd av år inträffade 1969 att världsfiskefångsten blev 2 procent lägre än föregående år. Ett brott i den uppåtgående trenden inregistrerades.

<sup>1</sup> Den följande framställningen är baserad på bl. a. Georg Borgström, *Revolution i världsfisket*, 1966, och Jørgen Møller Christensen, *Haven som näringskälla*, 1968.



Tabell 4.1 Världens fiskfångster i 1 000-tal ton enligt FAO:s statistik.

	1957	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Canada	997	1 007	1 054	934	1 019	1 123	1 197	1 211	1 262	1 346	1 295	1 498	1 408	1 377
Danmark	533	598	673	581	637	785	847	871	840	850	1 070	1 466	1 275	1 266
Indien	1 233	1 064	823	1 161	961	973	1 046	1 320	1 331	1 367	1 400	1 526	1 605	1 745
Indonesien	732	691	758	760	910	947	936	?	1 066	1 201	1 180	1 159	1 209	1 249
Japan	5 407	5 504	5 884	6 192	6 710	6 866	6 698	6 350	6 907	7 103	7 851	8 670	8 623	9 308
Kina (Fr)	3 120	4 060	5 020	5 800										
Norge	1 745	1 442	1 575	1 543	1 523	1 331	1 387	1 608	2 307	2 865	3 268	2 804	2 481	2 980
Peru	511	961	2 186	3 569	5 291	6 957	6 899	9 116	7 761	8 789	10 133	10 520	9 223	12 612
Spanien	777	844	859	969	988	1 107	1 125	1 203	1 341	1 363	1 435	1 503	1 486	1 496
Sydafrika	575	651	742	863	1 005	1 053	1 164	1 263	1 368	1 184	1 696	2 200	2 130	1 519
USA	2 759	2 703	2 890	2 814	2 931	2 972	2 777	2 647	2 724	2 542	2 430	2 441	2 495	2 714
USSR	2 531	2 621	2 756	3 051	3 250	3 616	3 977	4 475	5 099	5 348	5 777	6 082	6 498	7 252
Sverige	222	238	268	254	267	292	340	375	368	318	339	317	265	293
Världen	31 500	33 200	36 800	40 000	43 400	46 900	48 200	52 800	53 700	57 400	61 100	64 300	63 100	69 300

Ger denna nedgång i världsfisket en antydning om att havens fiskbestånd börjar bli alltför hårt ansträngda, eller har nedgången andra orsaker? Utan att direkt svara på frågan kan sägas att bedömningarna av hur omfattande exploatering fiskbestånden tål, utan att återväxten äventyras, varierar starkt. De finns, som hävdar att uttaget i framtiden inte kan bli mer än 100 milj. ton per år, medan andra menar att ett uttag på 500 milj. ton nog kan vara riskfritt. Vid dessa bedömningar har man förutsatt ett fiske som är inriktat mot nya fångstområden och mot en del ännu ej exploaterade arter. Däremot tycks man inte ha räknat med någon systematisk odling eller artificiell stimulans av tillväxten. I det senare fallet skulle uttaget eventuellt kunna ökas ytterligare.

Eftersom en total större världsfångst än den nuvarande tycks vara möjlig, är det sannolikt att den nämnda nedgången i världsfisket sammanhänger med en alltför hård beskattning av just de fiskbestånd, som för närvarande exploateras. Således föreligger det en internationell kris i sillfisket. Skilda arter av sillfamiljen, som står för mer än en tredjedel av det totala världsfisket, har stor reproduktionsförmåga och snabb tillväxt. Trots detta är emellertid flera av världens viktigaste bestånd hotade av, eller utsatta för, överfiskning. Detta gäller Perus anchoveta, den nordatlantiska sillen och nordsjösillen. Sillfiskekrisen berör även Sverige i högsta grad. Ser man i stället exploateringen av havens livsmedelstillgångar från geografisk synpunkt, så gäller att fiskevattnen på norra halvklotet på det hela taget blivit hårdare exploaterade än fiskevattnen på södra halvklotet (med undantag för Sydamerikas västkust). Mycket hårt exploaterat är t. ex. norra Stilla havet där japanska, ryska och amerikanska fiskare utsatt ett flertal fiskarter, även krabba, för mycket hårda beskattningar. Potentialen för ett utökad världsfiske finns därför huvudsakligen på södra halvklotet och i tropiska och subtropiska vatten.

Även om det råder skilda meningar om vilken kvantitet fisk som kan tas ur haven är det möjligt att ange en del förhållanden som

bestämmer denna kvantitet. En typ av modell för fiskens populationsdynamik beskrivs på s. 56 f. Här skall bara sägas att noggranna studier av vad som bestämmer olika fiskbestånds tillväxt är av största betydelse för att man skall kunna bedriva ett så stort fiske som möjligt utan att återväxten spolieras. Det är när man tar ut för mycket fisk, med på sikt minskade fångster som följd, som man talar om överfiskning.

Världens idag största fiskerikation är Peru. Från att i slutet av 1940-talet knappast ha haft något fiske alls, har landet genom en explosionsartad utveckling kommit att inta en klart markerad tätposition. Hela denna fantastiska utveckling – med säkerhet den snabbaste utvecklingen hos något fiske – är baserad på en enda fiskart, anchovetan. Denna ca decimeterlånga ansjovisart har på kort tid blivit den mest fiskade av alla världens fiskarter. Perus årliga anchovetafångst är för närvarande mer än 12 milj. ton, dvs. nära 20 procent av det totala världsfisket.

Produktionen går i sin helhet till fiskmjöl och fiskolja, som exporteras till en del av världens rika länder (USA, Europa, Japan) för bl. a. svin- och fjäderfäuppfödning. I spåren av anchovetafisket har en lång rad fiskmjölsindustrier, varv, säckfabriker, nätindustrier, m. m., vuxit upp. Hela denna företagsamhet bär i högsta grad en internationell prägel. Amerikanska, europeiska och japanska företag äger t. ex. ett flertal fiskmjölsfabriker. Fiskebåtarna däremot är väsentligen i peruansk ägo. Samtidigt som båtarna snabbt blivit allt fler har de genomgått en teknisk utveckling. Till en början byggdes de av inhemskt trä, därefter i större utsträckning av ek som importerades från USA, och ännu senare har också större stålbåtar blivit allt vanligare. Detta har lett till bättre ekonomi i fisket och större möjligheter att följa stimmen långt ut till havs när så erfordras. Båtarna är utrustade med den materiel som är karakteristisk för mycket av det moderna fisket med inriktning på massfiske, nämligen snörpvad och kraftblock.

Anchovetafisket är helt baserat på den

kalla Humboldtströmmen som från områdena i söder kring Antarktis för med sig stora mängder näringsrikt vatten. Detta vatten väller upp till ytan när de förhärskande sydostliga passadvindarna driver bort ytvattnet utanför Sydamerikas västkust. I de begränsade områden där Humboldtströmmens vatten når ytan råder en våldsamt planktonproduktion, som utgör grunden för de enorma anchovetabestånden. De korta näringskedjorna bidrar till den rikliga fiskproduktionen.

Periodvis ändrar Humboldtströmmen något sitt lopp varför de områden där anchovetan uppträder också flyttas. Ibland måste därför fisket bedrivas flera hundra sjömil utanför kusten, vilket ställer speciella krav på båtarna. Fiskeområdena kan också flyttas i nordsydlig riktning.

Det kan för övrigt nämnas att en annan av detta områdes välkända exportprodukter, guanon, också har den näringsrika Humboldtströmmen som förutsättning. Den fågelspillning, som guanon utgörs av, kommer från skarvar och pelikaner som fiskar anchovetan. Framför allt exporterades guano under s. k. guanoboomen i slutet av 1800-talet, då man på ett fåtal decennier lyckades sälja bort nästan all då tillgänglig guano.

Vad man naturligtvis frågar sig idag är om den hårda exploateringen av anchovetan innebär en liknande rovdrift. Hur länge kommer det att vara möjligt att fiska i nuvarande takt? Frågan är svår att definitivt besvara, även om allt klarare tecken på överfiskning börjar uppträda. Samtidigt kan emellertid sägas att en del av de fluktuationer i anchovetafisket som ägt rum under senare år helt enkelt har berott på att de områden där fisken uppträtt förflyttats ut till havs, varigenom fisket försvårats. Såväl fiskeindustrin som sjöfågeln har drabbats svårt av detta.

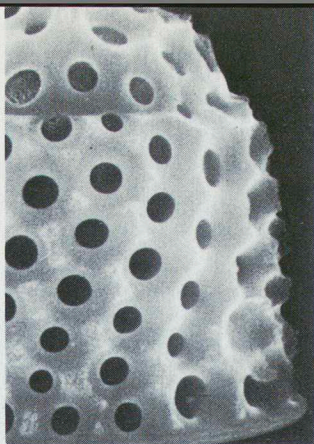
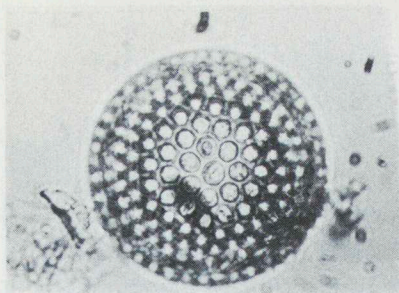
Efter Perus väldiga framgångar med anchovetafisket har även andra länder – framför allt Chile – naturligt nog försökt följa efter i samma spår. Stora investeringar i båtar, fiskmjölsfabriker, m. m. har gjorts i Chile där ett alltmer omfattande fiske växer

fram. Intressant är emellertid att detta fiske har en mindre ensidig inriktning på anchovetan än vad Perus fiske f. n. har.

Världens andra och tredje fiskerationer, Japan respektive Sovjetunionen, har en inriktning på sitt fiske som klart skiljer sig från Perus visserligen oerhört omfattande men samtidigt lokalt begränsade och hårt specialiserade fiske. Både det japanska och det ryska fisket har genomgått en explosionsartad utveckling under efterkrigstiden. Vad som karakteriserar de båda ländernas fiske är en tekniskt avancerad och globalt utbredd stor-drift som är inriktad mot ett mycket brett sortiment av havens produkter. Denna satsning på långdistansfiske – en av huvudtendenserna i det moderna fisket – har bl. a. kommit att innebära att de tidigare relativt oexploaterade tropiska och subtropiska vatten blivit alltmer utnyttjade.

Japan var under mellankrigstiden världens ledande fiskeration, men under kriget upphörde fisket nästan helt. Därefter har emellertid fisket utvecklats på nytt i en fantastisk takt. Till en början exploaterade japanerna sina gamla fiskeområden i Japanska havet men råkade i svårigheter p. g. a. tvister med grannländerna. Man sökte sig då allt längre bort, till Okhotska sjön, Berings hav och övriga delar av norra Stilla havet. Men även dessa vatten visade sig efter hand otillräckliga för den krävande japanska livsmedelsförsörjningen. I en stort upplagd och nationellt styrd plan riktade man sina ansträngningar mot övriga delar av Stilla havet, och mot än avlägsnare områden. Idag finns det knappast några fiskevatten i världen i vilka man inte ser japanska båtar. Parallellt med hela denna utveckling har emellertid vattnen i Japans omedelbara närhet spelat en icke obetydlig roll, även om både överfiskning och föroreningar efter hand skapar allt större svårigheter där.

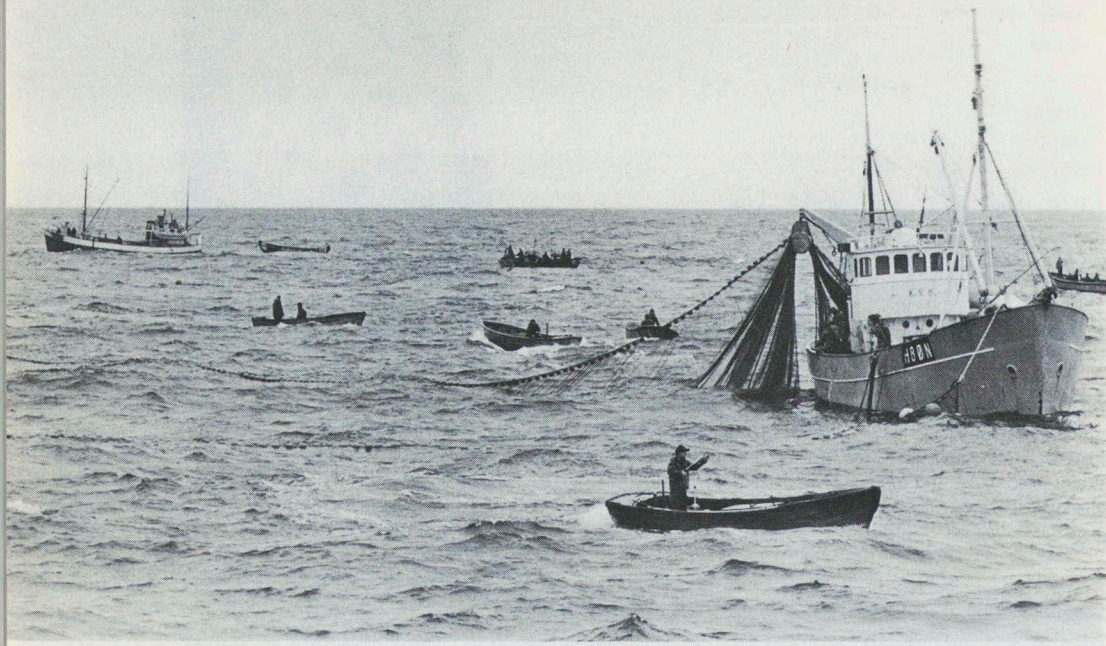
Till viss del har japanerna arbetat efter den av ryssarna givna modellen med stora moderfartyg – ofta också innehållande konserverfabriker – med tillhörande mindre fångstfartyg. En viktig skillnad är emellertid att medan ryssarna nästan uteslutande arbe-



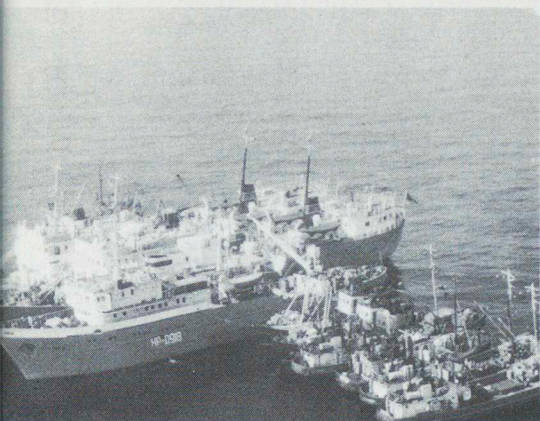
*Bild 1 och 2* Skal av marin kiselalg. Kiselalgerna, eller diatoméerna, är liksom en del andra mikroorganismer mycket betydelsefulla sedimentbildare i haven. Den mindre bilden visar algens kiselskal sett rakt uppifrån i ett vanligt ljusmikroskop i 1 500 ggr förstoring. I den större bilden är skalet sett från sidan i svepelektronmikroskop i 3 600 ggr förstoring. Bilderna visar den ofta eleganta formen och regelbundna skalstrukturen hos dessa alger. (Foto: Urve Miller, Sveriges geologiska undersökning.)



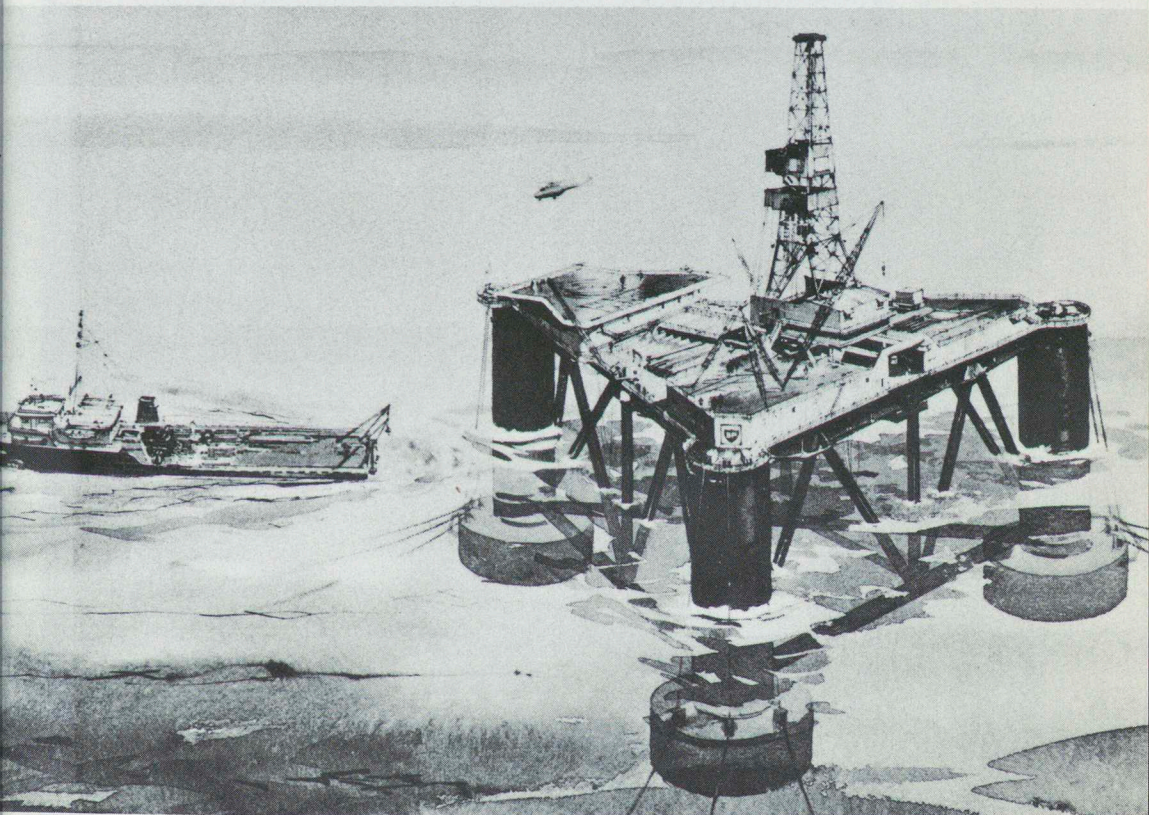
*Bild 3* Torskfiske i Bohuslän. Inriktning på konsumtionsfisk och ett omsorgsfullt hanterande av fångsten är för det svenska fisket typiska drag. (Foto: Tio Fotografer, Stockholm.)



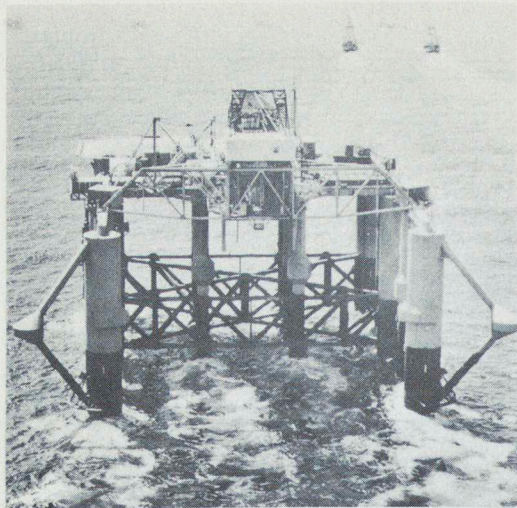
**Bild 4 och 5** Sillfiske med ringnot och kraftblock utanför Ålesund i Norge. Vid industrifiske som detta töms hela fångsten ner i lastrummet och sillen är ofta i mycket dålig kondition vid landningen. (Foto: Tio Fotografer, Stockholm.)



6 och 7 Det ryska östersjöfisket är betydande. På den ena bilden ses en uppankrad fiskeflottilj bestående av ett fisktransport- och moderfartyg, två fångstfartyg typ KASPI och åtta mindre trålare. På andra bilden ses ett fångstfartyg typ KASPI. Fartyget, som är byggt i Östtyskland 1970, är speciellt utrustat på skarpsillfiske med ljus och fiskpumpar. Fartygets längd är 66 m. (Foto: Försvarsstabem.)



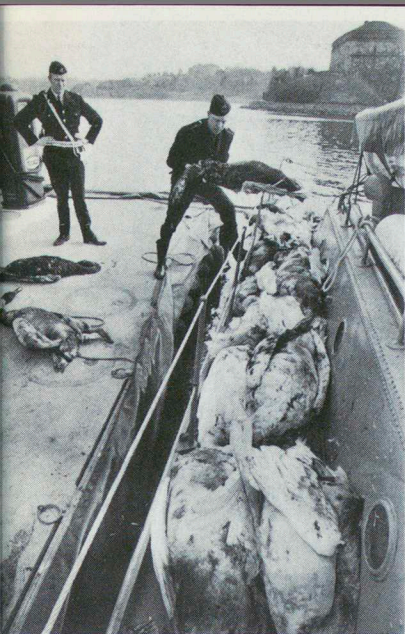
8 Borrplattformen SEDCO 135 har ett deplacement på 3 527 ton, den erfordrar en bogserbåt med 1000 hk och den förankras med 9 ankare à 15 ton. Förläggningsutrymme finns för 52 man och lasten (borrör) uppgår till 1 500 ton. Möjligt vattendjup är 200 m och borrhjup 8 200 m. På bilden ses en nyare version (SEDCO 135 K) som byggs i Texas för leverans till Nordsjön under senare delen av 1970-talet. (Bild: BP.)



*Bild 9* Oljeborrplattformarna används över hela världen och transporteras långa sträckor. 1966 bogserades plattformen Ocean Traveler av två holländska högsjöbogserare från Louisiana i USA till Stavanger i Norge. Den 5 000 sjömil långa sträckan avverkades på 52 dygn med en genomsnittsfart av 4 knop.

*Bild 10* Stora mängder s. k. smutslager kan bildas då närsalter släpps ut i vattnet, t. ex. genom kommunala utsläpp. (Foto: Tio Fotografer, Stockholm.)



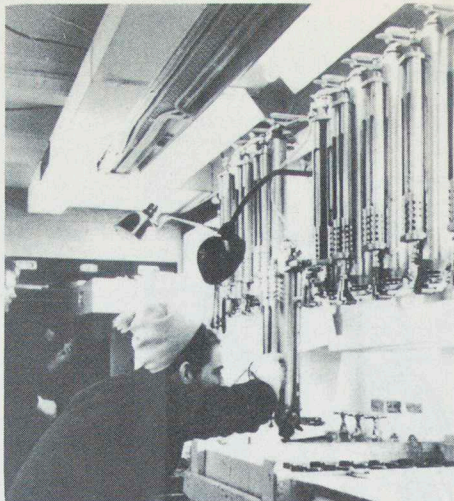
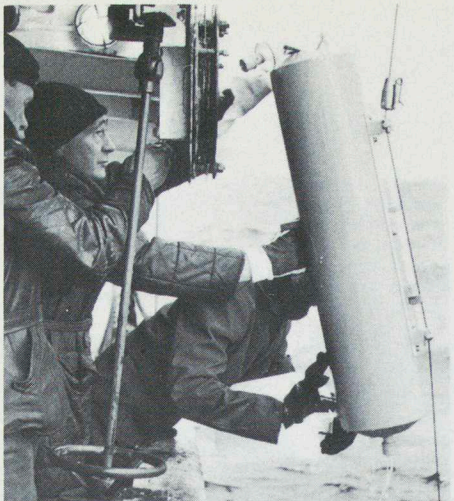


*Bild 11* Svanar som fallit offer för oljedöden. Bilden tagen i Vaxholm i samband med London-Harmony-olyckan 1969. (Foto: Pressens Bild, Stockholm.)



*Bild 12* Sandsugning i havsområdena kan medföra risk för erosionsfenomen av skilda slag. Flygfoto-  
 ret som är taget från 3 300 m höjd föreställer norra delen av Skanör-Falsterbo-näset. Vid pilen har under  
 de senaste åren intensiv sugning av framför allt glassand bedrivits. Prickarna utgör spår efter sugröret, 3 å 4  
 meters fördjupning har inträffat över ett område med ca 400 m längd och 100 å 150 m bredd. Den  
 markerade punkten är en baspunkt i det svenska baslinjenätet. Möjligheten finns att baspunkten genom  
 erosion förorsakad av sandsugningen försvinner under vattenytan. Inför den möjligheten har de  
 pågående företagen ålagt att bekosta kontrollmätningar i området. (Foto: Rikets allmänna kartverk.)

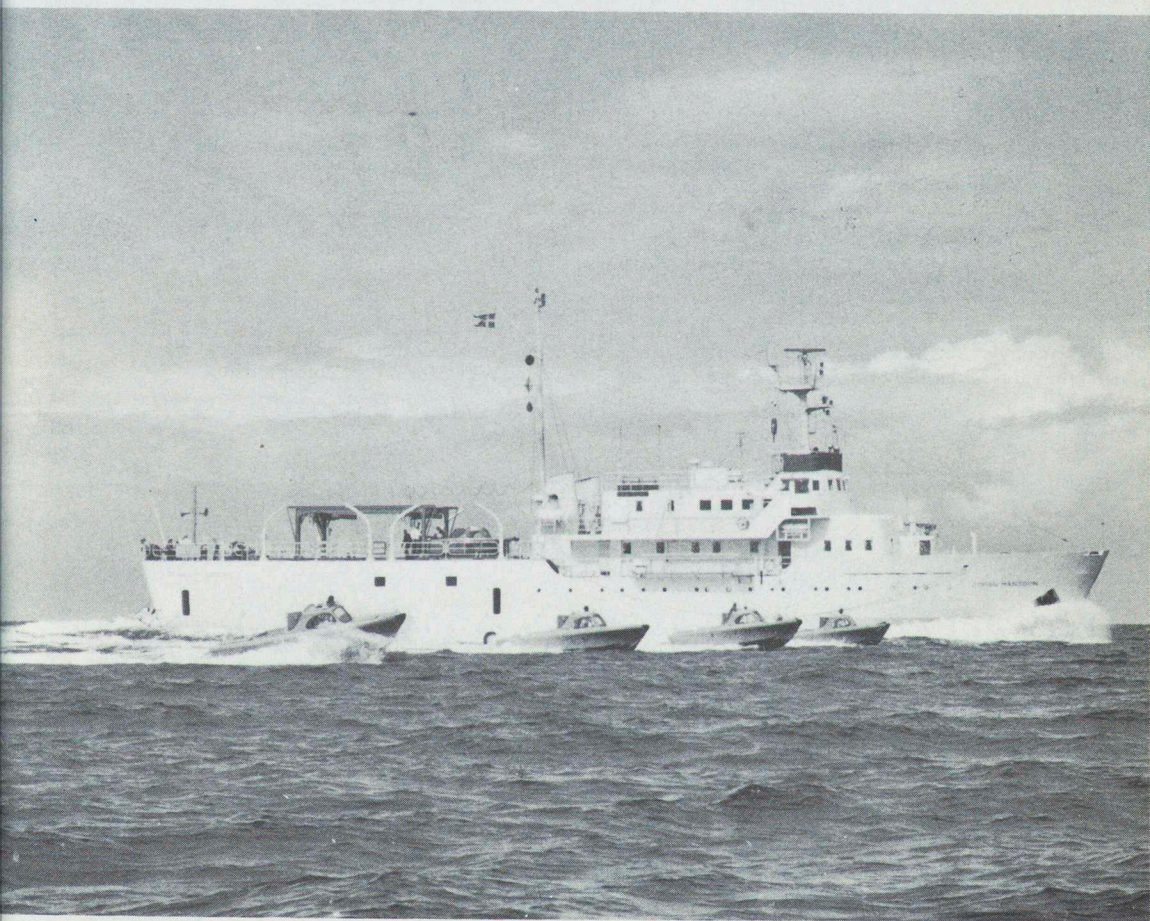




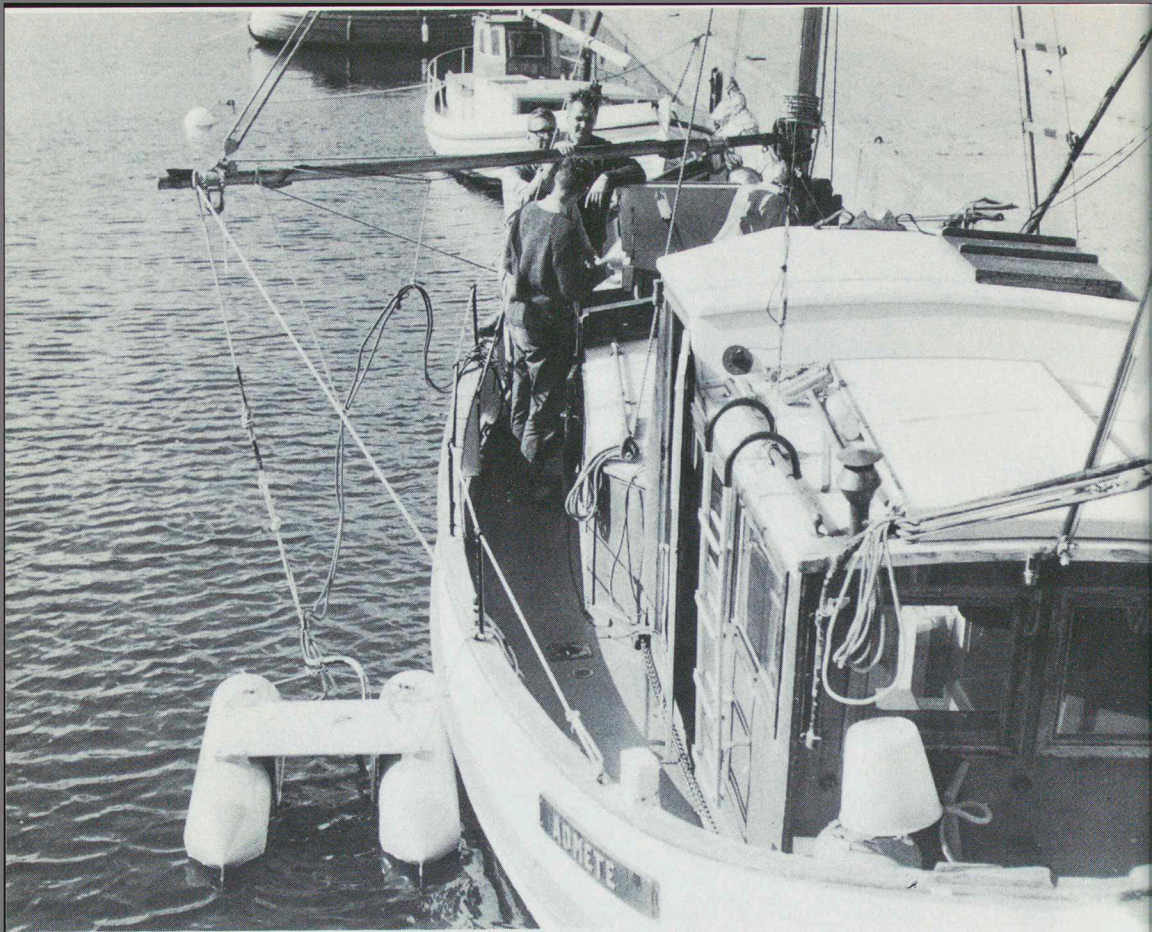
*Bild 13 och 14* Fiskeristyrelsen utför omfattande oceanografiska mätningar i de svenska havsområdena. Den ena bilden visar arbete med en 10 liters vattenhämtare ombord på forskningsfartyget "Skagerak". Vattenprover kan tas upp från olika djup. Den andra bilden visar analys av vattenprover i fartygets laborietrymmen. (Foto: Stig R Carlberg.)



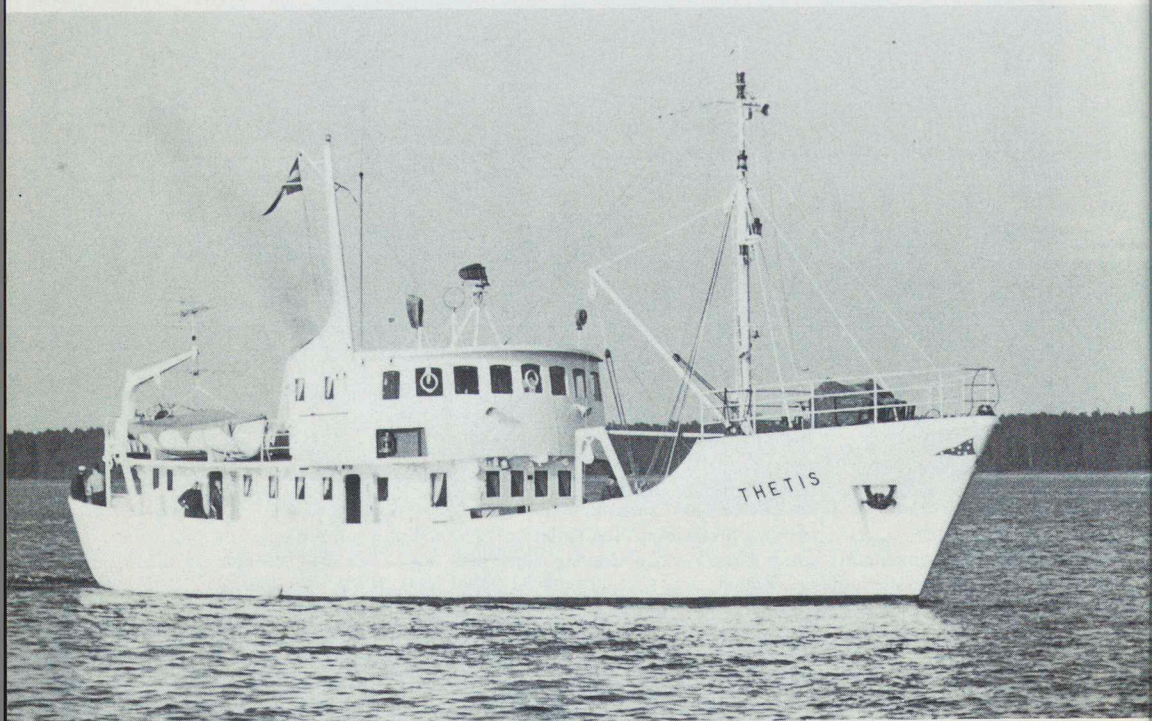
*Bild 15* Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) utför recipientundersökningar när industrier kustlokaliseras. Kartläggning av temperaturförhållandena i vattenområden där kylvattenutsläpp från kraftverk sker eller planeras är en sådan uppgift. Skärplanet på bilden dras i en kabel efter ett fartyg på önskat vattendjup. I kabeln finns temperaturregistrerande element (termistorer) som ger temperaturen på skilda djup mellan ytan och skärplanet. (Foto: Ulf Karström.)



16 Vid sjömätning utföres lägesbestämning med elektroniska eller optiska precisionsinstrument. För ölfaldiga sjömättningskapaciteten används små motorbåtar i samverkan med den kvalificerade ingsenheten – s. k. parallellodning. Bilden visar sjömättingsfartyget "Johan Månsson" med rbåtar vid utsjölodning.



*Bild 17* Geologiska institutionen vid Stockholms universitet är specialinriktad på bl. a. maringeologi. På bilden ses undersökningsfartyget Admete med en seismisk ljudsändare vid sidan. (Foto: Tom Flodén.)



*Bild 18* Fiskeristvrelsens forskningsfartyg "Thetis".

tat efter denna modell i sitt långdistansfiske, så har japanerna också runt hela världen byggt upp ett stort antal fiskebaser med tillhörande fabriker, m. m. Ofta har detta skett i direkt kompanjonskap med värdlandet. Det japanska fisket bedrivs väsentligen av stora privata företag, men ramarna för dessa företags verksamhet ges av den statliga fiskeripolitiken. Genom den fastställs fiskekvoter, godkänns investeringar, osv. På så sätt samordnas fiskeansträngningarna i enlighet med den uppjordade nationella planen.

Karakteristiskt för det japanska utnyttjandet av havens näringsmedel är förmågan och fantasin i tillvaratagandet och tillredandet av de mest skilda organismer. Inte bara fisk av alla de slag utan också alger och maneter utnyttjas, för att nämna två exempel. Men trots denna bredd i verksamheten är det intressant att konstatera att en av huvudtendenserna har varit inriktningen på oceanernas tonfisk. För japanerna utgör fisk, som blivit en oumbärlig del av folkhushållet, 64 procent av animalieproteinkonsumtionen.

Den ryska efterkrigsutvecklingen inom fisket kom igång något före den japanska. Denna ryska utveckling har medfört att havsfisket fått en allt större betydelse i jämförelse med det traditionellt viktiga ryska inlandsfisket. Vid sekelskiftet utgjorde t. ex. havsfisket bara en bråkdel av inlandsfisket. I våra dagar är situationen omvänd med ett havsfiske som är minst fem gånger så stort som inlandsfisket.

Det ryska havsfisket som länge bedrivits i bl. a. Östersjön har successivt sträckt sig till allt avlägsnare områden. En tyngdpunkt ligger vid de västra delarna av den ryska ishavs-kusten. I detta område där kontinentalsockeln är mycket bred ligger en av världens största fiskehamnar, Murmansk. Därifrån har det ryska fisket expanderat i olika riktningar, till Nordvästatlanten och efter hand även till andra delar av Atlanten; liksom från norra Stilla havet till allt större delar av världens havsområden även på den andra sidan klotet.

Av speciellt intresse för Sveriges del är det stora ryska Östersjöfisket. 1969 uppgick det

till i det närmaste 280 000 ton, medan Sverige inte tog ut mer än knappt 60 000 ton ur samma vatten. Till stor del utgjordes de ryska fångsterna av skarpsill, eller vassbuk som den också kallas. Skarpsillen i Östersjön har svenskarna knappast ägnat något intresse alls. Även Polen och Tyska demokratiska republiken fiskar i betydande utsträckning i Östersjön.

Skarpsillen är utmärkt god att äta färsk. Eftersom den är så liten — mindre än strömmingen — tar emellertid tillagningen lång tid. Som bekant förekommer skarpsillen också i burkinläggningar — t. ex. ansjovis och sardiner. Även som industrifisk är skarpsillen användbar, även om den användningen ibland försvåras av att det också går strömming i skarpsillsstimmen. Fångsterna får därigenom en ojämn storlekssammansättning och kan bli svåra att hantera i fiskmjölsfabrikerna.

Tabell 4.2 Fångster i Östersjön i 1 000 ton. (Uppgifter från Tyska demokratiska republiken har ej funnits att tillgå.)

	1968	1969
<i>Sovjetunionen</i>		
Sill/strömming	124,6	119,0
Torsk	43,6	41,6
Skarpsill	55,1	90,5
<b>Totalt</b>	<b>253,3</b>	<b>279,3</b>
<i>Polen</i>		
Sill/strömming	41,1	37,1
Torsk	63,2	60,8
Skarpsill	14,7	17,3
<b>Totalt</b>	<b>127,9</b>	<b>126,4</b>
<i>Sverige</i>		
Sill/strömming	53,2	36,3
Torsk	18,5	16,7
Skarpsill	0,1	0,1
<b>Totalt</b>	<b>84,6</b>	<b>58,9</b>

Bakom den storartade utvecklingen av det ryska fisket ligger, liksom i det japanska fallet, omfattande forskning inom olika vetenskaper med anknytning till havet. Ett pionjärbetonat tekniskt utvecklingsarbete, inriktat t. ex. på metoder för konservering till havs eller på fångstmetoder, har inte varit

mindre betydelsefullt. Moderfartygen i de ryska fiskeflottorna är i realiteten stora och högeffektiva konservfabriker. Stora delar av fångsterna fryses direkt och innan dödsstellet inträder hos fisken, vilket är väsentligt för det goda slutresultatet. De fiskefartyg som arbetar i anslutning till moderfartygen har också de en högst ansevärd storlek, även om de är mindre än moderfartygen. Här finns t. ex. stora moderna häcktrålare.

Ytterligare några av världens stora fiske-nationer bör nämnas. På fjärde plats i fångststatistiken kommer Norge som rekordåret 1967 tog upp sammanlagt 3,1 milj. ton. Flera år dessförinnan hade de norska totalfångsterna varit kraftigt stigande, och därefter började de kraftigt avta. Orsaken till uppgången före 1967 var införandet av det nya högeffektiva fiskeredskapet ringnot med hjälpmedlet kraftblock. Redskapen sattes in först på sill och därefter på makrill. Orsaken till nedgången efter 1967 var sillbrist till följd av överfiskning. Dessa förhållanden är av största intresse för Sveriges del eftersom våra väsentligaste fiskevattnen är desamma som dem normmännen utnyttjar. Under rekordåret 1967 tog normmännen ur Nordsjön och Skagerack 341 100 ton sill och 866 500 ton makrill. Normmännen har betydande fisken också i Norska havet och i Barents hav. På den senare platsen tas bl. a. stora mängder av lodda, som är en fiskart tillhörande laxfamiljen.

Först på femte plats i fiskeristatistiken kommer USA, som emellertid gör stora ansträngningar för att öka sin utvinning av livsmedel ur haven.

Det kinesiska fisket har hittills inte nämnts, vilket beror på svårigheter att få fram uppgifter och inte på att detta fiske är betydelselöst. Enligt vissa bedömningar kan det snarare vara så att Kina idag är världens största fiske-nation. Det förefaller i alla händelser klart att en mycket betydande upp-rustning och modernisering av det kinesiska fisket genomförts under senare år. Det är också klart att det kinesiska fisket har en mycket betydande omfattning — även om vi inte vet exakt hur stor den är.

Viktig är naturligtvis frågan om världsfiskets sammansättning med hänsyn till fiskarter. Om man från siffran för det totala världsfisket 1970 — dvs. 69,3 milj. ton — drar bort dels sötvattenfisket och dels kräftdjur, musslor, m. m., så finner man att fångsten av egentlig fisk ur haven uppgick till drygt 50 milj. ton. Bland havsfisken är sillfiskarna (sill, sardiner, ansjovis, anchoveta m. fl.), som lever i ytliga vatten, i särklass viktigast. Deras andel av världsfisket var 1970 inte mindre än 21 milj. ton. Den näst viktigaste fiskgruppen är torskfiskar (torsk, kolja, kummel, m. fl.) som lever nära botten. Fångstkvantiteten av dessa fiskar 1970 var 10 milj. ton, men deras antal är avtagande. Makrillfiskar, inklusive tonfisk, stod för 4,7 milj. ton.

Den i världshaven fångade fisken används i allt större utsträckning för djuruppfödning. Omkring hälften av världsfångsten omvandlas idag till fiskmjöl i detta syfte. Denna utveckling beklagas ofta av näringsfysiologer och andra. Skälet är att en mycket stor andel av fiskens proteininnehåll — kanske 90 procent även om meningarna är mycket delade på den punkten — försvinner i samband med omvandlingen till t. ex. svinkött eller broiler. Mekanismen är densamma som alltid vid övergången mellan två steg i en näringskedja. Det är klart att denna proteinförlust framstår som slöseri i den rådande globala födo-ämnescrisen. Långt bättre hade det varit om fisken direkt konsumerades av människor. Bland övriga trender beträffande fiskens omhändertagande kan nämnas att den andel som konserveras på burk är relativt konstant, medan den frysta fisken snabbt ökar och nu ligger på omkring 12 procent.

Den bild av de stora fiske-nationernas fångster som givits i detta avsnitt har utgått från fångsternas vikt. En något annorlunda bild av vilka nationer som är betydelsefulla skulle man antagligen få om man i stället såg till försäljningsvärdet. Sverige skulle t. ex. gynnas i en sådan jämförelse eftersom vi fiskar förhållandevis mycket konsumtions-fisk (fisk som direkt används som människoföda) medan många andra länder fiskar

förhållandevis mera av den billigare industrifisken (vilken efter fiskmjölstillverkning används för djuruppfödning).

#### Det svenska havsfisket

Det svenska fisket är med sin årsfångst på omkring 300 000 ton blygsamt i ett internationellt perspektiv. Av världens samlade fiske utgör denna fångst ungefär en halv procent. Fångstvärdet 1970 var 211 milj. kr, vilket är mindre än 0,2 procent av den svenska bruttonationalprodukten. Men även om det svenska fisket inte uppvisar några stora kvantitetssiffror, så är det i flera avseenden kvalitetsinriktat. Sillfisket är t. ex. i stor utsträckning inriktat på konsumtionsfisk i stället för på industrifisk. Och de svenska fiskarnas metoder att hantera fisken ombord är av hög internationell klass. Detta är av stor betydelse för den försålda slutprodukten kvaliteten.

På senare år har emellertid denna kvalitetsinriktning blivit mindre markerad i och med att andelen industrifisk i de svenska fångsterna ökat. (Se s. 69.)

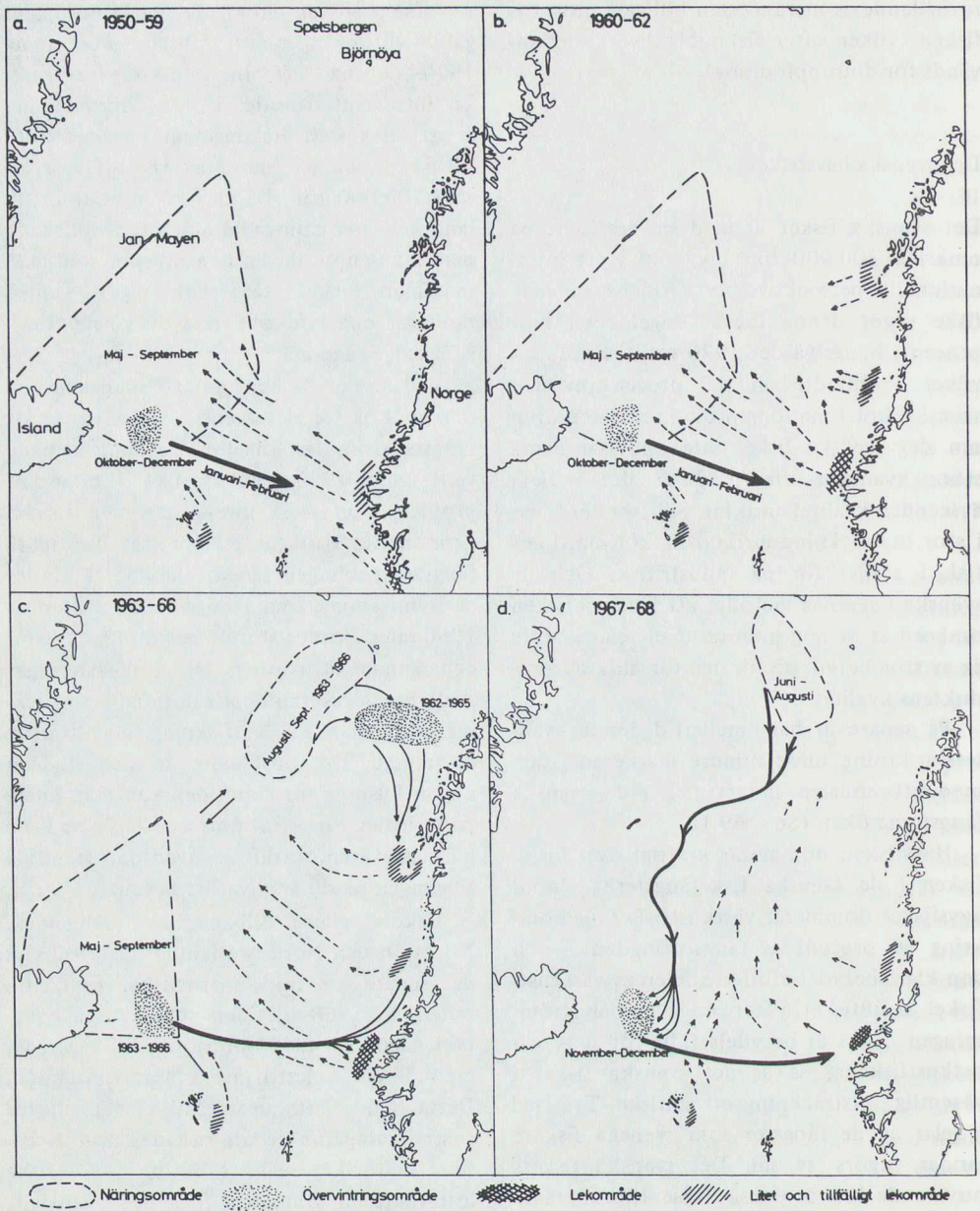
Havsfisken dominerar kraftigt över insjöfisken i de svenska fiskefångsterna. Inom havsfisket dominerar västkustfisket med omkring 80 procent av fångstmängden — och den klart betydelsefullaste delen av västkustfisket är sillfisket. Eftersom sillen och strömmingen också är betydelsefulla för syd- och ostkustfiskerna, så är det svenska fisket i väsentlig utsträckning ett sillfiske. Två tredjedelar av de fångster som svenska fiskare landar utgörs av sill. Det svenska fiskets nuvarande kris är också i väsentlig utsträckning en del i den internationella sillfiskekrisen.

Låt oss se lite mera i detalj på den svenska sillfiskestatistiken. Under 1950-talet låg fångsterna under en följd av år en bit under 100 000 ton om året. Därefter började fångsterna stiga tämligen kraftigt och 1964 noterades den största svenska sillfångsten under detta århundrade, 244 000 ton. Sedan har fångsterna successivt sjunkit och 1969

var fångstsiffran likvärdig med den som gällde vid ingången av 1960-talet. I början av 1970-talet har siffrorna sjunkit ytterligare. En intressant parentes i detta sammanhang är att den största årsfångsten under den stora sillfiskeperioden i slutet av 1800-talet översteg 200 000 ton. Då gick sillen ända in till land och med landvadar och sättgarn fiskade man alltså upp nästan lika mycket som man maximalt lyckats ta i våra dagar — med modernt och effektivt fiske över hela Nordsjön och Skagerack.

Vad är det då som gör att man kan tala om en kris för det svenska fisket trots att fångstsiffrorna är ungefär desamma som de varit under 1950-talet? Bortsett från en rad problem som mera direkt har med fiskets ekonomiska struktur att göra, så har också fångstutvecklingen skapat svårigheter. Under de gynnsamma åren i början och mitten av 1960-talet gjordes stora investeringar i båtar och annan utrustning. Dessa investeringar skall nu göras räntabla samtidigt som fiskmängden p. g. a. överfiskning är allvarligt decimerad. Det problemet är svåröst. Och någon ljusning för framtiden kan man knappast heller se — åtminstone inte vad de närmaste åren beträffar. Även den framtida tillgången på sill är allvarligt hotad.

Bakom sillens tillbakagång i Skagerack, Nordsjön och Nordostatlanten ligger till stor del senare års norska storfiske. Fram till början av 1960-talet tog norrmännen knappast någon sill alls i Nordsjön och Skagerack, men däremot desto mer i Nordostatlanten. Detta ledde till överfiskning där, varför ansträngningarna sedan riktades mot Nordsjön och Skagerack. I detta senare fiske inträffade en dramatisk förändring 1964 då norrmännen införde ringnoten och hävade upp nästan 200 000 ton sill. 1965 fortsatte den utvecklingen. Norge blev den största sillfiskationen i Nordsjön och tog in inte mindre än drygt 600 000 ton. Men därefter kom tillbakagången i snabb takt även för Norges del. Sillen började uppenbarligen ta slut. Den slutsatsen stöds även av noggrannare analyser. Tecknen på överfiskning är tydliga. Bl. a. har man funnit att genom-



Figur 4.2 För sillfisket och för den långsiktiga vården av fiskbestånden är det av stor betydelse att känna sillens vandringvägar. Figurerna visar vandringvägar för norsk vårsill 1950-1968. Figurerna a-b visar vandringen från övervintringsområdet öster om Island till lekområdet vid norska kusten i januari-februari och vandringen till näringsområdet nordost om Island. Under 1963-1966 uppdelades sillen i två bestånd med bl. a. olika lekområden, övervintringsområden och näringsområden (fig. c). 1967-1968 var sillen förenad i ett bestånd och vandrade enligt fig. d. (Efter Hans Ackefors, havsfiskelaboratoriet, 1970.)

snittsåldern hos sillen i de upptagna fångster-na sjunkit kraftigt.

En annan faktor bakom överfiskningen kan vara det danska fisket efter ungsill för fiskmjölstillverkning i sydöstra Nordsjön. Detta fiske är direkt inriktat på de upp-växande bestånden.

För att på sikt få balans i nordsjöområ-dets sillfiske är kraftiga fiskerestriktioner nödvändiga – det är biologerna i Nordsjöns olika fiskenationer överens om. Den totala normalfångsten av sill i nordsjöområdet bör kunna bli omkring 800 000 ton per år, vilket kan jämföras med fångstutvecklingen under senare år (se tabell 4.3).

Tabell 4.3 -Samtliga nationers sillfiske i Nordsjön och Skagerack.

År	Ton
1965	1 425 000
1966	1 040 000
1967	975 000
1968	998 000
1969	660 000
1970	618 000

För att återställa balansen i fisket – och alltså möjliggöra normalfångster på 800 000 ton – föreslog biologerna i ICES:s (se kapitel 9) arbetsgrupp 1969 att sillfångsterna under en följd av år skulle begränsas till 400 000 ton. De sillfiskeförbud som infördes 1971 och 1972 har emellertid en mycket mer begränsad effekt, varför ännu strängare restriktioner än 400 000 ton om året blir nödvändiga i framtiden. På basis av nya data har arbetsgruppen inom ICES senare före-slagit att man från och med 1972 och tre år framåt skulle fiska endast 300 000 ton sill om året. Mycket stränga restriktioner är alltså nu en absolut nödvändighet. Utan en internationell överenskommelse om sådana restriktioner kommer varken Sverige eller andra länder att ha någon framtid värd att tala om i nordsjöfisket.

Överfiskningen har lett till starkt minskade fångster för alla nationer som fiskar sill i Nordsjön. Men dessutom har fisket blivit

svårare genom att den nödvändiga arbetsin-satsen för att få upp en viss kvantitet fisk har ökat drastiskt i takt med överfiskningen. Detta är också en del av förklaringen till den försämrade ekonomin i det svenska fisket.

Utvecklingen av sillfisket har av allt att döma drabbat Sverige hårdare än andra sillfiskenationer som är beroende av Nord-sjön. Skälet är att Sverige traditionellt haft en inriktning på den större konsumtions-sillen. Och ett av symptomen på överfisk-ning är ju just att de yngre – och mindre – årgångarna av sillen får en större representa-tion i fångsterna. För det fiske som är inriktat på industrifisk betyder detta inte lika mycket.

Till den ogynnsamma bilden för Sveriges del bidrar också att vi nu blivit utestängda från områdena mellan 6 och 12 sjömil från norska kusten där vi fångade sill under 1960-talet.

Medan norrmännen under 1960-talet ut-rustade flera hundra båtar med ringnot och kraftblock, så fortsatte de svenska fiskarna hela tiden att fiska med det redskap som man regelmässigt använt sedan början av 1950-talet, parflytträlen. (Endast fyra svenska båtar har utrustats med ringnot.) Efter hand som överfiskningen blev påtaglig i slutet av 1960-talet och sillen ej längre uppträdde i lika kompakta stim, förlorade ringnoten sin överlägsna effektivitet. Med nuvarande struktur hos fiskbestånden är i själva verket parflytträlen effektivare.

Även andra svenska fisken än sillfisket har konfronterats med stora problem under se-nare år. Räkfisket, som under början av 1960-talet var Sveriges näst största fiske med hänsyn till fångstens värde, rasade t. ex. senare under decenniet ner till mindre än hälften av tidigare omfattning. Orsakerna till denna nedgång är inte helt utredda, men man tror att den kan ha haft ett samband med ändrade temperaturförhållanden i de djupare delarna av Skagerack. Dessutom kan det ha varit fråga om överfiskning. I alla händelser har en viss återhämtning skett under de allra senaste åren.

Den svenska internationella handeln med



fisk uppvisar – om man ser till vikten – ett exportöverskott. Om man däremot tar hänsyn till fiskens värde råder ett importöverskott. Dessa tendenser har dessutom förstärkts under senare år. Några aktuella siffror är följande. Det viktmissiga exportöverskottet som i slutet av 1950-talet var 5 000 ton hade 1968 stigit till 114 000 ton. Utrikeshandelns värde hade i slutet av 1950-talet ett importöverskott på 32 milj. kr, mot 155 milj. kr 1968. Den ökade importen gäller främst dyrare produkter som beredda varor, skaldjur, m. m. Det förekommer också en ibland ganska långväga import till svensk konservindustri. Den väsentliga orsaken är behovet av kontinuerlig råvarutillförsel. Den svenska fiskexporten gäller billigare produkter som sill och industrifisk, till stor del direktlandningar i Danmark.

Vid sidan om det traditionella svenska fisket bedriver numera även Astra (egentligen ett konsortium bestående av ett dotterföretag till Astra och ett norskt rederi) ett omfattande industrifiske i Atlanten utanför Nordvästafrika. Med hjälp av ett tiotal norska ringnotsbåtar tar man där upp 150 000 ton fisk om året. Fisken behandlas på en fiskmjölsfabrik som installerats i ett medföljande före detta valkokeri. Detta fiske är som synes av en betydande omfattning – viktmissigt utgör det ungefär hälften av det totala svenska fisket i övrigt.

Ännu så länge används Astras fiskmjöl väsentligen som djurfoder, men en mindre del av det förädlas till s. k. fiskprotein-koncentrat (FPC). FPC skiljer sig från fiskmjölet genom att fettet är borttaget – produkten blir därigenom hållbar – och icke önskvärda lukt- och smakämnen är också borttagna. FPC kan därför användas som människoföda, t. ex. genom att man blandar in det i soppor, bröd, pastor, osv. En brödskiva som är bakad av mjöl med en tillsats av 10 procent FPC får ett proteinvärde motsvarande en köttbit av brödskivans storlek. FPC ger alltså en möjlighet att utan proteinförluster utnyttja industrifisk direkt som människoföda. Astras utveckling av FPC har skett i samarbete med Alfa-Laval.

Astra säger sig syfta till att alltmer tillverka FPC för människoföda i stället för fiskmjöl för djuruppfödning. Svårigheterna i det sammanhanget är påtagliga, men i den mån man lyckas är det av utomordentligt stor betydelse (se s. 67). Astra förhandlar med Chiles regering om anläggande av FPC-fabriker där. En ytterligare diskussion av det svenska fisket, bl. a. från ekonomiska utgångspunkter, följer i detta kapitelns förslagsdel.

### *Valfångst*

De mest ohyggliga exemplen på överexploatering av havsdjur ger valfångeriets historia. I två omgångar med kort tidsmellanrum har likartade utrotningsprocesser genomförts. Den ena ägde rum under segelfartygens tid på 1700- och 1800-talen och kanske en bit in på 1900-talet. Den andra under tiden efter andra världskriget. Sammanlagt har detta lett till det nästan totala utrotandet av fyra stora valar: grönlandsvalen, nordkaparen, blåvalen och knölvalen. Dessa arters fortsatta existens är osäker även om jakten helt skulle upphöra. De båda första arterna är möjligen redan helt utrotade.

Under den tid då fångstfartygen ännu inte blivit motoriserade och harpuncanonen inte var uppfunnen var det endast vissa valarter som lät sig jagas. Eftersom de egentliga fångstbåtarna var roddbåtar från vilka harpuncen kastades i valen, så kunde man endast ge sig på valar som simmade relativt långsamt. Ett annat krav var att valen skulle flyta i dött tillstånd. De valar som med hänsyn till dessa restriktioner kunde jagas var de stora bardvalarna grönlandsval (på norra halvklotet) och nordkapare, samt dessutom den mindre bardvalen gråval och slutligen kaskelotten, som är en tandval.

Grönlandsvalen och nordkaparen decimerades redan under denna valfångstepok så kraftigt att det är oklart om det finns några exemplar kvar i våra dagar. Observationerna är mycket sällsynta. 1963 observerades t. ex. i närheten av Novaja Zemlja något som

möjligan var en nordkapare. Under 1960 dödades tre exemplar i antarktiska vatten. Men även om enstaka exemplar av dessa djur återstår är det långt ifrån säkert att dessa är tillräckligt många för att arten i längden skall kunna överleva.

Även gråvalen, som är mindre, decimerades kraftigt under denna tidigare valfångst-epok, men har sedan till viss del återhämtat sig. Kaskelotten slutligen blev aldrig hårt åtgången under detta skede i valfångeriets historia, men är desto mera hotad i vår tid. Den andra stora utrotningen av valar har väsentligen genomförts under tiden efter andra världskriget. Harpuncanoner och motordrivna fångstfartyg hade då funnits sedan länge, och en omfattande valfångst utvecklades framför allt vid Antarktis. Den stora krisen i denna fångst inträffade i början och mitten av 1960-talet. Fångsterna avtog mycket snabbt i storlek, och de fångade valarna blev allt mindre. Knölvalen (en bardval) utrotades nästan helt på kort tid liksom blåvalen. Båda arternas existens är nu i uppenbar fara – även om jakten på dem skulle upphöra helt.

När blåvalen blev allt fåtaligare sattes fångstansträngningarna i stället in först på sillvalen och därefter på sejvalen. Även dessa båda arter – bardvalar liksom blåvalen – är nu hotade, även om hotet inte är omedelbart. Vad man nu framför allt fångar förutom sillval och sejval är ett antal mindre bardvalar samt kaskelotten. Denna senare är i själva verket den betydelsefullaste enskilda arten i valfångsten just nu. Framtidsutsikterna är därför osäkra även för denna art. En följd av den bedrivna rovdriften är att valfångsten i Antarktis – tidigare av särklassig betydelse – har upphört att dominera fångststatistiken.

Valfångsten har ett starkare behov än kanske någon annan jakt till havs av internationellt överenskomna fångstkvoter. Vissa överenskommelser har träffats – så t. ex. är jakten på blåval och knölval förbjuden över nästan hela världen – men överenskommelserna har varit ineffektiva. De kan ha varit för begränsade, kommit för sent, eller helt

enkelt inte blivit efterlevda. Både Sovjetunionen och Japan, som tillsammans står för 85 procent av världens valfångst, har varit obenägra att ålägga sig några påtagligare restriktioner. Även andra nationer deltar i den hårda beskattningen.

Världens totala valfångst uppgick vid övergången från 1950- till 1960-talet – den tid då jakten var mest omfattande och mångdubbelt större än idag – till ungefär 2 milj. ton per år. Valfångsten utgör alltså blott en bråkdel av världsfisket.

### *Möjligheterna att öka utvinningen av livsmedel ur haven*

#### Fångst i naturliga ekosystem

Havens biologiska produktion är enorm – men ändå är det bara en mycket liten del av den producerade biomassan som vi idag utvinner för livsmedelsbruk. Kan haven i detta avseende utnyttjas bättre? Åtminstone i teorin finns ett flertal möjligheter som är väl värda att diskutera. Beskattningen av nya arter – och då avses inte bara fisk utan även mindre djur och växter – samt fiske i nya, hittills oexploaterade vatten kan eventuellt ge goda resultat. Förbättrad fiskeriteknik – både när det gäller uppsökande och infångande av fisken – är en annan möjlighet. Att med olika medel direkt påverka och styra fiskproduktionen i havet eller i inhägnader, dvs. fiskodling, är ytterligare ett alternativ. Med säkerhet kommer alla dessa metoder att utnyttjas i framtiden, även om det är svårt att säga i vilken omfattning. I detta avsnitt diskuteras möjligheterna att hårdare beskatta naturliga ekosystem, och i det följande avsnittet behandlas odling av marina organismer i s. k. akvakulturer.

En möjlighet att öka havens bidrag till livsmedelsförsörjningen är att fiska intensivare. Detta tycks emellertid, som vi tidigare sett, inte kunna ge en fångst som är mer än högst några gånger större än den nuvarande världsfångsten. För andra havsprodukter än fisk är emellertid möjligheterna – åtminstone

ne i teorin – mycket större. Frågan är om dessa möjligheter på ett ekonomiskt sätt kan utnyttjas i praktiken.

Dessa stora möjligheter sammanhänger med det redan påtalade förhållandet att fisken befinner sig i slutet eller mitten av de näringskedjor som i andra änden börjar med växtplankton. Fisken utgör därför bara en mycket liten bråkdel av havens totala biomassa. Den helt dominerande kvantiteten biomassa befinner sig vid näringskedjornas början. Det är den biomassan som eventuellt skulle kunna utnyttjas.

Den väsentliga svårigheten vid en sådan exploatering är att ju närmare näringskedjornas början en viss kvantitet biomassa befinner sig, desto mer finfördelad brukar den också vara. (Större djur äter ju i allmänhet mindre djur och växter.) Och den mer finfördelade och utspridda biomassan är fångstmässigt mycket svårare att komma åt. Om man t. ex. ville skörda encelliga växtplankton måste ju enorma vattenmassor silas med finmaskiga redskap.

Är det under sådana förhållanden bäst för människan att själv fånga den finfördelade biomassan, eller skall man i stället låta de större fiskarna tillvarata småorganismerna för att därefter fånga dessa fiskar? I det senare fallet får vi mycket arbete utfört gratis, men förlorar i gengäld stora mängder biomassa. Hur det optimeringsproblemet lösning ser ut beror i hög grad på vilka fångstmetoder för småorganismer som kan utvecklas. Men bortsett från dessa fångstmetoder finns också andra problem förknippade med en exploatering av havets mindre organismer vid näringspyramidens bas. Eventuellt kan dessa småorganismer innehålla giftiga ämnen, eller i varje fall vara tämligen opålitliga.

Detta plus de matsmältningsbesvär som en del av organismerna kan föranleda gör att beredningstekniken blir av fundamental betydelse. Uppenbara ekologiska risker är dessutom förknippade med en systematisk beskattning av dessa småorganismer. Ingreppet kan ju – om det är dåligt planerat – få mycket stora konsekvenser för andra orga-

nismer närmare pyramidens topp.

Det antagligen mest diskuterade exemplet på en icke konventionell djurart som borde kunna exploateras är den s. k. krillen i de antarktiska vattnen. Krillen är en liten lysräka – några cm lång – som utgör huvudföda åt bardvalarna. Framför allt har ryssarna intresserat sig för krillen. 1967 igångsattes arbeten på det ryska undersökningsfartyget "Akademik Knipovich" för att utvärdera möjligheterna att tillvarata krillen. Fartyget är försett med laboratorier och fabriksanläggningar. Rapporterna från projektet förefaller hittills gynnsamma. Ett av problemen är att upptäcka krillen när den uppträder så koncentrerat att det är lönsamt att ta upp den. Det sägs emellertid vara möjligt att nattetid direkt observera krillen p. g. a. det ljus den ger ifrån sig. Fångster på upp till 7 ton i timmen har rapporterats. Andra problem gäller beredningen – t. ex. att bli av med skalen och få krillen att hålla sig under de långa transportererna. Omvandling av köttet till mjöl och pastor – enligt uppgift välsmakande – har försökts. Årsfångster på 100 milj. ton krill vid Antarktis är enligt vissa beräkningar möjliga – så man förstår att det satsas på utvecklingen av detta fiske. En sådan fångst skulle ju vara större än det nuvarande samlade världsfisket.

Vare sig man intresserar sig för fisk eller andra vattendjur är det väsentligt att beskattningen ej blir så hård att återväxten drabbas. Vi har tidigare sett att det råder skilda meningar om den exakta storleken av den mängd fisk man kan ta ur haven med bibehållen återväxt. Men även om dessa bedömningar varierar är det lätt att ange en del förhållanden som bestämmer kvantiteten.

Vi tar som exempel en viss fiskpopulation, dvs. en bestämd fiskart inom ett avgränsat geografiskt område. Om födelse- talet överskrider dödstalet så ökar populationens storlek. När populationen ökar kan det emellertid hända att dödstalet närmar sig födelse- talet. Om detta sker därefter att de båda talen blir lika stora när populationen en maximal storlek, som ej överskrides.

Om populationen ej har denna maximala storlek finns alltså en viss skillnad mellan det större födelsetalet och det mindre dödstalet. Om man fiskar en kvantitet motsvarande denna skillnad förblir populationens storlek konstant. Ett jämviktstillstånd inträder. Mot varje värde på populationens storlek svarar alltså en viss fångstkvantitet som man kan ta ut, utan att ändra populationens storlek. Denna kvantitet betecknas den uttagbara mängden.

Vid maximal storlek hos fiskpopulationen är alltså, inom ramen för de antaganden som här gjorts, denna uttagbara mängd noll. Minskas populationen något så ökar den uttagbara mängden. Å andra sidan är det klart att för en mycket liten population måste också den uttagbara mängden bli mycket liten. Det finns alltså ett mellanliggande värde på fiskpopulationen, kanske någonstans mellan 1/3 och 2/3 av maximivärdet, vid vilket den uttagbara mängden har ett maximivärde. Detta värde anger den maximala årliga fångsten med bibehållen biologisk jämvikt. Tar man ut mera så minskar populationen — efter hand allt snabbare — eftersom den uttagbara mängden minskar med minskande population. Detta är mekanismen bakom överfiskning.

Det finns mycket att tillägga om denna modell, som är en grov förenkling även om den också innehåller en väsentlig del av sanningen för vissa fiskpopulationer. I verkligheten är det ett mycket stort antal faktorer som i ett komplicerat samspel bestämmer storleken av en population. Mycket viktiga är t. ex. betingelserna för äggens och larvernas fortlevnad och utveckling. Viktigt är också att en fiskpopulation kan drabbas indirekt genom att man fångar dess naturliga föda. Den starkt expanderande fångsten av kungsfisk i Atlanten kan komma att drabba torskfisket, eftersom den fullvuxna torsken ofta äter kungsfisk. Att tobisen alltmer utnyttjas som industrifisk kan på samma sätt drabba torsken och makrillen som livnär sig bl. a. på tobis.

Det är naturligtvis väsentligt att så noggrant som möjligt försöka bestämma den

maximala uttagbara mängden för en fiskpopulation. Emellertid kan marginalkostnaderna för fiskeansträngningarna vara sådana att det från ekonomisk synpunkt är gynnsammare att ta ut mindre än den maximala uttagbara mängden. Om överfiskning inträffar så blir resultatet inte bara att fiskpopulationerna efter hand minskar utan också, vilket är viktigt, att de nödvändiga insatserna i kapital och arbete för att få ut en given mängd fisk snabbt ökar.

Möjliga korrigeringar mot överfiskning är t. ex. mindre insatser av fisketonnage, eller utnyttjande av lämpliga redskap med t. ex. större maskstorlek. I det senare fallet kan man undgå att fånga de uppväxande och mindre fiskarna i ett bestånd. I vissa fall finns det mycket stora ekonomiska vinster att göra på detta slags ingripanden mot överfiskning. Restriktionerna måste emellertid samordnas internationellt, vilket i viss omfattning skett men i andra fall stött på oöverkomliga svårigheter. Ett annat problem vid reglering av fångsterna är att ägarna av det kapital som ligger bundet i fiskeflottorna och annan utrustning naturligt nog söker göra detta räntabelt.

Men samtidigt som vissa bestånd drabbats av överfiskning finns det säkert också bestånd som fram till nu är oexploaterade. Att vissa bestånd upptäckts — eller åtminstone börjat bli utnyttjade — först under senare år illustreras ju välutgående av t. ex. anchovetan, eller av skarpsillen i Östersjön för att ta ett oss näraliggande exempel. Japaner och ryssar har också under efterkrigstiden systematiskt och framgångsrikt sökt efter nya fiskbestånd över hela jordklotet. På goda grunder kan man anta att det finns ytterligare bestånd som på samma sätt fortfarande väntar på att bli exploaterade. Engelmännerna har t. ex. intresserat sig för kummel utanför Sydafrikas västkust, det finns stora mängder ansjovis utanför Kalifornien, kungsfisk i Alaskabukten, tonfisk i Atlanten, och diverse botenfiskar i Berings hav, för att nämna några exempel. Ännu viktigare är säkerligen de stora fiskmängder, både torsk- och sillarter, som finns på den breda kontinentalsockeln

utanför Argentinas kust. Möjligen är detta jordens på sikt rikaste fiskevatten. Även i flera andra fall ligger nya fiskemöjligheter i nära anslutning till de proteinfattiga u-länderna. Indiska oceanen är mycket ofullständigt exploaterad. I vattnen utanför Sydarabien finns t. ex. stora tillgångar av tonfisk, räkor, hummer och sardiner. Ett problem är emellertid svårigheten för u-länderna själva att utnyttja dessa tillgångar då de inte behärskar den nödvändiga tekniken och inte kan göra de nödvändiga investeringarna. Följden har många gånger blivit att de rikare länderna fiskar för eget behov vid de fattiga ländernas kuster.

Vid exploateringen av alla dessa fiskbestånd är det av grundläggande betydelse att förstå fiskens populationsdynamik för att bestämma hur stora fångster som maximalt kan tas ut utan risk för överfiskning. Ett fiske som skall vara effektivt i det avseendet kräver grundläggande kvalitativa och kvantitativa studier av havens ekosystem, samt en utförlig och kontinuerlig fiskeristatistik. Det kan i det sammanhanget f. ö. nämnas att en allvarlig brist i det svenska fisket är att någon ändamålsenlig fångststatistik knappast förekommer.

Vid sidan om dessa grundläggande populationsdynamiska frågor spelar även fiskeritekniken en stor roll för världsfiskets framtida utveckling. När man väl bestämt hur stor fångst som kan tas ut på ett visst ställe är det ju angeläget att göra detta så effektivt som möjligt – dvs. med minsta möjliga insats av kapital och fiskemanskap. En förbättrad fiskeriteknik ger också bättre arbetsförhållanden för fiskarna. Dessutom är en utveckling av fångsttekniken för havens småorganismer, av skäl som tidigare redovisats, av största intresse.

Fiskeritekniken utvecklas efter många linjer och utvecklingen gäller såväl själva fångstmetoderna som olika metoder att söka upp fisken. Av avgörande betydelse har också fartutvecklingen och framtagandet av nya konserveringsmetoder som i stor skala kan användas till havs varit.

En av de väsentligaste händelserna på

redskapssidan under senare år har varit utvecklingen av ringnoten. Denna kan beskrivas som en jättelik snörpvad med en längd på 600 meter och ett djup på 150–200 meter. Noten sätts ut runt ett observerat stim och dras därefter samman i botten samtidigt som den halas in med hjälp av hydrauliska block – också det en utveckling mot ett effektivt fiske. För att ta ombord fångsten från noten finns flera möjligheter, t. ex. att pumpa upp fisken med slangar som sticks ner i vattnet.

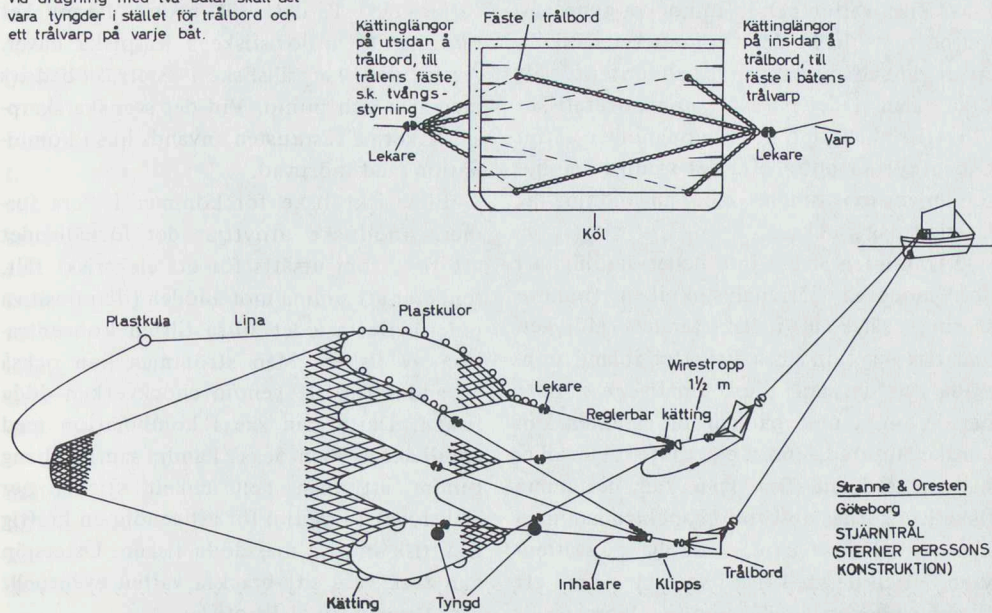
Ringnoten används för fångst av pelagisk fisk, dvs. stimfisk som rör sig fritt i vattenmassan. Ett annat effektivt redskap för pelagisk fisk är flyttrålen, som förbättrats avsevärt under senare år. Parflyttrålen dras mellan två båtar som genom att anpassa hastigheten och avståndet mellan sig kan reglera trålens djup. I vissa sammanhang har det emellertid varit en nackdel att flyttrålar varit beroende av två båtar. Mycket arbete har därför lagts ner på konstruktion av enbåtsflyttrålar, och en del typer har nått en mera allmän uppskattning utomlands. Även Sverige har bidragit med flera konstruktioner av enbåtsflyttrålar för mindre båtar. En svårighet med alla flyttrålar har varit att veta att de verkligen rör sig på önskat djup. Det problemet har man emellertid lyckats lösa med hjälp av den s. k. nätsonden, vilken är ett specialiserat ekolod som visar redskapets djup under vattenytan och över botten. Nätsonden ger också upplysningar om trålens öppning i vertikallängd och visar t. o. m. hur fisken går in i trålen. Flyttrålar har nu blivit allmänna.

Även bottenrålningens teknik har utvecklats under senare år, bl. a. så att rålning på större djup möjliggjorts. I vissa fall kan man nu arbeta på ända ner till 1 000 meters djup. För att minska trålens friktion mot botten används rullar eller hjul, s. k. bobbins.

Det finns alltså idag moderna och effektiva fiskeredskap för fiske i vattenvolymens alla djup, från ytvattnet till bottenvattnet. Denna utveckling mot bättre fiskeredskap har också i hög grad underlättats av de syntetiska fibrerna, som revolutionerat nät-

Komb. enbåtsflytrål och bottentrål  
Trålen drages av en eller två båtar.  
Vid dragning med två båtar skall det  
vara tyngder i stället för trålbord och  
ett trålvarp på varje båt.

Trålbord med fäste på bordets utsida (4 st längor)  
Trålbordet kan ej förlora sin skärande verkan.



Figur 4.3 Kombinerad bottentrål och enbåtsflytrål av svensk konstruktion.

tillverkningen. Man får lättare, starkare och i vattnet mindre synliga nät, som fångar bättre och kan hanteras maskinellt. Underhållet är minimalt.

Utvecklingen av fartygen har gått parallellt med utvecklingen av fångstredskapen. Exempel är de moderna häcktrålarna med en mycket stor trål, som hanteras från fartygets akter, i stället för från dess sida, och maskinellt med en trålvinda. Resultatet har blivit större trålar och mindre tungt arbete. Till det yttre kan en sådan trålar likna ett valkokeri med det jättelika införselhålet i aktern. Men genom hålet bärgas i detta fall trålen. Till fartygutvecklingen måste naturligtvis också räknas tillkomsten av långdistansfiskets moderfartyg med konservfabriker ombord.

Men det är inte bara metoderna att ta upp fisken ur vattnet som genomgått en snabb utveckling under efterkrigstiden. Än viktigare är utvecklingen av metoderna att söka fisk, framför allt de akustiska metoderna. Ekolodet som hjälpmedel att registrera fisk-

stim rakt under fiskefartyget har blivit standardutrustning. Ekolodet avslöjar inte bara om det finns fisk eller inte, utan man kan i vissa fall också utläsa arten på ekogrammet. Detsamma gäller det instrument som kallas sonar.

Sonar kan beskrivas som ett ekolod med en i det närmaste horisontell sökriktning. Från en svängare under fartyget skickas ljudvågor ut i vattnet från båtens sidor. Därigenom blir ett något eller några kilometer brett område avsökt när båten rör sig fram genom vattnet. Instrumentet är uppenbarligen ett utomordentligt effektivt hjälpmedel i jakten på pelagisk fisk över större djup. Det är också arbetsbesparande eftersom man inte tvingas sätta ut stora fiskeredskap på vinst och förlust. Sonar har varit standard under flera år på t. ex. norska båtar. Däremot förekommer den ännu så länge inte allmänt på svenska båtar.

Även flyg har börjat användas i sökandet efter fisk. De ryska långdistansflottorna har t. ex. ibland med sig helikoptrar från vilka

vattenmassan genomsöks. För att en sådan optisk genomsökning skall vara framgångsrik krävs klart vatten och ibland också gynnsamma bottenförhållanden för kontrastens skull. Även vid valfångst används helikopter för att söka valen. I det peruanska anchovetafisket utnyttjas helikoptrar. Flygspaningen efter fisk utnyttjar alltså ofta det vanliga dagsljuset, men experiment med användning av laserljus pågår också.

I framtiden är det inte heller omöjligt att den moderna fjärranalystekniken (remote sensing) sätts in i fiskletandet. Möjligen kan fiskolja från vissa fiskarter ibland uppträda i vattenytan, t. ex. om fisken simmar nära ytan. Ännu påtagligare effekter kan kanske uppträda om t. ex. tonfisk äter oljehaltiga sardiner. Om man kan bestämma fiskoljeångornas absorptionsspektra kan man kanske också registrera fiskolja på vattenytan – och därmed fisk i vattnet – från ett flygplan eller en satellit med spektrometerutrustning.

Vid sidan om dessa direkta metoder finns också indirekta metoder att söka fisk. Man kan t. ex. fastställa temperatur eller salthalt i vattnet, för att därifrån dra slutsatser angående fiskförekomsten eller över huvud bedöma möjligheten att vissa arter kan vistas i vattnet. En regelmässigt bedriven hydrografisk observationstjänst är naturligtvis av stor betydelse i detta sammanhang. Man kan kanske också – för att fortsätta med de indirekta metoderna – se djur som är lätta att upptäcka och som brukar förekomma tillsammans med den fisk man söker. Välbekant är ju t. ex. att sjöfågel ofta uppträder på samma ställe som makrillstim, helt enkelt därför att makrillen och fåglarna äter samma småsill. Givetvis kan indirekta sökmetoder på olika sätt kombineras med direkta metoder.

Bland fångstmetoder under utveckling bör också ljusfiske, elektriskt fiske och akustiskt fiske nämnas. Ljusfisket är en urgammal fiskemetod som genomgår en modern utveckling. Ryssarna har t. ex. kombinerat ljusfiske med pumpfiske. Med hjälp av en sugpump, som stickes ner i vattnet, suger

man in all den fisk som samlat sig kring en ljuskälla under vattnet (eller strax ovanför vattenytan). På detta sätt bedrivs ett mycket omfattande ansjovisfiske i Kaspiska havet. Även ryskt skarpsillsfiske i Östersjön bedrivs med ljus och pump. Vid det svenska skarpsillsfisket på västkusten används ljus i kombination med snörpvad.

Elektriskt fiske förekommer i flera former. Anodfiske utnyttjar det förhållandet att fisk, som utsätts för ett elektriskt fält, tenderar att simma mot anoden (den positiva polen). Detta leder alltså till en koncentration av fisken. Men strömmen kan också användas för att genom chockverkan döda fisken. Detta kan ske i kombination med anodfiske – men också i andra sammanhang genom att man helt enkelt sticker ner elektroder i fiskstim för att genom en kraftig elektrisk impuls massdöda fisken. Östersjön kan tack vare sitt bräckta vatten eventuellt vara lämpad för elektrofiske.

Trålfiske kan också utnyttja elektricitet. Vid trålning av en i Mexikanska bukten förekommande räkart stöter man t. ex. på problemet att rakan ligger nergrävd i botten dyn under dagtid för att komma fram först på kvällen. Därför kan man inte med framgång tråla under hela dygnet. Amerikanska forskare har emellertid utvecklat en metod enligt vilken trålen, när den dras fram över havsbotten, föregås av strömförande elektroder som skrämmer upp räkorna. På så sätt kan de kamas in av trålen även under dagtid. Experiment med denna metod har utförts i Mexikanska bukten, även om detta ännu inte lett till någon kommersiell tillämpning.

Vid tonfiske förekommer att man skickar en elektrisk impuls genom linan och därmed dödar fisken när den nappat på kroken. Fiskens lidande förkortas och den blir lättare att dra upp. På samma sätt kan man skicka en impuls genom harpunlinan vid valfångst.

Liksom fisken kan lockas av ljussignaler och elektriska signaler, kan den också påverkas av akustiska signaler. Ryssarna har t. ex. simulerat ljudet av ätande fisk för att locka fisk av samma art till en lämplig fångstplats.

Men liksom fisken kan lockas kan den naturligtvis också skrämmas i önskade riktningar. Försök har t. ex. gjorts att skrämma sill till önskad plats genom att simulera ljudet av en flock jagande tonfisk.

Det finns ytterligare metoder än de här berörda att styra fiskens beteende. Man kan t. ex. spärra av vatten med bubbelridåer, eller elektriska ridåer, som fisken inte gärna tar sig igenom. Alla de beskrivna metoderna att påverka fisken kan också användas i kombination med mer traditionella fiskemetoder. Man kan t. ex. med hjälp av elektriska impulser eller ljusblixtar hindra fisk att simma ut ur underdelen av en ringnot innan den är tilldragen.

Det grundläggande för alla här beskrivna metoder är att man söker styra fiskens beteende genom att med olika medel påverka dess sinnen. Vidare forskning kring fiskars sinnesfysiologi leder till förbättring av dessa metoder. Det finns inom detta område många grundläggande problem som ännu icke är lösta. Trots att man vet att fisk dras till ljus, så vet man t. ex. inte vad detta egentligen beror på.

#### Fiskodling m. m.

På landytan var det länge sedan människan övergick från att enbart jaga villebråd till att också hålla husdjur för sin livsmedelsförsörjning. När det gäller marina organismer har svårigheterna att bedriva en planerad odling varit mycket större. Ännu i våra dagar spelar jakten – dvs. det vanliga fisket – en ojämförligt mycket större roll än den av människan odlade fisken. Vissa former av odling har emellertid förekommit under lång tid. I Japan fanns lagstiftning beträffande ostronodlingens former för redan ett par tusen år sedan. Likaså förekom ostronodling i de grekiska och romerska kulturerna. I både Asien och Europa finns en gammal tradition att odla karp i sötvattendammar. På Java har saltvattenfisken *Chanos chanos* (eng. milkfish), som är växtätare, drivits upp i dammar sedan 1400-talet. Över huvud har fiskod-

lingstraditionen varit – och är – starkast i Asien, vilket till en del sammanhänger med naturliga förutsättningar.

Världens nuvarande årsproduktion av odlade vattenorganismer uppskattas till 4 milj. ton vilket kan jämföras med det samlade världsfisket på drygt 60 milj. ton. Tre fjärdedelar av dessa odlade djur är fisk medan resten är ostron och musslor. De stora odlarnationerna är Kina med 1,3 milj. ton per år, samt Indien och Japan med vardera omkring 0,5 milj. ton. I den japanska siffran ingår även alger. I övrigt är det bara Sovjetunionen, Thailand och Indonesien som producerar mer än 100 000 ton om året. Hos Kina och Indien gäller odlingen framför allt sötvattenfisk – den stora odlaren av havsorganismer är Japan.

Den japanska utvecklingen har under senare år varit snabb. 1955 odlades och skördades i grunda havsvatten 154 000 ton marina produkter (ostron, fisk, alger m. m.). Detta utgjorde då 3,1 procent av Japans totala skördar av marina produkter, högsjöfisket inräknat. 1963 hade den siffran, trots en allmän stark expansion av fisket, ökat till 5,8 procent. I absoluta siffror innebar detta en ökning till 389 000 ton. Havsodlingen hade alltså under perioden blivit omkring 2,5 gånger mer omfattande. Även senare har utvecklingen varit snabb, även om den inte varit snabbare än den allmänna utvecklingen av havsfisket. 1968 skördades 522 000 ton odlade havsprodukter, och dessa utgjorde då fortfarande 5,8 procent av det totala havsfisket. Eftersom odlingen är inriktad på förhållandevis värdefulla arter är emellertid dess värdemässiga andel större, eller omkring 13 procent. Odlingen i sötvatten är mindre betydande och när för det mesta inte upp till en tiondel av havsvattenodlingen.

Men vid sidan om de nämnda exemplen förekommer havsodling på många andra håll i världen. Primitivare former av fiskodling – t. ex. sådana där man helt enkelt stänger av laguner i vilka fisken på egen hand vandrat in – förekommer i ett flertal tropiska och subtropiska länder. Mera vetenskapligt underbyggda försök att odla fisk och skaldjur



har på senare tid också startats i bl. a. USA, Storbritannien, Frankrike, Nederländerna, Italien, Norge, Danmark och Sverige.

Fiskodlingen kan nå en ännu mycket större omfattning i framtiden. FAO har t. ex. beräknat att 550 000 kvadratkilometer i södra och östra Asien skulle kunna avsättas för fiskodling, utöver den yta som redan används för ändamålet.

Det kan synas egendomligt att övergången från jakt till kontrollerad odling genomförts så mycket fullständigare för landdjur än för havens djur. Från vissa synpunkter kan man tycka att odling borde löna sig bättre på den marina sidan. Dels är ju fisk i sitt naturliga tillstånd ofta mycket utspridd och svår att observera, vilket försvårar infångandet. Dels har fisken, genom att varje hona hos många arter kan lägga hundratusentals ägg per år, en mycket stor fortplantningspotential. I den hårda naturliga miljön är det få av dessa ägg, eller de kläckta ynglen, som överlever. Man borde, tycker man, kunna få högre överlevandefrekvens under kontrollerade betingelser. Till dessa tänkbara fördelar kommer så möjligheten att i samband med odling förädla fisken.

Problemen är emellertid också stora och sammanhängande med arternas lämplighet för odling. En väsentlig fråga vid varje fiskodling är foderkostnaderna. Fisk är ofta känsligare med hänsyn till födans art än t. ex. fjäderfä och svin. Om man har en köttätare skall fodret innehålla tillräckligt med djurprotein. Dessutom skall det ha rätt konsistens, osv. Fiskodret skall så mycket som möjligt likna den föda fisken äter under naturliga betingelser. Anskaffandet av sådan föda är dyrt. I enlighet med de resonemang som förts tidigare i detta kapitel inser man att det går åt ett mycket stort antal kilo föda för att framställa ett kilo färdig fisk. Eftersom födan i det naturliga tillståndet också är mycket finfördelad är den svår att samla in på ett ekonomiskt sätt. Utvägar ur detta dilemma kan finnas i de fall då födan också går att odla eller kan tillverkas med industri-fisk som utgångsmaterial, och då den odlade fisken är en efterfrågad och dyrbar produkt.

En annan svårighet är att fisk ofta är mycket känslig för parasiter och sjukdomar. Forskning kring dessa sjukdomar och deras bekämpande är därför nödvändig i samband med fiskodling.

För att förädling av den odlade fisken skall vara möjlig krävs att fisken hålls i fångenskap under hela sin livscykel, och från generation till generation. Dessvärre är det ofta svårt att få havsfisk att föröka sig i fångenskap. En i detta sammanhang mycket viktig framgång är att japanerna nyligen lyckats få ål i fångenskap att lägga befruktningbara ägg. Ålen har bedömts som speciellt svår i detta avseende. Den japanska bedriften gäller dock icke den atlantiska ålen utan ett annat släkte. I den mån man lyckas hålla fisken fången under hela livscykeln stöter man också på problemet att anpassa fiskens föda, samt dessutom vattnets salt-halt, temperatur m. m., till vad fisken kräver under sina skilda utvecklingsstadier. Detta kräver helt naturligt omfattande fiskeribiologiska kunskaper.

Eftersom det är svårt att hålla fisken fången under hela dess livscykel förekommer det många former av fiskodling där människan bara griper in under en viss period av fiskens liv. I vissa fall fångar man kläckta yngel i naturen för att därefter driva upp dessa yngel till färdig fisk i inhägnader. I andra fall kläcker man i stället äggen och driver upp ynglen i odling för att därefter släppa ut den unga fisken i naturliga fiskevat-ten. Vad som kan ge lönsamhet varierar naturligtvis från art till art, beroende på dess levnadssätt. Det gäller att identifiera och vidga de förekommande flaskhalsarna – både i den naturliga produktionen av marina organismer och i det traditionellt bedrivna fisket. Av det sagda framgår också att det knappast går någon skarp gräns mellan fiskodling å ena sidan och fiskevårdande åtgärder å den andra.

Av alla havets djur torde ostron vara lättast att odla. Ett ostron producerar mer än 100 milj. romkorn vid ett enskilt romläggningstillfälle. Dessa utvecklas till små larver, vilka efter någon tid sätter sig fast på en

tillgänglig ren yta för att där utvecklas till ostron. Ostronodlaren tillhandahåller en lämplig yta på vilken odlingen byggs upp. Ytan kan vara stor och sammanhängande och tillverkad av t. ex. keramiskt material. Traditionellt ser ostronodlingar ut på det viset.

Men ytorna kan också utgöras av större snäckskal som är fästade i rader på lodrätt hängande snören. Denna teknik – en avsevärd förbättring – har introducerats av japanerna på senare år. Fördelarna är att ostronens smak inte skadas av botten slam, att ostronen skyddas från sina naturliga fiender, och att de blir mer välnärda genom att en större vattenmängd kommer att passera varje ostron under dess livstid. Liknande fördelar har också norrmännen uppnått då de under senare år framgångsrikt odlat blåmusslor i ett slags nätstrumpor av konstfiber som hänger ner i vattnet.

Mussel- och ostronodling ger i jämförelse med andra odlingar av havsorganismer en mycket hög avkastning mätt i kött per ytenhet och tidsenhet. Detta framgår av nedanstående uppställning. Idag finns stora ostron- och musselodlingar över hela världen, även om de kanske är vanligast i Asien.

Djur- och odlingslag	Ton/km <sup>2</sup> , år
<i>Chanos</i> <sup>a</sup> (Filippinerna, ingen fertilizer <sup>b</sup> )	30
<i>Chanos</i> (Taiwan, med fertilizer)	200
<i>Chanos</i> (Indonesien, med kloakvatten)	500
Japansk räkodling	1 000
Ostron (Japan)	5 150 <sup>c</sup>
Ostron (Rhode Island)	6 250 <sup>c</sup>
Andra musslor (Spanien)	26 800 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> En saltvattenfisk

<sup>b</sup> Eftersom *Chanos* är växtätare kan man öka produktionen genom gödsling av vattnet. I första hand får man då en ökad växtproduktion.

<sup>c</sup> Köttvikter

Räkodling har tagits upp av bl. a. japanerna, som åstadkommit en del fina resultat. Det är emellertid fråga om andra räkarter än de hos oss förekommande. Man har lyckats kläcka ägg från honor, som tagits i havsfisket. Varje hona lägger uppemot en miljon

ägg. Räkodlingen och det till havs bedrivna räkfisket pågår sålunda parallellt. Under odlingens gång lever äggen, larverna och de vuxna räkorna i successivt olika typer av behållare och inhägnader. I odlingen ingår också odling av växtplankton (kiselalger) och en del mindre djur som utgör föda åt de uppväxande räkorna. Tillgången på föda måste vara riklig för att kannibalism skall undvikas. I senare utvecklingsstadier äter räkorna bl. a. malda musslor, fiskmjöl och majs. 100 ton odlade räkor skickas årligen till Tokyo för försäljning på den stora fiskmarknaden. Framgången med den japanska räkodlingen tycks emellertid inte enbart bero på ett skickligt biologiskt och tekniskt utvecklingsarbete, utan också på att räkpriserna är höga i Japan.

I USA, England och Frankrike försiggår försök med odling av andra räkarter. Fransmännen räknar med att ha en lönsam produktionsprocess utvecklad om några fåtal år. Engelsmännen har beräknat att det skulle gå åt 5 kilo foder à 60 öre per kilo för att producera ett kilo räkor. Foderpriset för ett kilo räkor skulle alltså uppgå till tre kronor. Man räknar med att kunna sälja räkorna för omkring 15 kr per kilo.

Engelsmännen bedriver i Skottland och på Isle of Man en lovande försöksodling av flatfisk. Man har visat att äggen av rödspätta kan kläckas i mänsklig regi och djuren därefter drivas upp till full storlek i odlingen. Man har uppnått överlevnadsgrader som ligger långt över dem i naturen, och också över dem som uppnåtts i fiskodlingar i andra länder. Man har t. ex. lyckats producera en miljon rödspättor ur äggen från 20 rödspätthonor.

Konstbefruktningen sker med en teknik liknande den som länge utnyttjats för sötvattenfisk. Romkornen och mjölken pressas ur könsmogna djur som fångats i havet. Beträffande tillämpningen av denna teknik på havsfisk har för övrigt norrmännen gjort väsentliga pionjärinsatser på torsk och flatfisk.

En av vinsterna med de engelska odlingarna består i att ynglen under sin första tid, då

de i den naturliga miljön är lätta offer för omvärldens faror, lever skyddat i odlingen. Som yngel simmar rödspättan i ytliga vatten och ser ut som en vanlig fisklarv. Efter någon tid börjar emellertid det vänstra ögat att vandra över till högra sidan, som samtidigt blir gråfärgad och får röda prickar medan vänstersidan behåller sin vita färg. Efter denna omvandling övergår fisken till sitt vuxna bottennära liv.

När rödspättan kommit förbi den första farliga perioden i sitt liv kan fiskodlaren välja mellan olika tillvägagångssätt. En tanke när de engelska försöken inleddes var att rödspättan skulle kunna sättas ut i naturliga fiskevatten för att där växa sig fullvuxen. Detta var emellertid förknippat med en del svårigheter. Bortsett från att det är svårt att hitta fisken igen så tycks också den i fångenskap födda rödspättan klara sig förhållandevis dåligt i naturen. Ett av skälen är att de odlade rödspättorna ofta inte får någon grå pigmentering på sin högersida utan förblir vita, vilket man inte vet vad det beror på. Därför upptäckts spättorna lättare av sina fiender.

Engelsmännen har också försökt att sätta ut spättorna i en avgränsad havsvik. Till en början var man rädd för att måsar skulle konsumera de små spättorna, men krabbor visade sig vara en långt farligare fiende. Vid ett senare försök fiskade man därför upp 25 000 krabbor ur viken innan spättorna sattes ut. Andra problem orsakades av några mycket kraftiga regnfall. När vattnet spädades ut av regnvattnet sjönk salthalten. Dessutom förde regnet med sig stora mängder döda växtdelar från land, som bröts ner under syreförbrukning i viken. Många spättor dog därför av syrebrist.

En tredje möjlighet, som också prövats i de engelska försöken är att sätta de små rödspättorna i speciella bassänger. Som vatten har använts kylvatten från atomkraftverk, varigenom man kunnat hålla en temperatur på omkring 20°C året runt. I sin naturliga miljö växer flatfisken knappast alls under vinterhalvåret då vattnet är förhållandevis kallt. I odlingen med sitt regelbundet

varma vatten är tillväxten däremot ständig. En flatfisk når därför fullvuxen storlek ungefär dubbelt så fort som i naturen (4 år i stället för 7 för en rödspätta).

Från svensk synpunkt är de engelska fiskodlingsförsöken intressantare studieobjekt än t. ex. de japanska fiskodlingarna. Eftersom det brukar anses nödvändigt att använda uppvärmt vatten i fiskodlingar på våra breddgrader för att odlingen skall ha en chans att bli lönsam, är ju de engelska erfarenheterna speciellt intressanta. I vissa avseenden är emellertid betingelserna för fiskodling i Sverige och i England också skilda. I England finns ju t. ex. ett kraftigt tidvatten som skapar problem, men som också orsakar en ibland önskad vattenomsättning. Beträffande lönsamheten har antytts att om man odlar en värdefullare fisk — t. ex. tunga istället för rödspätta — så hade verksamheten redan nu kunnat vara lönsam.

Den i Sverige bedrivna fiskodlingen gäller nästan uteslutande laxfiskarter. Betydelsefullast är laxodlingen, som i avseende på resultatet anses stå i internationell särklass. Bakgrunden till denna odling är vattenlagens bestämmelse att vattenutbyggnad inte får ske om "fiskeri- eller annan näring av större betydelse lider väsentligt förfång". Man har därför varit tvungen att söka bevara laxbestånden i älvar som utbyggs för kraftändamål. Då t. ex. laxtrappor visade sig otillräckliga för den uppgiften, har man också börjat odla fisken. De fiskar som utnyttjas för konstbefruktningen kan fångas i naturen, men det har också visat sig möjligt att få fram könsmogna fiskar i fångenskap. Därför är det också möjligt att bedriva systematisk avel, vilket sker.

Ynglen från de kläckta romkornen drivas sedan i odlingsanstalter upp till utvandringsfärdiga laxar — s. k. smolt — vilket tar två år. Odlingen är intensiv, dvs. man samlar ett stort antal fiskar i en liten vattenvolym och utfordrar dem ständigt. När laxen blivit drygt 15 centimeter lång och fått en vikt av 30–40 gram, sätts den ut i naturliga vatten. Den vandrar ut i Östersjön (eller Västerhavet), tillväxer snabbt, och återfångas till viss

del som vuxen lax för konsumtion.

Även om huvudsyftet med laxodlingen är att motverka den åderlätning av laxbeståndet som kraftutbyggnaden medför, så är det i detta sammanhang också av intresse att betrakta odlingens ekonomi. Lönar sig odlingen från strikt ekonomisk synpunkt? Här är några siffror som belyser den frågan.

Numera utsättes totalt 1,8 milj. smolt per år i Sverige. Den genomsnittliga produktionskostnaden per styck har beräknats till tre kronor. Det totala produktionsvärdet av den utsatta smolten är alltså 5,4 milj. kr.

Eftersom laxen vandrar efter utsättandet kommer den att beskattas av flera länders fiskare. Totalt tar dessa fiskare upp omkring 10 procent av den utsatta fisken. Mest tar danska fiskare – svenskarna tar upp omkring fyra av de tio procentenheterna.

Fångstvärdet av en fiskad lax (3 à 4 kilo) är ofta omkring 30 kr. Eftersom det går åt tio smolt à ca tre kronor för att producera en fångad lax à 30 kr. så går affären så till vida just jämnt ihop. Men tar man också hänsyn till att svenska fiskare bara tar upp en mindre del av återfångsten – och också till att fiskarna inte betalar fiskodlingsanstalten för den fisk de tar upp – så framstår det hela från svensk ekonomisk synpunkt som en klart dålig affär.

Några ytterligare kommentarer till laxodlingens ekonomi är emellertid nödvändiga. Till att börja med är det en mycket stor spridning på produktionskostnaden per smolt. Detta beror på sjukdomar som kan drabba odlingarna och på de mycket varierande kostnaderna för transporten från odlingsplats till utsättningsort. Dessutom är de nuvarande produktionskostnaderna högre än vad de skulle bli om huvudsyftet var laxodling rätt och slätt. Vattendomarna, som ju syftar till att återställa enskilda älvar i så långt möjligt naturligt skick, innebär att speciella krav ställs på odlingen. Slutligen har produktionskostnaden per smolt under den tid laxodling pågått varit sjunkande.

Förutom lax odlas i Sverige också havsöring (200 000 smolt per år), regnbågsforell och röding. Till betydande del sker denna

odling för att tillgodose fritidsfiskets behov – fisken sätts ut i vatten för vilka sportfiskare kan köpa fiskerätt. Den i handeln förekommande regnbågen är däremot till stor del importerad – även om den till hundra procent är odlad. Från Danmark importerar vi för närvarande 500 ton regnbåge om året.

Det bör också nämnas att ålodlingsförsök i en liten skala startats inom Sydkraft. Detta kraftföretag har på olika sätt konfronterats med ålen och de möjligheter den ger. Dels har företaget enligt olika vattendomar skyldighet att transportera ålyngel som stoppats vid kraftanläggningar till andra vatten. Dels får företaget en stor varmvattentillgång vid Barsebäckskraftverket. Varmvatten är av intresse i samband med ålodling dels därför att ålen med fördel odlas i uppvärmt vatten och dels därför att glasålen söker sig till kraftverkets varmvattenutsläpp och alltså kan fångas lätt där. Ålodlingen tillgår så att det i naturliga vatten fångade ålynglet sätts i dammar eller bassänger där det utfordras och får växa till full storlek.

I Sverige har även livsmedelsföretaget Abba AB, som är dotterföretag till Pripps, långt framskridna planer på att tillsammans med utvecklingsföretaget Arbman development starta fiskodling. Syftet är i detta fall primärt att tillgodose Abbas behov av fiskråvara. Med hänsyn till att den naturliga tillgången på fullvärdig sådan råvara bedöms osäker, bl. a. beroende på föroreningarna i havsområdena, utvecklas fiskodling med slutna vattensystem. Möjligheten att utnyttja avfall från bryggerinäringen som utgångsmaterial för fiskfoder beaktas också.

Det finns många andra exempel på fiskodling än de här nämnda. Sötvattenfisken har vi hittills gått helt förbi, och vi skall också nöja oss med att nämna ett enda exempel. Det är det mycket eleganta växelbruk som kineser och även en del andra folk bedriver i sina risfält. Under en del av säsongen odlas där karp som livnär sig på resterna av gamla risplantor, samtidigt som de gödslar fältet med sina ekskrementer. Under en annan del av säsongen odlas ris på fälten.

För att avgränsa en fiskodling finns

många andra metoder än dammar med mekanisk, och kanske vattentät, avgränsning. Man kan t. ex. omge en odling i havet med nät, eller med elektriska barriärer, bubbelridåer, eller kanske med system av ljusramper. Sådana metoder håller fisken på plats samtidigt som man får en genomströmning och näringstillförsel från de kringliggande vattenen. I det sammanhanget kan också nämnas att japanerna lyckats kalla odlade foreller till utspisning med hjälp av ljudsignaler. Under den tid fisken lär sig att reagera på ljudsignalerna hålls den i en stor nätinnehägnad i havet. När detta pågått någon tid är det emellertid möjligt att helt plocka bort nätet för att låta fisken fritt simma omkring. Vid utspisning kommer den ändå på anrop.

Att göra en samlad bedömning av framtidsutsikterna för odling av marina organismer är svårt. Uppenbarligen finns stora svårigheter t. ex. beträffande foderkostnader och sjukdomsbekämpning. Hos oss tillkommer dessutom de svårigheter som ett kallt klimat skapar. Å andra sidan finns också uppenbara utvecklingsmöjligheter. För att eliminera kylan finns ju en efter hand allt större tillgång på kylvatten från atomkraftverk, och för sjukdomsbekämpning ger naturligtvis de medicinska vetenskaperna efter hand allt större möjligheter.

Till detta kommer andra gynnsamma faktorer. Förädling bör i princip kunna drivas lika långt som skett för andra husdjur. Men den utvecklingen har för fiskens del — bortsett från karp — knappast startat. Emellertid finns en del uppmuntrande försöksresultat. Genom urval och hybridisering har man fått fram foreller som växer snabbare, foreller som är mindre salthaltsberoende, flatfisk som är resistenta mot förändringar i den yttre miljön, osv.

Foderkostnaderna är fortfarande ett avgörande problem, men även där tycks man kunna peka på intressanta utvecklingsmöjligheter. För andra djur än fisk framställs ju redan idag foder ur olika slags avfallsprodukter. Vid Cardo, moderbolag för bl. a. Sockerbolaget och Felix, framställs ett proteinpreparat ur resterna från potatisskalning, och i

Sovjetunionen lär avfallsbarr (bladproteiner) från skogsavverkning användas för kycklinguppfödning. Dessa exempel skulle kunna mångfaldigas. För fiskodling har det nämnts att man skulle kunna använda t. ex. visst bryggeriavfall och avfall från skogs- och cellulosaindustrin. Generellt borde avfallet från livsmedelsindustrin ge stora möjligheter i detta sammanhang. Det är sannolikt att ett medvetet utvecklingsarbete så småningom kan ge ett avsevärt billigare fiskfoder.

Sammanfattningsvis kan man peka på ett antal intressanta utvecklingsmöjligheter för marina odlingar. Få av dessa möjligheter är ännu så länge förverkligade. Även om man i fiskodlingsförsök stött på svårigheter, så har man ingenstans så att säga slagit huvudet i taket. Trots att många av dagens fiskodlingar kämpar med lönsamhetsproblem finns det därför anledning att överväga ett utvecklingsarbete inom detta område.

Tidigare nämndes att gränsen mellan fiskodling och fiskevård inte är skarp. Att driva upp fiskyngel i odlingar för att därefter sätta ut dem i naturliga fiskevatten är ju t. ex. ett gränsfall.

Ett annat sätt att främja havsfiskens tillväxt är att flytta fisk från ett havsområde till ett annat. Danskarna har t. ex. flyttat rödspätta från Västerhavet till Bälten och Kattegatt (dock utan lönsamhet). Brittiska och holländska vetenskapsmän har flyttat yngel av rödspätta från områden utanför holländska kusten till Doggers Bank i Nordsjön. Resultatet var strålande så till vida att fisken växte tre å fyra gånger så fort i Nordsjön som utanför Holland. Men dessvärre var det fler nationer som fiskade på Nordsjön än utanför Holland, och holländarna och briterarna lyckades inte få någon ersättning för att de förbättrade nordsjöfisket. Därför fullföljdes aldrig verksamheten i stor skala.

Även ryssarna har visat intresse för dessa metoder. De har transporterat lax från Stilla havet till Atlanten, flundra från Östersjön till Kaspiska havet, stör från Sibirien till Östersjön och strömming från Östersjön till Aralsjön. I enstaka fall har dessa flyttningar

varit klara framgångar. Mycket lyckad har också inplanteringen av havsborstmask i Kaspiska havet från Aralsjön varit. Eftersom denna mask är viktig föda för stören har störfisket fått en utomordentligt livgivande injektion. 65 000 exemplar av masken sattes ut omkring 1940. Senare har man beräknat att mängden mask i norra Kaspiska havet skulle uppgå till 150 000–200 000 ton. Ryssarna har också föreslagit inplantering av sill i de näringsrika vatten kring Antarktis.

I Sverige har möjligheten att importera ålyngel från England för inplantering i svenska insjöar diskuterats. Utanför dammluckorna i de engelska floderna samlas nämligen mycket stora mängder ålyngel.

”Ogräsbekämpning” till havs kan kanske också aktualiseras. Man vet t. ex. att havets sjöstjärnor konsumerar mycket stora mängder av sådant som annars skulle kunna utgöra fiskföda. Frågan är bara hur bekämpningen skall gå till.

Ett annat mellanting mellan odling och havsfiske är att genom näringstillförsel eller uppvärmning förbättra livsbetingelserna för fisken i de naturliga fiskevattnen. Möjligheterna att med artificiella medel efterlikna naturens uppvällande näringsrika bottenströmmar har också studerats. Ett förslag är att atomkraftverk på havets botten skulle värma upp bottenvattnet och därigenom föra det upp till ytan. När man tänker på den utomordentliga biologiska produktionen i Humboldtströmmen utanför Peru förstår man att metoder att bringa näringsrikt djupvattnet till ytan har en stark attraktionskraft.

### *Sammanfattande bedömningar*

Det totala världsfisket, som idag uppgår till nära 70 milj. ton per år, bidrar med omkring 3 procent av de proteiner mänskligheten konsumerar. Havsproteinerna är alltså inte av någon avgörande betydelse för jordens proteinförsörjning. Kan den situationen ändras?

Av den per år nyproducerade biomassan i världshaven utgör det årliga världsfisket blott

en halv promille. Ändå anses det inte möjligt att fiska mer än 100–500 milj. ton per år utan risk för överfiskning. En annan möjlighet att öka fångsterna är att exploatera de av havens organismer som befinner sig i näringskedjornas början, t. ex. plankton, vars samlade biomassa är mycket större än fiskens. En sådan exploatering stöter emellertid på stora teknisk-ekonomiska problem. En djurgrupp som trots allt erbjuder vissa möjligheter är den antarktiska krillen, av vilken man enligt osäkra bedömningar skulle kunna fånga 100 milj. ton per år.

Omkring hälften av den fisk som för närvarande tas ur världshaven omvandlas till fiskmjöl, vilket är ett våldsamt proteinslöseri. Vi kan grovt räkna med att det bara är den andra halvan – dvs. 30 milj. ton – som utnyttjas effektivt. 30 milj. ton fisk står alltså för 3 procent av mänsklighetens proteinkonsumtion.

Kan man lösa problemet att göra aptitlig människoföda av den fisk som idag går till fiskmjölsfabrikerna, så vore därför mycket vunnet. I så fall – och under förutsättning av ett intensivare fiske – skulle fisket och krillfångsten sammantagna kunna ge 6,6–20 gånger mer protein till världshushållet än det nuvarande fisket (200 milj. ton respektive 600 milj. ton har dividerats med 30 milj. ton).

Ytterligare möjligheter att öka livsmedelsutvinningen ur haven är att med artificiella medel öka fiskproduktionen. Odling av fisk inriktas emellertid i första hand på dyrbar konsumtionsfisk, eftersom foderkostnaderna är höga. Möjligheten att med konstodlade medel föra upp näringsrikt bottenvattnet till ytan för att stimulera havens biologiska produktion har också diskuterats, men ligger i alla händelser mycket långt ifrån ett teknisk-ekonomiskt förverkligande.

En annan möjlighet som ofta nämnts är att i en större utsträckning än vad som redan sker skörda havens större alger (tång) – och också odla sådana havsväxter. Detta framstår som en intressant möjlighet därför att dessa växter befinner sig i näringskedjornas början och alltså representerar en stor sammanlagd

biomassa. I länder där sådana växter redan utnyttjas — t. ex. Japan och Kina — skulle ju också en sådan odling anknyta till ett existerande konsumtionsmönster, vilket är av mycket stor betydelse. Å andra sidan är det viktigt att komma ihåg, när man diskuterar växtproteiner, att också landområdenas växtproteiner är mycket ofullständigt utnyttjade.

De livsmedel som kan tas ur haven är alltså, för att sammanfatta, inte av någon mycket stor betydelse i det nuvarande världshushållet även om de är av stor betydelse för enskilda länder. Det förefaller inte heller sannolikt att den situationen kommer att ändras i framtiden. Visserligen kan man utnyttja havens livsmedelsresurser effektivare än vad som sker idag. Det är möjligt att man får fram teknik för att fånga och bereda de organismer som befinner sig i näringskedjornas början, och tekniska genombrott kan komma när det gäller att med konstlade medel stimulera den biologiska produktionen i haven. Allt detta kan ändra den gjorda bedömningen — men å andra sidan hör det ju också till bilden att världens befolkning snabbt växer. Det är också viktigt att påpeka att en drastisk ökning av livsmedelsutvinningen ur haven kräver olika slag av tekniska genombrott. Några *mycket* stora osäkerheter om hur omfattande havens naturliga biologiska produktion är torde inte råda.

Men man får naturligtvis inte heller undervärdera havens roll i livsmedelsförsörjningen. På många håll är fisket av stor lokal betydelse — t. ex. i Japan och över huvud i u-ländernas kustregioner. Fisket betyder mycket för att ge en mer varierad och näringsriktigare kost — t. ex. i avseende på aminosyresammansättning. Det finns därför all anledning att så långt det går utnyttja och vårda de livsmedelsresurser haven innehåller. Men, som redan framhållits, det finns också anledning att varna för den ofta förekommande föreställningen att världssvältens problem relativt lätt skulle kunna hitta sin lösning i havsdjupen. Så förhåller det sig inte.

## Förslag

### Havsfiske

I vilken utsträckning och på vilka sätt bör man från svensk sida delta i exploateringen av havens livsmedelsreserver? En grundläggande förutsättning för en sådan exploatering är att den skall vara lönsam. Från den utgångspunkten kan man diskutera det svenska fiskets nuvarande situation för att komma fram till eventuella förslag om förändringar.

Eftersom det svenska fisket hjälps upp genom statliga stödåtgärder — även om man inte kan tala om direkta subventioner — är det svårt att bilda sig en uppfattning om lönsamheten. Det är möjligt att det nuvarande svenska fisket går ihop, men det är inte säkert.<sup>1</sup>

Om vi inte hade något fiske i Sverige och stod inför valet att eventuellt bygga upp ett sådant, vore det självfallet riktigt att ta reda på om verksamheten hade förutsättningar att bli lönsam. Vi förutsätter emellertid i det följande att ett svenskt fiske existerar och diskuterar istället frågan hur detta fiske skall kunna göras så positivt som möjligt.

För att få en inblick i produktivitetsförhållandena är det av intresse att göra en jämförelse mellan det traditionella svenska fisket å ena sidan, och det av Astra bedrivna industrifisket utanför Västafrika å den andra.

I det traditionella svenska havsfisket fångades 1970 sammanlagt 284 000 ton fisk, vilket hade ett fångstvärde dvs. försäljningspris vid förstahandsförsäljningen av 211 milj. kronor. För att ta upp denna fisk användes en produktionsapparat bestående av 5 000 yrkesfiskare samt båtar och redskap till ett beräknat återanskaffningsvärde av 600 milj. kr. Möjligen har den senare siffran sjunkit något under senare år till följd av försäljning ur riket av en del större västkustbåtar.

<sup>1</sup> För fullständighetens skull bör nämnas att det norska fisket, och även flera andra länders fisken, bärs upp av mycket stora subventioner.

Industrifisken, inklusive den i detta sammanhang jämförbara s. k. skrapfisken, uppgick år 1970 till 132 795 ton och hade ett fångstvärde av 29 357 000 kronor. Industrifisken utgjorde sålunda 46,8 procent av det svenska fiskets vikt och 14,4 procent av dess fångstvärde.

Astrafisket utanför Nordvästafrika drivs av ett dotterbolag till Astra tillsammans med ett norskt rederi. Syftet är att få fram råvara till fiskmjöl och fiskproteinkoncentrat. Fisken är sill- och makrillarter.

I Astras fiskeflotta, som totalt representerar en investering av ca 40 milj. kr. ingår dels en fiskmjölsfabrik installerad ombord på ett gammalt valkokeri och dels ett totalt norska ringnotsbåtar vilka används som fångstfartyg. Sammanlagt sysselsätts 200 män. För att kunna göra jämförelsen med det svenska industrifisket i övrigt måste emellertid investeringar och arbetare i fiskmjölsfabriken räknas bort. Den fiskande personalen på fångstbåtarna uppgår då till 100 man, och investeringarna i fångstbåtarna med redskap uppskattas till omkring 15 milj. kr.

Med den produktionsapparaten tar Astra upp 150 000 ton fisk om året — dvs. mer än hela det svenska industrifisket i övrigt. Eftersom fisken går direkt till fiskmjölsfabriken inom samma företag finns det inget förstahandsförsäljningspris på den. Om man emellertid räknar med samma pris som på övrig svensk industrifisk, dvs. genomsnittligt 22 öre per kilo, så blir fångstvärdet av Astrafisken omkring 33 milj. kr.

För att jämförelsen mellan Astrafisket och det övriga svenska fisket skall kunna genomföras fullt ut, så behöver vi också siffror på hur stor del av den svenska yrkesfiskarkåren samt båtar och redskap, som är engagerade i just industrifisket. Sådana uppgifter är svåra att få fram eftersom ju samma båtar och fiskare ofta är engagerade i både industrifiske och konsumtionsfiske. Man får därför nöja sig med följande kvalitativa resonemang.

100 fiskare på Astra är 2 procent av 5 000 svenska yrkesfiskare — och båtar och

redskap för 15 milj. kr på Astra är 2,5 procent av motsvarande 600 milj. i det svenska fisket. Man torde med säkerhet kunna påstå att de andelar av det svenska fiskets produktionsapparat som är engagerade i industrifisket är mycket mer än 2 respektive 2,5 procent. I industrifisket utnyttjas ju till mycket stor del de stora och nya båtarna på västkusten.

Slutsatsen blir att det industrifiske som bedrivs inom ramen för det traditionella svenska fisket förefaller ha en mycket låg produktivitet.

Men trots denna låga produktivitet förefaller industrifisket ändå vara den starkaste delen av det traditionella svenska fisket. Vi vet ju att andelen industrifisk i det svenska fisket ökar. Exporten av industrifisk har ökat, medan importen av konsumtionsfisk av högre kvalitet ökar. Det viktiga exportöverskottet har ökat även om en stagnering inträffat under senare tid till följd av att flera av de trålare som varit engagerade i industrifisket sålts till Danmark. Det värdemässiga importöverskottet ökar. Detta pekar på att situationen för konsumtionsfisket möjligen är än mer problematisk än situationen för industrifisket.

För att göra bilden något fullständigare bör man emellertid också skilja på olika slag av konsumtionsfisk. Av allt att döma är det den stora och dominerande del av konsumtionsfisket som varit inriktad på den stora sillen som drabbats hårt under senare år. För annat konsumtionsfiske, t. ex. det som är inriktat på torsk och kolja, kan situationen många gånger nog vara relativt gynnsam.

Det svenska fisket har traditionellt varit inriktat på konsumtionsfisk. Det har bl. a. varit i det omsorgsfulla hanterandet av fisken som svenskt fiske haft ett av sina kvalitetsbetonade sårmärken. Det är heller inget tvivel om att fiskarna varit stolta över just denna inriktning. Trots detta, och trots att det svenska fisket inte byggts upp med tanke på industrifiske, förefaller alltså industrifisket med alla sina svårigheter vara den livskraftigare delen av svenskt fiske.

Den givna redogörelsen har pekat på flera



grundläggande problem för det nuvarande svenska fisket. Tillgången på fisk i traditionella fiskevatten har blivit allt knappare (se s. 51 ff). Industrifisket är förhållandevis starkt trots att det svenska fiskets produktionsapparat icke är byggd för detta slags fiske. Andra fiskeformer än de traditionella förefaller kunna ge avsevärt högre produktivitet.

Mot denna bakgrund lägger havsresursutredningen fram förslag som eventuellt kan leda till en förbättring av situationen.

Till en början torde det finnas *möjligheter att i vissa avseenden förbättra villkoren för det traditionellt bedrivna fisket i Nordsjön och Skagerack*. Ett grundläggande problem är ju här överfiskningen. *Mycket kraftigare restriktioner än de för närvarande rådande är nödvändiga* om detta fiske skall kunna ge en kontinuerlig och rimlig avkastning i framtiden.

Dessa restriktioner måste komma som ett resultat av internationella överenskommelser. Överenskommelserna kan innehålla bestämmelser om kvotering av fisket mellan de olika nationerna. Vilken kvotering man förhandlar sig fram till blir bl. a. beroende av de nuvarande fångstuttagen. Från bl. a. den synpunkten är det oroande att Sverige inte har någon fångststatistik som talar om hur mycket fisk som fångas i vilka områden.

*Havsresursutredningen vill därför starkt stryka under behovet av att en ändamålsenlig fångststatistik snarast påbörjas.*

Även andra åtgärder för att stödja det nuvarande fisket är möjliga. Bl. a. finns utrymme för ökade insatser för att hitta fisken. Sillfisket i Nordsjön och Skagerack skulle gynnas av att något eller några fartyg utnyttjades för systematiska rekognoserings efter sill. En annan åtgärd vore att skapa en serviceorganisation vars uppgift skulle vara att dagligen hålla kontakt med utländska trålare och med fiskehamnarna runt Nordsjön. Detta är betingat av behovet att snabbt kunna informera den svenska fiskeflottan om möjligheterna för ett givande fiske av

något slag, som de svenska fiskarna skulle kunna deltaga i.

*Havsresursutredningen vill betona vikten av åtgärder som syftar till att hålla fiskarna underrättade om lämpliga fångstplatser.*

Vrak på bottenarna i de traditionella fiskevattnen, bl. a. Kattegatt och Skagerack, åsamkar fisket stora redskapsförluster vid bottentrålning.

*Enligt havsresursutredningens uppfattning vore det av stort värde om särskilda fiskekartor gavs ut på vilka kända vrak med sina Decca-positioner markerades.*

Vid sidan om försök att förstärka det nuvarande fisket skulle det också vara av intresse att undersöka möjligheterna för ett *svenskt långdistansfiske*. Som framgått tidigare i detta kapitel finns det ju många fiskevatten runt om i världen som ännu icke är fullständigt exploaterade. Ett flertal av de stora nyanskaffade fiskebåtarna på västkusten skulle också mycket väl kunna sättas in i långdistansfiske.

För att ett långdistansfiske skall kunna bli effektivt krävs emellertid att det utförs i viss skala och samordnas. En åtgärd att överväga – som komplement till nuvarande stödåtgärder för fisket – vore därför att staten stimulerade utvecklingen av ett långdistansfiske bl. a. genom att underlätta vissa nödvändiga investeringar. I vissa fall skulle t. ex. moderfartyg kunna behövas, och fångstbåtarna skulle också kunna vara betjänta av bättre utrustning. Visst långdistansfiske kan antagligen också stimuleras genom att man helt enkelt skapar gemensamma stödfunktioner: t. ex. för marknadsföring, för förhandlingar (t. ex. besättningsanställningar), gemensam varvsservice, etc.

Det är inget tvivel om att ett långdistansfiske sådant som det föreslagna också är förknippat med åtskilliga problem. Väsentligast är kanske att fiskaren tvingas vara

hemifrån under långa perioder. Å andra sidan är alternativet ofta det svåra och ekonomiskt ogynnsamma fisket i Nordsjön. Redan har ett flertal svenska fiskare i den situationen försökt sig på fiske i avlägsnare vatten.

Ett annat problem är att allt fler stater med största sannolikhet efter hand kommer att hävda vidgad fiskerijurisdiktion. Detta behöver inte nödvändigtvis omöjliggöra långdistansfiske i dessa vatten, men kan ändå försvåra det bl. a. genom att t. ex. licensavgifter för fiske kan krävas. Det är inget tvivel om att svårigheterna av detta slag kan bli mycket stora i framtiden. Trots detta finns emellertid för närvarande inte grund att helt utdöma långdistansfiskets möjligheter.

□ *Havsresursutredningen föreslår därför att förutsättningarna för ett svenskt långdistansfiske undersöks.*

En annan möjlighet till nyorientering av det svenska fisket kan eventuellt Östersjön erbjuda. Som framgått av avsnittet "Världsfisket — en översikt" fiskar andra länder åtskilligt mer i Östersjön än vad svenska fiskare gör. Framför allt gäller detta ifråga om skarpsillen. Förutom östersjöländerna börjar nu även andra länder visa intresse för östersjöfisket.

Det är inte omöjligt att även Sverige kan utvidga sitt östersjöfiske. Detta kräver emellertid förundersökningar och försöksverksamhet. Till att börja med är det oklart vilka avsättningsmöjligheter som finns för ett sådant fiske. Tänkbart är att fiska med inriktning på burkinläggning eller för fiskprotein-koncentrattillverkning. Ett annat problem är att vi vet mycket lite om vilken beskattning Östersjöns fiskbestånd tål. Här skulle därför havsfiskelaboratoriets fiskeribiologiska resurser kunna utökas för att undersöka dessa fiskbestånd.

Ytterligare ett motiv för att mer intensivt engagera sig i Östersjöfisket är de svårigheter på sikt för det internationella fisket som berörs i diskussionen ovan om ett svenskt

långdistansfiske. Det bör i sammanhanget också nämnas att samtliga östersjöstater visat ett starkt intresse för reglering av östersjöfisket för att undvika överfiskning. Ett uttryck för detta intresse var det internationella möte som hölls i Stockholm i juni 1972 för att diskutera östersjöfiskets framtid. Initiativtagare var Sveriges fiskares riksförbund.

□ *Havsresursutredningen föreslår att möjligheterna till ett intensivare östersjöfiske närmare undersöks och prövas.*

Ovan har olika möjligheter till förbättring av det svenska havsfiskets produktivitet diskuterats. Förbättring av fisket i Nordsjön och Skagerack samt utredningar om svenskt långdistansfiske och östersjöfiske har föreslagits. I samtliga dessa fall är det möjligt att åtminstone en del av fisket blir inriktat på sådan fisk som brukar användas för fiskmjölstillverkning. Med hänsyn till att sådan tillverkning innebär stort slöseri med den dyrbara råvaran vill havsresursutredningen starkt betona värdet av alternativa metoder för bearbetningen av denna fisk (se bl. a. s. 67 f). En sådan möjlighet är att tillverka fiskproteinkoncentrat som efter inblandning i t. ex. bröd kan användas direkt som människoföda.

Beredningsmetoder som gör det möjligt att direkt använda fisken som människoföda, istället för att tillverka fiskmjöl, är emellertid som tidigare påpekats också av största generella betydelse, och icke enbart en angelägenhet för det svenska fisket.

□ *Havsresursutredningen föreslår därför att forskning och teknisk utveckling som ökar möjligheterna att använda fisk direkt som människoföda stimuleras.*

#### Fiskodling

Eftersom foderkostnaderna vid fiskodling ofta är höga är det framför allt kvalitetsfisk

(delikatessfisk) som man kan tänka sig att odla. Eftersom vissa fiskarter får en snabbare tillväxt i uppvärmt vatten utgör atomkraftstationernas kylvatten en tillgång som bör kunna utnyttjas. Arter som kombinerar egenskaperna att vara delikatessvara och ha snabbare tillväxt i uppvärmt vatten är bl. a. ål, äkta tunga, räka, hummer, ostron och olika laxarter.

Ett överslagsmässigt räkneexempel kan belysa kostnaderna vid ålodling. Ålens fortplantning sker i Sargassohavet och man har ej lyckats få den att fortplanta sig i fångenskap varför man vid ålodling arbetar med naturligt födda ållarver, s. k. glasål. Denna ål fångas när den efter att ha drivit med Golfströmmen är på väg mot, eller redan befinner sig i, Europas floder. Ålen är då tre år gammal, 6–7 cm lång, och väger några tiondels gram. Därefter placeras ålen i bassänger med uppvärmt vatten – tillväxten uppges vara maximal vid omkring 26°C. Ålen kan då växa kanske mer än dubbelt så fort som i naturen. Efter kanske två år tas ålen ur bassängen för konsumtion.

Några intressanta priser i sammanhanget är följande. Glasålen har uppgivits kosta omkring 40 kr per kilo, och ett kilo innehåller ca 2 500 ålar. Då man kan räkna med en överlevnadsfrekvens på kanske 80 procent i odlingen blir kostnaden för glasål som synes rent marginell i den totala odlingskostnaden. Långt viktigare är foderkostnaden. Det har beräknats att den totala foderkostnaden för att få fram ett kilo odlad ål skulle kunna uppgå till kr 4:80 (Astra-Ewos). Den siffran är intressant att jämföra med fångstvärdet – dvs. förstahandsförsäljningspriset – för ål fångad av svenska fiskare. 1970 var det priset i genomsnitt kr 10:90 per kilo ål. Med hänsyn till att foderkostnaderna brukar bedömas som en stor – kanske den största – kostnaden vid fiskodling så antyder dessa siffror att ålodling väl kan bli en lönsam affär.

Även beträffande laxfiskarna finns intressanta möjligheter att beakta. Havsöringen vandrar ej lika långt som laxen utan stannar istället i närheten av den älvmyning där den

blivit utsatt. Därför kan man räkna med att smolt av havsöring från svenska odlingar blir återfångade av svenska fiskare i långt större utsträckning än smolt av lax. Detta talar för att odlingen av havsöring kanske skall intensifieras.

Beträffande den odlade laxen råder en väsentlig skillnad mellan den smolt som sätts ut i Östersjöns älvmyningar och den som sätts ut på västkusten. Av den tidigare får svenska fiskare bara en mindre del av återfångsten. För den senare finns uppgifter om att svenska fiskare tar upp den helt övervägande delen av återfångsten. Detta talar för att odlingen av lax på västkusten kanske skall intensifieras.

Sammanfattningsvis finns alltså ett flertal arter som vid odling kan tänkas ge ett ekonomiskt utbyte; t. ex. ål, tunga, tångräka, hummer, lax och havsöring. Havsresursutredningen föreslår att de ekonomiska betingelserna för detta slags odlingar närmare undersöks. Det förefaller emellertid uppenbart att en god skattning av odlingens ekonomi inte kan göras utan att försöksanläggningar startas. Vissa av de berörda arterna (lax och havsöring) som redan idag odlas i Sverige berörs inte av detta förslag.

*Havsresursutredningen föreslår alltså att försöksanläggningar sätts upp för odling av t. ex. ål, tunga, krabba, hummer, tångräka och ostron.*

De föreslagna försöksanläggningarna skall drivas med det klart uttalade syftet att utvärdera betingelserna för en kommersiell produktion. Det är viktigt att försöksverksamheten bedrivs på ett sådant sätt att de betydande erfarenheter av fiskodling som finns inom landet i möjligaste mån nyttiggöres.

I samband med den föreslagna odlingen av marina organismer bör också sådana odlingars användbarhet för avfallsåtervinning beaktas. På s. 66 har denna aspekt berörts.

*Havsresursutredningen betonar betydelsen av att den föreslagna odlingen av marina organismer bedrivs med beaktande av möjligheterna till avfallsåtervinning.*

#### Utvecklingsbistånd

Fisket spelar en väsentlig roll för försörjningen i åtskilliga u-länder, framför allt i kustregionerna. I den mån Sverige kan ge bistånd inom fiskeriområdet är därför detta av självklart intresse. Möjligheterna att ge sådant bistånd skall emellertid inte överskattas, bl. a. beroende på att effektivt bistånd för det mesta förutsätter god kännedom om de lokala fiskevatten det i det enskilda fallet är fråga om. Sådana erfarenheter har svenska fiskare endast i mycket begränsad utsträckning.

Samtidigt är det möjligt att svenska fiskare tack vare en allmänt god yrkesskicklighet förhållandevis lätt kan skaffa de erfarenheter som behövs. Detta kan ske på olika sätt — kanske i samband med ett svenskt långdistansfiske.

Det har redan tidigare nämnts att allt fler

länder av allt att döma inom en nära framtid kommer att hävda avsevärt vidgad fiskerijurisdiktion. Många av dessa länder saknar tekniska resurser för en rationell exploatering av fiskbestånden inom de vidsträckta territorialvattenområdena. Därigenom accentueras behovet av tekniskt bistånd inom fiskeriområdet. Om Sverige i det sammanhanget kan erbjuda tjänster som står sig i jämförelse med vad andra i-länder kan åstadkomma, så bör det vara av intresse från biståndssynpunkt.

Vid sidan om bistånd för att fånga fisken finns också möjligheter till bistånd avseende beredningstekniken. Kanske är detta med hänsyn till Sveriges möjligheter väl så betydelsefullt. Den viktigaste aspekten inom detta område — men icke den enda — är det redan påtalade behovet av att kunna använda så mycket av fisken som möjligt direkt till människoföda och undvika fiskmjölstillverkning (se bl. a. s. 67).

*Havsresursutredningen anser sålunda att möjligheterna till svenskt utvecklingsbistånd för att underlätta u-ländernas exploatering av havens livsmedelstillgångar bör provas.*

*Inledning*

I människans ständiga jakt på mineralråvaror har intresset alltmer kommit att riktas mot haven, vars totala mineraltillgångar är ofantliga. Men en exploatering av dessa förekomster stöter också på stora tekniska svårigheter. Efterfrågan på ett antal viktiga mineral har hittills ökat exponentiellt. Det är denna starkt ökade efterfrågan – i kombination med efter hand allt bättre möjligheter att arbeta till havs och utvinna resurser där – som lett till det starkt ökade intresset för havens mineraltillgångar.

Trots detta har emellertid någon riktigt omfattande exploatering ännu inte börjat ta fart – om man bortser från olja och naturgas. För oljan gäller att en snabbt ökande andel – idag närmare 20 procent – av den växande världsproduktionen kommer från fyndigheter på kontinentalsocklarna. Eftersom socklarna i sin tur utgör ungefär 20 procent av jordens landområden innebär detta att socklarna per ytenhet räknat just håller på att bli en viktigare oljeproducent än landområdena. Men i övrigt har värdet av de mineral som tas från haven varit lågt och under ett flertal år praktiskt taget konstant. Samtidigt är det dock så, vilket är en viktig nyansering, att den nuvarande världsproduktionen av vissa mineral nästan uteslutande kommer från haven.

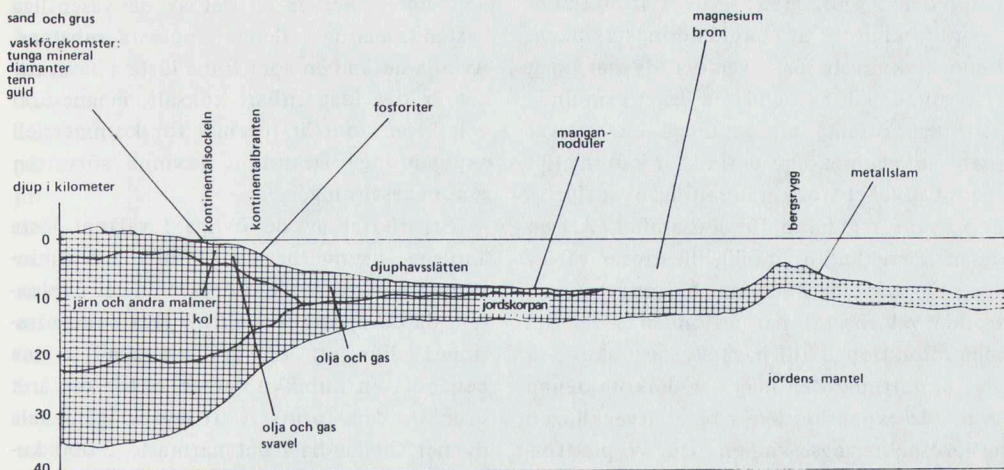
Den geologiska bakgrunden till havens

Världsproduktionen av mineral från havsområdena 1969. (Efter Marine Science Affairs 1970.)

Resurs	Värde	
	procent- andel	milj./kr
<i>Från havsvattnet</i>		
Koksalt	29	865
Magnesium (metall)	61	375
Färskvatten		255
Brom	70	225
Magnesiumföreningar	6	205
Övriga		140
<i>Mineral på havsbotten</i>		
Sand och grus	mindre än 1	500
Snäckskal (Shell)		150
Tenn	4	120
Ilmenit, Rutil, Monazit, Zirkon, m. fl.		65
Diamanter	mindre än 1	45
Järn	mindre än 1	20
<i>Mineral i havsbottens berggrund</i>		
Olja och gas	16	30 500
Svavel	4	130
Kol	2	1 675
Järnmalm	mindre än 1	85
Totalvärde		35 355

silda mineraltillgångar är synnerligen varierande. Det finns mineral lösta i vattnet, och det finns fyndigheter på och under botten – både i anknytning till djuphavsbottnarna och till kontinentalsocklarna.

I havsvattnet finns praktiskt taget alla i



Figur 5.1 Havsbottens geologiska uppbyggnad samt en del i havsområdena förekommande mineral.

naturen förekommande grundämnen i relativt konstanta halter. Visserligen tillförs vattnet ständigt nytt material genom erosion på jordens landytor, genom vulkanisk aktivitet på land eller på havsbotten, genom utflöde av material från de mittoceaniska bergsryggarna osv. — men genom anrikningsprocesser som är biologiska eller kemiska tillförs botten-sedimenten också ständigt nytt material. Det är fråga om ett ständigt pågående kretslopp. Ursprunget för mineral i kontinentalsocklarnas och oceanbottnarnas berggrund är ofta osäkert. Ytterst sammanhänger ju dessa mineralkoncentrationers tillkomst med oceanernas och kontinenternas utvecklingshistoria. Och beträffande dessa frågor är mycket — kanske det mesta — oklart även om vetandet här förts framåt på ett närmast fantastiskt sätt under de senaste femton å tjugo åren.

Av fig. 5.1 framgår i grova drag vilka havets mineralfyndigheter är och kan förväntas vara. De i havsvattnet lösta ämnena, t. ex. metalljoner samt klorid- och sulfatjoner, lämpar sig till viss del för exploatering. En del ämnen har också fallit ut och avsatts på havsbotten. Viktigast av dessa förekomster är antagligen de s. k. mangannodulerna som förekommer rikligt på de djupa bottarna av

de tre stora oceanerna. Geologin hos botten själv — slutligen — är bl. a. starkt beroende av om det gäller djuphavet eller kontinentalsocklarna. Till att börja med är sedimenten i regel mycket tunnare i djuphavet (maximalt några hundra meter) än på socklarna, där de kan ha mycket stora mäktigheter (åtskilliga kilometer). Det är bl. a. detta som ligger bakom de stora förväntade tillgångarna av olja och gas på kontinentalsocklarna och kontinentalbranterna. Dessutom är berggrunden omedelbart under sedimenten av annan karaktär i djuphavet än på kontinentalsocklarna. Den basaltrika djuphavsbotten är genomsnittligt fattigare på koncentrationer av för människan värdefulla mineral än berggrunden i kontinenterna och dess fortsättningar i kontinentalsocklarna. Jordskorpan under djuphavsbotten är också tunn (genomsnittligt kanske knappt tio kilometer medan den under kontinenterna kan vara 30–50 kilometer) och till sin sammansättning förhållandevis homogen.

Många av havens mineraltillgångar befinner sig ännu under gränsen för lönsam exploatering. Om exploateringen kan bli lönsam eller inte beror naturligtvis till väsentlig del på efterfrågeutvecklingen och på landtillgångarnas storlek. Men lönsamheten

beror också i hög grad – vilket är viktigt – på utvecklingen av exploateringstekniken. Denna teknik är idag svår och dyrbar, men eftersom den är ny och ännu ligger i sin linda kan den komma att genomgå en mycket snabb utveckling. Om detta sker kan relativt snabbt mycket stora mineraltillgångar flyttas upp ovanför gränsen för lönsamhet. Att en sådan utveckling är möjlig illustreras väl av vad som hänt på oljesidan. Knappast någon trodde väl för ett par årtionden sedan att oljeproduktionen till havs så snart skulle få den omfattning den idag har. Bakom denna oväntade expansion ligger bl. a. utvecklingen av prospekteringstekniken och av plattformarna för oljeborrning. Till detta kan fogas att en exploatering av havens mineraltillgångar inte enbart stöter på svårigheter. I vissa avseenden är havet mera lättarbetade än kontinenterna. Seismisk prospektering är t. ex. omkring tio gånger billigare till havs än på land. Mineral som utvunnits till havs kan också fraktas på havet, den särklassigt billiga, transportleden.

### Mineral i havsvattnet

Totalt finns på jordklotet omkring 1,5 miljarder kubikkilometer havsvatten. I varje kubikkilometer finns upplöst i genomsnitt 35 miljoner ton fasta ämnen (dvs. 3,5 viktsprocent). Metalljoner samt kloridjoner

Några grundämnens koncentration i havsvatten

ämne	ton/km <sup>3</sup>	ämne	ton/km <sup>3</sup>
Klor	19 400 000	Rubidium	120
Natrium	10 800 000	Fosfor	88
Magnesium	1 290 000	Jod	64
Svavel	904 000	Indium	23
Calcium	411 000	Barium	21
Kalium	392 000	Molybden	10
Brom	67 300	Nickel	6,6
Kol	28 500	Zink	5,0
Strontium	8 100	Järn	3,4
Bor	4 450	Uran	3,3
Kisel	2 900	Arsenik	2,6
Fluor	1 300	Vanadin	1,9
Kväve (jonbundet)	670	Aluminium	1,0
Argon	450	Koppar	0,9
Litium	170	Tenn	0,8
		Mangan	0,4

och sulfatjoner är en del av de väsentliga beståndsdelarna i denna upplösta substans. Av alla de ämnen som finns lösta i havsvattnet är det idag enbart koksalt, magnesium och brom som är föremål för kommersiell exploatering. Dessutom utvinns sötvatten genom avsaltning.

Ett flertal av de övriga i vattnet lösta ämnena är synnerligen värdefulla men åtminstone för närvarande olönsamma att exploatera då de uppträder i alltför låga koncentrationer. För att en industri skall kunna behandla en kubikkilometer vatten om året så måste den, förutsatt att den är igång hela dygnet, behandla i det närmaste 2 000 kubikmeter vatten i minuten. Att detta blir dyrbart inses lätt. Trots att det finns tio miljoner ton guld i världshaven – för att ta ett exempel – så talar allt för att det guldet får fortsätta att flyta omkring i vattnet utan att vi kan lägga oss till med det. Tyskarna gjorde emellertid under mellankrigstiden ett storstilt men misslyckat försök att ur havsvattnet få fram guld för betalningen av sina krigsskulder.

Utvinningen av *koksalt* ur havsvatten har emellertid praktiserats sedan urminnes tider, och i många kulturer. Denna utvinning ökar successivt och kan kombineras med avsaltning av havsvatten. Man får alltså salt och färskvatten på samma gång. Värdet av det årligen ur världshaven utvunna koksaltet beräknas för närvarande vara 875 milj. kr.

Metallen *magnesium* – den har viktiga användningar bl. a. som legeringsmetall i lättmetallegeringar, som reduktionsmedel vid framställning av zirkonium och titan, samt vid organiska synteser – har sedan 1930-talet framställts ur havsvatten. Idag tas huvuddelen av världens magnesiumproduktion från havet. För att fälla ut magnesium ur havsvattnet används bl. a. – vilket kan vara intressant att notera – en annan havsprodukt, nämligen ostronskal. Från dessa tas för processen nödvändig kalk. Även andra metoder att utvinna magnesium (t. ex. med jonbytare) utvecklas och kan antagligen förbilliga framställningen. I Norge utvinns magnesium ur havsvatten av Norsk Hydro.

Även *brom* framställs kommersiellt ur havsvatten. Detta går bra trots att koncentrationen av brom i vattnet är så låg som 0,0067 viktsprocent. Som jämförelse kan nämnas att magnesium har en koncentration på 0,13 procent och koksalt omkring 3,0 procent. Brom har sin väsentligaste användning som antiknackningsmedel i bensin, men utnyttjas även inom den fotografiska industrin och inom läkemedelsindustrin. 70 procent av världproduktionen kommer idag från havsvatten. En modern anläggning för framställning av brom ur havsvatten kan behandla upp till ett par hundra kubikmeter vatten i minuten. För en magnesiumfabrik är siffran vanligen ungefär hälften.

Metallen *uran* har i havet en koncentration långt under gränsen för en idag lönsam exploatering. Att utvinna uran ur havsvatten har beräknats kosta mellan 20 och 100 dollar per pund (\$/lb) uran-koncentrat, vilket kan jämföras med dagens uranpris på 5 à 6 dollar per pund. Ätminstone fram till 1990-talet räknar man med att uranpriset, uppskattat i dagens penningvärde, kommer att ligga inom intervallet 5–15 dollar per pund.

Dessa ekonomiska förhållanden hindrar emellertid inte att försök gjorts att utvinna uran ur havsvatten. Engelsmännen arbetade med en metod vilken utnyttjade att titanoxid binder havsvattnets uran. För att använda metoden i stor skala tänkte man sig att använda ett avgränsat vattenutrymme, där tidvatteneffekten ständigt stod för nytillförseln. En av de svårigheter man stötte på var att titanoxiden slets bort från underlaget av det strömmande vattnet. En annan svårighet i dessa sammanhang är att hitta metoder och platser – t. ex. utnyttjande av tidvatten eller strömmar – som möjliggör bearbetning av mycket stora vattenmängder. Men möjligen kan dessa eller andra försök att utvinna havens uran komma att tas upp på nytt i framtiden – kanske mot slutet av årtusendet. Ett av skälen till detta skulle i så fall vara att uranpriset – den gång bridreaktorerna kommit i bruk – har en förhållandevis liten inverkan på energipriset.

Den väsentliga svårigheten vid utnyttjandet av mineral som är lösta i havsvattnet är att åstadkomma en anrikning på ekonomiskt rimliga villkor. Även om man för de flesta metaller inte lyckats utveckla lönsamma utvinningsmetoder så pekar följande synpunkter på att den situationen kanske kan ändras med tiden. Havet är som mineralråvarukälla extremt homogent. Just denna egenskap gör att utvinningsprocesserna med fördel kan automatiseras. Med förbättrad processteknik kan därför kanske utvinningen förbilligas. Redan den nuvarande magnesiumutvinningen är exempel på en långt gången automatisering. Processerna för utvinning av mineral ur havsvatten är också i allmänhet synnerligen energikrävande. Om energipriserna i framtiden sjunker – t. ex. beroende på bridreaktorer eller så småningom fusionsenergin – kan detta relativt sett gynna mineralutvinningen ur havsvatten.

För utvinning av havsvattnets mineral kan man kanske också i vissa sammanhang utnyttja den mycket kraftiga anrikning av en del ämnen som sker i biologiska system. Det är bekant att djur tar upp och anriker ämnen som är väsentliga för deras fysiologiska funktion – t. ex. koppar, zink, järn och vanadin. I en del djur, t. ex. sjöpongar, uppträder vanadinkoncentrationer som är 280 000 gånger högre än i det omgivande vattnet. Även andra ämnen än sådana som är nödvändiga för livsuppehållandet – t. o. m. direkt giftiga ämnen – anrikas som bekant successivt i näringskedjorna i biologiska system. Det är därför naturligt att fråga om också ämnen som är attraktiva för människan anrikas i tillräcklig grad i några biologiska system. När det gäller metaller kan man i vissa fall genom bakteriell lakning åstadkomma en sådan anrikning. Det är också värt att påpeka att jod länge utvunnits ur de stora brunalgerna (den utvinningen har emellertid nästan helt upphört), och kalciumkarbonat ur snäck- och musselskal. I dessa båda fall utnyttjas alltså redan den biologiska anrikningen. En kuriositet är att engelsmännen under slutskedet av andra världskriget försökte exploatera sjöpongar-



nas vanadin för att få legeringsmetall till sina kanoner. Det bör för övrigt påpekas att vi vet mycket lite om hur det går till när levande organismer anrikar olika ämnen. Bl. a. en svensk forskargrupp arbetar emellertid med sådana frågor. Lär man sig mer om detta så kanske det också blir möjligt att i mänskligt byggda anrikningsfabriker efterlikna dessa biologiska processer.

Den mest uppenbara mineralresursen i havsvattnet är emellertid – om man tillåter sig att tänja begreppen något – det rena vattnet i sig självt. Efter hand som vattenförsörjningsproblemen försvåras på allt fler platser på jorden är det klart att möjligheten att *avsalta havsvatten* blir attraktiv. De kvantiteter havsvatten som avsaltas ökar snabbt för varje år. 1966 avsaltades totalt i världen 200 000 m<sup>3</sup> vatten per dygn, 1968 hade siffran stigit till 440 000 m<sup>3</sup> per dygn och 1970 till omkring 500 000 m<sup>3</sup> per dygn. Allt talar för att produktionen av avsaltat vatten kommer att fortsätta att öka snabbt. Ett flertal principiellt skilda tekniker är föremål för ett intensivt utvecklingsarbete.

De metoder som i dag bedöms komma till användning är baserade på avdunstning, på förångning, på frysning av vattnet, på omvänd osmos, på elektrodialys, eller på jonbytesprocesser. Grovt gäller att kostnaden för avsaltat vatten i dag är 1–5 kr/m<sup>3</sup>. Kostnaden beror på anläggningsstorlek, råvatten- och produktvattenkvalitet. I de största förångningsanläggningarna är kostnaden ca 1,5 kr/m<sup>3</sup>.

Den i dag vanligaste avsaltningsmetoden är förångning, och den metoden har också givit de hittills bästa ekonomiska resultaten. Förångningsanläggningar med en produktionskapacitet på 29 000 kubikmeter per dygn har byggts. Emellertid talar mycket för att metoden omvänd osmos – på vilken det i dag i USA satsas mer utvecklingspengar än på de andra metoderna – kan ge lägre produktionskostnader i framtiden. Dessutom gäller att metoden omvänd osmos, liksom jonbytesprocesser och elektrodialys, ger sjunkande kostnader med sjunkande salthalt

hos det utnyttjade vattnet. Förångnings- och frysmetoderna däremot är mindre känsliga för salthalten. Dessa förhållanden pekar på att Östersjöns brackvatten i framtiden – när tekniken för omvänd osmos utvecklats längre – kan bli ett intressant utgångsmaterial för avsaltning.

Men redan med utgångspunkt i dagens teknik diskuteras flera avsaltningsprojekt i Sverige och i vår närmaste omvärld. Ölands ökande behov av vatten kan tillgodoses genom vattenledningar som dras över den nya Ölandsbron från Småland. Avsaltning enligt frysmetoden har dock beräknats kunna ge vatten till jämförbara kostnader. Avsaltat vatten kan bli aktuellt för Gotlands del i framtiden. För vattenförsörjningen i Helsingfors skärgård har ett avsaltningsprojekt enligt frysmetoden diskuterats. Skånes vattenförsörjning har temporärt lösts genom att koncessiongivits på vattentransport från sjön Bolmen i Småland med 6 kubikmeter per sekund. Innan koncession gavs studerades emellertid möjligheterna till avsaltning av havsvatten. Den diskussionen kan bli aktuell på nytt inom 20 eller 25 år när den medgivna vattentransporten från Bolmen inte längre kan täcka det skånska vattenbehovet.

Det bör också påpekas att avsaltningskostnaderna kan bli lägre om man inte kräver en total avsaltning. Och vatten med låg salthalt är användbart i åtskilliga sammanhang, t. ex. för djuruppfödning eller konstbevattning. Att avsaltning av havsvatten får allt större omfattning påverkar för övrigt också de ekonomiska kalkylerna för utvinning av metaller och andra mineral direkt ur havsvattnet. Avsaltningen ger som avfallsprodukt ett vatten med högre koncentrationer av i vattnen lösta fasta ämnen. Möjligen kan detta koncentrat bli utgångspunkt för en utvinning av metaller, som i annat fall inte skulle varit lönsam.

Allt vatten – och alltså även havsvattnet – innehåller en liten andel tungt vatten. Ungefär en väteatom på 6 700 är en deuteriumatom. Tungt vatten används som moderatorssubstans i atomreaktorer.

På sikt kan emellertid havsvattnets *deuterium* få en långt större betydelse som utgångsmaterial för fusionsenergi. De två processer för utvinning av fusionsenergi som syns lättast att förverkliga är att antingen låta deuterium- och tritiumatomer eller enbart deuteriumatomer förenas med varandra under bildning av helium, varvid energi utvecklas. Beträffande båda metoderna gäller att det praktiska förverkligandet är avlägset, närmast beroende på svårigheterna att uppnå de höga temperaturer som krävs för att få reaktionerna till stånd. Den process som är baserad på deuterium och tritium förefaller emellertid vara något lättare att göra till praktisk verklighet än den andra. Om man lyckas åstadkomma fusionsenergi ur deuterium plus deuterium, så är jordens energiresurser därmed i det närmaste outtömliga. En liter havsvatten skulle då ge samma energimängd som 300 liter bensin. Om man vill utvinna fusionsenergi ur tritium plus deuterium kan emellertid också havsvatten användas, ehuru processen är omständligare. Tritium förekommer nämligen inte i naturen utan måste framställas genom kärnomvandling antingen av litium eller av deuterium. I det senare fallet utgör världshavens deuterium en nästan obegränsad tillgång.

#### *Mineral i lösa avlagringar på havsbotten*

Mangannoduler, fosforiter, metallslam

Av alla de ämnen som finns lösta i havets vatten har en del nått mättnadsnivå och därför också till viss del fallit ut i fast form på havsbotten. I dessa fall kan det ligga närmare till hands att samla upp mineralen på havsbotten än att exploatera de låga koncentrationer som finns lösta i själva vattnet.

Det mest diskuterade exemplet är de s. k. *mangannodulerna*, som finns i avsevärda mängder på botten av de tre stora oceanerna, Atlanten, Stilla havet och Indiska Oceanen. Denna "havspotatis" – beteckningen är träffande på de lite oregelbundna

mörkfärgade klumparna – innehåller höga halter mangan, men också järn, nickel, koppar, kobolt m. m., av vilka flera ju är viktiga ställegeringsmetaller.

Mangannodulerna har varit kända sedan länge. Redan på 1870-talet, då engelsmännen gjorde den berömda expeditionen över världshaven med fartyget HMS Challenger, observerades mangannoduler. Men även om nodulerna varit kända sedan länge så är frågan om hur de bildas fortfarande i många stycken obesvarad. En möjlighet tycks emellertid vara att järn och mangan faller ut som ett resultat av att havsvattnet vid rådande förhållanden är mättat på dessa joner. Manganet i sin tur kan tänkas härröra från floder som rinner ut i havet, från undervattensvulkanism, från utflöden vid de mittoceaniska bergsryggarna osv. Det utfallande manganet och järnet bildar partiklar som har förmåga att binda till sig även andra metalljoner, utan att vattnet är mättat i avseende på dessa senare. På så sätt kommer nodulerna, förutom järn och mangan, också att innehålla en rad andra metaller. De bildade partiklarna förenas i sin tur till de större klumpar som själva nodulerna utgör. Medeldiametern är omkring 4 cm, men variationerna är stora. Partikelansamlingen sker ofta kring någon kärna som t. ex. en stenbit eller en hjattand. Nya mangannoduler bildas ständigt.

Mangannodulerna finns i stor mängd och med höga metallhalter på oceanbottenarna. De största koncentrationerna finns på djup från 3 500 till 6 000 m. Ännu så länge har prospekteringen, som kan utföras med TV-kamera ehuru detta är en synnerligen tidsödande process, bara genomförts mycket ofullständigt. Man har därvid på djuphavsbotten funnit såväl områden med relativt starka koncentrationer av noduler som sådana utan noduler. Man har beräknat att det på Stilla havets botten finns omkring 1 500 miljarder ton noduler, men väsentligt lägre siffror har också nämnts. Koncentrationen har uppgivits till maximalt 50 000 ton per kvadratkilometer (50 kg per kvadratmeter). Hur mycket därav som är utvinningsbart är

ännu en öppen fråga.

Nodulernas metallhalter kan vara höga men varierar starkt från ställe till ställe. Av följande tabell framgår hur många ton rena metaller av olika slag som under vissa betingelser kan framställas ur en miljon ton noduler. Som jämförelse kan nämnas att en högvärdig järnmalm innehåller 60–65 % järn. Tabellen som emanerar från det amerikanska företaget Deep Sea Ventures Inc. (se nedan) avser vissa fyndigheter som bedömts lämpliga för kommersiell exploatering. Av tabellen framgår också hur många viktprocent av nodulerna de utvinningsbara metallerna utgör, liksom hur många procent av nuvarande världskonsumtion de från en milj. ton noduler producerade metallerna utgör.

Metallmängden i en miljon ton mangannoduler

	mängd i ton	viktprocent av nodulerna	procent av världens års- konsumtion (1970)
mangan	250 000	25,00	5,3
nickel	15 000	1,50	3,4
kobolt	2 500	0,25	14,1
koppar	10 000	1,00	0,2

Dessa siffror plus den tidigare uppgiften att det enbart på Stilla havets botten kan finnas 1 500 miljarder ton noduler antyder att världshavens noduler utgör en utomordentligt stor mineralreserv. De metaller som kan bli ekonomiskt intressanta är framför allt koppar och nickel.

De tekniska problem som är förknippade med exploatering av mangannodulerna gäller dels själva upphämtandet av nodulerna och dels den därpå följande utvinningen av de rena metallerna. P. g. a. nodulernas kemiska uppbyggnad är man, vad beträffar det senare av dessa båda problem, tvungen att utveckla tekniker som är delvis annorlunda än de som används för behandling av vanliga malmer. Problemet att hämta upp nodulerna förefaller vara avsevärt svårare. Längst i utvecklingen synes det amerikanska företaget Deep Sea Ventures Inc. ha kommit.

Karakteristiskt är att detta företag är ett dotterföretag till olje- och naturgasföretaget

Tenneco, vilket visar att oljeföretag är ledande även när det gäller annan svår havsexploatering än olje- och gasutvinning. Denna aspekt behandlas ytterligare på s. 94. Deep Sea Ventures bildades just för att utveckla exploateringen av mangannoduler till en lönsam verksamhet. Under juli och augusti 1970 prövade företaget en försöksanläggning för att ta upp noduler från 800 meters djup. Genom ett rör med 24 cm diameter fraktades mellan 10 och 60 ton noduler i timmen upp till ytan. Företaget menar sig efter denna framgång kunna bygga ett system för att i kommersiellt syfte ta upp noduler från nästan 5 000 meters djup. I försöksverksamheten ingår också en laktionsanläggning för att utvinna metaller ur nodulerna. Laktionsprocessen anser man sig nu tekniskt behärska.

Efter dessa inledande prov försöker Deep Sea Ventures Inc. nu bilda ett konsortium för att bygga en fullskaleanläggning. Avsikten är att anläggningen skall kunna vara i drift 1976 och kunna bearbeta en miljon ton noduler om året (om upptagningen av noduler pågår dygnet runt och under hela året så motsvarar en miljon ton om året 116 ton per timme). Investeringskostnaderna för den totala anläggningen, alltså såväl utrustning för att hämta upp noduler till ytan som metallutvinningsanläggning, har beräknats till 1 000 milj. kr. Det tilltänkta utvinningsområdet ligger i Stilla havet mellan nordamerikanska kontinenten och Hawaii.

Den rättsliga sidan av Deep Sea Ventures verksamhet är intressant. Genom en deklARATION i FN:s generalförsamling 1970 förklarades oceanbottnarna med sina naturtillgångar utgöra mänsklighetens gemensamma arvedel. Detta innebär att ett företag icke har rätt att på egen hand exploatera t. ex. mangannoduler. Någon form av internationellt tillstånd måste anses krävas. Hur formerna för detta mera i detalj skall utformas är en av de saker som FN:s kommande havsrättskonferens skall diskutera. (Se närmare s. 41.)

Det bör framhållas att vissa bedömare är skeptiska till uppgifterna från Deep Sea Ventures Inc. och menar att det fortfarande

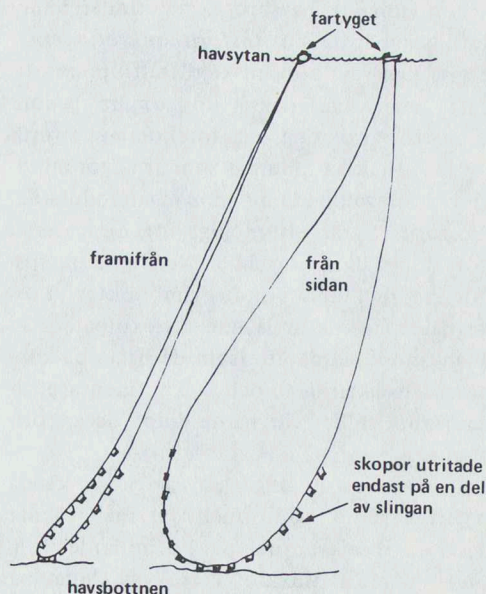
är osäkert om en lönsam exploatering kan komma till stånd. USA har ett strategiskt intresse av exploateringen oavsett om den blir lönsam eller inte. USA saknar i stort sett inhemska tillgångar på mangan varför nodulernas mangan, som under normala förhållanden är mindre intressant än t. ex. nickeln och kopparn, kan få betydelse som strategisk råvara.

Om nodulexploateringen kan ge billigare metaller än utvinning till lands är det klart att marknaderna kommer att påverkas. Avsevärda mineralreserver skulle ju då lyftas upp över gränsen för lönsam exploatering.

För att ta upp nodulerna från botten till ytan – ett tekniskt svårt problem i samband med exploateringen – har olika metoder diskuterats. Deep Sea Ventures Inc. arbetar med den s. k. Air-lift-metoden. Nodulerna transporteras upp genom ett rör i vilket man får en lyftkraft genom att pressa in tryckluft underifrån. Men även andra metoder är tänkbara. Japanerna har gjort framgångsrika försök att ta upp nodulerna i skopor som är fästade vid en lång wireslinga (fig. 5.2). Slingan går från båten ner till botten och upp igen, och drivs ständigt runt. Med denna metod har det sagts vara möjligt att ta upp omkring 200 ton noder i timmen från 6 000 meter till en kostnad av mindre än 25 kr per ton. Vid sidan om amerikaner och japaner har även fransmännen – i samarbete med japanerna – börjat intressera sig för exploatering av mangannoduler. Även det västtyska företaget Metallgesellschaft har gått in på detta område. Det ryktas att också ryssarna intresserat sig för oceannodulerna, även om inga detaljer är kända om detta.

Även i Östersjön finns metallhaltiga konkretioner som i vissa avseenden liknar oceanbottenarnas noder. Dessa *östersjönoder* torde emellertid knappast kunna bli brytvärda. Visserligen ligger de på mycket grundare vatten än nodulerna på oceanernas djupbottenar, men å andra sidan är sammansättningen av metallinnehållet mindre gynnsam och mängden noder per ytenhet är också mindre.

Järnhalten har man på olika ställen upp-



Figur 5.2 Upptagning av mangannoduler med en i Japan utvecklad teknik.

mätt till 15–20 procent och manganhalten till omkring 10 procent. Övriga metaller – t. ex. nickel, kobolt och koppar – som är de från ekonomisk synpunkt intressantaste i oceannodulerna uppträder däremot på hittills undersökta ställen i mycket låga koncentrationer. Fosforhalten är emellertid högre än i oceannodulerna.

Mängden noder per ytenhet varierar också. De ställen där man uppmätt de högsta värdena är norra Finska viken (20–30 kilo per kvadratmeter) och norra Rigabukten (16 kilo per kvadratmeter). I ett 1 000 kvadratkilometer stort område i Bottenviken har man uppskattat ett genomsnitt på 5 kilo per kvadratmeter. Alla dessa siffror är emellertid avsevärt lägre än de 50 kilo per kvadratmeter som uppmätts på vissa ställen i Stilla havet.

Utvinning av järn eller mangan ur östersjönodulerna kan inte bli någon intressant affär. Om någon av de övriga metallerna uppträder i högre koncentrationer kan emellertid bedömningen för dessa metaller bli en annan. Det är bl. a. därför viktigt att i samband med en geologisk kartering av den svenska delen av Östersjöns kontinentalsockel speciellt beakta nodulerna.

En annan på havsbottnarna utfallen mineraltillgång är de s. k. *fosforitkonkretionerna*. Dessa kan vara oorganiska till sitt uppkomst-sätt, men kan också uppkomma genom biologisk anrikning och förekommer i form av fosfathaltiga klumpar som är något mindre och oregelbundnare än mangannodulerna. Fosforiterna är ett möjligt utgångsmaterial för framställning av bl. a. konstgödsel, fosforsyra och andra industriprodukter. Fosforittillgångarna är lättare att exploatera än mangannodulerna eftersom de ligger på kontinentalsocklarna och kontinentalsluttningarna istället för på de djupa oceanbottnarna.

Stora fosforittillgångar är idag kända utanför södra Kalifornien där man räknar med en totalkvantitet på 1,5 miljarder ton. Även utanför Mexiko, Peru och Chile har man funnit fosforiter liksom i Atlanten utanför USA och utanför Västafrika. Också vid Nya Zeeland förekommer fosforiter.

Men trots den rikliga fosforittillgången sker idag knappast någon exploatering. Skälet är att fosfattetillgångarna i land ännu är relativt stora och lättbrutna. Den enda stora ansats till exploatering av fosforiter som hittills gjorts – utanför Kalifornien 1961 – avslutades snabbt. Möjligen skulle i framtiden vissa fosforitförekomster kunna få lokal användning om de ligger i områden långt från tillgängliga landfosfater.

Ett starkt *metallhaltigt slam* på vissa havsbottnar är en relativt nyupptäckt mineraltyp, som på senare år tilldragit sig stor uppmärksamhet. Framför allt har man funnit sådana mineralfyndigheter i vissa avgränsade djup på Röda havets botten. De metaller som brukar finnas i detta slam är framför allt järn, mangan, zink och koppar men också bl. a. silver, bly och guld.

Man har länge anat att vattnet i vissa djupare delar av Röda havet har höga salthalter, men det är först sedan mitten av 1960-talet som man på allvar börjat detaljstudera dessa områden. Upptäckterna har varit märkliga. Vattnet har i vissa avgränsade djup en temperatur på ända upp till 56° C. De första mätningarna av dessa höga tempe-

raturer – vilka orsakas av värmeutflöde från den underliggande berggrunden – gjordes under den svenska Albatrossexpeditionen i slutet av 1940-talet. Vattnet har också visat sig ha mycket höga halter av vissa metaller, t. ex. 5 000 gånger mer järn än vanligt havsvatten, 25 000 gånger mer magnesium och 30 000 gånger mer bly. Redan själva vattenmassan kan alltså på sina ställen möjligen utnyttjas för minarexplatering. Men under denna vattenmassa finns också det omtalade metallrika slammet. På sina håll har dessa slamlager antagligen djup på åtminstone 20 meter.

Röda havets metallhaltiga slam finns i avgränsade bassänger på en centralt belägen rygg. Liknande bergsryggar men av större format finns i alla oceaner (ehuru inte alltid i deras mitt) – i Atlanten t. ex. den mittatlantiska ryggen – och vid sprickzonerna i dessa bergsryggar sker en ständig nybildning av havsbotten. Denna nybildning står för övrigt i direkt samband med den s. k. kontinentförskjutningen vilken innebär att kontinenterna rör sig i förhållande till varandra. Så t. ex. ökar avståndet mellan Sydamerika och Afrika, som en gång tillhörde samma kontinent, med någon eller några centimeter per år, och på samma sätt ökar bredden hos Röda havet. (Röda havet kan alltså sägas vara ett oceanbarn.) Det i detta sammanhang intressanta är att det väl kan finnas metallrikt slam på andra ställen än i Röda havet. Överallt där det finns avgränsade bassänger i anknytning till havsbottnarnas bergsryggar och sprickzoner kan man tänka sig att sådant slam bildats. Det finns nu också fynd som pekar på att så verkligen är fallet. Det amerikanska forskningsfartyget *Glomar Challenger* har t. ex. vid borringar funnit sådant slam i anknytning till sprickzoner i Stilla havet. Mycket talar alltså för att detta slam är en mycket stor och på sikt utomordentligt intressant mineralfyndighet. Det är tänkbart att de metaller som ingår i detta slam kommit från jordens mantel – dvs. de delar av jorden som ligger under jordskorpan. I de fall då metallerna ej binds i sedimenten i avgränsade bassänger är det

möjligt att de i viss utsträckning i stället binds i de tidigare beskrivna mangannodulerna.

Om och när det metallförande slammet kan exploateras är det ännu för tidigt att ha någon mera bestämd uppfattning om. Exploateringstekniken är inte alls lika långt utvecklad som för mangannodulerna — för att jämföra dessa två intressanta typer av mineralfyndigheter på djuphaven med varandra. Emellertid har en sudanesisk-amerikansk-västtysk industrigrupp och en sudanesisk-brittisk grupp börjat närmare undersöka exploateringsmöjligheterna i Röda havet.

Några förutsättningar för exploatering av metallhaltigt slam i svenska havsområden finns inte.

#### Vaskfyndigheter

De hittills berörda mineralfyndigheterna på havsbotten är till stor del resultat av kemisk utfällning. Annorlunda förhåller det sig med de s. k. vaskfyndigheterna av skilda mineral — bland dessa finns en del tekniskt viktiga tungmetaller — som förekommer på stränder och havsbottnar i kustnära och grunda vatten. Dessa fyndigheter har bildats genom mekanisk anrikning. Vittring och erosion har resulterat i att motståndskraftiga mineralpartiklar frigjorts och sedan så småningom avsatts på havets botten. Bl. a. beroende på dessa minerals varierande täthet har en anrikning skett. Den lättare kvartsen har t. ex. förts bort medan tyngre mineral stannat kvar.

Det finns många mineral avsatta i vaskfyndigheter av detta slag. Järnförekomster är t. ex. inte ovanliga. I Ariakebukten utanför Japan exploateras en järn-titansand på 40 meters vattendjup. Verksamheten har emellertid nyligen reducerats med hänsyn till dålig lönsamhet och skadeverkningar för fisket. För andra mineral gäller att huvuddelen av världsproduktionen redan idag kommer från vaskfyndigheter. En tredjedel av världsproduktionen av ilmenit kommer från

sådana fyndigheter, för monazit är siffran 80 procent och för rutil och zirkon i det närmaste 100 procent. (De vaskfyndigheter från vilka dessa mineral tas ligger dock icke alltid under vatten — vaskfyndigheter kan även finnas ovanför strandkanten i landhöjningsområden.) Exempel på metaller som man får ur dessa mineral, och exempel på metallernas användning, ges i följande tabell.

mineral	metall	exempel på användning
ilmenit	{ titan järn	Som färgpigmentet titanvitt i bl. a. vit målarfärg.
rutil	titan	I svetselektroder samt för framställning av ferrotitan och titanmetall. Den senare har en hållfasthet som kvalitetsstål men en täthet som är endast något mer än hälften av stålets. Viktig användning inom t. ex. flygindustrin.
monazit	{ torium lantan cerium	Begränsad användning nu. Kan bli ett viktigt kärnbränsle i framtiden. Beståndsdel i optiskt glas. Används bl. a. i tändstenar och inom halvledartekniken samt för kemisk titrering och processteknik.
zirkon	zirkonium	Mineralet används som gjut-sand i gjuterier, metallen bl. a. som kapslingsmaterial för bränsleelement i atomreaktorer.

Strandsand som innehåller dessa mineral exploateras t. ex. längs Australiens, Ceylons, Indiens och Floridas kuster. Relativt stora är zirkonfyndigheterna — 1,5 milj. ton zirkoniumföreningar — utanför Östaustraliens kust. Därifrån kommer nästan hela världsproduktionen av denna metall.

I vissa vaskfyndigheter finns tenn, guld och diamanter. I Sydvästafrika pågår diamanutvinning ur strand- och flodsediment både till havs och på land. Man anger där produktionskostnaderna vara ca 4 ggr högre till havs än på land — motsvarande uppgifter från andra håll talar om dubbla kostnader för muddring till sjöss. I Cornwall har man sedan 2 000 år brutit tennmalm på land och utvinnet idag tennsand ur gamla flodbottnar, som delvis ligger utanför kusten eftersom det

är fråga om sänkningsområden. Det ekonomiska utbytet förefaller dock klen, men prospektering efter rikare tennsander pågår utanför både Cornwalls och Bretagnes kuster. På Malacka finns gamla flodbäddar med tennsand som utvinns dels utanför kusterna på relativt grunt vatten och dels på fastlandet. Utanför Alaskas kust har man hittat guldsand som kan komma att exploateras under 1970-talet.

Det finns på olika håll i världen många fler vaskfyndigheter än de här nämnda. Dessutom pågår ett intensivt letande efter nya fyndigheter. Tyngden eller sprödheten hos vissa mineral gör att de aldrig återfinns långt från sitt ursprung i berggrunden – medianavståndet för vaskguld anges till ungefär 15 km, för tennsten till bara 5 km.

Även i Sveriges närhet kan finnas vaskfyndigheter. Emellertid tycks betingelserna för sådana fyndigheter vara sämre just på större delen av kontinentalsockeln utanför Sverige än i vissa andra delar av Östersjön, Västerhavet och Nordsjön. Detta beror på att de centrala och norra delarna av Sverige är områden där en landhöjning pågått sedan senaste istiden. Utanför Danmarks kuster däremot, och utanför Västtysklands nordsjö-kust och Sovjetunionens östersjö-kust, där havsstranden under olika skeden legat under den nuvarande stranden, är betingelserna gynnsammare. Samma gäller även de svenska kusterna vid södra Halland, Skåne, Blekinge och södra Öland. Västtyskarna har börjat leta efter titan- och zirkonfyndigheter vid sin Nordsjö-kust. Från Sovjetunionen har meddelats att man i Östersjön funnit titan- och zirkoniummineral som antagligen kan brytas till lägre kostnader än i landfyndigheter. Exploatering av dessa fyndigheter omedelbart utanför Lettlands och Litauens kuster planeras.

Möjligheten till vaskfyndigheter invid vissa svenska kustområden skall emellertid inte uteslutas. I samband med en geologisk kartering av de lösa avlagringarna på den svenska kontinentalsockeln bör därför även möjligheten till vaskfyndigheter beaktas.

## Sand och grus

Sand och grus är från ekonomisk synpunkt en av havsområdenas betydelsefullaste mineraltillgångar. Världens totala nuvarande utvinning ur haven av dessa mineral värderas till omkring 500 milj. kr per år. Mycket talar för att den kvantiteten kommer att öka snabbt. Havsområdenas outnyttjade reserver av sand och grus är mycket stora samtidigt som det bl. a. av naturvårdsskäl blir allt svårare att ytterligare exploatera landtillgångarna. Av världens samlade konsumtion av sand och grus kommer idag mindre än en procent från haven.

Sand och grus används väsentligen i följande sammanhang.

- Som ballastmaterial vid anläggningsarbeten. Exempel är materialet i en vägbanan.
- Som ballastmaterial i betong.
- Som specialmaterial för byggnadsindustrin och för keramiska, mekaniska och metallurgiska ändamål. Exempel är glassand, gjuterisand och slipsand.

De två första användningsområdena dominerar kraftigt kvantitativt och även värdemässigt. Den nuvarande svenska årskonsumtionen inom dessa användningsområden är enligt vissa uppgifter omkring 80 milj. kubikmeter. Den siffran är emellertid osäker och kan vara högre. Beträffande fördelningen finns uppgifter om att ungefär 40 procent används som ballastmaterial i betong, medan resten är övrigt ballastmaterial.

På allt material som hänför sig till de två första användningsområdena ställs precisa och ofta höga kvalitetskrav. (Enklare utfyllnadsmaterial som morän diskuteras inte här.) Kvalitetskraven kan gälla kornstorleksfördelning, hållfasthetsegenskaper, kornytans karaktär, frihet från skadliga beståndsdelar som lera, organiskt material, rostbildningar och sulfider, osv. Det är alltså fråga om ett kvalificerat material, och det mesta av det material som ingår i de nämnda 80 milj. kubikmeterna torde ha ett pris på 5–20 kr kubikmetern fritt användningsplatsen. I mycket ungefärliga siffror har alltså den här branschen i Sverige en årlig omsättning på

uppemot 1 miljard kronor.

Exempel på priser är att sand och grus från grundet Disken i Öresund kostar 5 å 6 kr/m<sup>3</sup> fritt Malmö hamn. Sand och grus av bästa kvalitet från landtäkter kostar 15 kr/m<sup>3</sup> fritt Malmö.

Konsumtionen av ballastmaterial i Sverige har varit snabbt stigande under senare år. Till stor del styrs konsumtionen av bostadsbyggandet, bl. a. eftersom bostäder alltmer byggs i betong. Bostadsbyggandet drar också med sig väganläggningar och andra anläggningsarbeten.

Det blir emellertid allt svårare att tillgodose behovet av ballastmaterial på traditionellt sätt, dvs. genom brytning i grustag. Detta beror bl. a. på naturvårdshänsyn. Rullstensåsarna, som varit viktiga sand- och grusexploateringsobjekt, är väsentliga inslag i landskapsbilden och dessutom av största betydelse för grundvattentillgången och vattenförsörjningen. Framför allt gäller dessa synpunkter södra och mellersta Sverige.

Ett alternativ erbjuder det s. k. krossmaterialet, dvs. krossat berg. Sådant material utvinns på flera håll i landet i fasta bergtäkter. Stora bergmassor sprängs också bort vid t. ex. tunnel- och berggrumsbyggen. Detta material måste man under alla förhållanden göra något med om man inte vill låta det förstöra landskapsbilden. Materialet kan därför utnyttjas, och utnyttjas till stor del, som ballastmaterial efter krossning.

Det finns emellertid vissa gränser för krossmaterialets användbarhet. Tidigare har detta material inte i större utsträckning använts i betong, men detta är på väg att ändras. Det är i vissa fall möjligt att få bra betong trots en stor andel krossmaterial, eller ibland t. o. m. med ett ballastmaterial som till 100 procent är krossmaterial. För samma hållfasthet blir emellertid sådan betong något dyrare än betong med en mindre andel krossmaterial. Att använda en mycket stor andel krossmaterial är inte heller en ännu så länge allmänt accepterad teknik.

Enligt vissa bedömningar står idag naturligt sand- och grusmaterial för drygt hälften av ballastmaterialkonsumtionen (alltså de två

första användningsområdena) i Sverige. Resten är krossmaterial.

Trots utvecklingen på krossmaterialsiden finns alltså anledning att se sig om efter ytterligare källor för sand och grus. Dels är ju krossmaterialet ännu så länge inte användbart i alla sammanhang, dels kan de utsprängda bergmassor som används för framställning av krossmaterial ibland ha en ofördelaktig belägenhet, varför transportkostnaderna blir höga.

En möjlighet är att utvinna sand och grus till havs. Tillgångarna där är av allt att döma mycket stora. Redan idag utvinns mindre kvantiteter i de svenska havsområdena. Denna utvinning sker i ett fåtal fyndigheter framför allt i farvatten kring Skåne och där främst i Öresund (t. ex. vid grundet Disken) och Skanörområdet. Detta är den enda mineralutvinning som idag äger rum i svenska havsområden, och dess sammanlagda värde, fritt närliggande hamn, torde vara 5–7,5 milj. kr per år. I Mälaren exploateras dessutom Enköpingsåsen under vattenytan.

Trots att någon större och mera systematisk prospektering aldrig genomförts vet vi att det finns stora icke exploaterade fyndigheter i våra havsområden. Viss inledande kartering har utförts av SGU och av marin-geologiska institutionen vid Stockholms universitet. Dessa undersökningar pekar på att det eventuellt kan finnas 75 milj. kubikmeter sand och grus inom 10-meterskurvan vid Disken i Öresund. Vid Sandflyttan utanför Falsterbo kan mängden uppgå till 260 milj. kubikmeter. I områdena norr om Gotland kan tillgångarna enligt vissa preliminära resultat uppgå till 6 miljarder kubikmeter. Volymerna är emellertid inte kontrollerade genom borrhningar, varför ej heller kvaliteterna är säkerställda. Någon värdering av vilka delar av fyndigheterna, som skulle kunna utnyttjas utan alltför stora skador på exempelvis fisket har inte gjorts. Siffrorna ger dock en antydning om de betydande potentiella möjligheterna för grus- och sandutvinning på havsbotten. Även utanför västkusten och i Gävlebukten, för att nämna ytterligare två exempel, är stora kvantiteter sannolika.



För att den förutsedda – och önskvärda – ökade utvinningen av sand och grus från havsområdena skall kunna komma till stånd, krävs emellertid en systematisk geologisk kartering av de lösa avlagringarna på den svenska kontinentalsockeln. En sådan kartering föreslås också av havsresursutredningen i det följande.

En grundläggande förutsättning i det första resonemanget är att miljöskadorna av en exploatering är mindre till havs än till lands. Så kan också vara fallet, men samtidigt måste det framhållas att exploatering till havs kan leda till komplikationer om den är olämpligt genomförd. Den kan leda till grumling av vattnet, särskilt om grus- och sandlagren täcks av lera. I vissa lägen kan erosion av strandavsnitt och bottenpartier utanför täktområdena uppträda. Täkten kan förstöra bottenar som är lekplats för fisk, eller medföra att bottenar som innehåller överskott av tungmetaller eller svavelväte rivs upp till skada för det biologiska livet, osv. För att i möjligaste mån undvika dessa negativa konsekvenser är en bedömning av den planerade täktens ekologiska effekter oundgängligen nödvändig. Eftersom våra kunskaper om dessa effekter är bristfälliga krävs i det sammanhanget också en grundläggande forskning. Viktigt är också att en långsiktig och landsomfattande sand- och grustäktsplan upprättas med utgångspunkt i bl. a. den föreslagna geologiska karteringens resultat. Miljövårdsskäl talar för att utvinningen begränsas till ett fåtal stora fyndigheter.

En annan grundläggande förutsättning för sand- och grusexploatering till havs är naturligtvis att utvinningen kan ske till konkurrenskraftiga kostnader. Detta för oss in på själva utvinningstekniken.

Till stor del finns effektiv och beprövad teknik tillgänglig – även om tekniken naturligtvis kan utvecklas ytterligare. Själva karterings- och prospekteringsarbetet – för att börja med den sidan av saken – utförs väsentligen med s. k. seismisk profilering. Dessa seismiska mätningar kompletteras med

bottenprovtagning och efterföljande mineralogisk och kemisk analys samt kornstorleksanalys av proven.

Den marinseismiska tekniken grundar sig på att ljudvågor reflekteras mot skikttytor inom lagerserier i havsbotten. Från ett fartyg under gång sänds ljudpulser ner genom vattnet med kort tidsintervall. Pulserna reflekteras mot botten och dess inre lagergränser för att därefter tas emot av hydrofoner som släpas efter fartyget. Pulserna registreras på en skrivare och man erhåller en profil över lagerserierna på i princip samma sätt som när en ekolodapparat ritat en kurva över havsbottens konfiguration under fartygets gång. Ljudvågens penetrationsdjup i lagerserierna beror i första hand på pulsens frekvens men också på dess effekt. Ju lägre frekvensen är desto djupare ner i havsbotten når ljudvågen.

För provtagningen i de lösa avlagringarna utnyttjas olika slags borrh och lod. Sådana system finns tillgängliga på den allmänna marknaden.

För att ta upp sanden och gruset – när så småningom kartering och prospektering genomförts – finns en lång rad olika metoder. Mekaniska mudderverk och hydrauliska sugande mudderverk är två huvudtyper. Inom detta område finns utrymme för ett omfattande tekniskt utvecklingsarbete. Framför allt gäller detta metoder för exploatering från större djup än ca 25 m. Dessa större exploateringsdjup kan bli aktuella i Östersjön. Det bör också framhållas att olika upptagningsmetoder ger olika grad av vattengrumling och utlösning av miljöfarliga ämnen och därmed olika risk för skadlig miljöpåverkan.

För att utvinningen skall bli framgångsrik krävs också noggranna navigationsmetoder för att exakt bestämma ett mudderverks position ovanför en sand- eller grustäkt på botten.

Även transporten av grusmaterialet från upptagningsplatsen och lossningen i hamn bör ägnas uppmärksamhet.

Sammanfattningsvis torde man kunna säga att det finns goda möjligheter att exploa-

tera havsbottens sand och grus till konkurrenskraftiga kostnader på närbelägna marknader. Men för att få ökad klarhet på den punkten är det nödvändigt att dels undersöka vilka möjligheter utvecklingen av exploateringstekniken rymmer och dels att noggrannare uppskatta kvantitet och kvalitet hos fyndigheterna på den svenska kontinentalsockeln. Generellt torde man kunna säga om utvinningen och om transporten att det finns betydande stordriftsfördelar.

Sand- och grusexploateringen till havs är av intresse inte enbart med hänsyn till våra egna behov, utan också med hänsyn till exportmöjligheterna. Det råder knapphet på ballastmaterial både i England och på den europeiska kontinenten. För att export skall bli möjlig måste emellertid transportpriserna kunna hållas på rimlig nivå. Det är inte osannolikt att det kravet skulle kunna uppfyllas vid sjöburen export till de expanderande avnämrområdena vid Väst- och Nord-europas kuster. Det kan f. ö. nämnas att Sverige redan idag exporterar bl. a. vissa stenkrossfraktioner för asfaltändamål. När det gäller högre sandkvaliteter är naturligtvis transportkostnaderna vid export ett mindre problem. Det är därför av intresse att det i vissa områden av den svenska kontinentalsockeln i södra delarna av Östersjön torde finnas betydande mängder glassand.

Om man i Sverige startar en mera omfattande utvinning av sand och grus från havsbotten finns det anledning att parallellt också försöka utveckla utvinningstekniken. Eftersom ju utvinningen av dessa mineraler torde komma att öka på flera håll på kontinentalsocklarna runt världen så öppnar sig efter hand exportmarknader för exploateringsutrustning. Men förutsättningen är då att teknikutvecklingsaspekten medvetet och noggrant bevakas i samband med vårt eget utvinningsarbete, från kartering och framåt. Det finns redan idag svenska forskar- och teknikergrepp som är verksamma inom detta område, bl. a. med stöd från STU.

## *Mineral i havsbottens berggrund*

### *Olja och naturgas*

En allt större andel av världens fortfarande snabbt ökande konsumtion av kolväten kommer från haven. För närvarande är den årliga världskonsumtionen av olja ungefär 2,3 miljarder ton (1970), och därav kommer 400 milj. ton eller drygt 17 procent från fyndigheter under haven. Eftersom jordens kontinentalsocklar utgör ungefär 20 procent av ytan hos jordens landområden innebär detta också att kontinentalsocklarna per ytenhet nu är en i det närmaste lika viktig oljeproducent som jordens landområden. Men den jämförelsen ändrar sig snabbt till kontinentalsocklarnas fördel. I slutet av 1970-talet beräknas 30–40 procent av oljan kunna komma från socklarna, och år 2000 kan siffran vara uppe i 40–50 procent. Av den globala naturgaskonsumtionen hämtas idag bara omkring 6 procent från havsområdena, men även den andelen kommer högst sannolikt att stiga avsevärt.

Att kontinentalsocklarna är så rika på kolväten är en konsekvens av det sätt på vilket oljan och gasen bildas. Gemensamt för alla kolväteförande sockelområden är de mäktiga sedimentlagren som avsatts i närheten av fastlandsområdena, och det rikliga organiska livet i vattnet. Sannolikt har kolvätena bildats genom att rester av marina organismer utsatts för kraftigt och långvarigt tryck i botten sedimenten samtidigt som de varit isolerade från syretillförsel. Den under årmiljonerna på så sätt bildade oljan och gasen vandrar sedan genom sedimenten. En del har därvid trängt ut i vattnet och nått upp till ytan samt oxiderats och förflyktigats i atmosfären. En annan del har emellertid fastnat i fällor av skilda slag i sedimenten. Det är dessa fällor som utgör de eftersökta olje- och gasfyndigheterna.

De bergarter i vilka kolvätena ursprungligen bildats brukar kallas ursprungsbergarter (eng. source rocks), de bergarter i vilka kolvätena så småningom lagras kallas magasineringsbergarter (eng. reservoir rocks), och

de bergarter slutligen som täcker och sluter till oljefällorna kallas täckbergarter (eng. cap rocks eller roof rocks).

Inte bara kontinentalsocklarna utan även kontinentalbranterna är på sikt intressanta med hänsyn till gas och olja. Detta beror på att sediment förflyttas ned från socklarna utefter branterna där mycket tjocka sedimentpackar kan uppstå. Dessa packar har dessutom ofta en sådan struktur som kan innehålla oljefällor.

Utanför nästan varje nation med havskuster finns åtminstone möjligheter att finna olja eller gas. Undersökningar lär idag försiggå utanför mer än ett 70-tal nationer. 22 nationer har börjat, eller är på väg att börja, produktion av olja eller gas i sina havsområden.

Men det är inte bara i direkt anslutning till kontinentalsocklarna som betingelserna för kolvätebildning är goda. Även i mindre djuphavsbasängar — dvs. mindre djuphav som ligger nära kontinenterna — har man stött på oljefyndigheter. Exempel är Mexikanska bukten där man vid djupborrningar från det amerikanska forskningsfartyget Glomar Challenger funnit olja vid en saltdom i botten under 3 583 meters vattendjup.

Hur stora är jordens totala tillgångar av fossila bränslen? Den frågan, som naturligtvis är av intresse i detta sammanhang, kan vi diskutera genom att speciellt se på oljan. Världens idag kända oljereserver, på land och till havs, uppgår till 85 miljarder ton (1970). Med nuvarande produktion — 2,3 miljarder ton 1970 — skulle alltså tillgångarna räcka i 37 år. Den siffran kan inge oro, men å andra sidan är det viktigt att komma ihåg att oljeprospektering ständigt fortgår. Förhållandet mellan kända tillgångar och senaste års konsumtion har därför — och trots en hela tiden snabbt ökande konsumtion — varit i stort sett oförändrat under de senaste 30 åren. Frågan blir därför också vilka resultat prospekteringen kan ge i framtiden. Den frågan kan naturligtvis inte besvaras, men vissa synpunkter kan ändå redovisas.

Till att börja med anses det vara avsevärt svårare att göra bestämningar av jordens

återstående kvantiteter olja och gas än av t. ex. de återstående kvantiteterna kol. Detta sammanhänger med att gasen och oljan uppträder på mycket varierande djup — från ett fåtal hundra meter och ner till något tiotal kilometer — och dessutom ofta uppträder i avgränsningar med en förhållandevis liten yta. Det krävs alltså ett mycket stort antal hål, och kanske till stora djup, för att man skall få ett grepp om befintliga olje- och gaskvantiteter i ett visst område. Har man gjort detta för något område — det större område där en sådan genomsökning idag nått längst är USA — så får man sedan också vissa möjligheter att skatta oljetillgångarna i andra ej genomsökta områden med jämförbar geologisk uppbyggnad. Med sådana undersökningar och resonemang kan man alltså till viss del förbättra skattningarna av jordens olje- och gasreserver.

En faktor av betydelse i sammanhanget är hur många hål man genomsnittligt brukar behöva borra för att hitta en ny fyndighet. Sådan statistik har förts sedan lång tid i USA. Den statistiken pekar på att man där genomsnittligt hittar olja och gas alltmer sällan vid provborrningarna. 1945 behövdes genomsnittligt 26 hål i ett nytt område för att göra en upptäckt innehållande mer än en miljon barrels olja (1 barrel = 0,16 kubikmeter), eller en motsvarande mängd gas. 1963 hade den siffran stigit till 65 hål.

Dessa siffror tyder alltså på att en knapphet börjar göra sig gällande. Andra sätt att mäta ger liknande resultat. Ibland anges t. ex. hur mycket olja man genomsnittligt och per år hittar för varje provborrningsmeter. Även den siffran har sjunkit med åren.

Genom beräkningar och bedömningar sådana som de redovisade har man kommit fram till en del siffror. 1967 publicerades t. ex. en beräkning gjord vid Esso enligt vilken världens återstående oljereserv skulle utgöra omkring 300 miljarder ton. Den siffran är alltså 4 gånger så stor som de idag kända oljereserverna. Återigen måste emellertid betonas att siffror av detta slag är ytterligt osäkra. Nyligen har t. ex. beräkningar publicerats som pekar på potentiella oljereserver

på mer än 600 miljarder ton. Men det är också viktigt att framhålla, som många gånger gjorts, att även om reserverna är avsevärt större än 300 miljarder ton så tar de ändå snabbt slut om man förutsätter en fördubbling av konsumtionen vart tionde år. Det är den konsumtionsutvecklingen vi för närvarande har.

Det är emellertid i många sammanhang en smula ointressant att diskutera de totala tillgångarnas storlek utan hänsyn till produktionsekonomin. Oljeproducenternas problem är i första hand att hitta tillgångar som har en sådan belägenhet att de med hänsyn till bl. a. produktions- och transportkostnader lönar sig att utvinna – icke att finna olja över huvud taget. Det är därför av intresse att produktionskostnaden för olja och gas från havsbotten ofta är mycket högre än motsvarande kostnad för landfyndigheter. Enligt en uppskattning (Shell) är kostnaderna för oljeproduktion på kontinentalsocklarna 3–6 gånger högre än för motsvarande operationer på land. Därav är också givet att kraven på fyndens storlek är större inom sockelområdena än till lands.

Av speciellt intresse för Sveriges del är den olje- och gasprospektering samt utvinning som pågår i vår närhet. Från den synpunkten är det bl. a. av intresse att ge en redogörelse för händelserna i Nordsjön.

Fram till åtminstone början av 1960-talet var Nordsjöns geologi i stora delar okänd. Men man förmodade ändå att där kunde finnas mäktiga sedimentpackar, som kunde vara olje- och gasförande. Bakgrunden var bl. a. de mycket stora fynd av naturgas som gjordes i Nederländerna (på land) i augusti 1959. Efter omfattande borrhningar fann man där ett gasfält som då var ett av världens två största och som gjort Nederländerna till världens till storleken femte naturgasproducent. 1966 påträffades emellertid mångdubbelt större gasfält i Västsibirien.

De nederländska gasfynden ledde naturligt nog till ett starkt intresse för den intilliggande Nordsjön. Genom den snabba utveckling som den marinseismiska tekniken genomgick under 1950- och 1960-talen blev

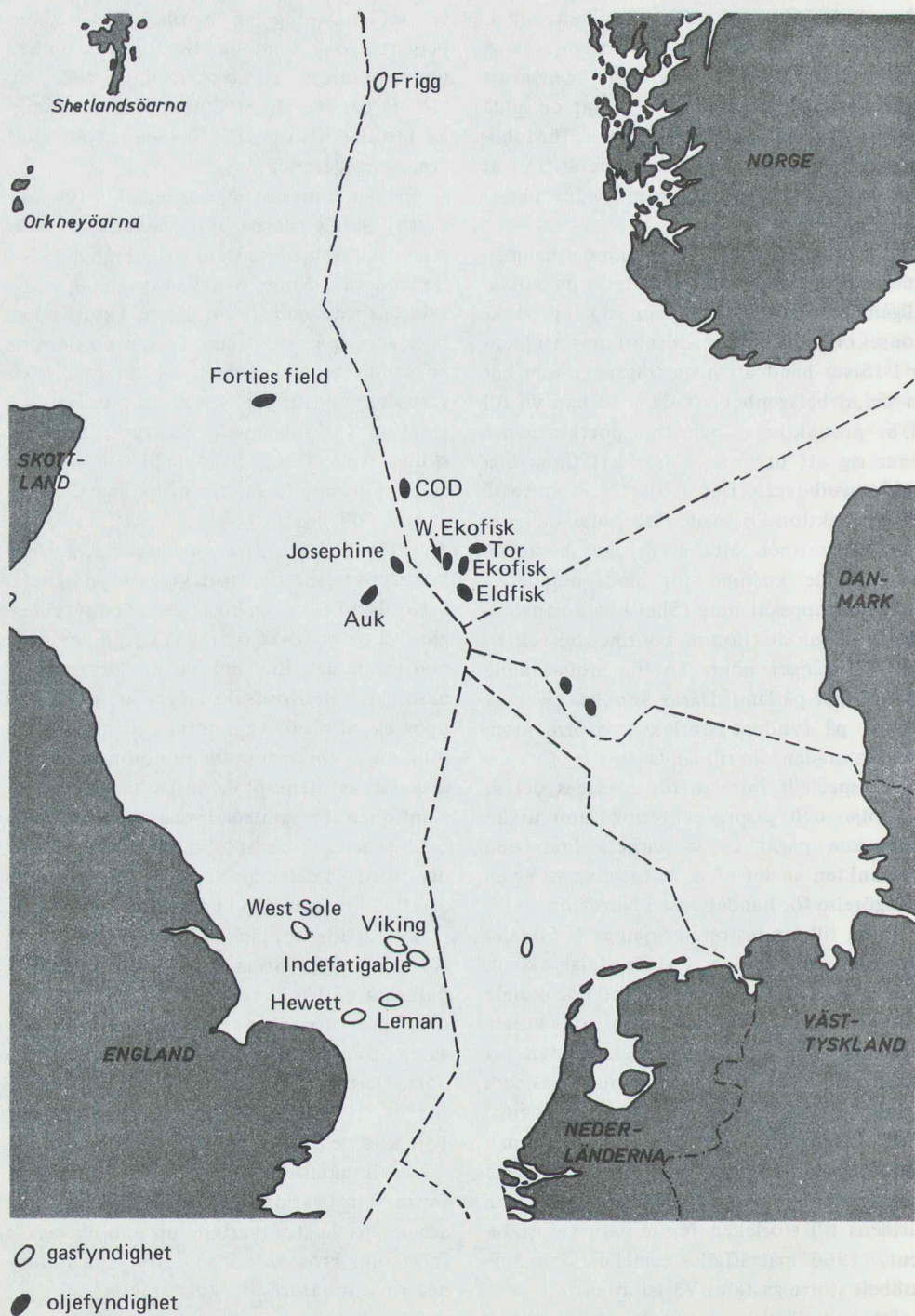
en undersökning av Nordsjöns sedimentbergarter också möjlig. De första seismiska undersökningarna kom igång 1962. Nu (1971) har mer än 80 000 kilometer seismiska profiler utförts. De första provborrningarna startade 1965.

Frågan om hur Nordsjöns kontinentalsockel skulle delas upp mellan de olika strandstaterna, dvs. Danmark, England, Nederländerna, Norge och Västtyskland, löstes i väsentliga delar 1964–1965. Uppgörelsen baserades på 1958 års Genèvekonvention angående bl. a. kontinentalsocklarna. Vissa gränsdragningsfrågor, t. ex. frågan om hur långt ut i Nordsjön det västtyska avsnittet skulle sträcka sig, fick emellertid inte sin slutliga lösning förrän för något år sedan. (Se även s. 40 f.)

Efter det att provborrningarna startade har rapporterna om stora kolvätefyndigheter i Nordsjön varit många. De första fynden gjordes på brittiskt område i december 1965 och gällde gas. England har nu försetts med naturgas från Nordsjön i fyra år, och 1970 uppgick nordsjöleveranserna till mer än 10 miljarder kubikmeter, vilket utgör omkring 5 procent av den totala brittiska energikonsumtionen. De samlade investeringarna i olje- och gasletning samt utvinningsutrustning i den brittiska delen av Nordsjön hade i början av 1972 kommit upp i nära 4 miljarder kr.

De hittills upptäckta brittiska gasfälten i Nordsjön uppskattas tillsammans innehålla omkring 850 miljarder kubikmeter gas. Fälten ligger förhållandevis nära kusten och gasen transporteras iland genom rörtransport. Detta rörtransportssystem byggs successivt ut. 1972 kommer man att ta i bruk en 130 kilometer lång pipeline från det stora s. k. Vikingfältet, vilket upptäcktes 1968. Detta blir världens längsta pipeline som arbetar på så stort vattendjup som det här är fråga om. Prospekteringen efter nya fyndigheter pågår naturligtvis fortfarande.

Som bekant har också stora oljefyndigheter upptäckts i Nordsjön under de allra senaste åren. 1970 påträffades på norskt område och efter långvarigt borrhande det s. k. Ekofiskfältet som beräknats innehålla



Figur 5.3 Rättslig indelning av Nordsjöns kontinentalsockel samt i slutet av 1971 kända större olje- och gasförekomster i området.

150 miljoner ton utvinningsbar högvärdig svavelfattig olja och dessutom betydande kvantiteter naturgas. Senare har ytterligare fyndigheter av betydande storlek påträffats på norskt område i närheten av Ekofisk.

Det första stora brittiska oljefyndet i Nordsjön gjordes av BP hösten 1970 – dvs. några månader efter upptäckten av det norska Ekofiskfältet. Denna fyndighet (Forties field) som är belägen nordost om Aberdeen är av samma storleksordning som Ekofisk. Därefter har ytterligare stora fynd gjorts i närheten av Ekofiskfältet på den brittiska sidan av gränsen.

Även i de danska och nederländska delarna av Nordsjön har olja påträffats.

Det var alltså på norskt område som de första stora oljefynd gjordes, och Norge är också det land som först fört iland olja från Nordsjön i kommersiella kvantiteter. I augusti 1971 anlände den första tankern från Ekofisk till Stavanger med över 30 000 ton olja. Men detta är bara början. Den nuvarande avtappningen av fältet uppgår till 5 600 ton per dygn. Vid full produktion om några år väntas den siffran komma upp i 70 000 ton.

Innan man kommer upp i den produktionen måste emellertid stora investeringar göras – och dessa måste föregås av väsentliga tekniska nykonstruktioner. Det svåraste problemet gäller hur oljan skall föras iland. Rörtransport till Norge är tekniskt mycket svårt eftersom rörledningen måste passera djupgraven utanför norska västkusten.

Att direkt fylla tankbåtar ute vid fältet – det är det man för närvarande gör – är inte heller någon god lösning i det långa loppet eftersom det är svårförenligt med en önskvärd kontinuerlig oljeproduktion.

En möjlighet att uppnå kontinuerlig oljeproduktion är att bygga ett buffertlager för olja ute vid oljefältet. Ett annat är att föra iland oljan i England genom rörledning. Man håller just nu på att bygga ett buffertlager, men av allt att döma blir detta bara en övergångslösning. Så småningom kommer man – åtminstone om man följer de rekommendationer som nyligen uttalats av den

s. k. Ekofiskkommittén – att dra en rörledning till England från Ekofisk och övriga närliggande oljefält i den norska delen av Nordsjön. Kostnaderna för en sådan rörledning har uppskattats till ca 1 miljard kr.

Det finns olika tänkbara modeller för buffertlager till havs. En möjlighet är att ha stora flytande oljetankar. Under svåra yttre betingelser, som på Nordsjön, anses emellertid inte detta vara en lämplig lösning. I stället söker man placera lagringstankarna på havsbotten där de är ostörda av stormvindar och vågor. I hela världen finns ännu så länge bara ett större sådant bottenfast lagringssystem taget i bruk, nämligen utanför Dubai i Persiska viken. Vid Ekofiskfältet byggs en jättelik tankanläggning med ett ytterhölje av betong. Diametern blir 100 meter och höjden 90 meter. Eftersom Nordsjön vid Ekofisk är omkring 75 meter djup så kommer konstruktionen att nå från botten och en bra bit upp över vattenytan. Innanför ytterhöljet av betong finns den egentliga oljetanken som skall rymma drygt 100 000 ton olja. Kostnaderna för lagringstanken har uppgivits till drygt 100 milj. kr.

Norge är alltså den första nation som utvinner olja ur Nordsjön. Nummer två kan Danmark bli, som skall vara igång med provproduktion under 1972. Men den produktionen blir åtminstone till en början av långt mindre omfattning än den norska. Avsikten är att utvinna 560 ton olja per dygn som direkt skall överföras till tankfartyg. Om resultaten blir lovande kan man senare dra en pipeline in till det danska landet. Inte långt efter det att danskarna kommit igång beräknas också engelsmän och holländare starta egen utvinning av nordsjöolja.

Engelsmännen planerar att ta in oljan från det stora BP-fältet nordost om Aberdeen med pipeline till Peterhead. I december 1971 förklarade BP att man i en första utbyggnadsfas, som skulle vara avslutad 1975, beräknade komma upp i en produktion av ca 35 000 ton per dygn. Senare skall en utbyggnad till ca 60 000 ton per dygn ske. De beräknade kostnaderna för den första fasen

är ca 2 miljarder kronor. Kostnaden inkluderar bl. a. produktionsplattformar och rörledning för ilandföring.

De geologiska betingelserna för ytterligare olje- och gasfynd i Nordsjön är, som redan nämnts, goda. De lager i södra Nordsjön och i Nederländerna som visat sig vara gasförande härrör från permiden och är mer än 200 milj. år gamla. Dessa lager har stor utbredning och kan rymma mycket mer kolväten än vad man hittills träffat på. Oljan som hittats längre norrut har ansamlats i betydligt yngre bergarter. Dessa härrör från krit- och tertiärperioderna och är omkring 50 milj. år gamla. Dessa lager har stora mäktigheter och stor utbredning. De är också rika på strukturer som kan fungera som oljefällor. Att de geologiska förhållandena i norra Nordsjön är gynnsamma för uppkomsten av stora, samlade oljeförekomster framkom först vid direkta undersökningar. De angränsande landområdenas (Skottland och Norge) geologiska byggnad gav ingen ledtråd i denna riktning.

Allt detta innebär att prospekteringen – trots att den är ytterligt kapitalkrävande – kommer att fortsätta. Idag arbetar ett 20-tal oljeborrtorn på olika platser i Nordsjön. Om något år beräknas 30 borrtorn vara i drift. Borrtornen representerar ofta en investering på 50–70 milj. kr.

Dygnskostnaden för ett arbetande borrtorn är omkring 150 000 kr. Ett hål som borrar på en à två månader kostar därför 5 à 10 milj. kr. För att hitta en oljefyndighet brukar man emellertid behöva borra ett stort antal hål, och hålets djup och svårighetsgrad kan naturligtvis variera starkt. På norska sidan borrade man t. ex. 34 hål innan man stötte på oljan vid Ekofisk.

I slutet av 1971 var det totala antalet hål – inklusive produktionshål – som borrats i Nordsjöns olika delar drygt 500. De hål som borrats i samband med letning av olja eller gas fördelade sig vid samma tidpunkt på följande sätt:

Nordsjöns olika delar	Ca antal hål
brittiska	200
norska	60
nederländska	60
danska	15
västtyska	15

Allt pekar alltså på att olje- och gasexploateringen i Nordsjön och angränsande vatten ännu så länge bara haft sin början. Norrmännen har t. ex. ännu inte gjort annat än orienterande undersökningar i områdena norr om 62:a breddgraden. Betingelserna för att hitta kolväteförekomster där bedöms som gynnsamma. Det nationella norska inslaget i prospekteringen och den eventuella exploateringen i de områdena torde komma att bli större än vad det varit i de sydligare delarna av det norska nordsjöområdet. Det kan i detta sammanhang också nämnas att ryska geologer hyser stora förhoppningar om oljeutvinning i de arktiska havsområdena norr om Sovjetunionen.

Inom Sveriges kontinentalsockelområden kan eventuellt också finnas olja och gas. Ännu har inga kommersiellt exploaterbara fyndigheter påträffats, men prospektering pågår i det helsvenska och delstatliga OPAB:s (Oljeprospektering aktiebolag) regi. Prospekteringen sker huvudsakligen i södra Sverige. Det är i stort sett bara där som det finns lämpliga sedimentära bergartsformationer, vilket är en förutsättning för kolväteförekomster.

De lagerserier man kan knyta förhoppningar till finns bl. a. i delar av Skåne och omgivande havsbotten. Där finns lager från mesozoisk tid (krita, jura, trias; ålder 60–180 milj. år) med en sammanlagd mäktighet av 1 000–2 000 m, underlagrade av äldre sediment med delvis betydande mäktighet. I motsvarande lager finns oljefyndigheter i norra Väst- och Östtyskland.

Dessutom finns, i mellersta Östersjön en svit av kambrosiluriska bergarter (ålder 400–600 milj. år). Dessa bildar en packe med mot sydost tilltagande mäktighet och går i dagen vid Kalmarsund samt på Öland och Gotland. På Gotland är de kambrosilu-

riska lagren drygt 500 m mäktiga. Inom svenskt område är kolvätespår, främst gas i små mängder, kända från dessa lager. I de baltiska staterna finns några mindre oljefyndigheter, vilka sannolikt härstammar från kambrosiluriska lager. De för vår del mest intressanta områdena torde därför i huvudsak vara belägna söder om Gotland.

I början av 1960-talet sökte OK och Johnsonkoncernen koncession för undersökningar i huvudsak på landområden. Sedan staten genom SGU gjort inledande undersökningar bildades OPAB i april 1969. Staten trädde in med Vattenfall och LKAB som har 25 procent av aktierna vardera. Den andra hälften av aktieposten innehas av KF och OK, Johnsonkoncernen via Rederi AB Nordstjernen och AB Nynäs-Petroleum, vidare AGA, ASEA och dess dotterföretag Voxnans Kraft AB, samt Boliden AB, KemaNord AB, Sydsvenska Kraft AB och Gränges AB.

Enligt bolagsordningen skall OPAB "eftersöka och utvinna olja och naturgas samt driva därmed förenlig verksamhet". Företaget har i koncessionsavtal med staten förbundit sig att under en femårsperiod tillskjuta 100 milj. kr och därefter under de närmaste tre åren ytterligare 50 milj. kr om läget är gynnsamt. I den mån utvinningsbara fyndigheter påträffas ger avtalet möjlighet till utvinningstillstånd under 40 år. (Siffran 150 milj. kr under åtta år kan jämföras med värdet av vår nuvarande årliga import av olja, vilket är 3 miljarder kr.)

Sammanlagt har OPAB hittills genomfört 27 500 km flygmagnetisk mätning, 800 km landseismisk mätning samt 6 300 km sjöseismisk kombinerad med magnetiska och gravimetriska registreringar.

OPAB:s första borrhning inleddes i maj 1971 en kilometer från Maglarp kyrka utanför Trelleborg. Kostnaden för det 2 000 meter djupa hålet låg i närheten av 2 milj. kr. Därefter har borrhningarna fortsatt – ännu så länge dock utan några oljefynd. Så småningom kommer man också att borra till havs.

Även andra östersjöländer letar efter kolväten i Östersjön. Ryska geologer sägs t. ex. efter noggranna undersökningar ha bedömt

betingelserna för oljefynd som goda i sockelområdet väster om Balticum.

Kolväteexploateringen till havs är från flera synpunkter av utomordentligt stor betydelse. Det är inte bara det att den värde-mässigt representerar 86 procent av all mineralutvinning till havs (1969), utan den är också beroende av en ytterligt avancerad och mångfasetterad teknik. Denna teknik utvecklas följaktligen i anknytning till kolväteexploateringen.

Oljeindustrins havsteknologi innebar till en början väsentligen en överflyttning och utveckling av befintlig landteknik till marina förhållanden. De utlösande stegen i den snabba utvecklingen på detta område hänförs sig framför allt till borrhningsledet och den marina seismiska undersökningstekniken.

Den tunga marina seismikens utveckling sköt fart först under 1960-talet och leddes i huvudsak av ett antal konkurrerande amerikanska företag. Beträffande djupgående, upplösningsförmåga och ekonomi har den nu blivit helt jämförlig och delvis överlägsen motsvarande teknik på land. Möjligheten att härigenom snabbt och jämförelsevis billigt kunna kamma över stora havsområden utgör en del av förklaringen till oljeindustrins starka expansion på det marina området.

Borrhning till havs har däremot utvecklats under en ganska lång period med början bl. a. i Kaspiska havet vid uppföljningen av oljefälten på land vid Baku, samt i Maracai-boviken i Venezuela. I båda fallen skedde borrhning från fasta plattformar. Senare har man i ökande grad gått ifrån den teknik som tillämpas på land. För djupare vatten har utvecklats, framför allt under de senaste tio åren, och i samband med seismikens framsteg, flytande plattformar. Numera sker borrhning från flytande plattformar rutinmässigt på vattendjup på omkring 100 m. Utvecklingen av borrh-tekniken rör sig emellertid redan idag på långt större djup.

Bland övriga utvecklingslinjer kan nämnas en tydlig tendens att förlägga många aktiviteter direkt på havsbotten. Detta har medfört speciell utveckling av fjärrkontroll och -observation, dyk- och ubåstteknik samt under-



vattensutrymmen för arbete och uppehåll. I dag står olje- och gasindustrin för 85 procent av beställningarna till det kommersiella dykeriet i USA. Den submarina anläggningstekniken expanderar snabbt. Andra centrala problem anknyter till själva tillvaratagandet, hanteringen och transporten av produkterna från oljekällor till havs. Också korrosions- och underhållsproblemen spelar en mycket viktig ekonomisk roll för oljeutvinningen till havs. I allt oljearbete till havs måste naturligtvis även miljöfrågorna noga beaktas. (Beträffande miljöproblemen se s. 126 ff.)

Olje- och gasexploateringen har en avsevärd teknisk spin-off. Det har t. ex. visat sig att det i första hand är oljebolagen som haft ekonomiska resurser och kunskaper för att utveckla metoder för annan krävande resursutvinning till havs, som t. ex. exploateringen av mangannodulerna.

Alla dessa synpunkter sammantagna leder till slutsatsen att det är av största betydelse att hålla sig à jour med och delta i kolväteexploateringen till havs — i den mån det finns möjligheter. Detta beror inte enbart på behovet att tillgodose egna kolvätebehov. Minst lika viktigt är värdet av att delta i en ovanligt dynamisk teknisk utveckling som dessutom är sammanhållen av en entydig målsättning.

Möjligheterna för svenska företag och myndigheter att delta i olje- och gasexploateringen till havs sammanhänger dels med OPAB:s verksamhet och dels med hur svenska företag kan sälja exploateringsutrustning på olika marknader. Beträffande det senare skall nämnas att ett svenskt varv, det Salénägda Finnboda, för närvarande har order på två borrhplattformar för Nordsjön. Dessa plattformar är s. k. "semisubmersibles". Finnboda bygger hela stommarna, dvs. det mesta utom böstäder på däck och borrhorn. Plattformarna är icke av Finnbodas konstruktion. Vardera plattformen kommer att väga 6 000–7 000 ton, och vardera orden är värd 25–30 milj. kr.

Även Grängeskongcernen har intresserat sig för havsexploateringen av olja. Kongcernen har för installationerna vid det stora

BP-fältet nordost om Aberdeen order på sammanlagt 25 milj. kr. Av detta belopp avser 10 milj. kr materialorder, och 15 milj. kr färdiga konstruktioner. Dessa senare är dels undervattensdelarna av två ben på en produktionsplattform (vikt 1 000 ton per del) och dels tre stora flyttankar för uttransporten av samma produktionsplattform (vikt 900–1 000 ton per tank).

Gränges-Hedlund utvecklar också tillsammans med Vattenbyggnadsbyrån (VBB) cisterner för undervattenslagring av oljeprodukter. Utvecklingsarbetet påbörjades 1970. Upphandlingen av lagringstanken till Ekofiskfältet skedde för tidigt — i början av 1971 — för att företagen skulle kunna delta. Men företagets cisterner skall i framtiden vara användbara i t. ex. Nordsjön. Gränges-Hedlund tillverkar dessutom stålrör för pipelines.

Bergvik och Ala AB (Ljusne-industrierna) har under flera år levererat kätting för förankring av oljeborrhplattformar (i början av 1972 till sammanlagt 28 plattformar).

Bulten-Kanthal (Ramnäs Bruk) tillverkar också förankringskätting till oljeborrhplattformar. Nyligen fick företaget en order på kätting för tre oljeborrhplattformar i Nordsjön. Ordern är värd 9 milj. kr.

Neptunbolaget är på Nordsjön engagerat i diverse transporter som t. ex. bogsering av oljeborrhplattformar. Företagets intäkter av denna verksamhet var 1971 omkring 3 milj. kr.

Beträffande själva borrhverkyten kan finnas en för svenska specialstålverk möjlig marknad.

#### Salter och svavel

En stor del av världens koncentrerade tillgångar av koksalt, gips, magnesiumsalter och kaliumsalter har bildats genom att havsvatten avdunstat från naturliga laguner i anslutning till forna grundhavsområden. Salttillgångar som ursprungligen uppstått på detta sätt finns både till lands och begravnade under

havsbottenarnas sedimentlager. Saltlagren har ibland när de täckts av mäktiga sedimentlager trängt upp genom dessa lager och bildat s. k. saltdomer och saltpluggar.

Saltstrukturerna är av intresse därför att de kan utgöra fällor för olja och naturgas och även binda svavelmassor till sig. Men saltdomerna kan i vissa fall också ha ett egenvärde som mineraltillgång. Intresset gäller emellertid då inte så mycket koksalt utan snarare kalialter, vilka bl. a. utnyttjas för framställning av konstgödsel. I samband med oljeletning brukar man alltid hålla ögonen öppna också efter kalialter. Även utvinning av magnesium från saltdomer i havsbotten kan så småningom bli aktuell. "Brytningen" av saltdomer sker med en relativt sett billig teknik (Fraschtekniken), som ursprungligen utvecklats för svavel (se nedan). Mineralen löses upp och transporteras i vattenlösning till ytan.

Av intresse i detta sammanhang är att danskarna bryter salt i lagerserier som kan ha en förlängning in mot de svenska delarna av Kattegatt. Denna danska saltpluggexploatering sker emellertid på land.

Svavelfyndigheter till havs har en viss betydelse. Vid borrhningar efter olja i Mexikanska bukten har man i anslutning till saltdomer också stött på stora svavelfyndigheter, som nu till viss del exploateras. Svavlet utgör på en av dessa fyndplatser — utanför Louisiana — en stor homogen massa med en utbredning av åtminstone någon kvadratkilometer och en tjocklek av ungefär 100 meter. Av USA:s kända svavelfyndigheter är denna den tredje i storlek. Den ligger under ett 600 meter tjockt sedimentlager och något mer än 10 kilometer från land.

För att exploatera denna fyndighet, som idag lär stå för 20 procent av USA:s svavelproduktion, utnyttjas en år 1891 av Herman Frasch uppfunnen teknik. Svavlet smältes med överhettad vattenånga som skickas ner i svavelkroppen i ett rör. Inne i röret finns ytterligare två rör koncentriskt placerade. I det innersta av dessa förs tryckluft ner för att pressa upp det smälta svavlet i det mellersta röret. Tekniken är allmänt tilläm-

pad också för att utvinna svavel ur landfyndigheter.

I det speciella fallet utanför Louisiana har man för uppfordringen av svavlet byggt en jättelik ö av stål ute i havet. När svavlet kommer dit rörtransporteras det, fortfarande i smält tillstånd, vidare in till land.

I dag känner man till svavelfyndigheter av detta slag i Mexikanska bukten på sammanlagt 37 milj. ton. De totala exploaterbara fyndigheterna uppgår kanske till det mångdubbla. En del av fyndigheterna finns — liksom vissa oljefyndigheter — på flera tusen meters djup i Mexikanska bukten. Med största sannolikhet finns svavelfyndigheter av detta slag också på många andra håll i världen.

Dessa svavelfyndigheter var till för icke så länge sedan av stort intresse. Numera har emellertid deras betydelse avtagit på grund av det stora svavelutbudet från avsvavlingsanläggningar för naturgas och olja. Framför allt kommer ett stort svavelutbud från rening av sur naturgas i Alberta i Kanada.

## Kol

Stenkol bildas genom kemiska processer som liknar dem genom vilka olja och naturgas bildas. I motsats till de gasformiga och flytande kolvätena, som kan vandra genom sedimenten, utgör dock stenkol de på grundämnet kol anrikade, på den ursprungliga avlagringsplatsen kvarstannande resterna av organiskt material, främst växtrester från forna kärr- och sumpområden.

För närvarande sker underbottensbrytning av kol i ett 50-tal strandnära gruvor i Australien, Japan, England, Kanada, Turkiet och på Formosa. I alla dessa fall är det emellertid fråga om brytning från gruvgångar som är dragna från land ut till fyndigheterna. I vilken utsträckning kolfyndigheterna längre ut på kontinentalsocklarna kan utnyttjas i framtiden beror bl. a. på hur brytningstekniken utvecklas. Framför allt är det möjligheterna att öppna gruvschakt direkt på havsbotten i undervattensläge som spelar in.

(Beträffande brytningstekniken, se avsnittet Malmkroppar i berggrunden.)

Jordens kolreserver är i avseende på energiinnehåll mycket stora och möjligen mångdubbelt större än reserverna av olja och gas. Kanske kan kolet därför få en framtida renässans som energikälla. Kolet kan också komma att användas i en större utsträckning inom den kemiska industrin.

I Sverige finns förmodligen kolfyndigheter till havs bl. a. nordväst om Höganäs och sydost om Ystad. Dessa eventuella fyndigheter torde sakna ekonomisk betydelse.

### Malmkroppar i berggrunden

Brytning av järnmalm i underbottensgruvor har förekommit i både Finland (Jussarö utanför Hangö) och på Newfoundland (Wabana). I dessa fall skedde brytningen i tunnlar från land, men verksamheten har nu lagts ner på grund av bristande lönsamhet. Malmerna har i dessa fall varit av samma typer som i malmstråk på angränsande landområden och alltså inte utgjort någon för havsbotten speciell typ av förekomster. Många grundhavsområden kan förutsättas ha en berggrund av samma typ som angränsande malmförande regioner på land. Det finns bl. a. därför säkerligen gott om malmkroppar av skilda slag i havsbottnarna — inte bara järnmalm.

I Sverige kan kontinentalsockelns urberg tänkas innehålla intressanta malmtillgångar på flera ställen. Skelleftefältet, som nu exploateras till lands (av Bolidenbolaget och staten), kan t. ex. ha en förlängning ut till havs. Eventuella malmtillgångar där kan i gynnsamma fall vara brytvärda. Detsamma gäller områden utanför den mellansvenska Bergslagen och även sydligare, t. ex. utanför Södermanland och Småland. Något säkert om i vilka urbergsområden det kan finnas värdefulla malmer vet man emellertid inte för närvarande. Kontinentalsockelns urberg bör därför i sin helhet karteras.

Geologisk kartering och prospektering i

urbergsområden till havs stöter på betydande tekniska problem. Flygmagnetiska mätningar går ått genomföra med samma teknik som över land, men andra på land använda metoder är däremot ofta svåra eller omöjliga att använda i havsområdena. Till detta kommer att man behöver åtskilliga borrhål för att bedöma storleken av en malmfyndighet. Malmprospektering till havs är därför också beroende av borrhåsteknikens utveckling.

Även exploateringen av fasta malmkroppar till havs är förenad med stora teknisk-ekonomiska problem. För underbottensgruvor är täthets- och hållfasthetskraven mycket större än för motsvarande anläggningar på land. Som skydd mot plötsliga vatteninbrott måste man kvarlämna ett bergtak, 30–100 m tjockt beroende på bergstyrkan och geometrin, med den malm taket kan innehålla. Bergtaket måste sedan stödjas vilket antingen sker genom att bara en del av malmen bryts ut och resten kvarsätts som pelare (normal pelaravsättning 30–50 %) eller genom att konstpelare byggs genom successiv igensättning av de först utbrutna rummen med en så föga kompressibel massa att den kan motstå bergtrycket (mager betong eller liknande). Det sistnämnda förekommer på land men kostnaderna kan bara bäras av rika malmer med högt ”rotvärde”.

För den engelska kolbrytningen offshore gäller skyddsregler som normalt anger 70 m bergtak och 40 % pelaravsättning. På större djup under bergytan lättar man något på reglerna. — Järngruvan Wabana, som av lönsamhetsskäl lades ner för några år sedan, hade 60 m bergtak och 40–50 % pelaravsättning.

Det finns givetvis också en gräns för hur långt ut man kan gå från ett fastlands- eller ö-baserat schakt innan transportkostnaderna och/eller ventilationsproblemen blir oöverkomliga (ventilationen torde kräva att tillfartsorten drivs dubbel). Var den gränsen går är svårt att bestämma och blir olika för olika förhållanden, men gruvbrytning där utanför måste ske med nedgång genom vatten. Detta torde i och för sig vara tekniskt möjligt på ned till åtskilliga tiotal meters vattendjup,

men skulle medföra kostnader som sannolikt blev utomordentligt höga. Något egentligt utvecklingsarbete på ny marin gruvbrytningsteknik torde ännu inte förekomma någonstades i världen.

## Förslag

### Allmänt

Beträffande exploateringen av mineraliska tillgångar i havet föreslår havsresursutredningen ett relativt omfattande program, som i första hand syftar till en geologisk kartering av de svenska havsbottarna. Sveriges kontinentalsockelområde utgör ca 40 procent av landytan. Våra nuvarande kunskaper om dessa havsområdens mineralresurser är mycket ofullständiga. I huvudsak inskränker de sig till en grov översikt av de geologiska förhållandena, samt till slutsatser grundade på mineralförekomsternas uppträdande i angränsande landområden. En geologisk kartering av de svenska havsbottarna är därför synnerligen angelägen. Prospektering som är direkt inriktad på eventuella fyndigheter av olja och naturgas bedrivs emellertid redan av oljepropekteringsbolaget OPAB. Några förslag angående sådan kartering och prospektering lägger utredningen därför inte fram. I sammanhanget vill dock havsresursutredningen peka på de möjligheter ett svenskt deltagande i olje- och gasprospektering utomlands skulle kunna innebära.

Vilka är då utsikterna att den föreslagna karteringen skall leda till upptäckt av exploaterbara mineraltillgångar? Ett utförligare svar kan naturligtvis inte ges förrän karterings- och prospekteringsarbeten börjat avsätta resultat. Redan idag kan emellertid sägas att omfattande förekomster av sand och grus existerar, samt att brytvärda mineralförekomster i övrigt inte kan uteslutas. (Se bl. a. s. 85.)

Den geologiska karteringen med eventuellt efterföljande prospektering och exploatering ger också möjligheter till tekniskt

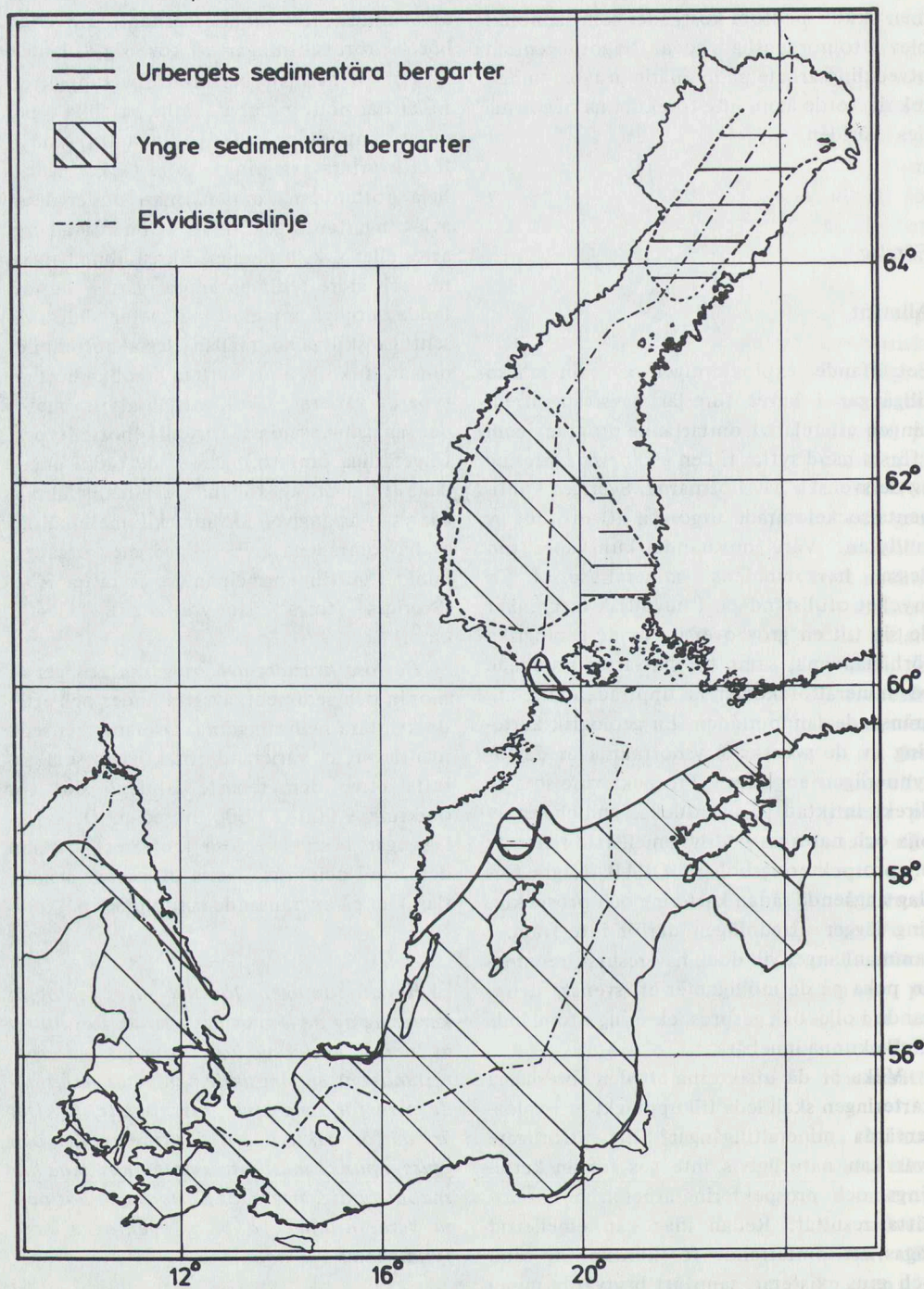
utvecklingsarbete inom områden där Sverige bör ha förutsättningar att göra sig gällande.

För att närmare beskriva arbetsuppgifterna är det nödvändigt att skilja på olika typer av bottenbildningar. De tre huvudtyperna är lösa kvartära avlagringar, som täcker nästan hela bottenytan, samt närmast under dessa avlagringar antingen yngre sedimentära bergarter eller s. k. urberg med kristallina bergarter och äldre sedimentära bergarter. Beträffande möjliga mineralfyndigheter råder väsentliga skillnader mellan dessa bottenbildningar. Tekniken att kartera de olika botten typerna varierar också, även om vissa metoder är gemensamma för alla botten typer. Ungefärliga omfattningar av de olika områdena framgår av följande sammanställning där ytan är angiven i kvadratkilometer. Ytan av havsområdena är beräknad med utgångspunkt i mittlinjepincipen (se avsnittet 3.3). (Sveriges "torra" landyta utgör 411 406 km<sup>2</sup>.)

De lösa kvartära avlagringarna är lager av morän och sediment, avsatta under och efter de kvartära nedisningarna. Överst ligger sedimentlager av varierande mäktighet som avsatts efter den senaste istidens slut för omkring 9 000–12 000 år sedan. Dessa avlagringar består av lösa jordarter – bland dem sand och grus – som ofta är av samma slag som på angränsande landområden.

□ *Havsutredningen föreslår en geologisk kartering av de lösa avlagringarna. Resultatet av denna kartering bör utnyttjas vid upprättandet av en långsiktig och landsomfattande plan för sand- och grusexploatering. Det är därför viktigt att de från sand- och grussynpunkt mest intressanta områdena blir snabbt färdigkarterade. Karteringen bör också vara inriktad på bl. a. eventuella vaskfyndigheter och noder.*

Även andra skäl än de som direkt sammanhänger med mineralletning talar för den föreslagna karteringen. I så skilda sammanhang som miljöövervakning, fiske och försvar



Figur 5.4 Den svenska kontinentalsockeln's geologiska uppbyggnad i grova drag (enligt geologiska institutionen vid Stockholms universitet).

	Hela ytan (= lösa avlagringar)	Sedimentbergartsområden (gränserna för dessa områdens utbredning är delvis mycket osäkra)	Kristallint urberg
Östersjön och Bottniska viken	150 000	100 000	50 000
Öresund och västkusten	15 000	6 000	9 000
De tre stora sjöarna	8 600	700	7 900
Sveriges större vattenområden	173 600	106 700	66 900

är kunskaper om havsbottnarnas lösa avlagringar av stor betydelse.

Kännedom om jordarternas lagerföljd och utbredning på havsbotten är en värdefull komplettering till hydrografiska data vid bedömning av havsområdenas recipientegenskaper. Avlagringarna ger upplysningar om sedimentationen, om den tidigare naturliga hydrografiska miljön och om strömmar, erosion och transport av material utmed botten, allt av betydelse för dagens föroreningsproblematik. Genom att undersöka sedimentproppar från Östersjön kan man t. ex. få en ökad klarhet i till vilken del den höga svavelvätehalt som observerats i Östersjöns djuphålur under senare år är ett under årtusendena periodiskt återkommande fenomen, respektive härrör från föroreningar.

Även från biologisk synpunkt är en närmare kännedom om de lösa avlagringarna betydelsefull. Det är t. ex. angeläget att veta vilka områden som är sådana att de kan fungera som lekplatser för fisk – eller vilka bottenar som, därför att de innehåller t. ex. svavelväte eller överskott av tungmetaller, inverkar menligt på det biologiska livet. Bottenar av detta slag kan vara speciellt farliga att riva upp, t. ex. vid grustäkt. Allt detta innebär att en kartering av de lösa avlagringarna är betydelsefull också med hänsyn till fisket.

I militära sammanhang är det av största vikt att känna havsområdenas ljudutbredningsegenskaper – framför allt gäller detta i samband med ubåts- och antiubåtskrigföring.

Eftersom ljudutbredningen är starkt beroende av bottenytans karaktär, så är det också av detta skäl angeläget att kartlägga de lösa avlagringarna. Flera specialundersökningar med denna inriktning har f. ö. utförts i samarbete mellan FOA och geologiska institutionen vid Stockholms universitet.

*De yngre sedimentbergarterna* har tillkommit under de senaste 600–700 årmiljonerna. Dessa bergarter vilar på urberget. Det starka intresse som knyter sig till sedimentbergartsområdena beror på att de kan tänkas innehålla olja och gas. I vissa sedimentbergarter kan eventuellt också förekomma kol, salt och svavel. Det är emellertid mindre sannolikt att den svenska kontinentalsockeln skulle kunna innehålla några brytvärda fyndigheter av dessa senare mineral. (Se i övrigt avsnittet ”Mineral i havsbottens berggrund”.)

Eftersom den direkta oljeletningen i Sverige ombesörjs av oljeprospekteringsaktiebolaget OPAB finns ingen anledning att här närmare behandla dessa frågor. Vid oljeletningen erhålles emellertid en mängd material och data rörande den sedimentära berggrundens byggnad. Dessa data hade inte annars kunnat införskaffas utan stora kostnader och de har ett betydande praktiskt och vetenskapligt värde. Det är därför ett nationellt intresse att på bästa sätt tillvarata och bearbeta detta material utöver den bearbetning som sker direkt för oljeletningen. Härvid är emellertid att märka att enligt koncessionsvillkoren får upplysningar om

undersökningsarbetena inte offentliggöras förrän efter en längre tids förlopp, närmare bestämt två år efter det att undersöknings-tillståndet upphört resp. fem år efter att eventuellt utvinningstillstånd meddelats för visst område. Detta medför att tidpunkten inte nu kan fastställas för offentliggörande av en geologisk karta över större den av den svenska kontinentalsockelns sedimentberg-artsområden.

Sammanlagt kommer OPAB så småningom att ha utfört en gles seismisk profilering över 60 000 av de sammanlagt ca 100 000 kvadratkilometerna sedimentbergartsområde (profileringen sker i rutnät vars täthet varierar mellan 5x5 km till 10x20 km). Över dessa områden har då också flygmagnetiska mätningar utförts samt vissa sjö magnetiska och gravimetriska mätningar.

Av intresse i detta sammanhang är också att den föreslagna seismiska undersökningen av de lösa avlagringarna ger information om ytskikten av de sedimentära bergartsområdena (sådan information får man inte i samma utsträckning genom OPAB:s arbeten). Geologiska institutionen vid Stockholms universitet har också utfört seismiska profileringar i området mellan Gotland och fastlandet som är av intresse i detta sammanhang.

*Havsresursutredningen föreslår därför att de primärdata som erhålls i samband med oljeletningarna, och i samband med den seismiska undersökningen av de lösa avlagringarna, utnyttjas för att framställa en geologisk karta över den svenska kontinentalsockelns sedimentbergartsområden. Tidpunkten för offentliggörandet av karteringen kan dock med hänsyn till koncessionsvillkoren för oljeprospekteringen ännu inte fastställas.*

Denna kartframställning kräver alltså inga geologiska fältundersökningar utöver dem som ändå utföres i andra sammanhang.

*Urbergsområdena* under havet kan eventuellt innehålla brytvärda malmer (se s. 96).

*Havsresursutredningen föreslår därför en geologisk kartering av den svenska kontinentalsockelns urbergsområden.*

Allmänt kan sägas att den kartering utredningen föreslår ej är att betrakta som en exploateringsundersökning. För att ta exemplet med sand och grus så skall karteringen endast ske med en sådan grad av noggrannhet att den anger var det finns sand- och grusförekomster och alltså kan ligga till grund för en långsiktig sand- och grustäcksplan. Men innan exploateringen sedan startar på en viss plats kommer att krävas mycket noggrannare undersökningar just där. Dylika exploateringsundersökningar ingår alltså icke i utredningens förslag. Snarare kan man tänka sig att dessa undersökningar i sinom tid finansieras av de företag som får i uppdrag att genomföra exploateringen. På samma sätt ingår beträffande urbergsområdena ingen prospektering i egentlig bemärkelse i den föreslagna karteringen. Finansieringen av prospektering kan överlämnas till eventuellt berörda gruvföretag.

Ansvar för de föreslagna karteringarnas utförande lägges lämpligen på SGU.

Av största vikt är att kartering, prospektering och eventuell exploatering utföres på ett sådant sätt – detta är en för havsresursutredningen grundläggande tankegång – att alla möjligheter till tekniskt utvecklingsarbete tillvaratas.

*Karteringsarbetet bör bedrivas i nära samråd med bl. a. STU, näringslivet, FOA, sjöfartsverket samt universitet och högskolor. Ett lämpligt forum för detta samarbete är den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser.*

#### Arbetsprogram

Trots att den föreslagna geologiska karteringen är av intresse från ett flertal synpunkter, har utredningen ansett det angeläget att i första hand de områden som är av

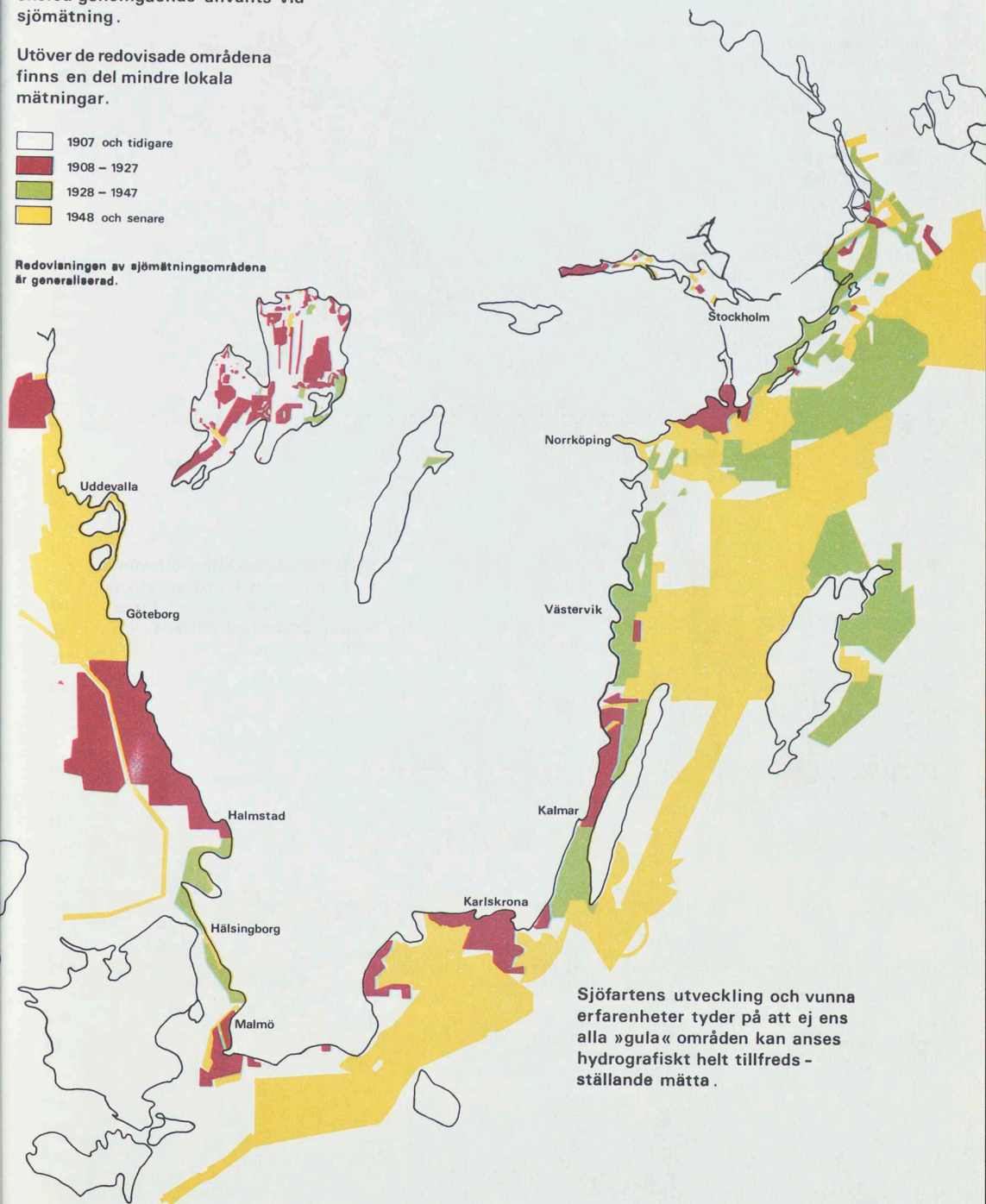
# Sjömätningarnas ålder i Östersjön, Kattegatt och Skagerrak 31 dec 1971.

Först efter 1948 har registrerande ekolod genomgående använts vid sjömätning.

Utöver de redovisade områdena finns en del mindre lokala mätningar.

- 1907 och tidigare
- 1908 - 1927
- 1928 - 1947
- 1948 och senare

Redovisningen av sjömätningsområdena är generaliserad.

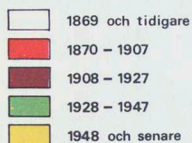


Sjöfartens utveckling och vunna erfarenheter tyder på att ej ens alla »gula« områden kan anses hydrografiskt helt tillfredsställande mätta.



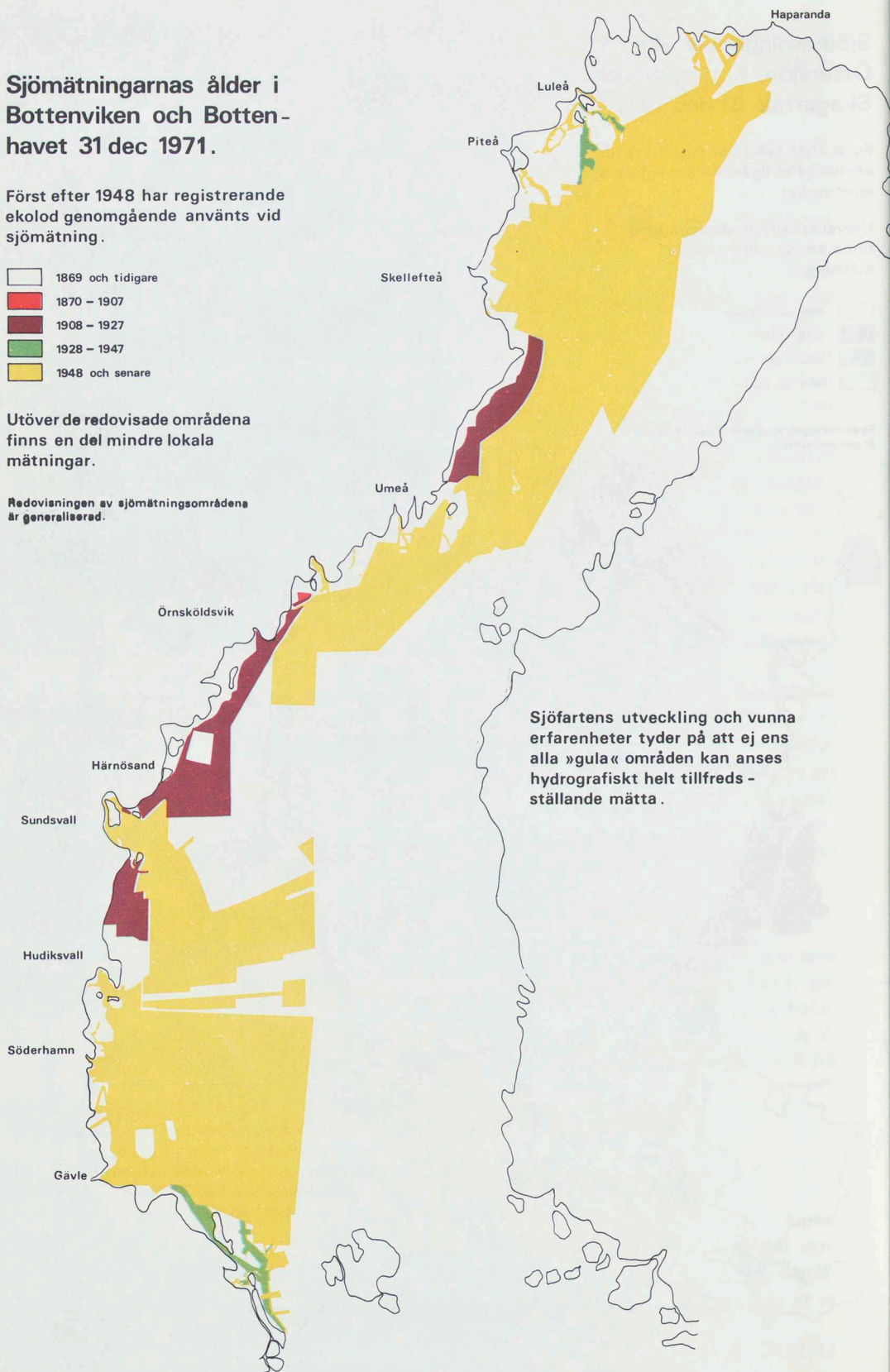
## Sjömätningarnas ålder i Bottenviken och Botten- havet 31 dec 1971.

Först efter 1948 har registrerande  
ekolod genomgående använts vid  
sjömätning.



Utöver de redovisade områdena  
finns en del mindre lokala  
mätningar.

Redovisningen av sjömätningarna  
är generaliserad.



Sjöfartens utveckling och vunna  
erfarenheter tyder på att ej ens  
alla »gula« områden kan anses  
hydrografiskt helt tillfreds-  
ställande mätta.

Botten och områden	Slutresultat	Karteringsmetoder	Tidsplan	Kostnad ca milj. kr <sup>a</sup>
<i>kvartära avlagringar</i> hela det svenska kontinentalsockelområdet	karta i skala 1: 200 000	seismisk profilering, m. m., från fartyg  bottenprover på utvalda punkter	de från sand- och gruståktssynpunkt mest aktuella områdena karterade efter 6 à 7 år  samtliga områden karterade efter ca 15 år	30
<i>yngre sedimentära bergarter</i> södra Östersjön samt delar av Bottniska viken och Kattegatt	karta i skala 1: 200 000	primärdata från oljeletningen och från karteringen av de lösa avlagringarna utnyttjas  ytterligare fältarbete krävs inte	arbetet samordnas med karteringen av de lösa avlagringarna och med OPAB:s geologiska undersökningar  tidpunkten för kartans offentliggörande kan ännu icke fastställas p. g. a. koncessionsvillkoren för oljeprospekteringen	1,2
<i>urberg</i> huvuddelen av Bottniska viken, norra Östersjön, delar av Kattegatt samt Skagerack	tolkningskarta i skala 1: 200 000	flygmagnetiska mätningar  berggrundsprovtagning  gravimetermätningar	den flygmagnetiska mätningen tar 4,5 år  den totala karteringen inkluderande berggrundsprovtagning och gravimetermätning beräknas slutförd efter ca 15 år	8,3

<sup>a</sup> 1972 års penningvärde

intresse från minarelexploateringssynpunkt blir karterade. Karteringen i de områden där vi idag kan förutse eller förvänta förekomsten av exploateringsbara mineralfyndigheter bedöms kunna vara färdigställd inom 6 à 7 år. Av flera skäl är det emellertid angeläget att därefter fullfölja karteringsarbetet till att omfatta hela kontinentalsockeln. Det har mer och mer visat sig betydelsefullt att kunna följa geologiska sammanhang och strukturer över stora sammanhängande områden. Mineralletningen – både till havs och till lands – kan genomföras med mera systematik och framgång om man känner de geologiska strukturerna också mellan platserna för mineralfyndigheter. Den totala karteringen beräknas vara genomförd efter omkring 15 år.

Med hänsyn till de krav som bör ställas på kartorna beträffande innehåll och detaljrikedom bör en kartskala 1: 200 000–1: 250 000 väljas. Den förra ansluter till SGU:s översiktskartläggningar i norra Sverige, den senare till Rikets allmänna kartverks planerade översiktskarta. Valet av kartskala är närmast en reproduktionstek-

nisk fråga och påverkar ej arbetsuppläggning och endast i ringa grad kostnaderna. I det följande nämns därför endast skalan 1: 200 000. För de flygmagnetiska kartorna kan dock skalorna 1: 50 000 och 1: 100 000 behöva tillgripas.

Den föreslagna karteringen av *de lösa avlagringarna* bör för undvikande av dubbelarbete utföras med hänsyn till vissa tidigare gjorda undersökningar. I öresundsområdet har SGU karterat lösa avlagringar och i området mellan Gotland och Gotska Sandön har sådana karteringar utförts av geologiska institutionen vid Stockholms universitet. Dessa områden uppgår sammanlagt till omkring 30 000 kvadratkilometer.

Ett av de angelägnaste målen för den föreslagna karteringen är att fastställa de lösa avlagringarnas mäktighet, vilket är av självklar betydelse för att t. ex. bestämma innehållet av sand och grus. Ju lägre frekvens, och ju större effekt, den ljudsignal har som används vid seismiska undersökningar, desto djupare tränger signalen ner i havsbotten. Den utrustning som skall användas i det här föreslagna karteringsprogrammet skall kunna

tränga genom de lösa avlagringarna överallt, och även ange kvalitet (t. ex. urberg eller sedimentbergarter) på berggrunden omedelbart under avlagringarna. Däremot finns inget behov av att genomgående fastställa de sedimentära bergarternas mäktighet — dvs. att ha en utrustning som förmår tränga genom dessa bergarter överallt. Den föreslagna karteringen skall alltså genomföras med en utrustning för måttligt låga frekvenser och relativt måttliga effekter. Den typ av extremt lågfrekvent, kraftig och dyrbar utrustning som används av OPAB för att kartera de sedimentära bergarterna behövs inte. Den seismiska profilering som föreslås bli utförd sker från fartyg, vilket beräknas profilera omkring 4 000 kilometer per år (motivering nedan). För att den färdiga geologiska kartan skall kunna utföras i skalan 1:200 000 bedöms ett avstånd mellan profileringslinjerna på omkring 2,7 kilometer vara lämpligt, vilket ansluter sig till det i vårt land befintliga navigeringssystemet av typ Decca. Utredningen föreslår därför detta generella linjeavstånd. Detta innebär att 10 800 kvadratkilometer ( $4\,000 \times 2,7$ ) kan bli seismiskt undersökta från en båt per år. För en total kartläggning av de 173 600 kvadratkilometerna skulle alltså krävas omkring 16 år. Eftersom vissa områden redan är profilerade kan den siffran reduceras till lägst 13 år, sannolikt närmare 15 år. Prioriterade områden skulle emellertid som ovan nämnts kunna kartläggas på 6 à 7 år. Av praktiska skäl bör ett helt kartblad mätas färdigt innan nästa påbörjas. Därför sammanfaller de prioriterade områdena med kartbladsgränserna.

Bakom siffran 4 000 profilkilometer per år och fartyg ligger följande resonemang. Av mätningstekniska skäl bör fartyget framföras med en hastighet av 5–6 knop. Eftersom en del av tiden till sjöss går åt till löpande underhåll och reparationer av mätinstrumenten, till stillaliggande p. g. a. otjänligt väder som stör de akustiska mätningarna och omöjliggör provtagning, till resor från och till hamn osv., kan man erfarenhetsmässigt räkna med 20 effektiva profileringsstimmar per vecka. Säsongen för ett fartyg av detta

slag blir också kort — kortare än den isfria tiden. Det som sätter gränsen är bl. a. det genomsnittligt sämre vädret under höstarna som stör de seismiska mätningarna och också — t. ex. i händelse av hög sjö — omöjliggör bottenprovtagning. Den effektiva säsongen kan därför sättas till 20 veckor. Dessa beräkningar leder fram till resultatet 4 000 profilkilometer per år.




Om man ville påskynda karteringen skulle man naturligtvis kunna tänka sig att utrusta flera båtar. Då krävs emellertid en motsvarande utökning av den stab geologer som utvärderar och bearbetar profileringsresultaten i land. Den tillgång på geologer som detta kräver torde emellertid inte för närvarande finnas inom landet.

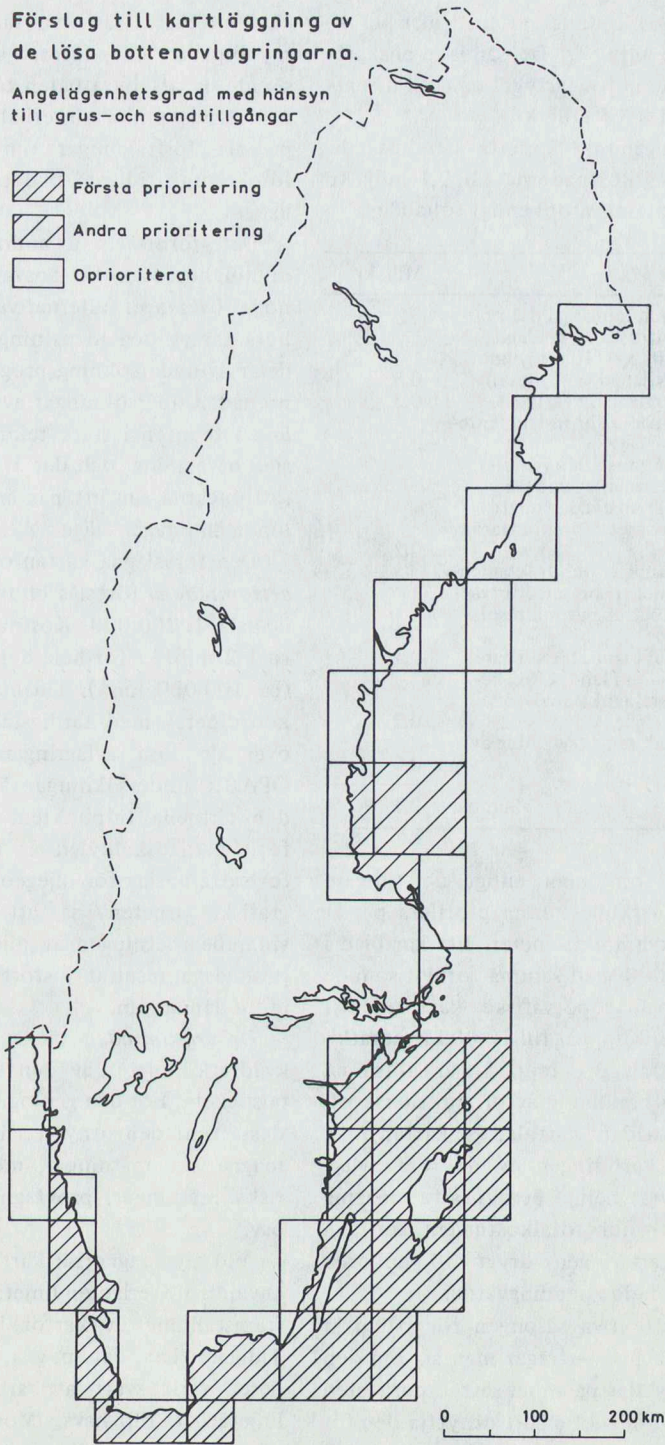
Även andra undersökningar än den seismiska profileringen måste utföras. TV-bilder och fotografering av botten kan underlätta den geologiska tolkningen. Genom en komplettering med s. k. dubbelsidigt svepande sonar (dual side scan sonar) erhålles också en bild av ytlagrets karaktär i ett band på ömse sidor om färdlinjen, och dessutom underlättas tolkningen av de seismiska registreringarna. Prover skall tas på utvalda punkter i havsbotten för kontroll och karakteristik av de seismiskt indikerade avlagringarna. Mäktigare sandavlagringar bör provtas med vibrationsborr eller liknande utrustning, så att uppgifter om mineralogisk sammansättning och kornstorlek kan erhållas. Vidare tillkommer laboratorieundersökningar av proverna i land, samt självfallet bearbetning och utvärdering av mätresultaten, innan den färdiga kartan kan sammanställas.

För kartering av de lösa avlagringarna och sedimentbergartsområdena har följande kostnadskalkyl upprättats. Fartyget (ett omkring 20 m långt träfartyg) beräknas med all utrustning exklusive geologisk utrustning kosta 1,2 milj. kr. Den geologiska utrustningen (ekolod av olika frekvens, mellanfrekvent seismisk utrustning för penetrering i kvartära avlagringar, måttligt lågfrekvent seismisk utrustning för penetrering i djupa kvartära avlagringar och berggrund omedelbart under dem, dubbelsidigt sonar samt kamera- och

Förslag till kartläggning av  
de lösa bottenavlagringarna.

Angelägenhetsgrad med hänsyn  
till grus- och sandtillgångar

-  Första prioritering
-  Andra prioritering
-  Oprioriterat



**Figur 5.5** Förslag till planläggning av karta över de lösa bottenavlagringarna. Bladindelningen är ett försök att så nära som möjligt täcka det svenska kontinentalsockelområdet med rutor av lämplig storlek i anslutning till Rikets allmänna kartverks indelningssystem i Gauss' projektion och passande för skalan 1: 200 000.

TV-utrustning för undervattensbruk) beräknas kosta 2,3 milj. kr. De samlade anskaffningskostnaderna för fartyget med all utrustning blir således 3,5 milj. kr.

Med utgångspunkt i detta beräknas de årliga karteringskostnaderna till 2,1 milj. kr (i 1972 års penningvärde) enligt följande.

	Milj. kr
Avskrivningar och räntor på det i fartyget och dess utrustning nedlagda kapitalet 3,5 milj. kr. (10 års genomsnittlig ekon. livslängd, 8 % ränta.)	0,5
Årliga driftkostnader för fartyget.	0,3
Årliga driftkostnader för instrumentering och registrering	0,1
Löner för 2 helårsanställda (befälhavare och motorman), samt två däcksmän som är anställda enbart under den del av året då mätningarna till sjöss pågår.	0,2
Löner, sociala utgifter och trakamenten för fyra geologer som utför utvärdering och bearbetning av mätresultaten.	0,4
Teknisk personal i land, t. ex. ritare.	0,1
Laboratoriearbeten i land, t. ex. kemiska och mineralogiska analyser av bottenprover.	0,2
Diverse overhead, samt tryckning av kartor.	0,3
Summa	2,1

Den yta som man enligt de tidigare beräkningarna skulle kunna profilera per år var 10 800 kvadratkilometer. Ett kartblad i skala 1:200 000 med samma format som de geologiska och topografiska kartbladen i skala 1:50 000 uppgår till 10 000 kvadratkilometer. Siffran 2,1 milj. kr är alltså en approximativ beräkning av produktionskostnaden för ett sådant kartblad (se kartan).

Eftersom karteringen av de lösa avlagringarna i deras helhet beräknas ta omkring femton år så blir totalkostnaden för den föreslagna karteringen drygt 30 miljoner kronor i nuvarande penningvärde.

Då den effektiva säsongen för båten är kort – 20 veckor – frågar man sig om den inte kan utnyttjas på annat sätt under resten av året. En möjlighet är att utnyttja den för geologiska tjänster utomlands – t. ex. i samband med prospekteringar, eller för hamnanläggningsarbeten, eller över huvud när någon form av bottenundersökningar

skall utföras. Man kan tänka sig att andra myndigheter eller företag kunde vara intresserade av att hyra båten för sådana tjänster utomlands under vinterhalvåret. Med tanke på att förfrågningar om sådana tjänster förekommit tidigare är detta ingalunda orealistiskt.

Det förutsätts å andra sidan att den myndighet som får ansvar för karteringen noga överväger alternativa möjligheter att hyra fartyg och utrustning, samt att lämna delar av undersökningsprogrammen på entreprenad. Undersökningar av nu behandlad art är en bransch i stark teknisk och kommersiell utveckling, och det är möjligt att förutläggningarna om ett par år kan vara annorlunda än i dagens läge.

Den föreslagna kartan över *sedimentbergartsområdena* föreslås bli framställd vid SGU i skala 1:200 000. Kostnaden beräknas till ca 1,2 milj. kr för hela det berörda området (ca 100 000 km<sup>2</sup>). Tidsmässigt bör arbetet koordineras med färdigställandet av kartan över de lösa avlagringarna, förutsatt att OPAB:s undersökningar är tillgängliga vid den aktuella tidpunkten. En förutsättning för kostnadskalkylen är att SGU erhåller fortsatta anslag för oljegeologiska och stratigrafiska arbeten, så att den erforderliga vidarebearbetningen av oljeprospekteringsgeologiska resultat i stort sett kan utföras inom denna ram.

*Urbergsområden* täcker omkring 60 000 kvadratkilometer av den svenska kontinentalsockeln. För den geologiska karteringen av dessa områden utnyttjas i första hand flygmagnetiska mätningar, men även gravimetriska mätningar, provtagning i berggrunden osv.

Vid flygmagnetisk kartläggning över land används i Sverige en linjetäthet av 200 m för framställning av kartor i skala 1:50 000. Tidigare har det p. g. a. navigeringssvårigheter varit svårt att arbeta med så hög linjetäthet till havs. Moderna navigeringssystem – t. ex. av Deccatyp – har emellertid en så hög precision att 200 meters linjetäthet numera är möjlig även till havs.

De alternativ som med hänsyn till detta

framför allt blir aktuella är kartor baserade på 200 meters linjetäthet, och kartor baserade på 400 meters linjetäthet. Valet måste träffas med hänsyn till att det är svårt att senare komplettera en mätning som är gjord med 400 meters linjetäthet. Om man senare vill ha noggrannare kartor baserade på 200 meters linjetäthet blir man tvungen att göra om *hela* mätningen i det aktuella området. Detta sammanhänger med att mätningen i ett 200-meterssystem och i ett 400-meterssystem utföres på olika flyghöjd.

Utredningen har som huvudalternativ valt en kombination av 200- och 400-metersalternativen. Därvid avses det tätare linjeavståndet användas dels inom sådana områden där malmförekomster kan misstänkas (t. ex. Skelleftefältets ev. fortsättning i Bottenviken), dels inom vissa kustnära skärgårdsområden där samma utförande som på landområdena är önskvärd. Av de totalt 60 000 km<sup>2</sup> som skall mätas uppskattas 30 000 km<sup>2</sup> behöva mätas med var och en av de två linjetätheterna. Sammanlagt skulle då 225 000 profilkilometer täcka de 60 000 km<sup>2</sup>. Rimligen kan ungefär 50 000 profilkilometer utföras per år. Tiden för den flygmagnetiska mätningen blir då 4,5 år.

Vid SGU har man beräknat att kostnaden per profilkilometer vid den aktuella produktionsvolymen bör bli 32 kr, varav 3 kr är fasta utgifter och 29 kr löpande utgifter. Årskostnaden för den flygmagnetiska undersökningen skulle alltså bli 1,6 milj. kr. Totalkostnaden för hela flygmätningssystemet blir 7,2 milj. kr. Denna kostnad inkluderar även geologisk tolkning, kartritning och tryckning av en mindre upplaga av kartan. Hyra av flygplan och Decca-utrustning samt kostnader för portabla stationer för magnetiska markregistreringar m. m. belastar projektet väsentligen i inledningskedet.

Ett konsekvent genomförande av hela flygmätningssystemet med 200-meters linjetäthet skulle innebära att totalkostnaden steg till 9,6 milj. kr och tiden till 6 år. En ambitionsminskning så att hela programmet genomfördes med 400-meters linjeavstånd

skulle innebära en totalkostnad av ca 4,8 milj. kr och tiden 3 år. Utredningen bedömer det sistnämnda fallet som i längden oekonomiskt p. g. a. de kompletteringsflygningar, delvis innebärande dubbelarbete, som då framdeles troligen skulle erfordras.

De flygmagnetiska undersökningarna bör påbörjas snarast så att resultaten kan ligga till grund för fortsatt planering av övriga arbeten.

Utredningen har övervägt huruvida magnetometerregistrering från fartyg bör göras i samband med den seismiska profileringen av de lösa avlagringarna. Värdet av den ytterligare information som då skulle erhållas – genom att mätningarna företas på en lägre nivå än flygmätningens – bedöms emellertid inte motivera merkostnaden, vilken uppskattas till minst 0,5 milj. kr för hela urbergsprogrammet.

I anslutning till flygmätningen bör bergsgrundsprovtagningar göras på ett antal representativa punkter. Utveckling av ny metodik för detta pågår nu på flera håll och det är svårt att nu ange hur provtagningen skall utföras och vilken utrustning som skall användas.

Provtagningen bör kunna utföras samtidigt med att en gles gravimetermätning företas. Erfarenhetsmässigt finns det strukturella drag i berggrunden som inte kommer fram vid magnetiska mätningar. Ett värdefullt komplement ger gravimetriska mätningar. Dessa kan antingen utföras som bottenmätningar med en mätpunkt per kvadratmil och i samband med bergsgrundsprovtagningen och kan då uppskattas kosta totalt 0,5 milj. kr för hela urbergsområdet, eller som mätningar från fartyg under gång och då utföras i samband med den seismiska profileringen av de lösa avlagringarna till en kostnad av 1,5 milj. kr för hela urbergsprogrammet. I det förra fallet får man ett betydligt glesare observationsnät än i det senare men en betydligt högre mätnoggrannhet. Tills vidare förutsätts att det kostnadsmässigt lägre alternativet väljs men att därtill smärre områden kan behöva detaljmätas från fartyg.

Kostnaderna för bergsgrundsprovtagning,

gravimetermätning, löpande kompletteringsarbeten, m. m., beräknas till 15 procent av kostnaderna för den flygmagnetiska mätningen, dvs. i runt tal 1,1 milj. kr.

Berggrundsprovtagningen och gravimetermätningarna, som beräknas ta fem år, bör utgå från de flygmagnetiska indikationerna och alltså utföras efter den flygmagnetiska mätningen. Provtagning och gravimetermätning behöver inte vänta till dess all flygmagnetisk mätning genomförts. Provtagningen i ett visst område måste emellertid vänta till dess att den seismiska profileringen av de lösa avlagringarna i samma område utförts. Betydande delar av urbergsområdena ingår icke i de med hänsyn till grus och sand m. m. enligt ovan prioriterade kartbladsrutorna. Man måste därför räkna med en sammanlagd tid på 10–15 år innan urbergs-karteringen blivit fullständigt genomförd. Resultaten publiceras dels såsom flygmagnetiska kartor, dels som tolkningskartor med uppgifter om berggrundsstrukturer, bergartsobservationer, osv.

Den totala kostnaden för urbergs-karteringen beräknas till 8,3 milj. kr, vilket är summan av kostnaderna för den flygmagnetiska mätningen och kostnaderna för löpande kompletteringsarbeten, provtagning, m. m.

Karteringen av urbergsområdena bör inledas med den submarina fortsättningen av Skelleftefältet. I den mån undersökningar i detta område kommer till stånd i annan ordning, bör dessa utföras i samma standard som för den fortsatta karteringen av urbergsområdena.

Ett halvstatligt företag för sand- och grusutvinning i havsområdena

Av tidigare avsnitt har framgått att sand- och grusutvinningen i svenska havsområden kan bli betydande i framtiden. En sådan utvinning är av stort kommersiellt intresse. Utvinningen torde vara förenad med utpräglade stordriftsfördelar. Dessa synpunkter talar för att utvinningen drivs på ett affärsmässigt sätt

i stor skala. Staten har stora intressen i verksamheten bl. a. som koncessionsgivare och miljöövervakare i havsområdena. Erfarenhet av exploatering och marknadsföring av sand och grus finns hos enskilda företag. Av dessa skäl finner utredningen att etablerandet redan nu av ett halvstatligt företag för utvinning av sand och grus i havsområdena bör övervägas. Det bör också betonas att marintekniskt utvecklingsarbete av stort intresse bör kunna bedrivas i anknytning till sand- och grusutvinningen.

*Havsresursutredningen föreslår att etablerandet av ett halvstatligt företag för utvinning av sand och grus i havsområdena övervägas.*

Information angående mineralutvinning till havs

Utredningen framhåller på flera ställen att svenska insatser för utvinning av havens rikedomar bl. a. kan bestå i utveckling och tillverkning av exploateringsutrustning. Som framgått på s. 94 är flera svenska företag på detta sätt engagerade i olje- och gasutvinning. För att utveckling och tillverkning av utrustning för olika exploatörer inom och utom Sverige skall kunna ske med framgång krävs emellertid god teknisk och ekonomisk marknadsöversikt. Utredningen menar att den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser bl. a. bör få till uppgift att sammanställa sådan marknadsinformation. Delegationen skulle därigenom kunna ge en service av intresse för framför allt mindre och medelstora svenska företag med marintekniska projekt på programmet.

*Utredningen föreslår att den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser bl. a. skall sammanställa teknisk och ekonomisk marknadsinformation beträffande utrustning för mineralutvinning till havs.*

## Utvecklingsbistånd

Kuststater bland u-länderna är liksom andra länder angelägna att tillgodogöra sig naturresurserna utanför sina kuster. Ofta saknar emellertid u-länderna tekniska förutsättningar för exploatering. Om Sverige i det sammanhanget kan erbjuda teknik och utrustning för mineralexploatering som är jämförbar med vad andra i-länder kan åstadkomma så bör möjlighet finnas att lämna utvecklingsbistånd.

*Havsresursutredningen föreslår att möjligheter till svenskt utvecklingsbistånd för att underlätta u-ländernas exploatering av havens mineraltillgångar prövas.*



### *Inledning*

I tidigare kapitel har utnyttjandet av havens livsmedelsresurser och mineralresurser samt utnyttjandet av havet som recipient behandlats. Haven och havsområdena utnyttjas emellertid även på andra sätt. Dessa andra former för havens utnyttjande behandlas i detta kapitel. Vid sidan om en kortfattad beskrivning av de olika utnyttjandeformerna, och förslag i anknytning därtill, redogörs också för hur de olika formerna är beroende av varandra. I samband därmed anges vilka myndigheter som är berörda av de olika utnyttjandeformerna. Beskrivningen av de olika utnyttjandeformernas, och myndigheternas, beroende av varandra är av särskilt intresse med hänsyn till den delegation för havsresurser, som föreslås i kapitel 12. Denna delegation avses nämligen bl. a. få en viktig funktion som samordningsorgan för myndigheter som bedriver verksamheter med anknytning till haven.

### *Transporter*

Vid förflyttning av stora godsvolymer erbjuder sjötransporten många gånger det enda ekonomiskt realistiska alternativet.

Under de senaste tjugo åren har en radikal omdaning av världshandelsflottans sammansättning skett. Omstruktureringen gäller så-

väl antalet enheter som enheternas storlek. Mellan åren 1951 och 1965 fördubblades världens fartygstonnage, och expansionen har fortsatt snabbt därefter. Främst är det fraktfarten som expanderat eftersom flyget övertagit stora delar av persontransporterna över längre distanser. Speciellt påfallande är tanktonnagens utveckling, vilken betingats bl. a. av strävan att med bibehållen god transportekonomi kunna frakta råolja från Persiska viken till Europa utan passage av Suezkanalen. Tanktonnagens utveckling framgår av tabellen nedan.

De största idag beställda tankfartygen är på nära 500 000 dwt. I framtiden är väsentligt större fartyg inte osannolika.

Svensk varvsindustri står för en betydande andel av världens fartygsbyggande, vilket framgår av tabell 6.1. Under en följd av år har Sverige varit världens andra skeppsbyggarnation med avseende på antalet producerade bruttoregister-ton. Japan är dock klart ledande och står för ungefär hälften av världsproduktionen. Förutom Sverige har också Västtyskland, Storbritannien, Spanien och Frankrike ett omfattande skeppsbyggeri.

De strukturella förändringarna inom sjöfarten påverkar kustzonerna med hamnarna – men även längre ut liggande områden där terminaler byggs för fartyg som inte kan föras in till strandlinjen. Beträffande hamnarna är tendensen till omlokalisering och koncentration redan påtaglig. Detta på-

Antal tankfartyg i olika storlekar under senare år.  
Storleken angiven i dwt

		1964	1967	1970	1971
mindre än	49 999	5 096	5 420	5 884	5 787
större än	50 000	34	105	316	406
därav	50 000–100 000			218	244
	100 000–140 000			92	153
större än	140 000			6	9

verkar i sin tur industrins lokalisering på längre sikt. Av intresse i detta sammanhang är också tekniken att hantera det transporterade godset. Systemet med kombinerade transporter (t. ex. tåg-fartyg-tåg) har lett fram till "roll on/roll off"-tekniken och "lift on/lift off"-tekniken för gods i s. k. containerners.

I Sverige tillväxer västkusthamnarna snabbast i fråga om skeppat gods. Främst gäller detta Göteborg, som tar drygt en fjärdedel av hela den svenska sjöfraktfarten. Även Skåne- och sydkusthamnarna – t. ex. Helsingborg, Malmö, Trelleborg och Karlskrona – tilltar i betydelse.

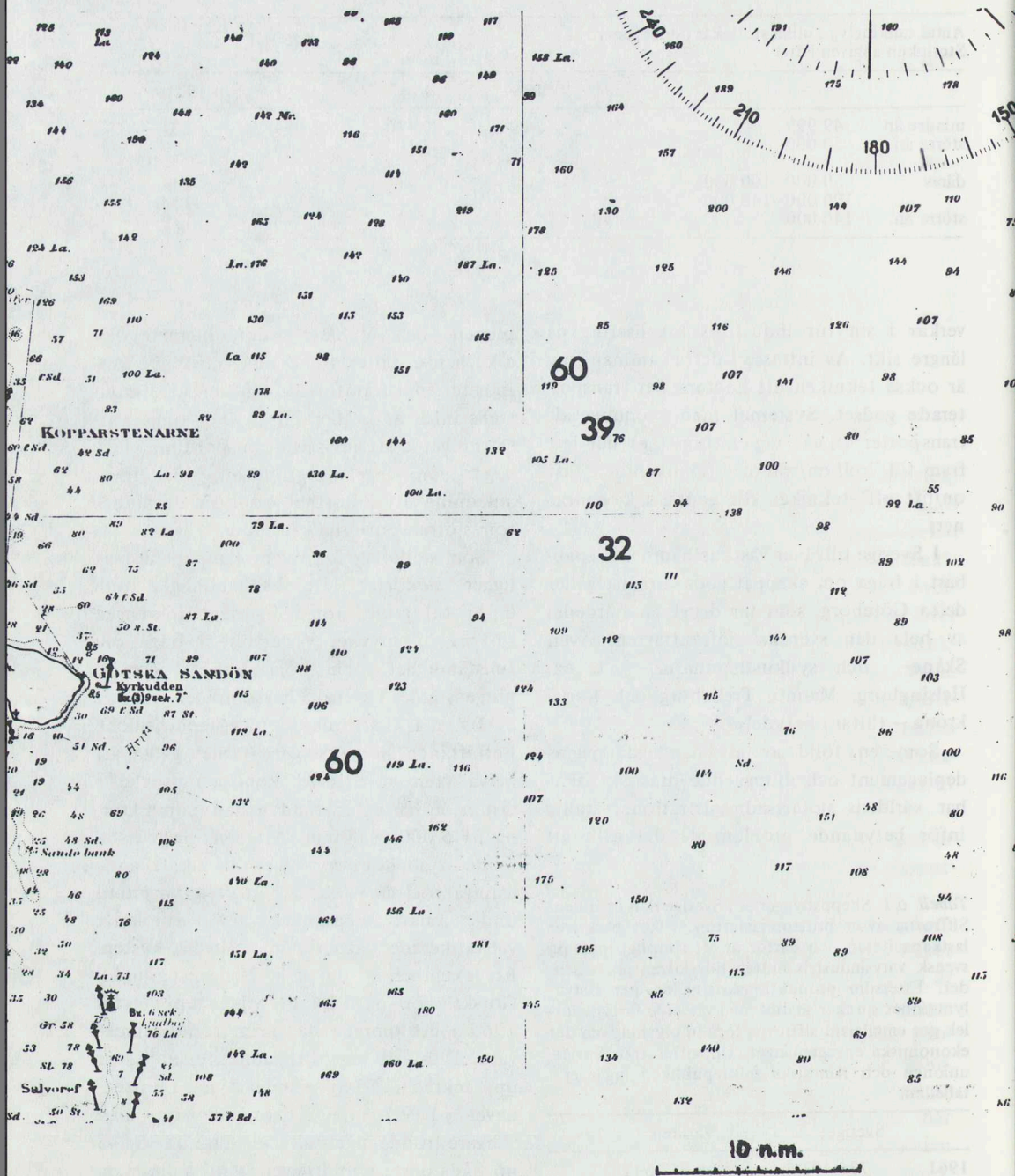
Som en följd av att handelsfartygens deplacement och djupgående drastiskt ökat har världens sjöfartsadministrationer ställts inför betydande problem då det gällt att

*Tabell 6.1* Skeppsbyggeriet i Sverige och i världen. Siffrorna avser bruttoregister-ton, vilket beskriver lastkapaciteten och därför är ett lämpligt mått på svensk varvsindustris bidrag till sjötransportväsendet. Eftersom produktionskostnaden per lastvolymenhet sjunker snabbt med växande fartygsstorlek ger emellertid siffrorna föga upplysning om det ekonomiska engagemanget. Uppgifter från Sovjetunionen och Kinesiska folkrepubliken ingår ej i tabellen.

	Sverige	Världen
1961	736 497	8 057 542
1962	859 558	8 182 306
1963	969 290	9 028 210
1964	1 034 394	9 723 825
1965	1 265 683	11 763 251
1966	1 129 927	14 105 450
1967	1 361 283	15 156 857
1968	1 097 062	16 844 962
1969	1 262 578	18 738 741
1970	1 539 429	20 979 977
1971	1 839 344	—

planera och etablera leder, hamnar och säkerhetsanstalter för denna trafik. De svårigheter som framför allt den tunga sjöfarten ställs inför är av flera slag. Även om förut-sättningarna att anvisa sjötransporterna säkra vägar som regel är mycket goda, finns anledning att i korthet beskriva de hinder som sjötransporterna kan möta.

Som underlag för val av lämplig färdväg ligger *sjökortet*. De källhandlingar som ligger till grund för redigering av svenska sjökort är mycket varierande i fråga om fullständighet och noggrannhet. Sjömätningens ålder i svenska havsområden framgår av fig. 6.1 (kartorna på föregående sidor). Beträffande sjömätningens täthet gäller att halva ytan av Sveriges kontinentalsockel i Östersjön har ett avstånd mellan lodpunkterna på 5 000–8 000 m. Att den idag existerande sjömätningen är otillfredsställande framgår också av att ett stort antal grund under senare år upptäckts även i relativt vältrafikerade vatten nära svenska kusten. Ett exempel är det s. k. Niensens grund i Gotska sjön på 15,4 m, vilket upptäcktes 1964 i ett område där man trodde djupet vara 120–140 m. Ett annat exempel är upptäckten 1955 av grundet Sylen i Bottenhavet på 9,4 m i ett område som man tidigare trodde ha ett allmänt djup på 35–45 m. Båda dessa grund ligger i vatten där bl. a. tankfartyg går fram. Ytterligare ett exempel på otillfredsställande sjömätning är förhållandena öster om Gotska Sandön där fartyg söker lä vid oväder. De senaste mätningarna där utfördes 1832. Att sjömätningen är otillfredsställande i dessa vatten framgår även av fig. 6.2.



Figur 6.2 Gles rekognoseringslodning våren 1972 med sjömättningsfartyget Anders Bure i havsområdet öster om Gotska Sandön och Fårö har resulterat i upptäckten av nya bottenformationer (de grövre djupsuffroma). Avståndet mellan lodningsprofilerna är ca 6 000 m. Minsta djupet kan fastställas först efter detaljerad undersökningslodning.

För att fortast möjligt kunna erbjuda handelssjöfarten sjövägar fria från obehagliga överraskningar i form av okända grund, har sjömättningsverksamheten under de senaste 15 åren koncentrerats till ett system av s. k. tungtrafikkorridorer (10 sjömil breda) i öppna havet och till de viktigaste angöringsområdena och lotslederna. Detta arbete är ej avslutat men beräknas kunna slutföras inom den närmaste tioårsperioden under förutsättning att mätningskapaciteten, dvs. fartyg och båtar, i huvudsak kan bibehållas på 1968 och 1969 års nivå. (Se även s. 154.)

Sjöfartens möjligheter att regelmässigt navigera inom tungtrafikkorridorerna är vanligtvis goda, eftersom deccakedjor, radar, radiofyrrar och andra elektroniska och optiska hjälpmedel finns etablerade. Det är emellertid ej ovanligt att fartyg av olika skäl avviker från korridorerna. Under 1971 har några flagranta exempel på felnavigering förekommit, vilka slutat med haveri på kända grund. Denna typ av sjöolyckor torde endast kunna påverkas genom bättre utbildning, skärpta regler för bryggjinsten, och i vissa fall trafikdirigering genom radarövervakning från land. Avvikelse från rekommenderad ledsträckning kan naturligtvis också förorsakas genom haverier eller driftstörningar i den teletekniska navigeringsutrustningen. Vad som främst ger anledning till oro för sjöfarten är emellertid de meteorologiska faktorernas utslagsgivande betydelse för vintersjöfartens vägval. Genom drivas rörelser bildas kustråkar med öppet vatten, vilka utnyttjas regelmässigt för sjöfart. Fartygsmateriellen slits då mindre, och i många fall erfordras ej heller isbrytarassistans. Genom att vintersjöfarten av dessa skäl rör sig utanför tungtrafikkorridorerna är den också utsatt för de risker som okända grund innebär. I hamnutredningens betänkande (SOU 1971: 63) rörande vintersjöfarten har detta problem uppmärksammat. Den bristande kunskapen om de bottenpografiska formationerna kan avhjälpas endast genom en intensifierad sjömätning. På lång sikt bör därefter tungtrafikkorridorerna successivt utvidgas till en yttäckande mätning avseende

hela sockeln.

Förekomsten av *vrak* inom vattenområdet med relativt små vattendjup innebär ett hot mot sjötransporterna. Av praktiska och ekonomiska skäl anses det inte möjligt att genom utbojning markera annat än de för sjöfartens säkerhet angelägnaste vraken. I många fall är kunskapen om ett vraks position dålig och grundas enbart på den lägesrapport som haveristen eller undsättande fartyg kunnat lämna. I avsaknad av annan information inritas i sjökorten vraksymboler på angivet läge. Inom svenskt sjökarteväsende saknas för närvarande specialutrustning för lokalisering av vrak eller andra metallföremål på havsbotten. I viss begränsad omfattning har utan kostnad för svenska statsverket sådan undersökning utförts av Deutsches Hydrographisches Institut i Hamburg, som förfogar över ett specialutrustat fartyg för detta ändamål. Denna kartläggning av vrakförekomst har bedrivits i södra Östersjön i de minsvepta lederna. I Sverige torde endast marinen disponera liknande instrumentering. Beträffande vrak som hinder för fiske se s. 70.

Kvarvarande *minor* utgör en betydande fara för sjöfarten. För ett fåtal år sedan, då frågan om utökat djupgående till Östersjön först diskuterades, intog de med denna fara sammanhängande frågorna en mindre framträdande roll. Fördjupade undersökningar har emellertid resulterat i att man idag ser betydligt allvarigare på detta problem än tidigare. Dels beror detta på att fartyg med större djupgående utsätter kvarvarande bottenminor för kraftigare mekaniska och magnetiska påkänningar, dels har minorerna när de åldrats blivit mycket stöt känsliga till följd av en kristalliseringsprocess i sprängämnet. Att lokalisera enstaka minor är svårare än att återfinna vrak. Forskning och utveckling av förfinad apparatur för uppsökande av metallföremål på och i havsbotten är därför en angelägen uppgift.

Av i många fall avgörande betydelse för ett fartygs möjligheter att trafikera havsområden eller ledavsnitt där marginalen mellan vattendjup och fartygets djupgående är ringa

är fortfarande, all teknik till trots, de för tillfället rådande *meteorologiska och oceanografiska förhållandena*. Då fartyget framföres under ledning av lots, borgar lotsens på erfarenhet grundade kunskap om de lokala förhållandena för ett optimalt utnyttjande av lotsleden. Inom större vattenområden – t. ex. i det grunda havsområdet i södra Östersjön – tvingas fartyg att ankra i väntan på gynnsammare förutsättning för genomsegling. De faktorer som är av speciell betydelse vid bedömandet av situationen är:

- vattenståndet och prognoser för dess förändring,
  - strömförhållandena och prognoser för deras förändring,
  - havsvågornas storlek och vågspektrats sammansättning och därav betingade sannolika djupgåendeförändringar för fartyg av olika storlek. Prognoser för sannolik förändring av vågspektra,
  - fartygets djupgåendeförändring på grund av litet utrymme mellan fartygets botten och havsbotten (s. k. squat, vilket är en sugeffekt),
  - siktförhållandena och deras utveckling.
- För Östersjöfarten tillkommer behovet av prognoser beträffande:
- utvecklingen av issituationen och sannolikheten för bildandet av råkar med öppet vatten.

Även på större vatten kan meteorologiska prognoser utnyttjas för val av färdväg. SMHI har på senare tid startat försöksverksamhet med fartygsvägledning vintertid över Nordatlanten. Fartygen dirigeras härvid så att de i största möjliga utsträckning undviker hård motvind och motsjö varigenom gångtiden kan förkortas trots längre färdväg. Resultaten av försöken har hitintills varit positiva. Det kan nämnas att liknande försök pågår i andra länder i större skala. Från t. ex. Sovjetunionen rapporteras stor framgång med genomsnittliga tidvinster på ca 10 timmar vid gång över Atlanten vintertid. (Beträffande meteorologisk och oceanografisk prognosverksamhet se även kapitel 8.)

Ovan har beskrivits olika svårigheter som sjöfarten konfronteras med. Bristfällig sjömätning, förekomsten av vrak och minor och bristande kännedom om meteorologiska och oceanografiska förhållanden hör hit. Att minska omfattningen av dessa svårigheter är av stor betydelse från såväl sjöfartsekonomisk- som miljöskyddssynpunkt.

Stora ekonomiska vinster kan göras om man genom förbättrade leder, bättre prognosverksamhet osv. kan reducera fartygens gångtider. Detta kan t. ex. innebära att man med utgångspunkt i prognoser anvisar fartygen optimal väg, eller att stillaliggande till följd av otjänligt väder undviks. För att ge en uppfattning om storleksordningen av de belopp som kan sparas må nämnas att kalkyler avseende tankfartyg i time-charter (3 år) under 1971 resulterat i följande dygnskostnader.

Fartygsstorlek, dwt	Dygnskostnad, kr.
30 000	30 000
80 000	70 000
100 000	107 000
255 000	130 000
350 000	166 000

Uppgifterna kommer från OK och avser charterkostnaderna för det chartrande rederiet. Även om kostnaderna kan variera, bl. a. beroende på marknadsförhållandena, så torde tabellens siffror ge en i huvudsak rättvisande bild.

Under de senaste åren har antalet anlöp av fartyg på 40 000 bruttoregister-ton eller mer till svenska östersjöhamnar varit följande.

	Anlöp
1968	0
1969	3
1970	15
1971	10

Att det är av stort ekonomiskt intresse att genom prognoser kunna bedöma möjligheterna för ett tankfartyg att kunna gå in i Östersjön framgår också av följande. Om vattenstånd, vågspektra, m. m. är sådana att

fartyget måste dellossas i Göteborg, så kostar detta för ett 100 000 ton dw tankfartyg ca 170 000 kr. (Uppgiften från Tirfing.)

Från miljösynpunkt är det framför allt risken för att fartyg med miljöfarlig last havererar som är oroande. Risken gäller till stor del oljetankfartygen, men är ingalunda begränsad till dessa. Ett stort antal starkt miljöfarliga kemikalier, ett exempel är kol-svavla, transporteras i våra havsområden och i inlandsvattnen. Beträffande inlandsvattnen tillkommer i bedömningen bl. a. deras betydelse som vattentäkt.

Att den allmänna debatten kring framtida leder och terminaler för den tunga sjöfarten lätt blir irriterad visar exemplet Brofjorden och lokaliseringen av OK:s raffinaderi till denna plats. Frågeställningarna kring framtida sjötransporter till och från Östersjön, Finska viken, Bottenhavet och Bottenviken genom Öresund och Stora Bält är om möjligt än mer komplicerade än vad som var fallet i Brofjorden. Vattendjupet på de för sjöfarten begränsande undervattenströsklarna är 17 m och det synes ej heller vara realistiskt att företaga fördjupningsåtgärder över de mycket stora ytor det är fråga om. Starka önskemål av att trafikera östersjötillfarterna med större djupgående än de 13,5 m, som för närvarande tillåts passera in i Östersjön, har rests från såväl svenskt industri- och rederihåll som från andra östersjöstaters sida. De för närvarande största tankfartygen som går i Östersjön är de finska "Tiiskeri" och "Enskeri" på vardera 110 000 dwt. Dessa fartyg har fullastade och i lugnt vatten ett djupgående på 15,2 m. Det finska statsägda oljebolaget Neste OY, som äger dessa båda fartyg, har hos japanska varv beställningar på ytterligare två tankfartyg på vardera 144 000 dwt.

Med hänsyn till de allt större problem som tankfartyg i Östersjön kommer att medföra är det angeläget att upprätthålla erforderliga utrednings- och forskningsresurser avseende detta problemkomplex.

Statliga myndigheter som i olika avseenden betjänar sjöfarten är bl. a. sjöfartsverket, statens skeppsprovninganstalt och SMHI.

Myndigheter som i övrigt berörs av sjöfarten är bl. a. naturvårdsverket, statens planverk och tullverket.

Sammanfattningsvis vill havsresursutredningen framhålla följande beträffande sjötransporter.

*På sikt bör sjömätningen i tungtrafikkorridorerna utvidgas till en yttäckande sjömätning inom det svenska kontinentalsockelområdet. (Ett samlat förslag avseende sjömätning läggs fram på s. 156.*

*Utveckling av apparatur för uppsökande av metallföremål på havsbotten bör med tanke på förekomsten av vrak och minor stimuleras.*

*Den meteorologiska och oceanografiska observations- och prognostjänsten bör förstärkas. (Förslag angående detta framläggs på s. 151 ff.*

*Utrednings- och forskningskapacitet bör finnas för att fortlöpande kunna belysa de problem som oljetransporterna i Östersjön medför.*

*Av stor vikt är att östersjötillfarternas problem studeras och att lämpliga säkerhetsåtgärder vidtas i avseende på dessa vatten. Sverige bör verka för att en internationell samarbetsdelegation inrättas, som har till uppgift att ägna sig åt dessa frågor. I delegationen bör Östersjöns strandstater ingå.*

#### *Anläggningsverksamhet i havsområdena*

Anläggningsarbeten i havet får en allt större omfattning och kräver i många fall speciell teknik. Fyrar, hamnar, broar och undervattentunnlar är exempel på detta. Den högsta bropelaren hos Ölandsbron, som blir Europas längsta bro, kommer att ha 25 meter av sin längd under havsytan, varav 11 meter nere i havsbotten. Tunnlar och ledningar för att släppa ut avloppsvatten långt utanför kusten är aktuella. Malmö stads industriområde har

i stor utsträckning byggts på mark som erhållits genom utfyllnad av grunda strandnära områden av Öresund. Telegrafkablar och elenergikablar byggs i stor omfattning. Aktuella områden är gotlands- och ålands-kablarna för högspänd likström. Rörledningar för olje- och gastransport byggs på många håll i världen, och kan bli aktuella även för vår del. Det kan gälla ledningar både från eventuella egna fyndigheter och för import av t. ex. naturgas. Bottenfasta olje-cisterner byggs vid oljefyndigheter till havs. Terminaler och hamnanläggningar till havs blir allt vanligare. Det har t. ex. diskuterats om inte en sjöterminal skulle kunna vara ett gott alternativ till en ny storhamn för olja på västkusten. Tanken att bygga en vägbank över Kvarken har framförts. Ytterligare exempel på anläggningsarbeten till havs är följande. Flytande flygfält kan byggas i kustvatten för att avlasta ett tätortsområde; atomkraftverk till havs har diskuterats för att avlasta trycket på kustregionerna; olja kan lagras i tankar i undervattensläge.

Alla dessa anläggningsarbeten för med sig problem och reser krav. Mest uppenbart är kanske att många anläggningar – t. ex. olika system för oljehantering – utgör föroreningsrisker. Bl. a. för att nedbringa dessa risker, men också för att anläggningar (t. ex. kablar) inte skall löpa risk att skadas, måste anläggningsarbetena kringgärdas av en lång rad andra verksamheter. Det är i många sammanhang viktigt att man känner våg- och strömförhållandena (t. ex. maximala strömhastigheter för hållfasthetsberäkningar), att man känner bottenografi och andra egenskaper som t. ex. erosionsförhållandena hos den botten på vilken man skall bygga något, att man känner de hydrografiska förhållandena i vattenmassan för att kunna bedöma dess recipientegenskaper i den händelse en anläggning skulle gå sönder, osv.

Det är i flera av de nämnda sammanhangen också nödvändigt att behärska teknik för att arbeta under vatten – ofta med hjälp av dykare. Detta gäller både vid byggandet av anläggningar och i samband med senare reparationsarbeten och löpande underhåll.

Det sagda innebär att en lång rad statliga myndigheter kan bli berörda eller anlitade i samband med anläggningsarbeten. Exempel är SGU, SMHI, tullverket, naturvårdsverket, statens planverk, STU och fiskeristyrelsen. Viktig är dessutom marinen som står för väsentliga delar av det dykeritekhniska kunnandet och den dykeritekhniska utvecklingen i landet.

□ *Med hänsyn bl. a. till krav som ställs i samband med anläggningsarbeten till havs vill havsresursutredningen förorda att resurserna för meteorologisk och oceanografisk observations- och prognosverksamhet förstärks.* (Förslag om detta läggs fram på s. 151 ff.)

#### *Havet som energikälla*

Havet kan utnyttjas för energiproduktion på principiellt skilda sätt, nämligen dels direkt genom att man utvinner energi ur de processer som pågår i havet och dels indirekt genom att man tillvaratar ämnen – t. ex. uran eller tungt väte ur havsvattnet och olja, gas, kol eller torium från havsbotten – vilka sedan används i energiproduktionen. Dessa senare former av energiutvinning har berörts i kapitel 5. Den direkta energiutvinningen ur havet beskrivs kortfattat nedan.

Världshavets vattenmassor befinner sig ständigt i rörelse p. g. a. tidvattencykeln med ebb och flod, ständiga strömmar, dyningar, vågor etc. Möjligheten att utnyttja dessa rörelser för energiproduktion har länge diskuterats. Längst har man kommit med tidvattenkraften. Världens ännu så länge enda tidvattenkraftverk ligger i Frankrike vid floden Rances mynning i Engelska kanalen. Därifrån förses det franska elektricitetsnätet med ungefär en halv miljard kWh om året. Nyttiggörandet av tidvattenenergin är förknippat med stora teknisk-ekonomiska problem.

Geotermisk energi – dvs. värmeenergi

som är ackumulerad i jordens inre – har man länge utnyttjat till lands. Islands heta källor är ett exempel på detta, och i Italien är inte mindre än 6 procent av all elektricitet som produceras i landet omvandlad geotermisk energi (1962). På senare år har det klarlagts att också havens geotermiska energi är mycket omfattande. Framför allt är utledningen av värme kraftig från de mittoceaniska bergsryggarna.

I svenska havsområden är kommersiell utvinning av tidvattenenergi och geotermisk energi utesluten.

### *Rekreation och fritidsverksamhet*

Vårt lands kust- och havsområden har en utomordentligt stor betydelse som fritids- och rekreationsområden. Allmänt friluftsliv, båtsport, bad, fiske, sportdykning, skridskoåkning, m. m., hör allt hit. Detta havsutnyttjande kommer med säkerhet att få en starkt ökad betydelse i framtiden.

Svenska kust- och havsområden har en för europeiska förhållanden sällsynt mångskiftande uppbyggnad. De erbjuder möjligheter till ett ovanligt variationsrikt utnyttjande för rekreations- och fritidsverksamhet. Utnyttjandegraden inom skilda kustavsnitt är emellertid mycket olika. Behovet att utnyttja kusterna för rekreation och friluftsliv ökar, samtidigt som konkurrerande intressen för områdenas användning växer fram allt starkare.

En grundläggande förutsättning för att kust- och havsområdena skall kunna utnyttjas för rekreationsändamål är att de hålls rena. Sätillvida har naturvårdsverket och tullverket ett uppenbart ansvar i detta sammanhang. Fritidsutnyttjandet kräver också en långsiktig planering för kustområdenas utnyttjande så att värdefulla partier hålls tillgängliga för bad och rörligt friluftsliv. Detta faller inom ansvarsområdet för riksplanearbetet.

Friluftsverksamheten är också betjänt av andra samhälleliga insatser. För båtsporten är vissa fall en sjömätning utöver den som

svarar mot handelssjöfartens behov av intresse, vilket berör sjöfartsverket. Motsvarande gäller också meteorologiska prognoser. Vid utarbetandet och rapportandet av väderprognoserna bör hänsyn tas till båtsportens säkerhetsbehov. För fritidsfisket är utsättning av t. ex. odlad havsöring av stort intresse. Detta berör statens vattenfallsverk, fiskeristyrelsen, och laxforskningsinstitutet. För kustområdenas friluftsliv i allmänhet är naturligtvis basresurser såsom vägar, hamnar, båtförbindelser osv. av betydelse.

Olika aspekter av kustområdenas friluftsliv har berörts i utredningar under senare tid. Bl. a. kan man peka på naturvårdsutredningens betänkande (SOU 1962: 36), fritidsutredningens betänkande (SOU 1964: 47, 1965: 19), fritids-fiskeutredningen (SOU 1968: 13), lantmäteristyrelsens utredning rörande fritidsbebyggelse (Meddelande nr 2: 1968). Under 1969–1970 har också statens planverk utfört en kustinventering i en 100 meter bred strandzon runt Sveriges kuster för att få en bild av den svenska havsstrandens ändamålsenlighet för bad och friluftsliv i dess olika delar. Resultatet av detta arbete framlades 1971 (Rapport 14: 1971). Av största betydelse är naturligtvis förarbetena för den fysiska riksplaneringen, som redovisades i december 1971 (SOU 1971: 75, Hushållning med mark och vatten). För närvarande arbetar också en fritidsbåtsutredning.

*Havsresursutredningen vill starkt betona den synnerligen stora betydelse havsområdena har för rekreation och fritidsverksamhet. Detta talar för en långsiktig planering för kustområdenas utnyttjande så att värdefulla partier hålls tillgängliga för bad och friluftsliv.*

Utöver denna allmänna synpunkt framför havsresursutredningen följande förslag.

*Sjömätning speciellt för fritidsbåtarnas behov bör komma till stånd. (Beträffande detta förslag se vidare s. 154 ff.)*



Undervattensarkeologi är en relativt modern verksamhet som började i blygsam skala under detta sekels första decennier. Mer omfattande undersökningar kunde dock inte påbörjas förrän på 1950-talet när lätta dykarutrustningar började användas. Ett stort antal vrak samt några sjunkna städer och hamnanläggningar på olika håll i världen har hittills varit föremål för denna typ av arkeologiska studier.

Östersjön är av ett speciellt intresse för undervattensarkeologer därför att borrhusslan (skeppsmask), som i saltare hav förstör allt trävirke, inte förekommer i Östersjöns bräckta vatten. Östersjön har varit livligt trafikerad under minst 1 000 år och många sjöslag har utkämpats på dess yta. Det finns troligen ett stort antal välbevarade vrak på Östersjöns botten.

I juli 1967 trädde en lag i kraft som skyddar gamla vrak och andra historiska lämningar på havsbotten från okontrollerad exploatering. Den undervattensarkeologiska verksamheten leds av statens sjöhistoriska museum som samarbetar med andra myndigheter såsom marinen och tullens kustbevakning. För en del undersökningar av vrak på mindre djup anlitar museet även sportdykarklubbar.

Det hittills förnämsta exemplet på Östersjöns förmåga att bevara gamla vrak är regalskeppet *Wasa*. Bärgningen 1961 var en världssensation som livligt uppmärksammades av hela världens press och TV. Bärgningen var en prestation som är unik i bärgningskonstens historia. Av intresse är att en del av marinens dykarutbildning inlemmades i bärgningsarbetet. *Wasa* är redan på sin nuvarande provisoriska uppställningsplats ett kulturminnesmärke som saknar motstycke någon annanstans i världen, vilket framgår inte minst av de imponerande besöksiffror som *Wasavarvet* kan uppvisa.

Den framtida utforskningen av havet kommer att blotta många andra vrak av stort värde för forskningen. Även om någon mer bärgning inte blir aktuell, så är det viktigt att

alla gamla vrak och andra fornlämningar på havsbotten blir registrerade. Sand- och grusexploatering, eller andra arbeten på havsbotten, får inte ske utan hänsyn till förekommande fornlämningar.

□ *Havsresursutredningen föreslår att ett register över påträffade gamla vrak och andra fornlämningar på havsbotten upprättas.*

#### *Militär verksamhet*

De aspekter av den mycket omfattande militära verksamheten till havs som vi framför allt har anledning att intressera oss för har med undervattens teknik och undervattensarbete att göra. Inom dessa områden finns ett stort militärt kunnande av intresse även i civila sammanhang. Framför allt sammanhänger detta med den centrala roll som ubåtskrigföring spelar i militär strategi och taktik. I stormaktsstrategin är ju de robotbärande atomubåtarna av största betydelse, vilket sammanhänger med önskemålet att hemlighålla robotarnas position så att deras oskadliggörande försvåras. I Sveriges försvar spelar konventionella ubåtar en betydelsefull roll. Detta sammanhänger återigen med ubåtens stora möjligheter att anfalla fartyg ur okända positioner. Få gömställen är bättre än havsdjupen.

Ubåtarnas betydelse har i sin tur lett till ett behov av antiubåtsvapen. Ubåtsjaktbehoven har medfört en mycket omfattande utveckling av tekniken för att se och framför allt höra genom vatten (hydrooptik och hydroakustik). Naturligtvis är denna teknik betydelsefull också för attackubåtarnas egen verksamhet, liksom för möjligheterna att från ytan stå i kontakt med ubåtar, osv.

Hydrooptik och hydroakustik är båda betydelsefulla i civila sammanhang. Exempel på detta är sökandet efter fiskstim vid fiske, sökandet efter föremål under vatten vid bärgning, geologisk kartering av havsbotten med seismiska metoder, problemet att hålla en flytande borrhplattform i en bestämd position över havsbotten vid borring,

problemet för dykare att se arbetsstycket vid undervattensarbete osv. I alla dessa sammanhang är det inget tvivel om att ett nära samarbete med försvaret kan bli mycket fruktbart. (Se teknikbilagan.)

Frågan om fasta militära installationer på havsbotten har aktualiserats genom bl. a. nedrustningsförhandlingarna i Genève. Vissa sådana installationer, t. ex. kedjor av bottenhydrofonstationer eller bevakningsslingor som registrerar passage av fartyg, förekommer redan idag, liksom fast navigationsutrustning på botten, m. m. Under senare år har också möjligheten att på havsbotten anlägga avskjutningsramper för interkontinental robotar diskuterats i stormaktsstrategin. Om Sverige kan ställa teknisk kunskap till förfogande i samband med konstruktionen av avtal som förbjuder militära installationer på havsbotten, eller i samband med kontrollen av ett sådant avtals efterlevnad, så är naturligtvis det av stort intresse. (Beträffande förhandlingsläget för sådana avtal se s. 42.) Även de skyldigheter Sverige har som neutralt land ger ett incitament att utveckla sådan kontrollteknik.

*Havsresursutredningen finner det angeläget att behovet av teknik för att kontrollera militära installationer på havsbotten särskilt beaktas.*

Den marinmilitära verksamhet som från civil synpunkt är av störst intresse är *dykeriet* och den därmed ofta förknippade utvecklingen av system för sökning, lokalisering och bärgning. Det har i flera tidigare avsnitt framhållits att undervattensarbeten med dykare kommer att behövas inom olika grenar av havsforskningen. Den svenska marinen har under det senaste decenniet utvecklat ett dykeri av hög standard även internationellt sett. Under de senaste åren har en dykmetod med andningsgasen heliumsyre ökat dykdjupet till 100 meter, och målsättningen är att om några år med dykare kunna nå 150 meters djup. Metoden har i första hand utvecklats för att kunna rädda besättningen i en sjunken ubåt men också

med tanke på ev. kommande undervattensstationer för forskning m. m. Mättnadsdykning, dvs. dykning under ett flertal dygn, har även prövats för att utröna möjligheterna för dykare att arbeta och vila längre tidsperioder under ständigt tryck och under de förhållanden med mörker och kyla som råder i våra farvatten. Den praktiska delen av dessa dykningar har utförts från Belos, marinens dykeri- och ubåtsräddningsfartyg (i tjänst 1963, 950 tons displacement), som fortfarande hör till de modernaste bland västerländska mariners dykerifartyg.

Marinen planerar att bygga en modernt utrustad dykericentral vid Hårsfjärden som beräknas bli färdig 1976. Vid denna skall bedrivs teknisk och medicinsk målforskning för utveckling av ny materiel och nya dykmetoder. Centralen kommer att dimensioneras för framtida behov och bedömes bli av stort värde även för civilt dykeri och forskning.

Marinen har under en följd av år haft ett gott samarbete med olika svenska medicinska institutioner och industrier under utvecklingsarbetet med det moderna dykeriet. Ett omfattande utbyte av erfarenheter med utländska mariners dykeriorganisationer har pågått och pågår.

Det bör dessutom nämnas att mer allmänt användbar marin teknik i väsentlig utsträckning har utvecklats som en konsekvens av svåra militära bärgningsarbeten under senare år, både i Sverige och utomlands. Det mest slående exemplet på detta är bärgningen från 2 500 m djup av resterna av den amerikanska atomubåten USS Thresher i mitten av 1960-talet. Ett svenskt exempel är bärgningsarbetena i samband med helikopteroolyckan i Stockholms ytterskärgård 1968. Djupet var drygt 100 m.

*Havsresursutredningen föreslår att svenska mariners erfarenheter inom dykeri och annan undervattensverksamhet utnyttjas i framtida civil havsforskning och havsexploatering. Den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser är ett lämpligt instrument för militärt-civilt samarbete.*

### *Inledning*

Möjligheterna att på olika sätt utnyttja haven och deras naturresurser står i ett nära samband med havens föroreningsituation. Å ena sidan utnyttjas haven i betydande utsträckning som avfallsrecipient – den ekonomiska betydelsen av detta slags havsutnyttjande är avsevärd även om den är svår att skatta exakt. Å andra sidan kommer recipientutnyttjandet, som i många fall innebär att vattnet förorenas, lätt i konflikt med andra former av havsutnyttjande. Exempelvis kräver livsmedelsutvinning ur haven och fritidsutnyttjande av haven ju en viss renhet hos vattnet.

Det torde allmänt anses naturligt och självklart att vid uppkommande konfliktsituationer prioritera det rena havet, dvs. att söka bevara havet i dess ursprungliga och naturliga tillstånd. Att göra denna prioritering till praktisk verklighet är emellertid förenat med avsevärda svårigheter. Våra kunskaper om havens föroreningsituation är i många avseenden ytterst bristfälliga. Detta gäller bl. a. föroreningarnas omfattning, deras spridningsvägar, och deras effekter. Vi har också ofullständiga kunskaper om vad som verkligen är havens naturliga tillstånd. Till dessa svårigheter i föroreningsbekämpningen, som sammanhänger med ofullständiga kunskaper, kommer de ibland mycket starka intressen som ligger bakom önskemål

om recipientutnyttjande av haven. Dessa intressen måste ofta mötas med samordnade internationella insatser, om några effekter skall kunna påräknas.

Bakgrunden till att havet ter sig attraktivt som avfallsrecipient är följande. Den moderna industrimänniskan producerar allt större mängder avfall. Problemet hur avfallet skall kontrolleras och hanteras blir därför också allt större. Naturligtvis är processteknik, som leder till mindre avfallsproduktion, och skapandet av slutna processer som möjliggör återanvändning av avfall, det eftersträfvansvärda. Det är angeläget att sätta in stora resurser i utvecklandet av sådan teknik. Hur länge det dröjer innan en utveckling efter sådana linjer i väsentlig utsträckning förverkligats beror främst på det tryck som utövas på förorenarna att lösa problemen. Under viss tid kommer vi emellertid att tvingas att helt enkelt kasta bort merparten av vårt avfall. Problemet är att välja ut de lämpligaste platserna – de platser där avfallet föranleder minsta skada. En möjlighet i det sammanhanget är havet.

Havet har en påtaglig men dock begränsad recipientkapacitet. De mekanismer som ligger till grund för denna kapacitet är synnerligen varierande. I vissa fall är det fråga om ren kemisk nedbrytning av en skadlig förorening till oskadliga beståndsdelar, i andra fall kan nedbrytningen ske genom biologiska system. Det förekommer också att aktiva

ytor på t. ex. mineralkorn, som svävar i vattnet, absorberar skadliga ämnen; eller att föroreningar begravs och oskadliggörs under växande sedimentlager. I andra fall återigen — t. ex. beträffande stora fasta "föroreningar" som gamla bilar, fartyg m. m. — består recipientkapaciteten helt enkelt i att havet döljer och osynliggör föremålen i fråga.

Men även om havens recipientkapacitet är uppenbar är den också begränsad och varierande. Den är begränsad t. ex. i så måtto att det finns gott om ämnen som inte bryts ner. Och den varierar från havsområde till havsområde beroende på lokala förutsättningar. Östersjöns recipientkapacitet är t. ex. förhållandevis låg — orsakerna till detta diskuteras i slutet av avsnittet. Den svåra frågan är därför var gränsen för ett utnyttjande av haven som avfallsrecipient går. Att den gränsen lätt överskrids, och många gånger har överskridits, behöver inte utesluta ett ansvarsfullt utnyttjande av havets recipientkapacitet. Havets användning som avfallsrecipient måste således grunda sig på goda kunskaper om vad havet tål, och om vilka andra föroreningar än regelrätta avfallsutsläpp som tillförs havet.

Medvetna avfallsutsläpp i haven sker på många sätt. Industriutsläpp från fabriksanläggningar vid kusten, kommunala avloppsutsläpp som ibland kan gå genom långa rörledningar ut till havs, dumpning av industriavfall från speciella fartyg osv., är olika exempel. Självklart är också att industriutsläpp och kommunala utsläpp som går ut i floder till viss del så småningom når havet.

I Sverige är framför allt cellulosaindustrins utsläpp av biokemiskt syreförbrukande substans mycket omfattande. Dessa industriutsläpp har på senare år minskat något i omfattning, trots att cellulosaindustrins produktion ökat betydligt. Fortfarande utgör emellertid denna utsläppsmöjlighet en mycket stor ekonomisk tillgång för cellulosaindustrin, även om det är svårt att exakt skatta dess betydelse. Naturligtvis förekommer det i Sverige även andra industriutsläpp i havet än cellulosaindustrins.

Fartygsdumpningen av industriavfall i de öppna havsområdena har nått en betydande omfattning och betraktas nu som ett mycket allvarligt problem. I vår närhet är det framför allt Nordsjön som utvecklats till en betydande avstjälningsplats för de kringliggande ländernas industrier. Internationella konventioner och lagstiftning i enskilda länder mot dumpningen till havs börjar emellertid nu efter hand träda i kraft.

Haven tillförs emellertid föroreningar också på andra sätt än genom medvetna avfallsutsläpp. Att stora utsläpp inträffar i samband med fartygshaverier är välkänt, liksom att tankfartyg och även andra fartyg har ett reguljärt spill av betydande omfattning. De olagliga utsläppen från bl. a. tankfartyg kan också vara betydande (se närmare s. 126 ff). Föroreningar som på olika sätt sprids över jordens landområden når också i betydande omfattning förr eller senare haven, Transporten kan ske genom luftburet stoft, genom regn, genom den ständigt pågående vattenavrinningen från landområdena osv. Vilken betydelse alla dessa transportvägar har för olika föroreningar är till stor del outforskat. Viktigt är emellertid att havet — vilken väg föroreningarna än går — ofta är slutstation. Haven är därigenom speciellt utsatta för föroreningar, och i speciellt behov av skydd. Spridningsvägar diskuteras ytterligare i samband med beskrivningen av de olika föroreningstyperna nedan.

De sätt på vilka havsföroreningarna utövar sin verkan är högst varierande. Vissa föroreningar kan skada genom att beröva vattnet dess syre, andra genom direkt giftverkan, andra åter genom att göra vattnet grumligt och därigenom bl. a. försvåra växtplanktons fotosyntes. Varmvattenutsläpp kan genom att de rubbar den ekologiska balansen utgöra en förorening. En del fast avfall på grundare vatten kan också ha direkt mekaniska skadeverkningar, t. ex. genom att utgöra hinder för fiskebåtars trålar och för sjöfarten. De orsakssammanhang som ligger bakom föroreningarnas verkan är icke sällan komplicerade. Ibland kan föroreningar tillsammans ge skadliga effekter som är starkare

än summan av effekterna av de enskilda föroreningarna. Omfattningen av detta fenomen — synergism — är ofta svårbedömlig. En annan komplikation är skadeverkningarna av vissa föroreningar som upptäcks först mycket långt efter det att de börjat uppträda. Ett bra exempel är det klorerade kolväta PCB, som använts sedan 1890-talet, och som trots långvarig och troligen allvarlig skadeverkan i naturen inte avslöjades förrän 1966.

Vissa typer av föroreningar uppträder med fördröjd utlösning. Kryssaren "Blücher", som sänktes i Oslofjorden 1940, har först under senare år börjat läcka olja, och stridsgaser som dumpats i Östersjön har i vissa fall tagit många år på sig innan de börjat läcka ut ur sina behållare. Så kan även fallet vara med ämnen som först sedimenterat men som sedan av en eller annan anledning läcker ut igen.

Bedömningen av havens föroreningssituation försvåras också av att de naturliga halterna av ett flertal ämnen — både i vattnet och i olika organismer — är okända. Det är därför svårt att fastställa nettoresultatet av just den mänskliga påverkan. Kvicksilver, för att ta ett exempel, tycks föras ut i havet lika mycket på naturlig väg som genom människans försorg. I vissa fall kan därför kvicksilverhalter i fisk tänkas vara naturligt höga — till skillnad från t. ex. vissa fåglars höga kvicksilverhalter. Men i vilken utsträckning så är fallet vet man inte heller. Många fler exempel kunde ges på detta problem att skilja en naturlig "förorening" från en mänsklig sådan. Har t. ex. den nuvarande syrebristen i Östersjöns djupbäcken väsentligen ett naturligt eller mänskligt ursprung? Vissa kvartärgeologiska data tyder på att denna syrebrist till åtminstone en del kan vara ett återkommande naturligt fenomen. Antagligen har människan förvärrat den tidigare periodiskt återkommande syrebristen, som därigenom också blivit frekventare.

När man diskuterar problemet att bibehålla haven i deras naturliga och ursprungliga tillstånd har man även annat än föroreningar i snäv bemärkelse att ta hänsyn till. Påverkan

av havsbotten, t. ex. vid utvinning av sand och grus, kan ge ekologiska störningar. Ibland kan detta bero på att havsbotten utnyttjas av fisk för lek, ibland kan det kanske sammanhånga med att bottenens mikroorganismer har en väsentlig del i det kemiska kretsloppet, ibland kan kanske grusutvinningen initiera skadliga erosionsförlopp som även kan påverka landområden ovanför vattenytan. En ytterligare komplikation inträffar i de fall då den botten som rivs upp innehåller tidigare utsläppta föroreningar, t. ex. kvicksilver.

Ytterligare en typ av "föroreningar" som börjat diskuteras under senare år är överljudflygplanens ljudbangar. Dessa kan på olika sätt tänkas påverka både sjöfågel och fisk.

Den samlade bilden av havens föroreningssituation är sålunda mångfasetterad, och i väsentliga delar också oklar. På nuvarande kunskapsnivå är det därför väsentligt att utnyttjandet av haven som recipienter sker med stor försiktighet, i all synnerhet som de föroreningar som kastas ut i haven oåterkalleligt ligger där och kan komma att cirkulera i de levande systemen mycket länge. I praktiskt taget alla fall är det svårt eller omöjligt att plocka upp föroreningarna igen om det skulle visa sig behövt. Föroreningsutsläppen leder till en bestående och kanske ödesdiger förändring. Även andra verksamheter till havs som t. ex. transporter, mineralutvinning osv. måste naturligtvis utövas under hänsynstagande till de ekologiska störningar de kan åstadkomma.

Östersjöns känslighet för föroreningar är mycket stor, större än de flesta andra havsområden, och dess kapacitet som avfallsrecipient är förhållandevis låg. Detta beror på ett flertal samverkande faktorer. Östersjöns vattenomsättning är långsam — det beräknas att halva vattenmängden byts ut på 25–30 år. Den vertikala vattenomsättningen försvåras dessutom av kraftigt utbildade språngskikt. Att vattentemperaturen är låg medför att nedbrytningen av ämnen som tillförs vattnet tar längre tid, vilket ger en högre ackumulation av ämnena. Man kan också peka på att Östersjön avvattnar ett i

förhållande till sin storlek mycket betydande landområde. Ett väluttryckt för Östersjöns stora känslighet är de siffror på klorerade kolväten i djur i olika havsområden som ges på s. 126. Man ser där att halterna kan vara tio gånger högre hos Östersjöns djur än hos samma djur i Västerhavet. Men denna stora känslighet hos Östersjön är icke begränsad till klorerade kolväten utan gäller generellt föroreningar som diskuteras i det följande.

I det följande beskrivs några väsentliga avfalls- och föroreningstyper. Det bör betonas att framställningen är långt ifrån fullständig, utan snarast exemplifierande. Varje avsnitt avslutas med en redogörelse för de speciella problemen i vattenområdena runt Sverige.

### *Klorerade kolväten*

#### Allmänt

Klorerade kolväten är, som framgår av namnet, kolväteföreningar med någon eller några kloratomer direkt bundna till kolatomerna. Den mest kända av dessa föreningar torde vara DDT, som används för bl. a. insektsbekämpning. Andra exempel på klorerade kolväten är PCB, vilket används inom elektrisk och kemisk industri, och pentaklorfenol eller PCP, vilket används bl. a. inom trä- och massaindustrin för bekämpning av mikroorganismer. De klorerade kolvätena är ofta synnerligen resistent, lätt spridbara och skadliga för biologiska system. Dessa egenskaper i kombination gör dem till mycket påtagliga miljöfaror.

Miljöhotet från de klorerade kolvätena härrör emellertid inte bara från de föreningar som tillverkats för speciella syften, som de ovan nämnda, utan också från vissa avfallsprodukter från den kemiska industrin. Tillverkning av polyvinylklorid — en typ av plastmaterial — ger t. ex. klorerade kolväten som avfallsprodukt.

De klorerade kolvätena sprids i naturen på olika vägar. I vissa fall, t. ex. vad gäller

insektsbekämpningsmedel, sprids de direkt i naturen av människan. I andra fall, t. ex. PCB i elektriska installationer, kan föroreningen läcka ut när installationen åldras och går sönder. Det förekommer också att man försöker bränna produkter som innehåller PCB, vilket då ångar bort och faller ner oförstört på andra ställen. De klorerade kolväten som utgör direkta industriavfall har bl. a. spridits genom dumpning från fartyg i öppna havet.

Ett flertal industrier har t. ex. dumpat behållare med förorenat diklorpropan i Nordsjön. Den uppmärksammade incidenten med det holländska dumpningsfartyget "Stella Maris" sommaren 1971 gällde också klorerade kolväten. Fartygets last, som aldrig dumpades p. g. a. kraftig opposition från ett flertal länder, bestod just av s. k. polyklorerade alifatiska kolväten.

I samband med en stor industridumpning av klorerade kolväten i Nordsjön 1970 utfördes vissa undersökningar av ett norsk-svenskt forskarlag. Man fann då bl. a. stora mängder förgiftade djurplankton av arter som tillhör den pelagiska fiskens väsentliga föda.

Våra kunskaper om de klorerade kolvätenas förekomst i naturen, deras spridningsmekanismer och deras effekt på ekologiska system är fortfarande ganska ofullständiga. Mera systematiska mätningar av ämnenas förekomst har emellertid förekommit i bl. a. USA, Storbritannien, Sverige, Nederländerna, Frankrike och Sovjetunionen. Koncentrationerna av DDT och dess metaboliter samt PCB är ofta så låga att de inte låter sig mätas direkt i vattnet. Detta beror på att de är hydrofoba och lipofila — de fastnar omedelbart i fetter i främst levande varelser. Vanligare är att man mäter halterna i djur som fångats i de vatten man är intresserad av. Från den uppmätta koncentrationen i djur försöker man sluta sig till halten i vattnet. Att mäta koncentrationerna i djur är ofta också lämpligt helt enkelt därför att det är de halterna man är primärt intresserad av.

Tekniken att mäta klorerade kolväten går snabbt framåt. Förbättringar sker i processens olika steg, vilka är skilda slag av

provtagning, isolering av fettvävnad och fastställande av föroreningskoncentrationen i fettvävnaden med t. ex. gaskromatografi. De kemisk-analytiska teknikerna är dock gemensamma för så gott som samtliga berörda områden. I Sverige finns en avancerad mätutrustning bl. a. i naturvårdsverkets specialanalytiska laboratorium samt på FOA och i Studsvik. Automatiserade mätningar av klorerade kolväten förekommer alltmer och metoderna blir allt selektivare.

## DDT och PCB

Det mest kända och mest använda av alla klorerade kolväten är *DDT*. Ämnet upptäcktes och beskrevs redan i slutet av 1800-talet, men det var först 1939 som schweizaren P. Müller upptäckte ämnets verkningar på insekter. För detta erhöll han 1948 års nobelpris i fysiologi och medicin. *DDT* användes bl. a. mot klädlöss vid en fläcktyfusepidemi i Neapel 1943–1944 samt mot malariamygg i tropikerna under andra världskrigets slutskede.

Under 1940- och 1950-talen knöts mycket stora förhoppningar till *DDT* p. g. a. dess förmåga att slå ut jordbrukets skadeinsekter, att förgöra malariamyggen, gula febern, tse-tse-flugan, osv., i tropikerna. Fattigdom och sjukdom i de underutvecklade länderna hade i *DDT* – det var den allmänna uppfattningen – fått en verkligt slagkraftig fiende.

*DDT* används fortfarande i mycket stor skala, även om vissa väsentliga reduktioner genomförts under senare år. I flera länder har *DDT* förbjudits, och i USA halverades konsumtionen i stort sett under 1960-talet. Den nuvarande årliga förbrukningen är 100 000–200 000 ton och den totala producerade mängden sedan *DDT* började användas på 1940-talet är ca 2 Mton. Den i naturen under åren utspridda *DDT*-n stannar kvar mycket länge p. g. a. ämnets stora stabilitet. Även om stabiliteten varierar med miljön så kan man kanske räkna med en medelhalveringstid på omkring 10 år för

*DDT*. Nedbrytningsprodukterna *DDD* och *DDE* har biologiska effekter som liknar dem hos *DDT* och halveringstider av samma storleksordning. Den stora stabiliteten hos *DDT* och dess metaboliter gör att 2/3 av all producerad *DDT* fortfarande beräknas cirkulera i biosfären, antingen som *DDT* eller som *DDD* och *DDE*. I det följande används *DDT* som sammanfattande benämning på *DDT* och dess metaboliter.

Av den *DDT* som årligen förbrukas når betydande mängder haven på relativt kort tid. Den viktigaste transportvägen går sannolikt genom luften. Mer än hälften av den *DDT* som utnyttjas för att behandla t. ex. ett sädesfält avdunstar enligt nyligen gjorda beräkningar från fältet inom några månader. Denna *DDT* faller därefter till stor del ut med regn. När *DDT* sprayas från flygplan når sällan mer än en tredjedel målet. Det tycks också som om avsevärda mängder kvantiteter *DDT* lufttransporteras med stoftpartiklar av skilda slag. *DDT* når också haven genom avrinning från landområdena. Totalt beräknas 25 000 ton *DDT* tillföras haven per år. I vattnet fortsätter spridningen med havsströmmarna.

Spridningen av *DDT* förefaller mycket effektiv. Ämnet finns idag i kroppsvävnaderna hos pingviner i Antarktis, hos isbjörnar i Arktis, i fiskar som lever långt ute till havs på stora djup osv. Ämnet anrikas i fettvävnaderna hos djur som befinner sig i näringskedjornas slut. Totalt beräknar man att det idag skall finnas minst 20 000 ton *DDT* upplagrat i marina organismer.

Ett annat uttryck för hur effektivt *DDT* sprids med luften är beräkningen att det finns ungefär fyra gånger mer *DDT* i svenska jordar än vad som rimligen kan vara ett resultat av vår egen *DDT*-förbrukning. Den har avdunstat i varma länder och fastnat på våra kallare landtytor. Halten stiger mot norr.

*DDT* används alltså idag i stor skala, och många anser denna användning oundgängligen nödvändig. Samtidigt har emellertid *DDT* alltmer börjat framstå som ett synnerligen allvarligt miljöhot. Vissa skadeeffekter av *DDT* är odiskutabla, som t. ex. äggskals-

förtunning hos en del fåglar. Andra allvarliga skadeeffekter är bevisade men okända till sin storleksordning. Detta gäller t. ex. DDT:s reduktion av växtplanktons förmåga till fotosyntes. Samtidigt som dessa och andra negativa effekter av den storskaliga DDT-användningen aktualiserats alltmer, så har också DDT mist en del av sin insektsdödande förmåga genom att insekter på allt fler ställen utvecklat resistens mot preparatet.

DDT framstår alltså som ett i vissa avseenden utomordentligt nyttigt och värdefullt preparat, och i andra avseenden som ett mycket farligt miljöhot. Detta har lett till en intensiv DDT-debatt i åtskilliga länder, kanske främst i USA och i u-länderna. Framför allt har debatten gällt i vilken utsträckning DDT skall förbjudas. Debatten har inte blivit mindre intensiv av att starkt divergerande uppfattningar om både nyttan och skadan av DDT har hävdats.

Bland förespråkarna för en fortsatt omfattande användning av DDT finns bl. a. 1970 års fredspristagare, veteförädlaren Norman Borlaug. I flera uppmärksammade uttalanden under hösten 1971 framhöll han att förbud mot DDT skulle få katastrofala effekter för jordens livsmedelsförsörjning. Skadeinsekternas härjningar på grödor och boskap skulle leda till mångdubbelt höjda livsmedelspriser eller i värsta fall hungerkatastrofer. Borlaug har också hävdats att om DDT förbjöds i de rika länderna, t. ex. USA, så skulle detta bli exempelbildande för de fattiga länderna i tropikerna där DDT-användningen är så mycket angelägnare. "Om det inte är tillräckligt bra för era ändamål, så kommer dom att resonera, då skall det inte användas i våra länder heller. Resultatet kommer att bli katastrofalt."

Ett annat intressant exempel på ett uttalat starkt DDT-behov ger Ceylon, och flera liknande fall skulle med lätthet kunna anföras. På Ceylon igångsattes 1969 en mycket omfattande användning av DDT, till stor del inomhus. Dessförinnan hade man sedan 1966 försökt undvika användning. Bakgrunden är att Ceylon 1966 blivit praktiskt taget malariafritt, medan man 1969 efter tre år

utan DDT åter hade 2,5 miljoner malaria-sjuka människor.

Förespråkarna för kraftiga restriktioner mot användningen av DDT pekar dels på att ämnet successivt förlorar en del av sin verkan genom att insekterna utvecklar resistens och dels på DDT:s skadliga ekologiska effekter.

Att insekter på flera håll utvecklat resistens är påtagligt och har belysts i regionala undersökningar, bl. a. från norra Sydamerika och Centralamerika. Första gången fenomenet påträffades var i Alunda i Uppland 1948 där husflugor blivit resistenta. Den höga stabiliteten hos DDT gynnar uppkomsten av resistens. De restmängder DDT och dess metaboliter som finns kvar i miljön under lång tid upprätthåller ett effektivt och kontinuerligt selektionstryck i riktning mot resistenta stammar.

De skadliga biologiska effekterna av DDT manifesterar sig på olika sätt hos en mångfald organismer — ofta är mycket låga koncentrationer tillräckliga. Det har visats att fotosyntesen hos encelliga växtplankton kan störas av DDT. Eftersom dessa växtplankton är basen för allt övrigt liv i haven, och också därför att dessa växtplankton står för grovt räknat hälften av jordens syreproduktion, är naturligtvis detta ett utomordentligt allvarligt hot. Även om man ännu inte känner till omfattningen av DDT:s påverkan på havens växtplankton finns det all anledning att noggrant observera och följa detta fenomen som direkt riktar sig mot en av livets grundläggande förutsättningar — fotosyntesen.

Det har också konstaterats att vissa småorganismer kan förhindras i sin utveckling av DDT för vilket de är extremt känsliga. Larverna av vissa planktonkräftdjur kan inte utvecklas om vattnet innehåller 10 mg DDT/1000 ton, ostronlarvers storlekstillväxt påverkas vid en koncentration av 0,1 mg/ton i vattnet. Även här är alltså organismer som ligger nära näringspyramidens bas angripna med konsekvenser för alla andra djur som är beroende av dem som föda.

Man vet dessutom att DDT liksom många andra ämnen anrikas i näringskedjorna. Ef-



tersom DDT är löslig i fettämnen men svårslöslig i vatten har den också en tendens att anrikas i djur med mycket fettvävnad. Sjöfåglar, som ju befinner sig i slutpunkten av havens näringskedjor, har i vissa fall drabbats mycket hårt. I Stockholms skärgård har man i avlidna – uppenbarligen förgiftade – havsörnar funnit så höga sammanlagda halter av DDT och PCB i kroppsfettet som 3,9 procent. Dessutom betraktas en synergistisk samverkan mellan PCB och DDT som tänkbar.

Från många håll i Europa och Nordamerika finns liknande rapporter. På öar utanför Kaliforniens kust har pelikankolonier drabbats fruktansvärt av bl. a. DDT. Detsamma gäller pelikaner i Mississippis delta. Hos dessa fåglar är det framför allt fortplantningen som utsatts för kraftiga störningar. I vissa fall har äggen helt enkelt krossats under ruvande fåglar därför att DDT, även i mycket låga koncentrationer, åstadkommer äggskalsförtunning. I andra fall då äggskalen klarat sig har fågelembryot ändå dött av DDT före kläckningen. Det anses också att DDT påverkar fåglarnas beteende på ett sätt som försvårar eller omöjliggör häckning.

Genom vilka mekanismer DDT stör livsfunktionerna är till stor del utforskat, även om vissa sammanhang är klarlagda. Just när det gäller äggskalsförtunningen har man t. ex. funnit följande.

I fågelns lever produceras ett enzym som kontrollerar mängden av östrogen och andra könshormon i kroppen. Man har visat att DDT påverkar produktionen av detta enzym – och dessutom har man visat att fåglarnas kalkomsättning, som ju är väsentlig för äggskalsbildning, påverkas av könshormonen. Slutresultatet är att ökande DDT-mängder leder till sjunkande könshormon-nivåer, som i sin tur leder till bl. a. tunnare äggskal. Vad som händer när ett pelikanembryo i ett ägg med helt skal dödas av DDT är emellertid fortfarande outrett.

Även fisk kan drabbas av DDT. Det har rapporterats från Kanada att kläckbarheten hos laxrom markant försämras när romen är utsatt för DDT, även i mycket låga halter.

Några motsvarande resultat beträffande östersjölaxen föreligger inte ännu. Däremot har man vid laxodlingsanstalten i Älvkarleö konstaterat att det klorerade kolväta PCB kan döda laxrom. I utländska laboratorieförsök har man visat att laxöringsägg som innehåller 5 mg DDT/lit. inte kan utvecklas. En annan påverkan är att inlärningsförmågan hos bäckforell minskar redan vid mycket låga DDT-halter.

DDT återfinns också hos många högre djur. I fettvävnaden hos sälar har t. ex. mycket höga DDT-halter observerats. Speciellt utsatta är sälungarna som via den feta modersmjölken får i sig mycket stora DDT-mängder. Även i människans modersmjölk har DDT spårats. I vissa u-länder med omfattande insektsbekämpningsprogram överstiger dessa halter i modersmjölken kraftigt det av världshälsoorganisationen angivna högsta acceptabla värdet för vuxenföda. Om DDT:s verkningar på högre djur vet man bl. a. att möss som utsatts för preparatet gör sämre resultat i inlärningsprov. Hos människan har man påvisat hormonrubbningsliknande dem hos fåglar som beskrivits ovan.

Det redan omtalade förhållandet att DDT vandrar genom näringskedjorna och successivt anrikas har också den viktiga konsekvensen att vissa maximikoncentrationer ännu inte är uppnådda. Man har t. ex. beräknat att om man idag började dra ner världens DDT-konsumtion i en sådan takt att den helt upphörde år 2000, så skulle maximikoncentrationerna i fisk ändå inte nås förrän 1980. Maximikoncentrationerna i fiskätande fågel som t. ex. pelikan, grissla och havsörn skulle inte nås förrän ännu senare. Dessa fåglar kan alltså drabbas av DDT i framtiden på ett mer påtagligt sätt än för närvarande, även om DDT-förbrukningen skärs ned kraftigt.

En grundläggande förutsättning för att konsumtionen av DDT skall kunna gå ner är att alternativa metoder för insektsbekämpning utvecklas. Bland möjliga alternativa metoder finns sådana som utnyttjar insekternas kemiska signalsystem, sådana där man med t. ex. gammastrålning steriliserar insekter för att förhindra dem att fortplanta sig,

metoder som med hormonella ingrepp påverkar insekten under larvstadiet, eller metoder som utnyttjar insektspatogena mikroorganismer. Men även om flera av dessa alternativa bekämpningsmetoder på sikt kan te sig lovande, så kommer de kemiska bekämpningsmetoderna, av vilka DDT är en, att användas ytterligare. Även inom denna grupp av bekämpningsmetoder sker emellertid en utveckling, och det är kanske den utvecklingen som åtminstone på kort sikt är mest lovande. Man har t. ex. funnit att en del organiska fosforföreningar har stark verkan mot insekter samtidigt som de till skillnad från DDT bryts ner förhållandevis snabbt i naturen, och också kan vara mindre farliga för varmblodiga djur. Dock kan en del av dessa medel vara riskabla för dem som arbetar med dem. Av intresse är också möjligheten att utnyttja i naturen förekommande insektsgifter, liksom de försök som pågår med s. k. repellenter vilka genom doftverkan stöter bort skadeinsekter.

*PCB (polyklorerade bifenyler)* är en grupp klorerade kolväten som framställs industriellt och som har sin huvudsakliga användning inom plast- och färgindustrin och den elektriska industrin. I färger används PCB för att förbättra färgens mekaniska egenskaper men också för att ge vissa färger, t. ex. fartygsbottenfärger, en giftverkan. I plaster används PCB som mjukmedel. Inom den elektriska industrin används PCB som ett icke eldfarligt isoler- och kylmedel i transformatorer och kondensatorer samt i småmotorer. Ämnet används även i värmeväxlare för höga temperaturer.

PCB-ämnena har varit kända och industriellt använda sedan slutet av 1800-talet men fick icke någon större industriell betydelse förrän på 1930-talet. Det är emellertid först på de allra senaste åren man fått klart för sig att ämnena utgör ett miljöhot. En förklaring till detta är naturligtvis att ämnena – till skillnad från DDT – icke systematiskt och medvetet sprids i naturen. PCB-faran blev inte uppdagad förrän 1966 och då i samband med att man studerade gaskromatogram från DDT-prover. I dessa kromatogram fanns

toppar vars ursprung var svårt att spåra. Först efter ett avancerat kemiskt detektivarbete blev det klart att det som åstadkom topparna var just PCB. Den som gjorde denna upptäckt av PCB-spridningen var kemisten Sören Jensen.

Men även om PCB har användningsområden som vitt skiljer sig från DDT:s, så är dess egenskaper och verkningar i naturen i stort sett desamma som DDT:s. PCB sprider sig lätt genom vatten och luft och är utomordentligt resistent. PCB är också mycket svårslösligt i vatten och förhållandevis lösligt i fett. Det anrikas därför i naturen framför allt hos fettrika djur på samma sätt som DDT. Ämnet påverkar också hormonnivåer hos olika djur. Hos fåglar kan detta – som beträffande DDT – leda till äggskalsför tunnning. Ofta tycks det emellertid krävas något större doser av PCB än av DDT för att åstadkomma en likvärdig verkan.

Hösten 1969 inträffade en fruktansvärd massdöd bland grisslor (*Uria aalge*) i Irländska sjön. Mer än 12 000 döda fåglar flöt iland på stränderna och sammanlagt beräknas 50 000–100 000 fåglar ha dött. Det fullständiga orsakssammanhanget bakom denna händelse har inte kunnat utredas. Men det tycks som om den avgörande dödsstöten kom från PCB. Fåglarna hade höga halter av PCB i levern och också vävnadsskador av det slag som är typiska för PCB i både lever och njurar. Detta exempel är intressant inte bara därför att det visar farligheten hos PCB i och för sig, utan också därför att det visar hur ett främmande gift som PCB plötsligt kan få en onormalt stor verkan i en av andra skäl – t. ex. undernäring och svårt väder – hårt stressad djurpopulation.

Men även om PCB är ett allvarligt miljöhot så är hotet mindre problematiskt än i fallet DDT. Skälet är att PCB är lättare att undvara än DDT. Till yttermera visso är det just de farligaste användningarna av PCB som är de minst angelägna. För färgtillverkning är det fullt möjligt att utan större förluster avstå från PCB. Beträffande PCB i elektriska installationer är meningarna om ämnets oundgänglighet visserligen delade, men å

andra sidan är denna användning sluten och bör därför också kunna kontrolleras.

I England och Nordamerika har det amerikanska företaget Monsanto Chemicals Ltd i det närmaste monopol på tillverkning och försäljning av PCB. Efter det att PCB-faran blev uppenbar i slutet av 1960-talet beslöt sig Monsanto för en rigorös kontroll av sin PCB-försäljning. Brev skickades ut till Monsanto's kunder i vilka förklarades att PCB för icke kontrollerbart bruk (det vill säga för bruk utanför det elektriska området) icke skulle levereras efter 1 september 1970 i USA och Kanada, och icke efter 1 mars 1971 i Storbritannien. En av världens ledande PCB-tillverkare hade alltså tagit initiativet till en begränsad och kontrollerad användning av PCB. Av intresse är att Monsanto kontrollerar i stort sett hela marknaderna i USA och England, medan den svenska PCB-marknaden delas mellan Monsanto och västtyska företag.

*Östersjön* har ett mycket allvarligt DDT- och PCB-problem. Från svensk sida har mätningar utförts av halterna hos olika organismer. Det har visat sig att DDT-halterna är mångdubbelt högre än motsvarande halter hos Västerhavets och Nordsjöns djur, vilket framgår av nedanstående tabell. Tabellen anger halten av DDT och dess metaboliter.

Organism	Utanför västkusten	Södra Östersjön
	mg/kg kroppsfett	mg/kg kroppsfett
blåmussla	1	6
sill	2,1	17
torsk	1	19
lax	—	39
säl	16	130
sillgrissla	ca 50	570
havsörn	—	25 000

Ett av de hotade djuren är alltså sillgrisslan. Denna fågel är speciellt utsatt genom att den till stor del lever på fet fisk. I grissleägg på Stora Karlsö har man funnit mycket höga halter av klorerade kolväten. Såvitt bekant har man emellertid inte ännu funnit några

ägg med förtunnade skal hos sillgrisslan i Östersjön.

Ser man på utbredningen av DDT inom Östersjön finner man att halterna sjunker från söder mot norr. De högsta DDT-halterna i de vatten som omger Sveriges kuster finns alltså i södra Östersjön. I Stockholms skärgård har man gjort den intressanta observationen att DDT-halten i huvudsak stiger när man rör sig från Stockholm och ut mot havet, medan förhållandet för kvicksilver och PCB är det omvända. Dvs. dessa föroreningar avtar när man går från Stockholm och utåt. Detta antyder att PCB och kvicksilver är föroreningar med väsentligen lokalt ursprung, medan DDT ev. främst distribueras genom långväga transporter.

I Sverige råder sedan januari 1970 partiellt DDT-förbud. Före detta förbuds tillkomst var årsförbrukningen 50–60 ton. För närvarande är det också förbjudet att sälja torsklever från Östersjön p. g. a. dess höga DDT-halter. I Sovjetunionen har DDT-förbud möjligen införts. I Danmark råder partiellt förbud. I Östtyskland och Polen används emellertid DDT i betydande omfattning. Östtyskland är dessutom en av stortillverkarna av DDT. Beträffande PCB gäller i Sverige partiellt förbud sedan januari 1972. Förbudet riktar sig framför allt mot annan användning än den inom den elektriska industrin. Antydningar om dumpningar av industriavfall innehållande klorerade kolväten i Östersjön har förekommit.

### Olja

Människans utsläpp av olja i världshaven är betydande, även om det är svårt att närmare ange utsläppens totala storlek. Det torde dock röra sig om flera miljoner ton olja per år redan från fartyg. Utsläppen kommer från flera typer av källor.

Enligt vissa beräkningar torde de frivilliga, dvs. avsiktliga, utsläppen från tankfartygens lasttankar vara ca 1 milj. ton per år. Dessa utsläpp har formen av oljehaltigt spol- och barlastvatten. Därtill kommer en antagligen

minst lika stor kvantitet olja från maskinrummen, främst oljeslam och sediment efter separering av brännolja för framdrivningsmaskineriet. Smärre kvantiteter smörjolja kommer också ut. I allt betyder detta att troligen minst 2 milj. ton olja släpps ut per år från oljetankers.

Även från andra fartyg än oljetankers förekommer betydande utsläpp, även om storleken av dessa är svår att uppskatta. Detsamma gäller spill från raffinaderier. Till detta kommer olycksfallsutsläpp – t. ex. sådana som vid Torrey Canyon-katastrofen. Andra olycksfallsutsläpp kan uppstå i samband med borrningar efter olja på havsbotten – Santa Barbara-olyckan utanför Kalifornien i januari 1969 är ett exempel. Ett annat är en olycka i Mexikanska bukten 1970. I Kaspiska havet har omfattande skador uppstått till följd av den långvariga oljeutvinningen. Vattenmassan är förorenad och på botten ligger lager av asfaltliknande fraktioner. Detta torde vara en av orsakerna till störfiskets kraftiga tillbakagång. Det är stor risk att oljeolyckorna blir vanligare i framtiden i samband med att oljeutvinningen till havs ökar i omfattning.

Naturliga utsläpp av olja i haven från oljekällor i havsbotten kan också förekomma – och har säkert förekommit under miljoner år.

När det gäller oljeutsläpp från tankfartyg råder en viktig skillnad mellan fartyg enligt "load-on-top"-systemet och andra. Fartygen med detta system står för ca 70 procent av världens råoljetransporter och är betydligt mindre miljöskadliga än andra tankfartyg. "Load-on-top"-systemet innebär följande. Oljan i det vatten som under fartygets ballastresa användes för tankrengöring avskiljes under inverkan av gravitationskraften (settlng). Först därefter hålls vattnet i havet, medan den avskilda oljan, som för större fartyg (200 000 ton) kan uppgå till 500 ton kvarstannar i tankarna.

Den geografiska spridningen av oljeutsläppen är naturligtvis starkt knuten till oljetransportlederna över haven. I betydande utsträckning följer dessa leder kusterna. I

den mån oljan har ett skadligt inflytande på havens ekosystem är detta illavarslande, eftersom ju också livet i haven är koncentrerat till områdena närmast kusterna och kontinentalsocklarna.

Vid bedömningen av oljans skadeverkningar är det viktigt att ta hänsyn till att petroleumprodukter från kemisk synpunkt är synnerligen komplicerade och sammansatta. Det finns ett brett spektrum av molekyler med molekylvikter från 16 (metan) till över 20 000. Molekylerna kan ha skiftande former med raka, förgrenade och ringformade komponenter i olika kombinationer. Bl. a. denna mångfald av möjligheter gör att olika petroleumprodukter får varierande egenskaper och beter sig på skilda sätt när de kommer ut i havet. En del olja klumpas ihop för att därefter flyta omkring eller sjunka. Annan olja avdunstar efter hand, eventuellt efter att ha oxiderats till oljesyror av luftens eller vattnets syre, eller ha brutits ner av bakterier. Antagligen bryts den större delen av den utspilda oljan ner på detta sätt och förs ut i atmosfären av vågbrytning och vindar. Avdunstningen blir effektivare med stigande vattentemperatur.

Detta faktum, att vissa fraktioner av oljan relativt snabbt bryts ner, gör att oljeutsläpp till stor del är ett lokalt och regionalt problem. Det är när ett katastrofartat utsläpp – t. ex. en tankerolycka – leder till att stora mängder olja koncentreras i tid och rum som man får de stora och välkända oljeproblemen: död sjöfågel, nersmetade stränder, osv. Detta hindrar emellertid inte att vissa delar av oljan, framför allt de tyngre och ofta toxiska fraktionerna, kan spridas långt och inkorporeras i levande varelser. Oljeutsläppen är därför också ett allvarligt långsiktigt problem, och ett problem även i de öppna havsområdena.

Bland oljans möjliga skadeverkningar märks följande. Vissa organismer – t. ex. musslor som silar stora vattenmängder – kan eventuellt utsättas för en direkt giftverkan. Andra, t. ex. larver av olika organismer, kan skadas av den direkta kontakten med oljan och nersmetningen. Sådan nersmetning drab-

bar även sjöfågel svårt. I andra fall är det tänkbart att oljan leder till ökad känslighet för infektionssjukdomar, att den stör fiskarnas kemiska signalsystem, eller att den kanske t. o. m. har cancerogena effekter på marina organismer.

Från Italien har rapporterats att olja som legat på vattenytan i kustnära områden vid kraftig pålandsvind drivits upp från vattenytan och in över land där den förstört träd och annan växtlighet över milslånga kuststräckor.

En annan effekt är att de tunna oljefilmer som bildas vid oljeutsläpp över mycket stora vattenytor möjligen kan påverka utbytesförhållanden mellan atmosfär och hav i olika avseenden. Även om flera av oljeproblemen är störst i närheten av kuster, så bör alltså inga nämnvärda utsläpp tillåtas heller på det öppna havet.

Av intresse i detta sammanhang är den oljeläcka som uppstod utanför Santa Barbara i januari 1969 i samband med oljeborrning. Olyckan tycks ha berott på en kombination av naturligt övertryck, förekomst av sprickor i bottenbildningarna samt direkt slarv med säkerhetsanordningarnas förankring i havsbotten. Olyckans omfattning förstörades genom att motåtgärderna måste sättas in på relativt stort vattendjup. Emellertid lyckades man genom att lokalisera och cementinjektera sprickorna, samt samtidigt sänka övertrycket genom selektiv pumpning av de olje- och gasförande sandskikten, kraftigt reducera oljeläckaget. I januari 1969 beräknades läckaget till  $80 \text{ m}^3$  per dygn, under perioden mars-juni till  $5 \text{ m}^3$  per dygn, och i september 1969 till knappt  $2 \text{ m}^3$  per dygn.

Skadorna efter olyckan var betydande och drabbade bl. a. sjöfågel, plankton och benthos. Dessutom skadades musselodlingar över stora områden allvarligt, och likaledes stora strandområden smetades ner. Det bör betonas att skador av oljeläckor kan bli ännu mycket större i oss närliggande vatten p. g. a. de avsevärt lägre vattentemperaturerna.

Det förebyggande oljeskyddet består både av åtgärder som syftar till att nedbringa riskerna för olyckor av olika slag och av

tekniska förbättringar i oljehantering. Viktigt i detta senare sammanhang är att hamnarna förses med mottagningsanordningar för olja som fartygen vill göra sig av med. Ett problem är emellertid att dessa anläggningar ofta har liten kapacitet samt att rederierna menar att de för närvarande är för dyra och långsamma att anlita.

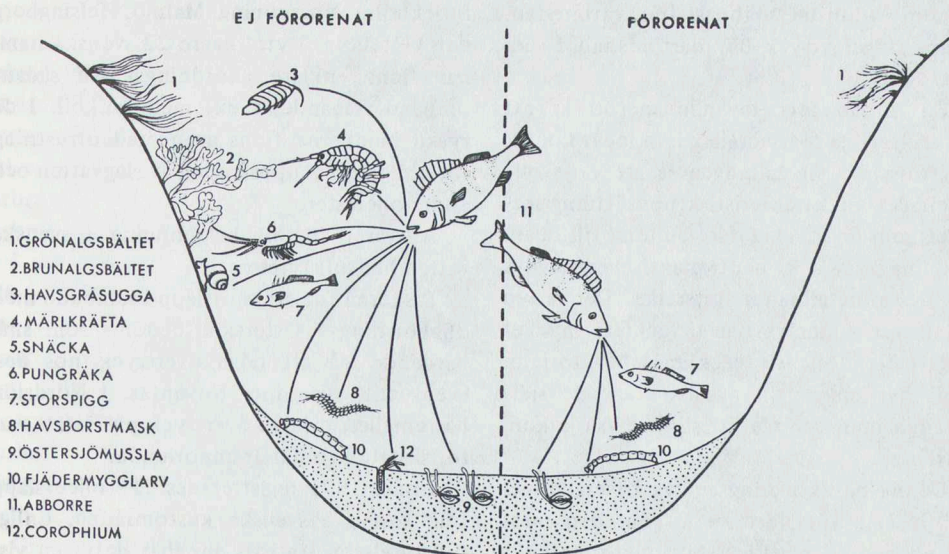
Oljebekämpningsarbetet efter en oljeolycka innebär bekämpning av olja både så länge den befinner sig till havs och när den flutit i land.

För bekämpningen av olja till havs finns flera metoder. Vanligt är t. ex. att man använder kemiska emulgeringsmedel, s. k. detergenter. En del av dessa är emellertid toxiska och kan ha skadligare effekter än oljan själv, vilket framgick bl. a. i samband med Torrey Canyon-katastrofen. Allmänt kan man säga att detergenterna är förhållandevis skadliga för livet i havet, medan oljan i sig själv hårt drabbar bl. a. sjöfågel. I många fall är det emellertid ändamålsenligast att samla in oljan med rent mekaniska metoder, om detta är möjligt.

Ett flertal sådana metoder förekommer eller är under utveckling. Den utspillda oljan kan t. ex. täckas med torvströ, varefter olja och torvströ tillsammans samlas in på mekanisk väg. Ytterligare typer av metoder förekommer. Oljan kan ibland brännas på vattenytan. Man kan sprida ut sand som drar oljan med sig ner i djupet. Sanden är specialpreparerad så att oljan lätt fäster vid den. Även andra pulverformade bekämpningsmedel har utformats för att verka på samma sätt, men kan p. g. a. sin vikt vara svårhanterliga i kraftig vind. Den sänkta oljan läcker emellertid ofta upp igen. Försök att bekämpa olja med bakteriella metoder förekommer också.

Oavsett vilken av de uppräknade metoderna som kommer till användning så underlättas arbetet påtagligt om oljans utbredning kan förhindras med s. k. länsor. Viktigt är också att kunna göra prognoser på oljans drift och utbredning i övrigt. Beträffande detta senare problem se kapitel 9!

Några användbara metoder för att bekämpa olja på öppna havet vid sjögång finns inte.



Figur 7.1 Abborrens tillgång på föda påverkas starkt av föroreningsituationen i vattnet (teckning Bengt-Owe Jansson).

Bekämpning av olja som flutit i land på stränder stöter naturligtvis på delvis andra problem, men även här är mekaniska metoder i regel att föredra.

Efter London-Harmony-olyckan i närheten av Vaxholm i januari 1969 gjordes en del undersökningar av rengöringsmetodernas effekter. Även där klargjordes att de kemiska bekämpningsmedel som hade använts hade en stark giftverkan, bl. a. på märkräftan som är en viktig fiskföda. Vid koncentrationen 100 mg/lit. i vattnet dög märkräftan, men redan vid mycket lägre koncentrationer (0,1 till 10 mg/lit.) sattes fortplantningsmekanismen ur funktion. Det kan även nämnas att saneringen efter London-Harmony-olyckan kostade över 5 miljoner kronor.

En annan väsentlig del av oljebekämpningsproblematiken är att upptäcka oljefält på drift och att identifiera utsläppets källa. Inom detta område finns flera metoder att tillgå, men också svåra återstående problem. Att upptäcka oljan i tid kräver en omfattande observationsberedskap, även om inte ens en sådan löser alla problem. Framför allt är det för närvarande närmast omöjligt att upptäcka oljeutsläpp som sker nattetid. Möjligen kan detta problem på sikt lösas med

fjärranalys (remote sensing).

För att identifiera ursprunget till ett utsläpp kan man tänka sig olika slags teknik. Vid s. k. "active tagging" märker man oljan på något sätt, t. ex. med en karakteristisk radioaktiv isotop. Om sedan oljan spills ut så kan man genom att ta reda på vilken radioaktiv isotop den innehåller också fastställa dess ursprung. Dessa metoder tycks emellertid till viss del ha avförts från diskussionen. Skälet är den stora praktiska svårigheten att blanda in isotopen något så när jämnt i en stor oljemassa. För närvarande arbetar en av chefen för kommunikationsdepartementet tillsatt utredning med frågan om märkning av olja.

Vid de metoder som är baserade på s. k. "fingerprinting" utnyttjar man istället någon eller några egenskaper som är karakteristiska för oljan i sig själv. Varje olja har t. ex. genom sin sammansättning av ett flertal fraktioner en särpräglad karaktär. Genom att bestämma denna karaktär – och för detta finns metoder som utvecklats inom oljebolagen – kan man få indikationer beträffande oljans ursprung. En av nackdelarna med denna metod är emellertid att de fraktioner av oljan som är mest lättanalyserade också är

de som avdunstar snabbast från vattenytan. Oljans fingeravtryck blir därför snabbt suddigt.

En annan mer lovande metod är att fastställa vilka spårmetaller som ingår i oljan. Det förhåller sig nämligen så att varje olja innehåller en karakteristisk uppsättning metaller som är mycket fast bundna till oljan. Med hjälp av s. k. neutronaktiveringsanalys kan dessa metallhalter fastställas. Denna typ av aktiveringsanalys har utvecklats mycket långt i bl. a. Shells utvecklingslaboratorium. Shell har emellertid avstått från att själv använda metoden för att slippa avslöja konkurrenter.

Denna på aktiveringsanalys baserade metod ter sig för närvarande som den mest lovande metoden att fastställa ursprunget för ett oljeutsläpp. Om det är fråga om råolja från en källa bör det gå att med hjälp av sannolikhetskalkyl binda ett visst fartyg vid utsläppet. Om man har att göra med blandningar av olika råoljor, eller med destillerade och eventuellt krackade oljekvaliteter blir emellertid identifieringen svårare både med denna och med andra metoder. Det är angeläget att aktiveringsanalysen snart kommer ut i praktisk tillämpning.

De internationella strävandena att komma till rätta med oljeföroreningsproblematiken finns omnämnda på s. 39 och s. 192.

Beträffande *oljeföroreningsriskerna i vatten runt Sverige* finns återigen anledning att framhålla hur känslig Östersjön är för föroreningar. Detta sammanhänger med den låga vattentemperaturen och den långsamma vattenomsättningen. Den bakteriella nedbrytningen av olja, för att nämna en faktor av betydelse i sammanhanget, kan man knappast alls räkna med vid vattentemperaturer under 15°C. Östersjöns årsmedeltemperatur i de övre vattenlagren är omkring 6°C. Risken för oljeskador beroende på fartygshaverier är till viss del behandlade på s. 112 f.

För att underlätta för tankfartygen att göra sig av med oljeförorenat vatten efter ballastning i oljeförorenade tankar eller efter tankrengöring skall enligt svensk lag mottagningsanordningar för olja finnas i Luleå,

Stockholm, Norrköping, Malmö, Helsingborg och Göteborg. I ytterligare 22 svenska hamnar finns enklare anordningar för sådant omhändertagande, t. ex. med tankbil. I de ryska hamnarna finns avancerad utrustning för obligatorisk uppsamling av slagvatten och andra oljerester.

Ansvaret för oljebekämpning i svenska vatten har tullstyrelsen.

Riskerna för svåra utsläpp i samband med oljeborring i Östersjön bedöms som små beroende på att höga övertryck hos den eventuella oljan inte förväntas. I Nordsjön har emellertid höga övertryck påträffats varför situationen där är annorlunda.

Under 1971 registrerades 319 oljeutsläpp från fartyg i svenska kustområden. Enligt tullstyrelsens statistik innebär detta en viss minskning jämfört med 1970. Eftersom utsläppen storlek ej preciserats är det emellertid svårt att säga om situationen förbättrats eller ej. Utsläppen härrörde från både tankers och andra fartyg. Sammantaget har utsläppen orsakat avsevärda skador på badstränder, fiskeredskap och levande organismer, särskilt sjöfåglar.

Östersjöns nuvarande tillstånd med hänsyn till oljeföroreningar har till viss del kartlagts av framför allt ryska forskare. Enligt deras undersökningar skulle hela Östersjöns ytskikt innehålla olja i halter från 0,3 till 1 mg/lit. Även på djup överstigande 100 meter har man funnit oljehalter på 0,3 mg/lit.

#### *Biokemiskt syreförbrukande substans och närosalter*

Under vissa förhållanden kan organiskt material som tillförs havsvatten orsaka en kraftig, kanske fullständig, reduktion av vattnets syreinnehåll. Organiskt material bryts nämligen med tiden ner och för nedbrytningen åtgår syre. Nedbrytningen kan ske på många skilda sätt, t. ex. genom högre djurs ämnesomsättning, genom bakteriell verksamhet, eller genom en ren oxidation. Syre åtgår i dessa reaktioner som är energiavgivande och

ger slutprodukterna vatten, koldioxid och diverse andra oorganiska nedbrytningsprodukter. Nedbrytningsreaktionerna är alltså att betrakta som fotosyntesens omvändning. Typen av förorening — dvs. organiskt material vars ”förorenande” effekt består i syreförbrukning — brukar kallas biokemiskt syreförbrukande substans.

I vissa fall kan också närsalter — framför allt fosfater och nitrater — som i sig själva inte orsakar någon syrereduktion ändå indirekt åstadkomma en sådan. Närsalterna kan nämligen stimulera produktionen av växtplankton — denna process kallas eutrofiering — och när växtplanktonen i sin tur dör och bryts ner så förbrukas syre som är löst i vattnet.

Graden av syrereduktion sammanhänger emellertid också med vattnets cirkulationsförhållanden. Vid tillräckligt kraftig vertikal cirkulation kommer djupvattnet att kunna tillgodogöra sig det syre som ständigt tillförs ytvattnet genom kontakten med atmosfären och genom växtplanktons fotosyntes. Därför är det framför allt när den vertikala cirkulationen är svag — t. ex. när det finns en markant skiktning, s. k. språngskikt i vattenmassan — som risken för syrebrist i djupvattnen blir stor. Går syretäringen tillräckligt långt bildas också svavelväte som så småningom förgiftar vattnet och förvandlar djupområdet till livlös ”havsöken”. Svavelvätet kommer från anaeroba svavelbakterier. Ett extremt exempel är Svarta havet vars vatten är helt syrefritt och innehåller höga koncentrationer svavelväte från något över 150 m djup och ner till botten — största djupet är 2 244 m. Denna situation är naturligt uppkommen och sammanhänger med den bristande vertikala vattenomsättningen. Svarta havets djupvatten tillförs i mycket långsam takt från Medelhavet genom en underström i Bosporen.

Såväl organisk substans som närsalter kan alltså tillföras haven både av naturen själv och av människan. I båda fallen gäller att det ibland kan vara skadligt, ibland inte. Utanför Sydamerikas västkust tillförs t. ex. ytvattnen enorma mängder närsalter från djupvattnen

utan att detta medför någon skada; istället är denna närsalttillförsel högst nyttig. Produktionen av biomassa — bl. a. anchoveta — blir fantastisk, och någon reduktion av syrehalten inträffar inte. Människans tillförsel av närsalter till väl ventilerade kustområden eller till öppna havet kan ha en för fisket positiv effekt. I våra kustvatten gynnas t. ex. antagligen den uppväxande strömmingen på detta sätt. Det kan nämnas att Rigabukten, som har ett mycket intensivt strömmingsfiske, också är recipient för stora kulturbebyggade utsläpp, bl. a. från Riga.

Om man istället ser på skadeverkningarna av utsläpp av organiskt material, eller närsalter, så illustrerar följande exempel från Indien naturens möjligheter att så att säga skada sig själv. Under monsunperioden förs betydande mängder näringsämnen från fastlandet ut till kustvattnet av det avrinnande regnvattnet. Denna gödsling leder till ökad planktonproduktion, som i sin tur medför kraftig syreförbrukning. Det sägs att denna process vid många tillfällen orsakat massdöd bland fisk. Beträffande skadliga effekter av utsläpp av organisk substans och närsalter hänvisas till beskrivningen av Östersjön nedan.

Närsalterna har också en negativ effekt i de fall de leder till grumligare vatten p. g. a. ökad planktonproduktion. Även om ytvattnet i sådana fall inte blir dött, utan tvärtom kanske får en större total biomassa, så blir det estetiskt mindre tilltalande och inte lika trevligt att bada i. Det kan också inträffa att ekosystemet ändrar karaktär. Abborre, gädda och gös, som i viss utsträckning uppskattar grumligt vatten, kan öka i antal. Om grumlingen fortskrider ytterligare tar emellertid andra fiskar överhanden som t. ex. mörten och dess släktingar. Tendenser av detta slag finns i Stockholms skärgård.

Under senare år har förhållandena i *Östersjöns* djupregioner uppmärksamrats alltmer. Bakgrunden till detta är att syrgasmätningar sedan seklets början visat att syrgåshalten successivt avtagit, framför allt i Östersjöns djuphålur. I slutet av 1960-talet inträffade dessutom samtidigt en mycket snabb utbred-



ning av svavelväte i dessa djupare östersjödelar. Denna utveckling är alarmerande och en utredning av orsakerna angelägen. 1969 inträffade en tillfällig förbättring genom att saltvatten från Västerhavet sköljde in i Östersjöns djuphål och ersatte det svavelvätehaltiga vattnet med syrsatt vatten. Därefter har emellertid syrehalten på nytt börjat sjunka.

Orsakerna till dessa förändringar är till stor del okända. Det är t. ex. inte klart i vilken utsträckning förändringarna beror på mänskliga föroreningsutsläpp och i vilken utsträckning det är fråga om helt naturliga fenomen. Man vet att stagnationsperioder med mer eller mindre uttalad syrebrist förekommit sedan länge i Östersjön och ej haft samband med kulturinflytande. Men det är ändå möjligt att den låga syrehalten i Östersjön under de två senaste decennierna kan ha förstärkts av näringsrika eller syreförbrukande utsläpp från tätorter och industrier. Av stor vikt i sammanhanget kan emellertid också ha varit att vattnets stabilitet ökat, och alltså vattencirkulationen minskat, till följd av att Östersjöns salthalt successivt stigit under senare decennier. En ökad syrekonsumtion har även främjats av att djupvattnets temperatur stigit.

Med hänsyn till det möjliga sambandet mellan syretillgången i Östersjön och de föroreningar som här diskuteras, så är en redogörelse för storleken av dessa utsläpp av intresse. Den största mängden fosforutsläpp i Östersjön, 70–90 procent, kommer från kommunala utsläpp (fekalier, urin, tvätt- och diskmedel, etc.), medan industrin står för resten. Utsläppen av fosfor i våra vattenområden har ökat starkt fram till de allra senaste åren och på något tiotal år tredubbats. Denna ökning kan skrivas på de syntetiska tvättmedlens konto. Under de två senaste åren har emellertid kurvan brutits neråt och fosforutsläppen börjat minska. Detta beror bl. a. på att tvättmedlen nu innehåller lägre fosfathalter och på den snabba utbyggnaden av reningsverken. Allt fler kommunala reningsverk förses nu i snabb takt med kemisk rening, varvid utfällning av avloppsvattnets fosfater äger rum.

För närvarande (mars 1972) har 15 procent av tätortsbefolkningen sådan rening. De kommunala utsläppen av fosfor beräknas 1975 ha kommit ner till ungefär hälften av nuvarande omfattning.

Det bör också nämnas i detta sammanhang att vissa bakterie- och virusjukdomar sprids från avloppsvatten till människan, ibland via havsdjur. Badmöjligheter kan förstöras och havsdjur kan bli otjänliga som föda.

Den biokemiskt syreförbrukande substans som av människan tillförs Östersjön kommer däremot, till skillnad från vad som är fallet med fosforutsläppen, väsentligen från industrin. Och framför allt från skogsindustrin. Det har beräknats att det går åt 370 000 ton syre om året för att bryta ner de organiska produkter som släpps ut från skogsindustrin. Som jämförelse kan nämnas att det krävs 50 000 ton syre för att bryta ner de organiska delarna av det kommunala avfallet, och 10 000 ton syre för nedbrytningen av alla övriga industriutsläpp. De angivna siffrorna är beräknade med utgångspunkt i s. k. BS<sub>7</sub>-värden, som anger syreatgången vid sju dagars bakteriell nedbrytning i laboratorium av det aktuella avfallet. Den verkliga syreatgången är i själva verket flera gånger högre. Den svenska skogsindustrins utsläpp av biokemiskt syreförbrukande substans har emellertid minskat de senaste åren trots stigande produktionssiffror. Denna gynnsamma utveckling är ett direkt resultat av processtekniska förbättringar och reningsförfaranden.

Eftersom sammansättningen av kommunala utsläpp och industriutsläpp varierar med hänsyn till biokemiskt syreförbrukande substans och närssalter så är det av intresse att veta var den ena eller den andra utsläppstypen dominerar. I den egentliga Östersjön, Finska viken och i Kattegatt har man ungefär lika mycket industriutsläpp som kommunala utsläpp. I Bottenhavet och Bottenviken dominerar industriutsläppen starkt, beroende på skogsindustrin, medan de kommunala utsläppen dominerar i Öresund och Bälten. Framför allt är de mycket stora orenade utsläppen från bl. a. Köpenhamn ett allvar-

ligt problem.

Ungefär hälften av den biokemiskt syreförbrukande substans som släpps ut i Östersjön beräknas komma från Sverige.

### *Tungmetaller och andra oorganiska föreningar*

#### Allmänt

Ett stort antal oorganiska produkter kan på olika sätt förorena havsvatten. Nitrater och fosfater nämndes redan i föregående avsnitt, men utöver dessa ämnen finns också ett stort antal metaller och metallföreningar som i vissa fall kan ha toxisk verkan. Flera av dessa – t. ex. bly, kadmium, kvicksilver, vanadin, krom, mangan och koppar – har tilldragit sig starkt intresse. Cyanidjoner, arsenik, m. m. hör också till de oorganiska föroreningarna.

De fysiologiska effekterna av dessa föroreningar är ofullständigt kända. I vissa fall har föroreningarna redan orsakat svåra problem, i andra fall framstår de mer som möjliga framtida hot. Japan har t. ex. redan haft ett par svåra kvicksilverkatastrofer och har ett allvarligt problem med kadmiumföroreningar som ger svåra njurskador och bensjukdomar. Beträffande andra metaller som t. ex. vanadin är det närmast fråga om farhågor inför framtiden. Arsenik har tidigare dumpats i Bottenviken, men några skadliga verkningar av dessa nu avslutade dumpningar har inte påvisats. De hittills mest uppmärksammade metallföroreningarna torde vara kvicksilver, bly och kadmium.

#### Kvicksilver

Människan beräknas föra ut omkring 5 000 ton kvicksilver i haven om året, och utöver detta finns en naturlig tillförsel som förmodas vara av ungefär samma omfattning. Det mänskliga utbudet kommer till stor del från industriutsläpp. En lätt allmän höjning av kvicksilvernivån i haven till följd av industrialiseringen har man möjligen observerat.

Beträffande bly är en sådan höjning helt klar. Kvicksilverproblemet förefaller till stor del vara lokalt och regionalt snarare än globalt, men därför inte mindre allvarligt. Att det finns kvicksilverproblem också i de öppna havsområdena demonstreras emellertid av att Kanada lagt ner hela sitt fiske av bl. a. tonfisk och svärdfisk just därför att dessa fiskar kan innehålla för mycket kvicksilver.

Den form av kvicksilver som är av intresse i föroreningssammanhang är framför allt metylkvicksilverföreningar, men också en del andra organiska kvicksilverföreningar. Det är därför av intresse att mycket av det kvicksilver som tillförs haven förr eller senare kan omvandlas till metylkvicksilver i bakteriella processer.

Organiska kvicksilverföreningar anrikas som många andra föroreningar i näringskedjorna.

Kvicksilverföreningarnas verkan på högre djur är av flera slag. Föreningarna är mutagena och kan därigenom åstadkomma genetiska förändringar. Andra verkningar är att människor drabbats av tal- och hörselsvårigheter, svårigheter att äta, och över huvud svårigheter att koordinera rörelser. Synfältet kan också begränsas. I svåra fall får kvicksilverförgiftning dödlig utgång.

De otäckaste exemplen på verkningarna av kvicksilverföroreningar i havsområden torde vara Minamata- och Niigatakatastroferna i Japan.

I Minamata blev under 1950-talet 111 personer dödade eller svårt invalidiserade av metylkvicksilver från fisk eller skaldjur. Därefter har ytterligare offer för denna katastrof registrerats. Befolkningen i Minamata har en utpräglad fiskdiet. Bland offren fanns åtminstone 19 barn som fötts invalidiserade och vilkas mödrar under graviditeten ätit kvicksilverhaltig fisk. Metylkvicksilvret kom från ett industriutsläpp.

I Niigata blev under 1960-talet omkring 30 människor svårt skadade av kvicksilverförgiftning och några avled. Även i detta fall var det fråga om industriutsläpp och kontaminerad fisk.

I *Sverige* finns, och har framför allt funnits, ett betydande kvicksilverproblem, även om det icke haft samma dimensioner som i Japan. Några skador på människor till följd av kvicksilver i den yttre miljön har inte observerats i Sverige. Som jämförelse kan nämnas att den högsta kvicksilverhalt man uppmätt i kroppsvävnader hos någon svensk uppgick till ungefär en tiondel av halten hos ett av dödsoffren i Minamata. Den halten fanns hos en 60-årig fiskare som var bosatt vid Väneren och som hade en extrem fiskdiet.

Industriutsläppen av kvicksilver i svenska insjövattnen och kustområden har varit betydande. Idag kommer kvicksilverutsläppen främst från kloralkaliindustrin. Ändå är utsläppen från denna industri, trots en storleksmässigt oförändrad användning, bara 10 procent av vad de varit tidigare. I skogsindustrin har kvicksilverpreparat använts för att motverka röt- och mögelangrepp på slipmassa och för att förhindra slembildning. Även i läderindustrin har kvicksilver utnyttjats i mindre omfattning. Kvicksilver förekommer också i eltekniska produkter. Sedan 1 februari 1966 är emellertid användningen av fenykviksilverhaltiga slembekämpningsmedel förbjuden och 1 oktober 1967 förbjöds användningen av fenykviksilverhaltiga impregneringsmedel i slipmassa. Dispens medgavs dock i vissa fall intill utgången av år 1968.

För närvarande (1972) är ett flertal vattenområden svartlistade på grund av hög kvicksilverhalt i fisk. Härav är några kustområden, nämligen ett område utanför Harmångeråns mynning, delar av Gävlebukten, Stockholms skärgård, vissa fjärdar vid Södertälje, Bråviken, Pukaviksbukten och Lundåkrabukten. Svartlistning sker efter prövning av livsmedelsverket och tillämpas på vattenområden där kvicksilverhalten i fisk överstiger 1,0 mg/kg våtvikt. Försäljning och överlämnande av fisk fångad inom dessa områden är med undantag för vissa arter förbjuden.

## Bly

Blyföreningen av haven uppfattas allmänt som ett allvarligt hot med global utsträckning. Liksom många andra metaller anrikas bly i de biologiska systemens näringskedjor. I mycket starka doser leder bly till akut förgiftning hos människan. Bly kan störa vissa enzyms funktion och i övrigt påverka metabolismen hos levande organismer. Landväxters celldelning påverkas av bly. Även om blyets biologiska effekter till mycket stor del ännu är okända finns all anledning att vara rädd för spridningen av bly i haven. I all synnerhet som denna spridning tycks ske mycket snabbt.

Världsproduktionen av bly är idag 3,5 miljoner ton årligen. Det årliga utsläppet i haven – till icke oväsentlig del från blybensin – beräknas vara omkring 10 000 ton.

Åtskilliga tecken tyder på att den nuvarande blyhalten i haven är mångdubbelt högre än den naturliga halten, samt stiger snabbt. Man uppskattar att blyhalterna i ytvattnen av norra hemisfärens hav på många håll uppgår till fem à tio gånger den naturliga nivån. Samtidigt skall emellertid sägas att nivåerna är mycket varierande (0,07 mikrogram/liter till 0,4 mikrogram/liter). Dessa höga koncentrationer har uppstått trots att den normala uppehållstiden för bly i ytliga vatten är blott två år. Mätningar som gjorts i bl. a. Grönlands inlandsis pekar på att höjningen av blyhalten i hydrosfären började sätta in så tidigt som 1750 vid den industriella revolutionens början. Man kan t. o. m. i Grönlandsisen påvisa en lätt förhöjd blyhalt i de skikt som hänför sig till tiden för Romariket. Romarna använde mycket bly både i sin teknologi och i vardagsvaror.

Om det finns några för svenska havsområden speciella blyproblem har, såvitt bekant, inte undersökts i nämnvärd utsträckning.

## Kadmium

Kadmium är en metall som förekommer tämligen sparsamt i naturen – mest uppträ-

der den i samband med zinkförekomster. Metallen utnyttjas emellertid industriellt inom ett flertal områden, som t. ex. elektrisk industri, färgindustri, en del ytbehandlingsindustri i övrigt, som komponent i vissa metallegeringar, osv.

Det är välkänt att kadmium ansamlar sig i njurarna hos däggdjur, och alltså även människan. För att spåra effekter av kadmium har man därför speciellt uppmärksammat sjukdomar som följer av sämre njurfunktioner. Förhöjt blodtryck är en av dem, vilket kan leda till för tidig död. Ett annat sjukdomstecken är att njurarna läcker protein, vilket betyder allvarlig försvagning av den drabbade.

Vid de undersökningar som ännu så länge utförts i svenska vattenområden har man träffat på kadmium i Vänern i anknäring till Vargöområdet samt utanför Oskarshamn. På det senare stället har man träffat på förhöjda halter i musslor. Några motsvarande förhöjda halter hos fisk har ännu inte konstaterats. Problemet måste fortsättningsvis uppmärksammas.

### *Radioaktiva ämnen*

Förorening av haven med radioaktiva ämnen är ett problem som ändrat karaktär med tillkomsten av det partiella provstoppsavtalet. Före detta avtal stod kärnvapenproven för en betydande del av de radioaktiva föroreningarna. Nu är det istället den snabbt ökande atomenergiproduktionen som eventuellt kan skapa problem.

Till att börja med förekommer reguljära utsläpp från anläggningar för upparbetning av atombränslen. Dessa utsläpp innehåller ett flertal radioaktiva isotoper. Det är angeläget att genom processtekniska ingrepp eliminera dessa utsläpp. Dessutom har man ett visst i allmänhet ringa spill från atomreaktorer som ofta är kustlokaliserade. Detta spill bör genom tekniska anordningar kunna innehållas praktiskt taget helt och hållet.

Visst lågaktivt och skrymmande radioaktivt avfall dumpas till havs. Exempel är

handskar och apparatdelar som använts vid hantering av radioaktivt material.

Risken för att reaktorer och andra anläggningar drabbas av olyckor och därigenom åstadkommer utsläpp av radioaktivt material finns också. Denna risk gäller självfallet även fartysreaktorer.

I alla länder som omger *Östersjön och Västerhavet* är säkerhetsföreskrifterna för hanteringen av radioaktivt material stränga. Någon dumpning av radioaktiva restprodukter förekommer inte inom de svenska havsområdena.

Vid de kontrollundersökningar som utförs i havet utanför AB Atomenergis forskningsstation i Studsvik har några effekter av utsläppen på fauna och flora ej kunnat konstateras. Eftersom den mäteteknik som används har mycket stor känslighet, har man kunnat spåra nuklider som ingår i utsläppen upp till ett avstånd av ca 10 km från utsläppspunkten. På detta avstånd är koncentrationerna så låga att de ligger vid den mycket låga detekteringsgränsen.

### *Kemiska stridsmedel m. m.*

Tyskland hade efter andra världskriget resterande lager av kemiska stridsmedel som uppskattats till ca 62 000 ton. Hälften av detta var senapsgas, en fjärdedel nervgaser, och ytterligare en fjärdedel andra typer av kemiska stridsmedel.

Av dessa lager sänktes uppskattningsvis 20 000 ton, mest senapsgas, i Östersjön efter kriget. Sänkningarna som sannolikt genomfördes 1947 skedde huvudsakligen öster om Bornholm.

Ämnena har varit inkapslade i behållare, men dessa har efter hand börjat läcka.

1947 och 1948 inträffade ett flertal olycksfall; bl. a. drabbades fiskare. Även senare – t. ex. 1969 – har flera incidenter inträffat.

I svenska havsområden har under åren betydande mängder konventionell ammunition dumpats.

Beträffande minor, se s. 111.

## Kylvattenutsläpp

En typ av förorening som efter hand får allt större omfattning är de stora kondenskraftverkens kylvattenutsläpp. Framför allt är det naturligtvis de planerade mycket stora kärnkraftverkens utsläpp som är intressanta i sammanhanget.

Kraftverket tar in sitt kylvatten från havet vid den kust där det är beläget, och släpper sedan ut det igen 8–10 grader varmare. Vattenkvantiteterna är stora. Som exempel kan nämnas att Ringhals kraftstation, som enligt nuvarande planer skall få en elektrisk effekt av 3 000 MW, fullt utbyggd kommer att släppa ut omkring 150 m<sup>3</sup> uppvärmt vatten per sekund. Forsmarks kraftstation har i ett första stadium planerats få samma storlek, men möjligheterna att avsevärt bygga ut den diskuteras. Undersökningarna avseende stationens inverkan på kustvattenområdet har bl. a. omfattat ett utbyggnadsstadium motsvarande 9 000 MW, innebärande en kylvattenmängd av 450 m<sup>3</sup>/sek. med temperaturförhöjningen 8–10°C. Runt Sveriges kuster kan man räkna med 4 kärnkraftverk före 1980, nämligen vid Ringhals, Barsebäck, Oskarshamn och Forsmark.

Temperatureffekterna av varmvattenutsläppen är förhållandevis lokala – vattentemperaturen i Östersjön i dess helhet torde icke komma att påverkas. Hur stora områden som lokalt påverkas beror på bl. a. rådande topografi. I fallet Forsmark beräknas till exempel hela Öregrundsgrepen bli påverkad vid en utbyggnad till 9 000 MW och få en vattentemperatur som ligger minst en grad över den naturliga nivån.

Varmvattenutsläpp leder till åtskilligt fler effekter än enbart temperaturhöjning. Med temperaturen höjs t. ex. den takt i vilken organiskt material bryts ner och därigenom syreförbrukningen i vattnet. Denna tendens kan ytterligare förstärkas av att värmen stimulerar produktionen av organiskt material, framför allt växtplankton. I naturligen starkt täthetsskiktade recipienter kan detta leda till speciellt svåra syrebristsituationer i

djupvattnet, och på andra platser kan det utsläppta kylvattnet förstärka skiktningen med motsvarande effekt som följd. Omvänt kan varmvattnet, om det släpps ut på rätt sätt, leda till bättre vattenomsättning och därigenom bättre syrsättning. Ökad växtplanktonproduktion ger också – genom fotosyntes och så länge planktonen lever – ett syretillskott. Andra möjliga effekter av varmvattenutsläppet är förändringar i fiskbeståndets sammansättning, snabbare tillväxt hos vissa fiskar, påverkan på vandringsfiskars vägval osv.

Beträffande fritidsutnyttjandet inses lätt att varmvattnet ger varmare bad på sommaren och mindre möjligheter till skridskoåkning på vintern. Särskilt under höst och vinter kan dimfrekvensen öka.

Varmvattenutsläpp leder sålunda till ett stort antal skilda effekter. Om totalverkan skall betraktas som positiv eller negativ är det f. n. omöjligt att säga något generellt om. Det beror i hög grad på förhållandena i det enskilda fallet och den utsläppsteknik som används. Beträffande möjligheterna att utnyttja varmvattnet för fiskodling se s. 64 och s. 71 f.

## Fasta föroreningar

Ett flertal typer av fasta föremål som t. ex. vrak och minor kan utgöra hinder för sjöfarten, för fiskebåtars trålar, osv. Beträffande denna problematik hänvisas till s. 70 och 111.

## Förslag

Som framhållits i detta kapitelns inledning råder ett nära samband mellan havets föroreningssituation och möjligheterna till havsutnyttjande. Det är därför av största betydelse att hålla föroreningssituationen under kontroll. Detta kräver bl. a. administrativa ingripanden av olika slag – t. ex. förbud mot vissa typer av utsläpp – och dessutom en ständig övervakning av miljösituationen. Denna problematik behandlas av miljökon-

trollutredningen, varför havsresursutredningen begränsar sig till vissa mera allmänt hållna synpunkter.

För att miljökontrollen skall bli effektiv krävs bättre kunskaper om havsföroreningarnas spridning, uppträdande och effekter än vad vi har idag.

*Havsresursutredningen vill därför betona betydelsen av att sådan havsforskning som är inriktad på miljöproblematiken bedrivs i en omfattning som möjliggör effektiv miljökontroll. Forskningen bör bl. a. inriktas på sådana föroreningar som anrikas i näringskedjorna.*

Beträffande recipientutnyttjandet av havet menar havsresursutredningen att avfall i princip bör behållas i land. Det är angeläget att utveckla metoder för att destruera och konvertera avfall för att återföra det till produktionen när så är möjligt. Ett nät av centraler för omhändertagande av riskabelt avfall bör byggas.

*Havsresursutredningen betonar betydelsen av att teknik och organisation för omhändertagande av avfall och för återföring av avfall till produktionen utvecklas.*

Oljeföroreningarna i svenska havsområden är som framgått ovan ett betydande problem.

*Havsresursutredningen föreslår därför att den verksamhet som bedrivs för att skydda havsmiljön mot oljeföroreningar intensifieras och ges större resurser.*

Metoderna för identifiering av oljeutsläpp, bl. a. den s. k. neutronaktiveringsanalysen, bör utvecklas. Detta bör ske med utnyttjande av bl. a. Studsviks resurser. Utredningen föreslår vidare att möjligheterna

att förstärka övervakningen, bl. a. flygövervakningen, över havsområdena för att direkt kunna konstatera oljeutsläpp undersöks. Anläggningar i hamnar för omhändertagande av oljeförorenat vatten från fartyg bör byggas ut. Parallellt med sådan utbyggnad bör fartygen genom lagstiftning åläggas att befria sig från sådana oljerester i samband med hamnanlöp.

Utöver vad som framförts i detta kapitel finns i andra delar av betänkandet förslag som har samband med havens föroreningssituation. Detta gäller förslaget angående den internationella havsrätten i kapitel 3, förslaget angående fiskodling i kapitel 4, förslagen angående geologiska undersökningar i kapitel 5, förslagen angående vrak- och minletning i kapitel 6, förslagen angående sjömätning i kapitlen 6 och 8, samt förslagen angående mät- och observationsverksamhet i kapitel 8. Detta illustrerar väl hur olika typer av havsutnyttjande är kopplade till föroreningssituationen. Det markerar också behovet av en vidare samordning.

*Havsresursutredningen finner därför att den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser bör ges vissa samordningsuppgifter i havsmiljöfrågor, både på det nationella och det internationella planet.*

## *Inledning*

I tidigare kapitel har olika former av havsutnyttjande föreslagits. För att havet skall kunna utnyttjas på önskvärt sätt krävs emellertid att vissa grundläggande förutsättningar är uppfyllda. Klimat-, väder- och strömförhållanden i havsområdena måste t. ex. vara kända, och detsamma gäller bottenpografien. En tillfredsställande räddnings- och bärgningsorganisation måste finnas, osv. Allt detta är grundläggande krav vars uppfyllande motiveras av ett flertal av de tidigare föreslagna utnyttjandeformerna. I detta kapitel diskuteras hur dessa grundläggande krav skall tillgodoses.

## *Mät- och observationsverksamhet i havsområdena*

### Allmänt

En betydande mät- och observationsverksamhet bedrivs i våra havsområden. Mätningarna och observationerna gäller en lång rad fysikaliska, kemiska och biologiska storheter. De kan vara mer eller mindre regelbundna och de tjänar vitt skilda syften. Det kan gälla att få underlag för miljövärden, att i sjöfartens intresse samla in data för meteorologiska och oceanografiska prognoser och lägesöversikter, att samla in data för grund-

forskningens behov, att i fiskerinäringens intresse samla in fiskeribiologiskt intressanta data, att för försvaret få fram data av intresse för undervattenskrigföringen osv.

Myndigheter som på olika sätt är engagerade i dessa verksamheter är bl. a. SMHI, fiskeristyrelsen, marinen, naturvårdsverket, kustbevakningen, sjöfartsverket, universiteten samt privata konsultföretag.

Den för närvarande bedrivna mät- och observationsverksamheten är emellertid inte i alla avseenden tillfredsställande. Bl. a. är verksamheten från organisatorisk synpunkt alltför splittrad. Även om mätningarna är av ett flertal slag och har skilda syften så skulle en samordning av viss mätverksamhet med fördel kunna ske. Därmed skulle också ansvarsförhållandena i samband med mätningarnas utförande bättre klargöras. Ett annat problem är att vissa mätningar av vilka det finns ett starkt behov ej alls utförs idag. I väsentlig utsträckning sammanhänger detta med att fryskeppen samt fyr- och lotsstationer, vid vilka tidigare utfördes en rad värdefulla mätningar, nu till stor del dragits in. Samtidigt har behovet av detta slags mätningar ökat.

### Nuvarande verksamhet

I det följande beskrivs den nuvarande mät- och observationsverksamheten med utgångspunkt i engagerade myndigheter.

### *Fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium*

utför regelbundna oceanografiska mätningar i Västerhavet, Östersjön och Bottniska viken. Mätningarna görs med undersökningsfartygen "Skagerak" och "Thetis", ibland även "Eystrasalt", i huvudsak på det öppna havet på ett stationsnät som delvis även besöks av andra länders undersökningsfartyg. Stationsnätet med ett 60-tal stationer framgår av fig. 8.1. Vissa stationer har besökts sedan mer än ett halvt sekel. Det insamlade materialet bildar underlag för bedömning av storskaliga förändringar i havet. Stationerna besöks minst 4 gånger per år. I flera fall är besöken avsevärt tätare och materialet utökas genom de nämnda utländska mätningarna. På varje punkt mäts temperatur, salthalt, syrgashalt och i förekommande fall svavelväte, fosfatfosfor, pH, alkalinitet m. m., på ett flertal djup ända ner till botten. På särskilt viktiga stationer mäts även kväveföreningar, silikat, primärproduktion m. m. Ofta kombineras oceanografiska provtagningar med tagning av planktonprov och bottenprov, varigenom arbetet ytterligare förlängs. Varje oceanografisk expedition tar i Östersjön ca 2–3 veckor med arbete dygnet runt; i Västerhavet något kortare tid. Omfattande oceanografiska observationer – dock i allmänhet endast beträffande temperatur, salthalt och syregashalt – görs även i samband med fiskeribiologiska och allmänt biologiska arbeten till sjöss. Dessa observationer ger en värdefull komplettering.

Havsfiskelaboratoriets mätningar är av stor betydelse. Det var genom dessa långa observationsserier på det öppna havet som den avtagande syrgashalten och den i Östersjöns djupbassänger stigande svavelvätehalten först observerades. Även avkylningen av Skageracks djupvatten under 1960-talet framgick av de långa serierna. (Beträffande konsekvenserna för räkfisket se s. 53.)

De oceanografiska expeditionerna – alltså expeditioner som går till det beskrivna stationsnätet – är som nämnts inordnade i internationellt samarbete. Vid behov har det internationella samarbetet ytterligare utvidgats. Från senare år bör nämnas den inter-

nationella Östersjöexpeditionen 1964 som anordnades av de baltiska oceanograferna och i vilken alla östersjöländer utom Danmark deltog; den internationella Skagerack-expeditionen 1966 som organiserades av hydrografiska kommittén inom ICES för att klarlägga de hydrografiska förhållandena i Skagerack och i vilken 5 länder med 7 fartyg deltog; samt det s. k. Baltiska året 1969/70 då fartyg från alla östersjöländer under 16 månader avlöste varandra på ett stationsnät som täckte hela den egentliga Östersjön. Det baltiska året organiserades huvudsakligen av havsfiskelaboratoriets hydrografiska avdelning.

Förutom mätningarna på det öppna havet utför fiskeristyrelsen också liknande regelbundna mätningar med undersökningsfartygen i fjordarna på västkusten; ca 6 gånger per år på varje station (se fig. 8.1). Även dessa mätningar har visat sig betydelsefulla. Vid recipientundersökningar i samband med industribyggande på västkusten har de långa mätserierna varit ett värdefullt referensmaterial.

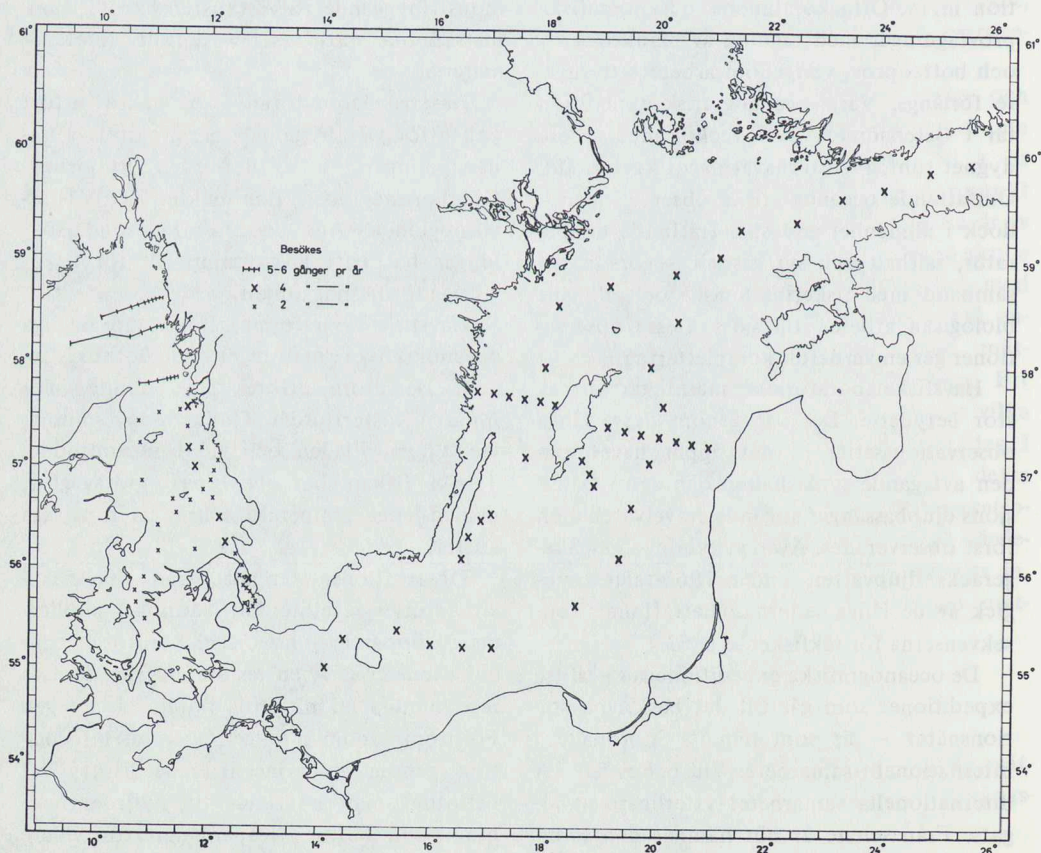
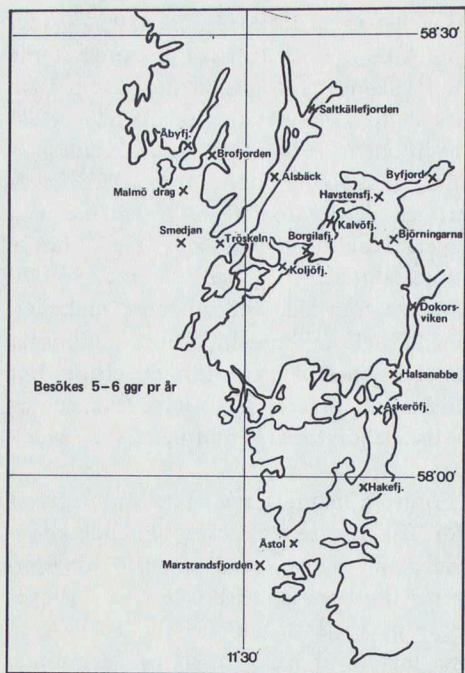
Havsfiskelaboratoriet har också utfört och utför vissa regionala oceanografiska undersökningar i bl. a. Idefjorden, Byfjorden, Göteborgsregionen, Hanöbukten och Västerviksregionen. Alla dessa områdesundersökningar har haft anknytning till för fisket viktiga föroreningsfrågor.

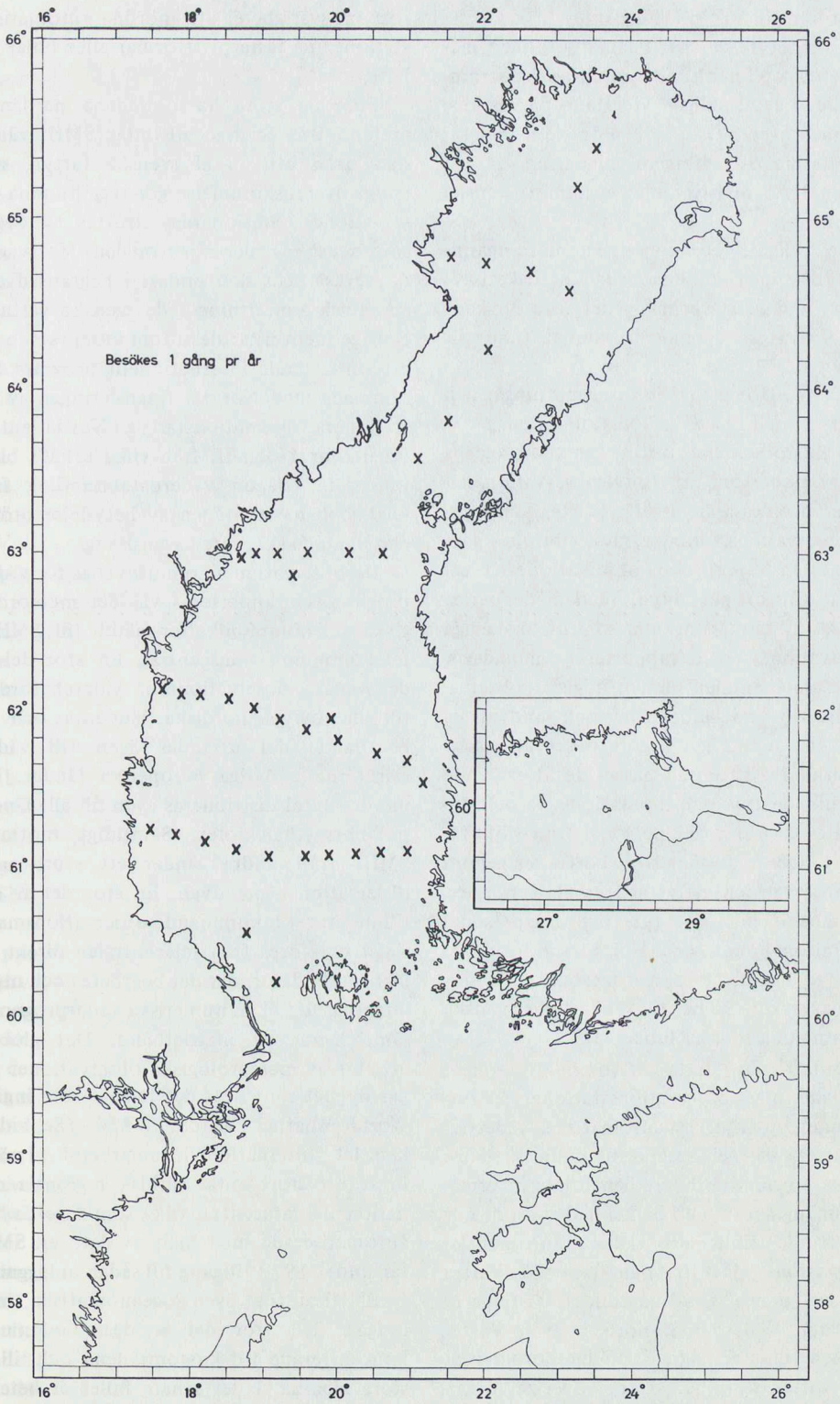
Havsfiskelaboratoriet utför vidare dagliga oceanografiska mätningar vid Bornöstationen. Dessutom utföres regelbundna mätningar i Kosterfjorden, Gullmarens mynning, vid Vinga, Fladen och vid Hållsundsudde. Talrika fiskare har också på uppdrag gjort månadslånga temperaturmätningar runt våra kuster.

Observationsmaterialet från havsfiskelaboratoriet regelbundna mätningar publiceras fortlöpande i havsfiskelaboratoriets publikationsserie. Även resultaten från de icke regelbundna mätningarna publiceras i regel. Förutom genom publicering sprids information genom att koncentrerade listor över befintligt material sänds till hydrografiska byrån vid ICES i Köpenhamn för vidare



Figur 8.1 Havsfiskelaboratoriets oceanografiska mätningar.





befordran till World Data Center.

Fiskeristyrelsen har i samarbete med marinen utfört försök med automatiska strömmätare, huvudsakligen vid Hållö på västkusten men även i Östersjön. Försöken ingick i fiskeristyrelsens tidigare planering av ett automatiskt registrerande system i svenska vatten.

De tidigare oceanografiska mätningarna vid fyrskeppen administrerades av fiskeristyrelsen. Vid Falsterborev – det sista fyrskeppet – fortgår denna verksamhet fram till hösten 1972.

SMHI utför ett stort antal mätningar och observationer i havs- och kustområdena.

I kustområdena utföres meteorologiska observationer vid ett 70-tal observationsstationer. Av dessa är ungefär hälften synoptiska observationsstationer, dvs. stationer som utför och rapporterar observationerna ett flertal gånger per dygn, medan de övriga utgöres av klimatstationer som utför dagliga observationer och rapporterar månadsvis. Det totala antalet meteorologiska observationsstationer i landet (hav och land) är ca 900. Huvudsakligen utgöres observationsstationerna i kustområdena av de återstående bemannade fyr- och lotsstationerna och observatörer är i regel personal från sjöfartsverket. Observationer som bortfaller genom att observatören avflyttar från platsen, t. ex. i samband med att fyr- och lotspersonal bortrationaliseras, ersätts i första hand genom nyanställd observatör som ej tillhör sjöfartsverket. Så har t. ex. skett vid Svenska Högarna och Bjurö Klubb.

Endast när detta är omöjligt, som i samband med observationsstationer på fyrskassuner, utnyttjas automatiska väderstationer. Dessa ger emellertid ännu så länge endast en mindre del av den totala informationsmängden från en bemannad station. För närvarande finns sex sådana automatiska kuststationer i drift, nämligen vid Västra Banken, Stavnäs, Almagrundet, Östergarn, Ven och Väderöarna. Bortsett från Västra Banken finns ej några fasta meteorologiska observationsstationer i de Sverige omgivande öppna havsområdena vilket bl. a. be-

rott på svårigheter att anordna automatiska stationer på fasta plattformar eller bojar till havs.

Från de stora havsområdena på längre avstånd från Sverige inhämtar SMHI väderdata från ett 50-tal svenska fartyg, som enligt överenskommelse gör regelbundna observationer. Stationerna utrustas av SMHI som också instruerar personalen. Motsvarande verksamhet sker endast i begränsad och sporadisk omfattning i de svenska vattnen. Sverige medverkar dessutom inom ramen för ett omfattande internationellt program tillsammans med Norge i finansieringen av två stationära observationsfartyg i Nordatlanten, Polarfront I och II, från vilka erhålls bl. a. väderdata. Någon väderdatainsamling från kust- och havsområden av betydelse utöver den nämnda sker inte i svensk regi.

De observationer som utnyttjas för väderprognoser inrapporteras via det meteorologiska telekommunikationsnätet till SMHI:s telekommunikationscentral. En stor del av de svenska observationerna vidarebefordras till de övriga nordiska länderna och en betydande del utsändes även till väder-tjänsterna i övriga europeiska länder. Ett mindre antal distribueras även till alla länder på norra halvklotet. Samtidigt mottager SMHI från andra länder ett stort antal observationer per dygn. En stor del av det till institutet inkommande observationsmaterial överföres från telecentralen direkt till institutets dator, där det bearbetas och utgör underlag för bl. a. numeriska väderprognoser samt lagras på magnetband. Det globala utbytet av meteorologiska observationer pågår dygnet runt över det telenät som ingår i World Weather Watch, WWW. (Se vidare kapitlet "Internationellt samarbete".) I nätet ingår ett stort antal världs-, regionala och nationella datacentra, vilka som regel är helt automatiserade med hjälp av datorer. SMHI får under 1972 tillgång till sådan anläggning.

SMHI utför även oceanografiska mätningar. Till stor del är dessa mätningar koncentrerade till kustområdena och till de stora sjöarna. I det senare fallet är beteckningen egentligen hydrologiska mätningar.

För vattenståndsmätningar har SMHI runt kusterna elva mareografstationer. Mätningarna utnyttjas bl. a. för landhöjningsberäkningar samt för sjökortsframställning och vattenbyggnadsteknisk projektering och planering längs kusterna, t. ex. för hamnar, broar, atomkraftverk m. m. I samband med byggnation och liknande är det ofta extremvärden som är intressanta. Vattenståndsmätningarna är också av betydelse vid planerandet och utnyttjandet av farleder i kustfarvatten. Sjöfarten har intresse av aktuella vattenståndsuppgifter, vilket endast i mindre omfattning tillhandahålls idag, och vattenståndsprognoser, vilket inte tillhandahålls idag. Förutom de exaktare mareografstationerna finns ett antal enklare registrerande pglar (vattenståndsmätare).

Vattnets ytemperatur mäts av SMHI på knappt tjugo platser runt kusterna. Den vanligaste frekvensen är två mätningar per vecka. Dessutom mäts ytemperaturen från vissa handelsfartyg och färjor. Temperaturmätningar från kustbevakningens fartyg beskrivs nedan. I Väneren mäts vattentemperaturen 2 ggr/månad. Vattentemperaturdata är av betydelse för vissa väderprognoser — framför allt dimprognoser vilka är väsentliga för sjöfarten och flyget — och för isläggningsprognoser.

SMHI utför isobservationer, vilka är av stor betydelse för framför allt sjöfarten. Israpporteringsnätet utgöres av ett antal isobservatörer runt kusterna, huvudsakligen rekryterade bland lots- och fyrpersonal. Observationerna är huvudsakligen begränsade till den del av kustområdet som kan överblickas från fyr- och lotsplatser. För närvarande engageras efter hand privatpersoner i denna verksamhet i samband med att sjöfartsverket rationaliserar sin verksamhet.

Isobservationerna, som utföres dagligen under issäsongen, intelefoneras till telegrafstationerna och sänds därifrån på telex till SMHI. Israpporter erhålls dessutom från svenska och finska isbrytare samt från en del handelsfartyg. Alla dessa rapporter ligger till grund för den isberättelse som dagligen sänds ut från SMHI.

Vid sidan om egna oceanografiska observationer har SMHI också tillgång till data som är upptagna genom andra länders försorg. Ett betydelsefullt exempel är satellitbilderna. För närvarande mottager SMHI signaler för bildframställning direkt från amerikanska satelliter flera gånger per dygn. Dessa satellitbilder utnyttjas dels för väderprognoser och dels för beskrivning i stort av isläget. Vädersatelliterna kan emellertid inte helt ersätta isutkikstationerna med israpporteringen p. g. a. att de endast ger information om isläget i stora drag och ej lämnar upplysning om istyp eller istäckets finstruktur. Dessutom begränsar större molnmängder möjligheterna att utnyttja satellitbilderna.

De enda oceanografiska prognoser SMHI f. n. gör regelbundet är 5–10 dygnspromnoser för islägets utveckling samt korttidsprognoser (1 dygn) för nedisningsrisker. Prognosunderlag är det aktuella isläget, ytvattentemperaturen samt såväl manuellt som daförframställda väderprognoser. Isprognoserna delges isbrytarledningen och nedisningsprognoserna meddelas i radions väderutsikter för sjödistrikt. För långsiktigare isläggningsprognoser krävs goda långtidsprognoser för vädret och vattentemperaturer från flera djupnivåer.

För att kunna bistå i samband med katastrofartade föroreningsutsläpp till havs har SMHI på försök organiserat en beredskap för utarbetandet av prognoser över spridning och utspädning av föroreningar under inverkan av bl. a. vind- och strömförhållanden. Sådana prognoser erfordras som underlag för beslut om lämpliga motåtgärder och har aktualiserats i samband med diskussioner av beredskapen mot oljeskador. Underlag för prognoser av detta slag bör vara väderprognoser samt kunskap om aktuella väder- och vattenförhållanden såsom vind, ström och vattentemperatur.

Vid sidan av den reguljära oceanografiska observationsverksamheten utför SMHI på uppdragsbasis recipientundersökningar i samband med industrilokalisering, planering av lokala och regionala avloppsvattenutsläpp samt undersökningar i samband med plane-

ring för farleder. Omfattande recipientundersökningar har bl. a. utförts vid Brofjorden, Stenungsund, Ringhals, Barsebäck, Karlshamn, Simpevarp, Marviken, Trosa, Landsort och Forsmark. SMHI bedriver för närvarande undersökningar inom ett 20-tal områden längs kusterna och i de stora sjöarna. Vissa av undersökningarna har varit mycket omfattande, t. ex. i Gävlebukten och Landsort-Trosa-området. Avsikten med undersökningarna är att kartlägga förhållandena i utnyttjade och tilltänkta recipienter så att effekterna av utsläpp av föroreningar från industrier och kommuner och värme från värmekraftverk kan bedömas och lämpligaste platser och utsläppssätt väljas. Vid undersökningarna, som oftast sträcker sig över flera år, mäts strömhastighet och strömriktning, temperatur, grumlighet, salthalt, syrehalt, svavelvätehalt m. fl. storheter. Vattenutbyte och blandningsförhållanden studeras med hjälp av spårämnesteknik. Undersökningarna utför SMHI som opartiskt sakkunnigorgan på uppdrag av bl. a. vattendomstolar, koncessionsnämnden för miljöskydd och naturvårdsverket. Att undersökningarna blivit så omfattande beror på de bristande kunskaperna om de fysikaliska och kemiska förhållandena i våra kustvatten. Recipientundersökningsverksamheten har i dag i jämförelse med övrig oceanografisk verksamhet i landet en mycket betydande omfattning.

SMHI samarbetar i flera avseenden med det finska havsforskningsinstitutet. Bl. a. pågår gemensamma studier av vattentransporterna mellan Bottenhavet och Bottenviken genom Kvarken, och utbyte av ADB-rutiner för stora oceanografiska dataserier sker.

De av SMHI insamlade observationerna publiceras i institutets årsböcker, och beträffande uppdragsverksamheten i rapporter till uppdragsgivarna.

Av intresse beträffande SMHI är också att institutet skaffat sig erfarenhet av automatiskt registrerande oceanografiska instrument. Tidigare har nämnts de sex automatiska telemetrerande väderstationerna i reguljär drift. SMHI äger även ett hundratal

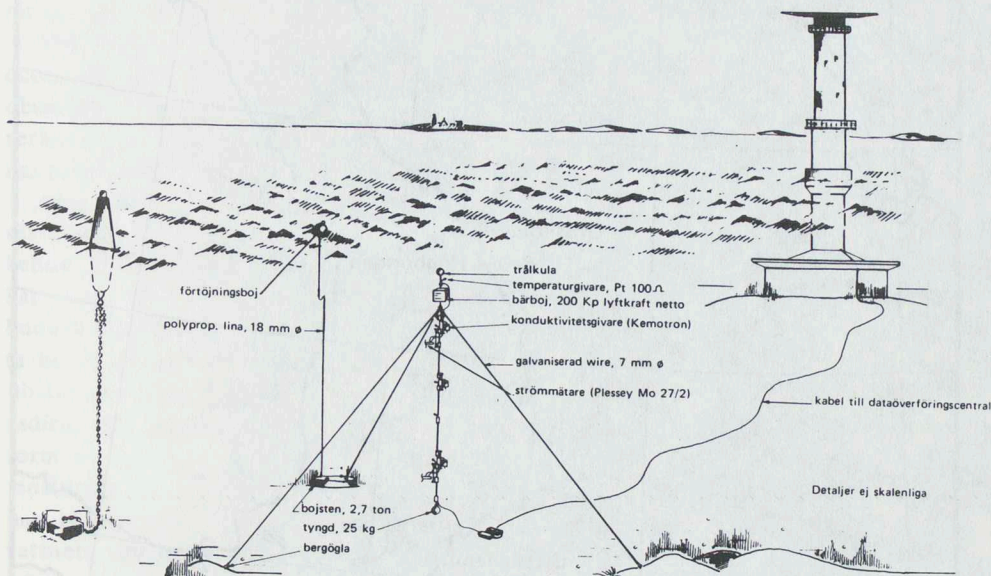
flyttbara automatiska strömmätare, samt ett tjugotal likaledes automatiska registrerande temperaturmätare. Dessutom bedriver institutet sedan några år vid fyren Trubaduren utanför Göteborg en försöksverksamhet med en telemetrerande automatisk oceanografisk observationsstation (se fig. 8:2). Mätningarna avser vattenstånd, vattentemperatur vid fem djupnivåer, salthalt vid tre djupnivåer, och strömhastighet vid två djupnivåer. Erfarenheterna har varit värdefulla även om de också i viss utsträckning till en början var negativa. Instrumenten har vid några tillfällen skadats genom påsegling och korrosion.

SMHI bedriver försöksverksamhet med ytterligare två automatiska stationer, vilka mäter vattnets temperatur, elektriska ledningsförmåga, syrehalt och pH. Verksamheten är delvis finansierad av naturvårdsverket.

SMHI förbereder ett eventuellt svenskt deltagande i ett internationellt projekt - Integrated Global Ocean Station System, IGOSS - vilket bl. a. innebär att oceanografiska och meteorologiska observationer görs till havs från fartyg och bojar och förmedlas via det internationella meteorologiska telekommunikationsnätet. Detta projekt drivs gemensamt av IOC och WMO. De svenska möjligheterna att delta i projektet ökar avsevärt när SMHI:s tidigare nämnda automatiska telekommunikationsväxel tas i drift 1972. (Se även kapitlet "Internationellt samarbete".)

För att förbättra den svenska oceanografiska observationstjänsten bedriver Fiskeristyrelsen och SMHI i samarbete med Tullverket en försöksverksamhet innebärande att oceanografiska observationer utförs av *kustbevakningens fartyg och personal*. Tullverket har för en försöksperiod om två år lovat utföra observationer på ett antal platser längs den svenska kusten. För närvarande är tio kustbevakningsstationer engagerade i dessa mätningar (se fig. 8.3). Från varje station går en båt till en observationspunkt nära stationeringshamnen en gång per vecka och till en observationspunkt i utsjövatten en gång i månaden. Några kuststationer "de-

## TRUBADUREN telemetrerande hydrografisk mätstation



Figur 8.2 SMHI:s automatiska försöksstation vid fyren Trubaduren utanför Göteborg. Vid stationen mäts vattenstånd, vattentemperatur, salthalt och strömhastighet.

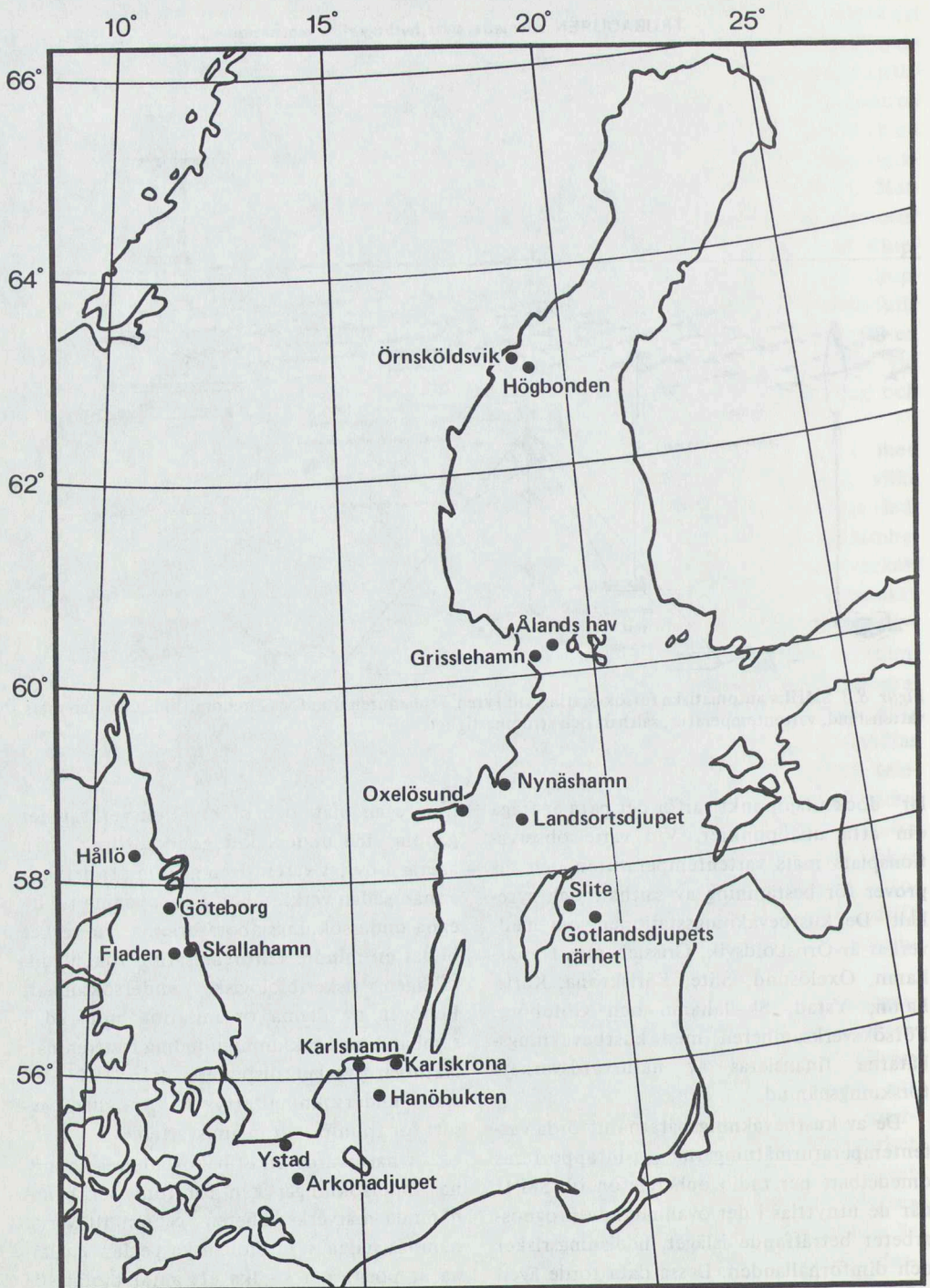
lar” dock utsjöpunkt varför det bara är fråga om åtta utsjöpunkter. Vid varje observationsplats mäts vattentemperaturen och tas prover för bestämning av salthalt och syrehalt. De kustbevakningsstationer som medverkar är Örnsköldsvik, Grisslehamn, Nynäshamn, Oxelösund, Slite, Karlskrona, Karlshamn, Ystad, Skallhamn och Göteborg. Försöksverksamheten med kustbevakningsbåtarna finansieras av naturvårdsverkets forskningsnämnd.

De av kustbevakningsbåtarna utförda vattentemperaturmätningarna inrapporteras omedelbart per radio och telefon till SMHI där de utnyttjas i det ovan nämnda prognosarbetet beträffande isläget, nedisningsrisker och dimförhållanden. Dessa data torde även vara aktuella för vidarebefordran via det internationella meteorologiska nätet i samband med ett eventuellt svenskt deltagande i IGOSS.

Naturvårdsverket bedriver i viss utsträck-

ning egen mät- och observationsverksamhet genom sina undersökningslaboratorier, men agerar i övrigt väsentligen genom att bekosta annan sådan verksamhet. I anknäring till de egna undersökningslaboratorierna har verket bildat en mindre fältorganisation för huvudsakligen fiskeribiologiska undersökningar. Behovet av denna organisation uppstod i samband med sakkunniguppdrag i vattenmål. Naturvårdsverket disponerar från 1971 det egna undersökningsfartyget ”Ancylus” avsett för framför allt inlandsvatten.

Av naturvårdsverket bestodade regelbundna undersökningar kan förutom den ovan nämnda mätverksamheten genom tullverket nämnas några s. k. biologiska peglar. Peglarna är positioner i vilka ett antal biologiska storheter mäts någon eller några gånger per år. Sådana peglar finns i närheten av Umeå (mätningarna utförs av Umeå universitet), Askö (Stockholms universitet), Hanöbukten (Lunds universitet) och vid Kristineberg på



Figur 8.3 Observationspunkter för de oceanografiska mätningar som utförs med kustbevakningens båtar.

västkusten (Kristinebergs zoologiska station). Ytterligare några biologiska peggarkostas av naturvårdsverket. Naturvårdsverket står också för en liten del av kostnaderna för havsfiskelaboratoriets regelbundna mätningar till havs.

Vid sidan om denna regelbundet bedrivna oceanografiska och marinbiologiska mät- och observationsverksamhet bekostas naturvårdsverket också forskning avseende havsområdenas ekologi och föroreningsproblematik.

*Marinens* oceanografiska mätningar utförs väsentligen med tanke på ubåtskrigföringens behov. Vid all strid där ubåtar är inblandade har man det största intresse av att känna ljudutbredningsförhållandena i vattnet. Detta beror på att övervattensfartyg lokaliserar ubåtar med hjälp av aktiva hydrofoner (sonar, asdic), som sänder ljud vilket reflekteras i form av eko, och ubåtar lokaliserar övervattensfartyg genom att inlyssna buller. Ljudets hastighet i vattnet påverkas framför allt av vattnets temperatur och salthalt, varför det främst är dessa storheter man är intresserad av. Dessutom är strömhastighet och strömriktning intressanta från navigatorisk synpunkt. I fredstid utför marinens en stor del av sina mätningar ombord på fiskeristyrelsens fartyg i samband med att dessa är engagerade i fiskeristyrelsens mätningar. Förutom de resultat som direkt kommer ur fiskeristyrelsens egen verksamhet utför marinens med förhyrda fartyg också täta mätserier avseende salthalt och temperatur; en observation varannan timme under kanske tio dagar och i samma punkt är t. ex. vanligt. Mätningarna görs på flera djupnivåer ända ned till botten och inkluderar strömriktning och strömshastighet.

Denna fredstida verksamhet är till stor del av forskningskaraktär. Bl. a. vill man undersöka väderlekens inverkan på de förhållanden i vattnet som bestämmer ljudutbredningen. Syftet är att man i krigstid med utgångspunkt i långsiktiga väderprognoser också skall kunna göra prognoser avseende ljudutbredningsförhållandena i större havsområden. Ett annat väsentligt problem är hur vattnets s. k. interna vågor inverkar på ljud-

utbredningen. Inom detta område avses studier påbörjas.

Försöksverksamhet med mätbojar som automatiskt registrerar temperatur, salthalt, strömriktning och strömshastighet på olika djupnivåer står också på marinens program. Försöksverksamheten syftar till ett mät-system för krigsbruk innebärande att ett antal bojar läggs ut i havsområdena relativt kusnära och telemetrerar data till mottagningscentraler. Man avser inte att låta bojarna ligga permanent ute under fredstid. Inom ramen för försöksverksamheten pågår under 1972 prov utanför Stockholms skärgård med en telemetrerande boj.

*Den militära vädertjänsten* har egna mätstationer för vattentemperaturen. Observationerna används bland annat för att bedöma överlevnadstiden för människor som hamnat i vattnet vid olyckor, samt för prognoser beträffande radarräckvidd.

*Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (IVL)* utför fysikaliska, kemiska och biologiska observationer i industrirecipienter för att utröna föroreningsutsläppens effekt.

*Privata konsultföretag* utför oceanografiska och hydrologiska undersökningar i kustområdena och i de stora sjöarna på uppdrag av bl. a. industrier och kommuner.

Förhållandevis stor omfattning har de observationer som i samband med recipientundersökningar utförs av *Stockholms gatukontor* samt *Göteborgs vatten- och avloppsverk*. I Stockholms och Göteborgs recipienter görs regelbundna observationer på fasta stationer av oceanografiska storheter i samband med recipientundersökningar. Göteborgs vatten- och avloppsverk beställde hösten 1971 en automatisk mätstation för placering i Göteborgs hamn. Stationen mäter grumlighet i vattnet, vattentemperatur, salthalt, pH, syrehalt och redoxpotential. I samband med planerandet och projekterandet av nya avloppsutsläpp får storstädernas undersökningar förhållandevis stor omfattning. Som exempel kan nämnas undersökningen utanför Göteborgs skärgård för den planerade Hönötunneln och undersökningen utanför Landsort avseende ett samlat avloppsutsläpp



från stockholmsregionen. Den sistnämnda av dessa undersökningar utfördes gemensamt av naturvårdsverket och SMHI. Data från undersökningar av denna typ sammanställs vanligen i rapporter till vattendomstolar och andra myndigheter.

*Statens skeppsprovvningsanstalt* har tidvis gjort vågobservationer på några platser längs svenska kusten.

*Universitetsinstitutioner* utför fysikaliska, kemiska och biologiska observationer och mätningar i havsområdena i anknytning till aktuella forskningsprojekt.

#### Brister i den nuvarande verksamheten

Bristerna i den nuvarande mät- och observationsverksamheten sammanhänger dels med att ett flertal viktiga typer av mätningar icke alls utförs eller utförs i ringa omfattning, dels med det sätt på vilket verksamheten är organiserad. För att närmare klargöra dessa förhållanden är det nödvändigt att redogöra för vilka behov av mätdata som finns och icke är tillgodosedda. Redan inledningsvis kan emellertid konstateras att bristen på vissa typer av mätdata till stor del sammanhänger med att fyr- och lotsplatser samt fyrskepp vid vilka mätningar tidigare utfördes har dragits in.

För all meteorologisk verksamhet är väderobservationerna oundgängliga, ty endast genom dessa kan meteorologen erhålla kännedom om atmosfärens tillstånd, om vädret och dess verkningar såväl vid ett enstaka tillfälle som i genomsnitt över längre tidsperioder. Antalet observationsstationer vid kusterna har under senare år minskat och kommer att minska ytterligare p. g. a. att fyrarna automatiseras och vissa lotsstationer dras in. Detta leder till stora svårigheter för vädertjänsten och försämrar möjligheterna att beskriva och följa variationerna i klimatet, dels till havs, dels i övergångszonen mellan havs- och inlandsklimat. I denna övergångszon där gradienten för de flesta element är störst behövs ett tätare observationsnät än över områden med mera homo-

gena förhållanden. Sedan 1960 har ett 25-tal väderstationer i kustområdet måst läggas ned och av dessa har 15 kunnat kompenseras med nya. Inom en snar framtid nedläggs ytterligare ca 10 stationer av vilka 2 har kunnat ersättas. Kravet på god meteorologisk observations- och prognostjänst i kust- och havsområdena ökar i takt med den mänskliga aktiviteten på och i havet — dvs. sjöfart, fiske, dykning, bygnadsverksamhet m. m. De indragna observationsstationerna bör därför snarast ersättas på ett sådant sätt att en förbättrad meteorologisk observations- och prognostjänst erhålles i kust- och havsområden.

Från *sjöfartens* sida finns ett starkt intresse för observationer och prognoser avseende oceanografiska förhållanden samt för utökade meteorologiska observationer och prognoser. I våra vatten torde den största ekonomiska betydelsen ligga i observationer och prognoser rörande isläggings-, nedisnings- och isdriftförhållanden. Framför allt gäller detta norrlandssjöfarten. Utöver väderprognoser och en utökning av den nuvarande isobservationstjänsten kräver detta regelbundna mätningar med hög frekvens av vattentemperatur och strömförhållanden. De långsiktigare isläggingsprognoserna kräver goda långtidsprognoser beträffande vädret samt vattentemperaturuppgifter även från större djup.

Mätningar av det slag det här är fråga om är svåra att utföra vintertid inom områden med drivis. På större djup kan man emellertid använda automatisk mätutrustning även under ett istäcke, och i övrigt bör mätningar kunna upprätthållas till omedelbart före isläggningen.

Även andra oceanografiska företeelser än isen är av intresse för sjöfarten. Med de allt större och snabbare och alltmer djupgående fartygen blir i stigande grad strömförhållanden, vattenstånd och vågförhållanden av betydelse. Framför allt gäller detta i vissa grunda och/eller trånga farleder som t. ex. Öresund, leden genom Stora Bält förbi Gedsers Rev, samt i inloppen till hamnar och i själva hamnbassängerna. Prognoser för dessa oceanografiska förhållanden, liksom till-

ståndsbeskrivningar, är av betydelse för val av fartygslastens storlek, val av färdväg och hamnar i de fall alternativ finns, men också av mera allmän betydelse för att minska haveririskerna för t. ex. tankfartyg. För att oceanografiska prognoser skall kunna tillhandahållas för sjöfarten krävs bl. a. oceanografiska observationer omfattande temperatur, ström, vågor och vattenstånd och en oceanografisk prognostjänst omfattande personal, dator m. m. för prognosframställningen. En utförligare redogörelse för sjöfartens behov av oceanografiska prognoser finns på s. 112.

Från försvarets synpunkt är en utökad oceanografisk observationsverksamhet också av intresse. Under fredstid vore detta en tillgång bl. a. för den hydroakustiska forskningen (se s. 147). Under krigstid är behovet av en omfattande mätverksamhet uppenbart. Det är därför av stor betydelse för försvaret att man någonstans inom landet under fredstid skaffar erfarenheter angående oceanografisk mätteknik.

*Anläggningsarbeten* i havsområdena är i hög grad betjänta av en utökad mät- och observationsverksamhet. Brobyggnad, kabelutläggning, resandet av oljeborrplattformar (under alla förhållanden torde prospekteringsborrning i Östersjön bli aktuell), byggandet av hamnanläggningar, oljeterminaler, fyrar, m. m., hör allt hit (se s. 113 f). Vid dessa arbeten är det ofta av stort värde att ha väderprognoser och oceanografiska prognoser, t. ex. avseende våg- och strömförhållanden, för de perioder i byggandet då vissa kritiska moment genomförs. Detsamma gäller svåra transporter till havs, som t. ex. bogseringar.

Det är emellertid inte bara vid anläggningsarbetenas utförande som kännedom om de oceanografiska förhållandena är väsentliga. För anläggningarnas dimensionering och konstruktion i övrigt är det av största vikt att känna de påfrestningar den färdiga anläggningen kan komma att utsättas för. Kännedom om extremvärden för vindar, vattenstånd, våghöjder, strömhastigheter, m. m. är därför väsentlig.

*Miljökontrollens och miljövårdens behov*

av mätdata är naturligt nog stort. Som tidigare nämnts har ett antal stora recipientundersökningar utförts i kustområdena under senare år. Sådana undersökningar kommer att utföras även i framtiden.

För att denna typ av intensivundersökningar – ett visst område undersöks ingående under en period av kanske något eller några år – skall ge tillfredsställande resultat är det nödvändigt att ha tillgång till referensdata. Man måste ha möjlighet att ställa intensivundersökningens resultat i relation till mätserier av vissa grundläggande storheter över långa tidsperioder. Utan sådana referensmöjligheter är det svårt att bedöma representativiteten hos en recipientundersökningens mätresultat.

Vissa sådana referensdata insamlades tidigare vid bl. a. fyrskeppen. Därifrån finns långa ovärderliga mätserier av vattnets temperatur och salthalt på olika djup och i vissa fall strömriktning och strömhastighet på ytan. Dessa variabler är av en i detta sammanhang grundläggande betydelse. Mätningarna utfördes med relativt hög frekvens. Mätserierna är nu avbrutna och icke ersatta med andra jämförbara mätningar.

Från denna synpunkt finns alltså behov av ett antal stationer för mätningar av strömhastighet och strömriktning, temperatur och salthalt i våra havsområden. Detta behov föreligger trots att vi från vissa områden – och i samband med recipientundersökningar – börjat få fram data som kan utnyttjas som referensvärden för undersökningar även i andra områden. Som exempel kan nämnas Marvikenområdet, där observationer påbörjades 1959 och där en automatisk mätstation för vattenstånd, vattentemperatur och vattnets grumlighet med vissa avbrott varit i drift sedan 1964. Mätserier av detta slag finns emellertid inte från ett tillräckligt antal platser, och icke heller från alla typer av platser som t. ex. det öppna havet. Kostnaderna för den nämnda Marvikenstationen har bestridits av Statens vattenfallsverk och SMHI.

Behovet av mätstationer har accentuerats i samband med utbyggnaden av större indu-

strianläggningar längs kusterna. De recipientundersökningar som utförs i samband med tillståndsbehandlingen enligt miljöskyddslagen behöver kunna refereras till långa mätserier från permanenta mätstationer, vilka beskriver vattenförhållandenas variationer över längre tidsperioder. Detta förutsätter att lämpliga referensstationer finns att tillgå. Motsvarande gäller sådana bedömanden av olika kustområden som skall göras i samband med fysisk riksplanering. Man kan inte tillfredsställande bedöma ett visst vattenområdes recipientegenskaper med utgångspunkt uteslutande i observationer under en kortare tidsperiod – hur omfattande och ingående dessa observationer än är.

Även i andra sammanhang än recipientundersökningar har miljövården intresse av grundläggande oceanografiska mätningar som inte utförs idag. Den framtida utvinningen av sand och grus från havsbotten kräver regelbundna mätningar av bl. a. strömförhållanden – både för planering av tänken och när utvinning pågår.

I händelse av miljöhotande olyckshändelser till havs – t. ex. tankfartyg som springer läck – är det av stor betydelse att omedelbart få överblick över rådande strömförhållanden. Endast härigenom kan man avgöra hur föroreningen sprids – vilket är nödvändigt för att kunna sätta in motåtgärder på rätt sätt. Regelbundna strömmätningar med hög mätfrekvens på permanenta stationer utförs inte idag. Det provisorium man måste nöja sig med är därför att beräkna sannolika strömriktningar med utgångspunkt i tillgängliga vindobservationer. Med hänsyn bl. a. till att transporterna av miljöfarligt material ökar (se s. 113) och att Östersjön är speciellt känslig för föroreningar är detta provisorium otillfredsställande. Om det visar sig finnas olja i Östersjön kan oljespill uppstå vid oljeborring. Även temperatur- och salthaltsmätningar är av värde i dessa sammanhang då densitetsförhållandena styr föroreningarnas uppträdande och blandningsprocessernas intensitet.

För en effektiv miljökontroll är det också nödvändigt med bättre kunskaper om främst

grundläggande fysikaliska processer men också om kemiska och biologiska processer i havsområdena. Bristen på kunskaper gör att man för närvarande ofta saknar förutsättningar att bedöma effekterna av olika miljövårdande åtgärder. Miljökontrollen är därför på ett avgörande sätt beroende av grundläggande oceanografisk forskning. Denna i sin tur och tillämpningen av dess resultat kan i många fall vara beroende av långa och täta meteorologiska och oceanografiska observationsserier.

Med hänsyn till *fisket* är en grundläggande oceanografisk observationsverksamhet avseende strömförhållanden, temperatur, salt- och syrehalt av stor betydelse; djurlivets utbredning är starkt beroende av den oceanografiska miljön. Allmänt gäller t. ex. att såväl mängden biomassa i havet som antalet arter minskar med minskande salthalt under i övrigt lika förhållanden. Överlevnadsbetingelserna för fiskägg, vilka naturligen starkt påverkar fiskpopulationernas storlek, är starkt beroende av de fysikaliska betingelserna i vattnet osv.

Även när det gäller fiske och biologisk miljökontroll är täta mätningar av intresse. Livet i havet påverkas ju inte bara av de under längre tider rådande genomsnittliga förhållandena, utan också i högsta grad av plötsliga och kortvariga förändringar i t. ex. temperatur eller salthalt.

*Universitetens och högskolornas oceanografiska forskning*, vare sig den har en fysikalisk, kemisk eller biologisk inriktning, har ett klart intresse av långa och täta tidsserier av grundläggande meteorologiska och oceanografiska data.

De organisatoriska brister i mät- och observationsverksamheten som tidigare nämnts sammanhänger till stor del med bristerna på vissa typer av mätdata vilka i viss utsträckning är orsakade av genomförda rationaliseringar inom fyr- och lotsverksamheten. Det kan nämnas att sjöfartsverket genom ersättning av de bemannade fyrstationerna med automatiska fyror gör icke oväsentliga inbesparningar.

De nämnda bristerna i mät- och observa-

tionsverksamheten har tvingat fram organisatoriska provisorier som t. ex. att naturvårdsverket bekostar en av kustbevakningen delvis skött mätverksamhet som i övrigt administreras av SMHI och fiskeristyrelsen.

### Förslag

Behovet av en utökad mät- och observationsverksamhet är mångfasetterat. Ofta har flera intressenter ett gemensamt behov av att någon viss mätverksamhet blir utförd. Detta talar för att samordnade lösningar eftersträvas vid utbyggnad av mätverksamheten. En rad olika observationsnät förekommer i de svenska kust- och havsområdena. I framtiden torde ytterligare observationsnät upprättas. Liknande förhållanden råder i de stora sjöarna. Det synes orationellt och oekonomiskt om de olika observationsnäten ej samordnas. Denna samordningssynpunkt accentueras också av att det ofta helt enkelt är omöjligt för någon viss enskild intressent att ensam bekosta en viss mätverksamhet. Samordningsbehovet gäller för inte bara datainsamlingen utan även lagringen av data.

En annan synpunkt av intresse vid planeringen av den framtida mät- och observationsverksamheten är att vissa mätningar och observationer lämpligen bedrivs och finansieras som uppdragsverksamhet, medan andra är av ett så allmänt samhällsintresse att de bör finansieras över statsbudgeten.

Den tidigare beskrivna försöksverksamheten med oceanografiska mätningar från kustbevakningens fartyg svarar mot flera intressenters behov. Miljövården och miljökontrollen, fisket, forskningen, försvaret och sjöfarten har alla mer eller mindre starkt intresse av denna verksamhet. Som tidigare framhållits är emellertid verksamheten för närvarande av försökskaraktär. Med hänsyn till de positiva erfarenheterna bör denna verksamhet permanentas. Då dess omfattning i jämförelse med andra tidigare indragna mätningar är ringa, bör den även byggas ut. Detta är möjligt genom att det finns kustbevakningsstationer som ännu ej engagerats i verksamheten. Utbyggnaden skulle sålunda i

första hand innebära att fler kustbevakningsstationer med sina fartyg medverkade, medan antalet mäturer för varje fartyg hölls oförändrat.

Permanentningen av verksamheten bör medföra att den samordnas av en myndighet. Skälet till detta är den förbättrade överskådlighet och de samordningsfördelar som därigenom skulle uppstå. I synnerhet är detta en tillgång när verksamheten byggs ut. Ett nytt finansieringssätt bör också skapas. Det är olämpligt att som för närvarande finansiera denna rutinbetonade verksamhet med naturvårdsverkets forskningspengar, vilka ju egentligen är avsedda för forskning. Exempelvis skulle verksamheten kunna finansieras över den samordnande myndighetens budget. Frågan om samordning och finansiering av verksamheten bör så snart som möjligt tas upp inom den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser.

*Havsresursutredningen föreslår att försöksverksamheten med oceanografiska mätningar, som utförs med kustbevakningens fartyg och personal, byggs ut och permanentas så långt det är möjligt med hänsyn till kustbevakningens resurser.*

Den nuvarande försöksverksamheten har krävt vissa inledande investeringar i instrument, m. m. på 165 000 kr. Därefter har driftanslaget varit 56 000 kr/år. Den här föreslagna permanentningen och utvidgningen av verksamheten beräknas kräva ytterligare investeringar i utrustning på ca 250 000 kr, samt dessutom ett tillskott för de årliga driftkostnaderna på ca 100 000 kr.

Genom permanentning av mätverksamheten med kustbevakningens båtar blir en del av behovet av långa, regelbundna mätserier tillgodosett. I flera sammanhang – framför allt för prognosändamål – har man emellertid behov av mätningar som utförs med avsevärt högre frekvens, kanske någon eller några gånger per dygn. En förutsättning för att sådana mätresultat skall kunna erhållas från mer avsides belägna platser och vid hårt väder är att mätningarna utförs automatiskt.

Ett system av automatiska stationer representerar en avsevärd investering. Det är därför av stor vikt att klarlägga vilka behov som finns av ett sådant system. Kostnaderna kan därefter fördelas med utgångspunkt i behovsbilden. Enligt havsresursutredningens uppfattning är sjöfarten för närvarande den klara huvudintressenten i detta slags system. Dessutom finns ett antal andra intressenter. Denna utredningens uppfattning tar sig uttryck i den nedan föreslagna kostnadsfördelningen. Sjöfarten bär enligt detta förslag mer än hälften av kostnaderna. Finansieringen kan exempelvis ske genom sjöfartsavgifterna (tidigare fyr- och båkavgifter).

Ett system med automatiska stationer kräver förberedande tekniskt utvecklingsarbete.

□ *Havsresursutredningen föreslår att den utvecklings- och försöksverksamhet med kombinerade automatiska meteorologiska och oceanografiska stationer som bedrivs vid SMHI, och som bl. a. tagit sig uttryck i försöksstationen vid Trubaduren, intensifieras. Denna fortsatta verksamhet bör bl. a. avse försök med en automatiskt registrerande boj.*

Kostnaden för den föreslagna utökade försöksverksamheten med automatiska stationer beräknas enligt följande. Under några år krävs investeringar i utrustning, framför allt kostnaderna för en automatisk boj. Sammanlagt kan dessa investeringar komma att uppgå till ca 1 milj. kr. Dessutom tillkommer löpande utgifter för försöksverksamheten på ca 300 000 kr/år. Dessa pengar är väsentligen lönekostnader m. m. för de tekniker som engageras i projektet. Försöksverksamheten i de här föreslagna formerna kan behöva pågå 5 à 10 år. En exakt siffra är svår att ange eftersom försöksverksamheten efter hand övergår i arbetet på det fullt utbyggda stationssystemet.

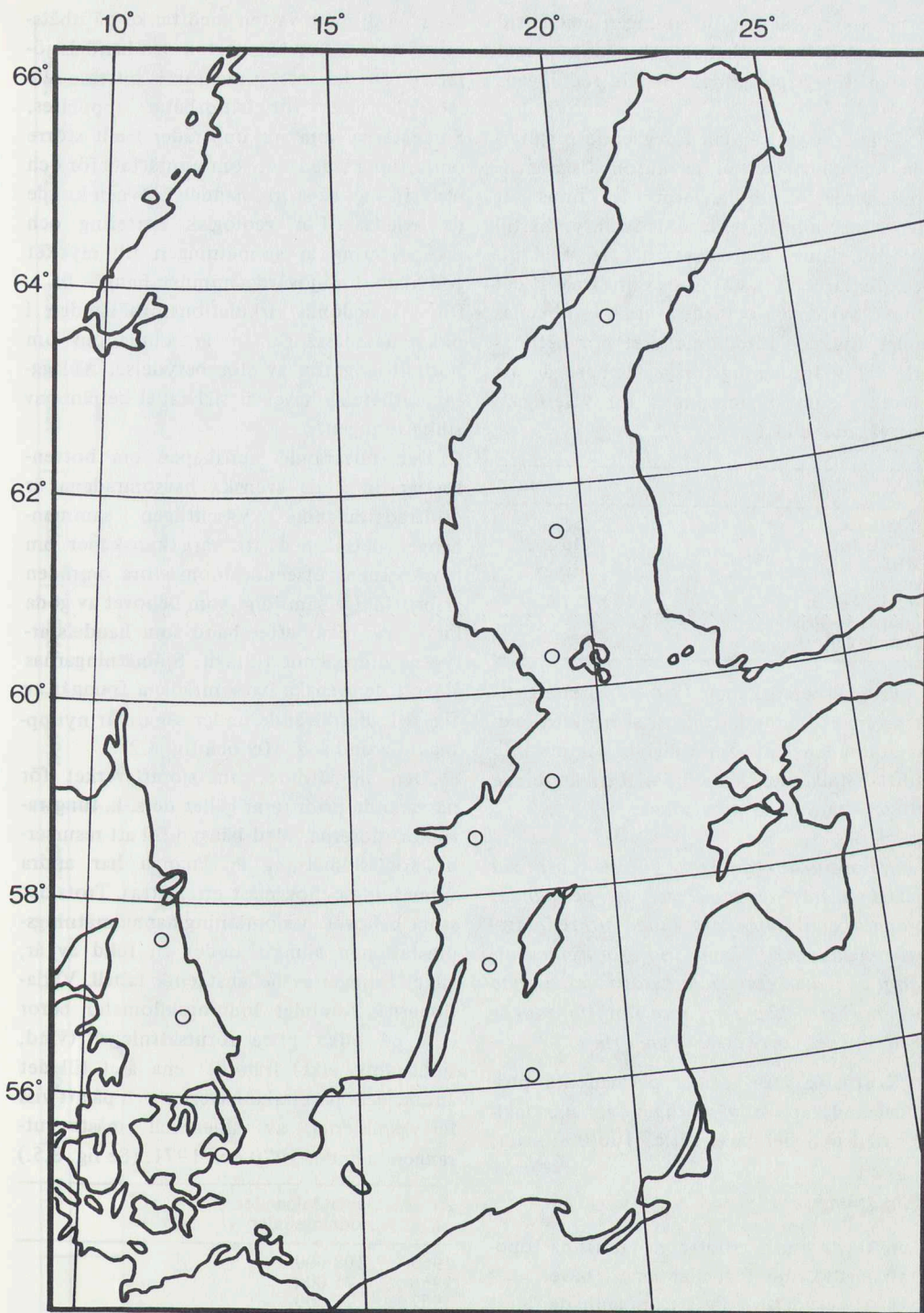
Verksamheten med automatiska instrument vid SMHI bör alltså kunna lägga grunden för ett framtida system med automatiskt registrerande stationer i våra kust-

och havsområden. Systemet kan komma att omfatta ett tiotal mätstationer (se fig. 8.4). Planeringen av stationsnätet bör så långt som möjligt ske i samarbete med övriga strandstater kring de Sverige omgivande haven. De oceanografiska storheterna bör mätas på flera djup och med en frekvens som tillgodoser de krav som ställs med hänsyn till materialets utnyttjande för prognosändamål. Ansvaret för mätstationernas drift läggs naturligen på SMHI.

Stationerna telemetrerar data direkt in till land och förbinds med telenätet så att data via SMHI:s telekommunikationscentral kan överföras till institutets dator. I möjligaste mån bör stationerna byggas i anslutning till kassunfyrar och mareografstationer. Alla stationer kan emellertid inte byggas på detta sätt eftersom det är angeläget att få vissa stationer placerade i områden med stort vattendjup, medan kassunfyrar står på grunt vatten. Därför krävs även bojar. Om möjligt bör några mätstationer placeras så att en fortsättning på redan existerande mätserier från fyrskeppen erhålles. Stationerna bör vara sådana att man efter hand kan bygga på givare för fler storheter, t. ex. vattnets grumlighet, pH osv., allt eftersom mättekniken utvecklas och behoven uppstår. Snarast möjligt bör t. ex. det nuvarande behovet av vågobservationer beaktas. Givare för meteorologiska storheter skall där så är lämpligt monteras på stationerna.

Med hänsyn till erforderligt utrednings- och utvecklingsarbete kan ett färdigt system med automatiska stationer inte vara i bruk förrän om kanske tio år. De totala investeringskostnaderna för systemet kan beräknas till 5–10 milj. kr i 1972 års penningvärde, och den årliga driftkostnaden (personal-, underhålls-, ersättnings-, bearbetnings- och publiceringskostnader) till ca 1,5 milj. kr.

Havsresursutredningen har övervägt frågan rörande lagring av meteorologiska och oceanografiska data insamlade i svenska kust- och havsområden. Eftersom miljökontrollutredningen för närvarande utreder möjligheterna till samordnad lagring av data



Figur 8.4 Möjlig placering av de kombinerade automatiska oceanografiska och meteorologiska stationer som havsresursutredningen föreslår.

av miljökaraktär har utredningen emellertid inte ansett det påkallat att genom några förslag föregripa miljökontrollutredningens resultat.

Som framgått av det föregående är sjöfarten huvudintressent i de automatiska mätstationerna, samtidigt som det finns ett flertal andra intressenter. Med hänsyn härtill föreslås denna mätverksamhet — såväl utvecklingsarbetet som investeringarna i det totala systemet och dess drift — betalas enligt följande fördelning. Det bör betonas att detta fördelningsförslag enbart är att betrakta som utgångspunkt för ytterligare översväganden i frågan.

	Procent
sjöfarten	55
miljövärdet	15
SMHI	15
marinen	7,5
fiskeristyrelsen	7,5
universitets- och högskoleforskningen	5

Prognosberedskapen vid föroreningsutsläpp innebärande katastrofrisker i kust- och havsområdena är som tidigare nämnts inte tillfredsställande. Den vid SMHI organiserade prognostjänsten är provisorisk.

□ *Havsresursutredningen föreslår att vid SMHI snarast organiseras en permanent prognosberedskap, avseende utbrednings- och blandningsförlopp vid föroreningsutsläpp som kan framkalla katastrofer. Denna prognosberedskap skall vara funktionsduglig med mycket kort varsel dygnet runt.*

Kostnaden för denna permanenta prognosberedskap är väsentligen en personalkostnad och beräknas till ca 100 000 kr/år.

### Sjömätning

Kunskaper om havsbottens allmänna topografi — dvs. djupförhållandena i havet — är av stor betydelse i flera sammanhang. Mest uppenbart är kanske handelsjöfartens behov av en tillförlitlig och detaljerad sjökartering. (Se s. 109.) Försvaret har intresse av speciell sjömätning bl. a. i skärgårdsområdena och

även på djupare vatten med tanke på ubåtskrigföringen. För båtsporten och handelssjöfarten är det ett gemensamt intresse att speciella leder för fritidsbåtar uppmättes. Småbåtarna som nu uppträder i allt större omfattning i de leder som upprättats för och utnyttjas av de större handelsfartygen kunde då avledas. För geologisk kartering och prospektering är sjömätningen till mycket god hjälp. I miljövärdssammanhang — bl. a. för att bedöma cirkulationsförhållanden i olika havsbassänger — är kännedom om bottenpografien av stor betydelse. Anläggningsarbeten i havet är självfallet betjänta av sjökarteringen.

Den nuvarande kunskapen om bottenpografien i de svenska havsområdena är otillfredsställande. Väsentligen sammanhänger detta med att våra kunskaper om havsbottens utseende inom stora områden är bristfälliga samtidigt som behovet av goda kunskaper ökar efter hand som handelsfartygens djupgående tilltagit. Sjömätningarnas ålder i de svenska havsområdena framgår av fig. 6.1. Beträffande under senare år nyupptäckta grund se s. 109 och fig. 6.2.

Den sjömätning som sjöfartsverket för närvarande prioriterar gäller de s. k. tungtrafikkorridorerna. Med hänsyn till att resurserna för sjömätning är knappa har andra sjömättningsbehov måst eftersättas. Trots det stora behovet av sjömätning har sjömätning prestationen sjunkit under en följd av år, vilket framgår av nedanstående tabell. Variationerna i antalet lodningskilometer beror dels på olika yttre förutsättningar (vind, sjöhävning, sikt) från det ena året till det andra, dels på maskinhaverier och på att viss fartygsmateriel av åldersskäl måste ut rangerats under 1970 och 1971. (Se fig. 8.5.)

År	antal kilometer lodningslinjer
1965	108 000
1966	75 000
1967	77 000
1968	140 000 <sup>a</sup>
1969	131 000 <sup>a</sup>
1970	80 000
1971	63 000

<sup>a</sup> Mycket gynnsamma väderleksförhållanden

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Anders Bure byggd 1969											
Johan Månsson byggd 1966											
Ran byggd 1946											
Gustaf af Klint byggd 1941											
Anden byggd 1940											
Måsen byggd 1940											
Tärnan byggd 1940											
Viggen byggd 1940											
Ledaren byggd 1926											
Johan Nordenankar byggd 1924											
Petter Gedda byggd 1924											
Eidern byggd 1924											
Nils Strömcrone byggd 1884											
Lageren byggd 1884											

1 Provisoriskt upprustat.

Figur 8.5 Under perioden 1965–1975 för sjömätning disponibla fartyg om inga nyanskaffningar sker.



Vid sidan om det behov av sjömätning som dikteras av sjöfartens intressen vill havsresursutredningen framför allt framhålla följande behov.

Vid *geologisk kartering* av havsbotten, som ju föreslagits i kapitel 5, är en detaljerad sjömätning till mycket stor hjälp. Visserligen får ett geologiskt karteringsfartyg som mäter de lösa avlagringarna automatiskt också en profil av bottenytan, men dessa profiler är mycket glesare (2,7 km) än de som sjömätningen ger över stora områden (25 eller 50 meter). Genom att bearbeta de rådata i form av ekoloddiagram som sjömätningen ger, får man en mycket detaljerad bild av bottenpografin. På sjöfartsverkets sjökarteavdelning har utvecklats ett system för dator-bearbetning av sjömätningens rådata. Bearbetningen resulterar i ett radskrivartryckt djupkartemanuskript som manuellt överarbetas till en definitiv djupkarta. Sådana djupkartor gör det möjligt att effektivare än annars tolka den information som den geologiska seismiska karteringen ger. Kartor över bottenpografin gör det t. ex. möjligt att följa utbredningen av rullstensåsar på havsbotten. Vid SGU:s undersökningar av de lösa avlagringarna i Öresund — för att ta ett exempel — fick man ett väsentligt klarare grepp om geologin när de geologiska undersökningsresultaten kompletterades med sjöfartsverkets storskaliga sjömätningmaterial över området.

Även vid urbergskarteringen är den bottenpografiska kartan av största betydelse. Geologisk kartering av urbergsområden utförs bl. a. med magnetometer- och gravimetermätningar. Mycket står att vinna om dessa mätningar kan kompletteras med en detaljerad bottenpografisk bild, ur vilken berggrundsstrukturer och sprickteknik kan utläsas som ett viktigt stöd för den geologiska kartbild.

*Fritidsbåtarnas* behov av speciella leder — både från båtsportens och från handelssjöfartens synpunkt — har redan betonats.

Även från *miljökontrollsynpunkt* och från *allmän oceanografisk forskningssynpunkt* är det av vikt att ha en klar bild av bottenpografin. Detta sammanhänger med

att kunskap om bottenpografin är väsentlig för förståelsen av vattnets strömförhållanden. Det finns sannolikt trösklar av olika slag på botten inom våra kust- och havsområden som påverkar de lokala strömförhållandena och som vi för närvarande inte känner till. Med hänsyn till bl. a. de recipientundersökningar som utförs i kustområdena motiverar detta ökade sjömätningssatser. Ett exempel som är illustrerande även om det inte gäller kustområdena kan hämtas från naturvårdsverket vänerundersökningar. När verket under 1972 satte in sitt nyanskaffade forskningsfartyg *Ancylus* i undersökningar som gällde Vänerens recipientegenskaper var man tvungen att först använda fartyget för omfattande sjömätningar. Anledningen var bl. a. att Vänerens bottenpografi var så dåligt känd att man utan sjömätningen inte kunde få ett grepp om vattencirkulationsförhållandena.

□ *Havsresursutredningen föreslår att resurserna för sjömätning förstärks, så att även andra angelägna sjömätningsbehov än handelssjöfartens kan tillgodoses.*

Sammanfattningsvis innebär utredningens förslag om sjömätning i kapitel 6 och i kapitel 8 att en yttäckande sjömätning inom det svenska kontinentalsockelområdet skall utföras. Detta motiveras dels med handelssjöfartens behov och dels med andra angelägna sjömätningsbehov. Dessutom föreslås att sjömätning speciellt för fritidsbåtarna utförs.

För dessa förslags genomförande räknar utredningen med följande kostnader. För 4 milj. kr kan ett lämpligt sjömätningsskiffert med 4 mätningsskiffertbåtar anskaffas. Driftkostnaderna för den yttäckande mätningen blir 1,5 milj. kr per år och för mätningen för fritidsbåtarna 0,5 milj. kr per år. Om investeringskostnaderna fördelas över 10 år skulle alltså detta grovt räknat innebära årskostnader på 2,4 milj. kr. Kostnaderna för den nuvarande sjömätningens verksamhet är 10 milj. kr per år.

Det föreslagna sjömätningsskiffertet med de fyra parallellodande båtarna skulle kunna

genomföra den önskvärda yttäckande mätningen på ca 15 år om avståndet mellan lodlinjerna är 250–300 m.

I samband med sjömätningen finns också anledning att ifrågasätta den nu gällande principen att sjöfarten genom avgifter betalar den totala sjömätningens kostnader, exklusive den sjömätning som utförs för försvarets räkning. Möjligen kunde en del av kostnaderna för sjömätningen betalas med skattemedel, eller med avgifter som debiteras andra sjömätningsintressenter än sjöfarten.

### *Övervakning, räddning och bärgning*

Våra havsområden, skärgårdar och större inlandsfarvatten står under kontinuerlig övervakning. Denna bedrivs främst genom tullverket, sjöfartsverket, marinen, sjöpolisen och flygvapnet. Tullverkets övervakning avser gräns- och skyddsområdeskränkningar, kontroll av införsel av varor till landet, kontroll av fiske (i samverkan med fiskeristyrelsens uppsyningsmän), bekämpning av löskommen olja, bevakning av fornminnen, m. m. Marinen har under fredstid beredskapsuppgifter för att bl. a. kunna avslöja överraskande stridshandlingar. Utan att vara ålagda bestämda övervakningsuppgifter har också personal inom den civila och militära sjöfarten och luftfarten skyldighet att inrapportera till sjöss gjorda iakttagelser av intresse för samhället. Ett problem är att den permanenta optiska övervakningen av havsområdena försämrats kraftigt under senare år i takt med att lotsplatser, bemannade fyrar och fyrskepp dragits in.

Räddningsverksamheten till sjöss bedrivs i form av sjöräddning, ubåtsräddning och flygräddning. Sjärräddningen bedrivs genom samverkan mellan sjöfartsverket, tullverket, luftfartsverket, rikspolisstyrelsen, chefen för marinen, chefen för flygvapnet och sjöräddningssällskapet (Svenska Sällskapet för Räddning af Skeppsbrutne). Vidare deltar enligt bestämmelserna i det internationella sjövägsreglementet alla fartyg i det aktuella området – oberoende av fartygens nationali-

tet. Civila flygplan utnyttjas efter framställning hos luftfartsverket. Sjöfartsverket, som skall samordna sjöräddningsarbetet, förfogar över personal, sjöräddningsbåtar och landbaserade raketutrustningar.

Av speciellt intresse är dykerioluckyfallen. Om en dykare drabbas av tryckfallssjuka (dykarsjuka) eller embolier efter t. ex. en lungsprängning är snabb transport för vård i rekompresionskammare enda räddningsmöjligheten. Endast ett fåtal civila institutioner (lasaretten i Lund och Boden samt Karolinska institutet) förfogar över i detta sammanhang erforderliga resurser. Marinen och försvarets fabriksverk har emellertid sådana resurser på ungefär 10 platser.

Att sjöräddningen berör alla former av verksamhet i havsområdena är uppenbart. 1970 tillsattes av chefen för kommunikationsdepartementet en utredning för översyn av sjöräddningens organisation.

Bärgning av föremål till sjöss kan gälla allt från stora sjunkna skeppsvrak och demolerade byggkonstruktioner till små men värdefulla föremål. Syftet kan vara att röja undan föremål som utgör hinder för sjöfart, eller att ta upp saker för deras värdes skull. De svenska resurserna för bärgning är fördelade på statliga militära och civila myndigheter samt privata bolag.

Marinens bärgningsresurser är främst avsedda för det egna fredstida bärgningsbehovet. För bärgning av större föremål måste emellertid hjälp anlitas från civila företag som specialiserat sig på sådant arbete. Militär assistans för civil bärgning kan därför inte normalt lämnas.

Tullverkets båtar är inte lämpade för bärgningsuppgifter. De kan emellertid utnyttjas som plattform för dykare. Kustbevakningen får årligen ca 10 bärgningsdykare utbildade av marinen. De är användbara för all sorts bärgning av smärre föremål i kustnära vatten eller i skärgård.

Hamnmyndigheterna i de större hamnarna, som har problem med blockerande föremål i farleder och hamnbassänger, har egen bärgningsutrustning.

En väsentlig verksamhet hos de privata

bärgningsbolagen är bärgning av värdefullt gods i form av drivande haverister på öppna havet samt grundstötta eller sjunkna fartyg. De har i vissa fall mycket stora resurser och utför bärgningar inklusive allt förberedande arbete (områdesbevakning, dykeri m. m.).

Någon organiserad samverkan mellan olika myndigheter och företag vad gäller bärgning till sjöss finns inte i Sverige.

De tillämpade program som havsresursutredningen föreslagit tidigare i betänkandet innebär i jämförelse med t. ex. sjöfarten och försvarets verksamhet ett relativt litet tillskott av personal och utrustning i våra havsområden. Havsresursutredningen ser därför ingen anledning att nu lägga fram förslag avseende övervakning, räddning och bärgning. Rent allmänt vill emellertid utredningen betona vikten av att övervaknings-, räddnings- och bärgningsorganisation successivt anpassas efter den totala omfattningen av alla verksamheter i havsområdena.

### Inledning

I tidigare kapitel har förslag framlagts om åtgärder för att bättre utnyttja havens resurser. Alla dessa förslag har varit direkt inriktade på någon eller några former av havsutnyttjande.

Havsutnyttjande kräver emellertid också – i all synnerhet som det är nödvändigt att anlägga ett långsiktigt perspektiv – grundläggande kunskaper om havsområdenas natur i fysikaliskt, kemiskt och biologiskt avseende. Utan sådana kunskaper är risken för överexploatering i olika avseenden påtaglig. Vidare finns risken att man ej till fullo utnyttjar vad som skulle kunna utnyttjas. Våra nuvarande kunskaper om havsområdena är emellertid ofullständiga. Endast genom forskning kan dessa kunskaper förbättras.

Hur mycket forskning vi behöver, och vilken inriktning den skall ha, är självfallet svårt att ange. En utgångspunkt för bedömningen måste emellertid vara forskningens nuvarande situation.

I ett sammanhang som detta är det lämpligt att vid sidan om *forskning* också tala om *utveckling*. Forskning är då framtagande av ny kunskap, medan utveckling innebär att befintlig kunskap utnyttjas för att uppnå bestämda syften. Det kan vara frågan om utveckling av metoder, av apparatur, av teknik osv. I det följande talar vi

förutom om forskning och utveckling också om *dokumentation*. Detta senare begrepp används som en sammanfattande beteckning på rutinbetonade undersökningar, datainsamling, sammanställande av observationsmaterial osv.

Som en sammanfattande beteckning på forskning, utveckling och dokumentation avseende haven används i detta kapitel ordet *havsutforskning*.

I detta kapitel beskrivs översiktligt landets nuvarande resurser för havsutforskning. Därefter framläggs förslag om i vissa avseenden förstärkta insatser.

### *Forskning, utveckling och dokumentation inom den offentliga sektorn*

#### Nuvarande resurser och verksamhet

I detta avsnitt beskrivs först *svensk havsutforsknings omfattning och inriktning*. Redogörelsen är baserad på en enkätundersökning som havsresursutredningen utförde 1968/69. Därefter följer en redogörelse för den *svenska havsutforskningens organisation och struktur*. Den följande inventeringen av förekommande *utrustning* tar upp större utrustningsenheter, speciellt forskningsfartyg, samt fältstationer. Slutligen beskrivs den svenska havsutforskningen med utgångspunkt i *ämnesområden och institutioner*.

Den nämnda enkätundersökningen rikta- de sig till myndigheter, institutioner, o. d. Enkätsvaren bearbetades under våren 1969 och redovisades den 22 maj 1969 under titeln "Data om svensk havsforskning". Då redovisades även en industrienkät vilken beskrivs i avsnittet 9.4. De uppgifter som lämnas i det följande är väsentligen baserade på de inkomna enkätsvaren. Även om flertalet sifferuppgifter sålunda är ett par år gamla, torde de i huvudsak gälla också dagens förhållanden.

Institutionsenkäten avsåg *all forsknings-, utvecklings- och dokumentationsverksamhet, som bedömdes vara av direkt intresse för utforskandet eller utnyttjandet av havsområdena eller deras naturresurser*. Undersökningen innefattade statliga myndigheter och verk, forskningsadministrerande och forskningsrådgivande medelsfördelande organ, undersökningsanstalter, helt eller delvis statliga forskningsinstitutioner, osv. Såväl civil som militär verksamhet innefattades. De av enkäten berörda organen kallas i fortsättningen

med en gemensam beteckning för institutioner.

*Den svenska havsutforskningens omfattning och inriktning.* I enkätundersökningen tillfrågades sammanlagt 175 institutioner om huruvida de bedrev någon verksamhet med anknytning till havsresurser. Denna verksamhet kunde vara av forsknings-, utvecklings- eller dokumentationskaraktär. En fråga avsåg pågående eller nyss avslutade projekt inom det avsedda området. Sammanlagt fanns vid de tillfrågade institutionerna 281 sådana projekt. Dessutom redovisades 93 planerade projekt.

En fördelning av de 281 projekten på skilda ämnesområden ger det resultat som vänstra kolumnen i tabell 9.1 visar.

Projektfördelningen är emellertid av begränsat intresse eftersom projektens storlek är synnerligen varierande. Ofta är kostnadsfördelningen intressantare. Lönekostnaderna per år för varje ämnesområde redovisas i mellersta kolumnen i tabell 9.1. Den högra

Tabell 9.1

	Antal projekt	Lönekostn/år 1 000-tal kr	Lönekostn/år procentuell fördelning
Fysisk oceanografi och hydrofysik	35	2 561,00	15
Kemisk oceanografi och hydrokemi	24	1 631,60	10
Marin biologi och fiskeribiologi	96	3 075,20	19
Marin geologi och geofysik	60	2 039,10	12
Sjömätning och positionsbestämningsteknik <sup>a</sup>	3	198,40	1
Marin kommunikations- (sambands)teknik	8	26,10	< 1
Marin transport- och förflyttningsteknik	11	5 429,10	33
Marin anläggnings- och installationstekn.	9	365,00	1
Marint tillämpad databehandlingsteknik	5	44,60	< 1
Juridik och ekonomi avseende havsområdena	4	0,00	< 1
Övrigt (huvudsakligen navalmedicin)	26	1 134,20	7
Summa	281	16 474,30	100

<sup>a</sup> Sjöfartsverkets reguljära sjökartläggning, som budgetåret 1969/70 omfattade ca 85 årsverken, exklusive värnpliktig fartygspersonal, och som drog en lönekostnad av drygt 9 milj. kr har icke inräknats.

Tabell 9.2 Uppgifter om svensk havsforskning. Vid en internationell jämförelse torde siffrorna i kolumnen "institutioner med havsforskning som huvudsaklig inriktning" ge den mest rättvisande bilden.

	Samtliga tillfrågade institutioner	Institutioner med havsforskning som huvudsaklig inriktning
Lönekostnader, milj. kr	16,5	4,2
Årsverken, antal	330	84
Sammanlagda värdet av dyrbarare utrustningsenheter, milj. kr	44	18
Årliga utgifter för materialförbrukning och ersättningsanskaffning av utrustning, milj. kr	2,5	1,3

kolumnen anger lönekostnadernas procentuella fördelning. Lönekostnaderna avser all personal som på ett eller annat sätt medverkar vid de olika projektens genomförande.

Den mellersta kolumnen kan alltså sägas ge ett mått på svensk havsforsknings totala omfattning. Avrundad blir lönesumman 16,5 milj. kr. Om genomsnittslönen antas vara 50 000 kr så innebär detta att 330 årsverken uträttas inom området.

Vissa skäl talar emellertid för att dessa siffror är alltför höga. Ett försök att få fram mer rättvisande siffror har gjorts på följande sätt. Av alla de redovisade 281 projekten har de plockats ut som bedrivits vid naturvetenskapliga institutioner med enbart eller huvudsakligen marin inriktning. Dessa institutioner bedömdes vara följande

- Fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium
- SMHI:s oceanografiska avdelning
- Oceanografiska institutionen vid Göteborgs universitet
- Marinbotaniska avdelningen vid Göteborgs universitet
- Maringeologiska laboriet i Göteborg
- Askölaboriet vid Stockholms universitet
- Maringeologiska avdelningen vid Stockholms universitets geologiska institution
- Kristinebergs zoologiska station

Vid dessa institutioner uppgick de under de redovisade projekten fallande lönekost-

naderna till 4,2 milj. kr. Med samma beräkningsgrund som tidigare svarar detta mot 84 årsverken.

Vid en internationell jämförelse torde de siffror som hänför sig till denna begränsade uppsättning havsforskande institutioner ge en mera rättvisande bild av den svenska havsforskningens omfattning.

Det sammanlagda värdet av dyrbarare utrustningsenheter med en kostnad av minst 10 000 kr/styck var för samtliga tillfrågade institutioner 44 milj. kr. För institutionerna med enbart eller huvudsakligen marin inriktning var motsvarande siffra 18 milj. kr. En utförligare beskrivning av utrustningen följer nedan.

För samtliga institutioner uppgick kostnaderna för materialförbrukning och ersättningsanskaffning av utrustning till 2,5 milj. kr och för de huvudsakligen havsforskande institutionerna till 1,3 milj. kr.

De hittills presenterade siffrorna sammanfattas i tabell 9.2.

Den svenska havsutforskningens ämnesmässiga inriktning framgår av tabell 9.1. Av intresse är också att veta hur den fördelar sig på forskning, utveckling och dokumentation. Detta är svårare att ge en bild av, bl. a. därför att de olika verksamheterna är svåra att klart avgränsa från varandra. En mycket grov bild är dock möjlig att ge.

Lönekostnaderna inom de två första ämnesområdena av tabell 9.1, dvs. "fysisk oceanografi och hydrofysik" samt "kemisk

oceanografi och hydrokemi" uppgår till sammanlagt drygt 4 milj. kr. Dessa pengar används till mycket stor del till oceanografiska mätningar för miljövårds- och planeringsändamål. Endast 5–10 procent av lönekostnaderna går till ren forskningsverksamhet.

Verksamheterna inom de två följande ämnesområdena, dvs. "marin biologi och fiskeribiologi" samt "marin geologi och geofysik" är däremot till dominerande delen av forskningskaraktär. Lönekostnaderna inom dessa områden uppgår sammanlagt till drygt 5 milj. kr.

De förhållandevis stora lönekostnaderna inom området "marin transport- och förflyttningsteknik" beror på den stora omfattningen av verksamheten vid de tre institutionerna statens skeppsprovvningsanstalt, marinmaterieförvaltningen och skeppsbyggnadstekniska sektionen (numera sektionen för maskin- och skeppsteknik) vid Chalmers tekniska högskola. Denna verksamhet som alltså tar mer än 5 milj. kr i lönekostnader representerar till mycket stor del tekniskt utvecklingsarbete. Detsamma gäller en stor del av den dryga miljon kronor som finns under rubriken "övrigt". Här är det fråga om dykeriteknisk utveckling.

Av de ifrågavarande 16,5 milj. kr i lönekostnader går grovt räknat ungefär en tredjedel till forskning, ungefär en tredjedel till utveckling och ungefär en tredjedel till dokumentation. Forskningen har sin tyngdpunkt inom det biologiska området. Utvecklingsarbetet har sin tyngdpunkt i skeppsbyggnad och dykeri. Dokumentationen, dvs. den mera rutinmässiga undersökningsverksamheten har sin tyngdpunkt i oceanografiska mätningar för naturvårds- och planeringsändamål.

Ett visst ljus över den berörda fördelningsfrågan kastar också tabell 9.3 som anger varifrån havsutforskningens löne-medel kommer. Ytterligare uppgifter om penningfördelningen finns bl. a. under rubriken "Svensk havsutforsknings organisation och struktur".

För att komma fram till en uppskattning av totalkostnaden för nuvarande svensk

Tabell 9.3 Källor för havsutforskningens löne-medel.

	1 000-tal kr	Procent
Institutionernas ordinarie budget	11 078,90	66
Statliga forskningsråd, fonder, stipendier	3 711,50	22
Annan finansiering	2 112,20	12
Summa	16 902,60	100

havsutforskning inom den offentliga sektorn har utredningen förfarit på följande sätt. 1968/69 var lönekostnaderna för nämnda havsutforskning 16,5 milj. kr och kostnaderna för materialförbrukning och ersättningsanskaffning 2,5 milj. kr. Om vi lägger ihop dessa siffror och dessutom tar hänsyn till inflationen finner vi att motsvarande aktuella utgifter för havsutforskning sannolikt är ca 22 milj. kr. I denna siffra är emellertid inte sjömätningens kostnader inräknade. Summan av nuvarande årliga driftkostnader och kapitalkostnader för sjömätningen är 10 milj. kr. Totalt skulle alltså den nuvarande havsutforskningen inom den offentliga sektorn kosta ca 32 milj. kr per år.

*Svensk havsutforsknings organisation och struktur.* Den svenska havsutforskningens organisatoriska struktur är splittrad och svåröverskådlig. Som framgår av tabell 9.4 påverkas utforskandet och utnyttjandet av havsområdena av ställningstaganden inom flera statsdepartement. Några särskilda former för samordning mellan departementen av ärenden rörande havsområdena och deras naturresurser finns inte.

Förutom de i tabell 9.4 nämnda statliga och statsstödda organen tar också vissa länsstyrelser och kommunala institutioner i olika sammanhang befattning med undersökningar av havsområdena. På länsplanet sköter exempelvis länsstyrelsernas naturvårdssektioner och länsarkitektorganisationen frågor om utnyttjandet av kustområdena. På det kommunala planet är olika organ engagerade, i Göteborg och Malmö exempelvis

Tabell 9.4 Departementstillhörighet för institutioner av intresse för havsforskning.

Departement	Institution	Verksamhet
Statsrådsberedningen	Forskningsberedningen	Forskningspolitisk vägledning
Justitiedepartementet	Vattenöverdomstolen	Behandling av överklaganden av utslag i landets sex vattendomstolar
Utrikesdepartementet	SIDA	Utvecklingshjälp bl. a. betr. fiske
	SIPRI	Utredningsarbete betr. havet som rustningsbas och konflikthantering
Försvarsdepartementet	Chefen för marinen	Marinstaben har enheter för dykeri och hydrografi samt studerar marinstrategiska frågor. Dykarutbildning sker inom flottan
	Försvarets materielverk	Marinmaterieförvaltningen sköter anskaffandet av utrustning för marinens behov
	FOA	Forskning rörande bl. a. hydroakustik, hydrooptik, fjärranalys och manipulatorer
	Försvarsmedicinska forskningsdelegationen	Finansiering av dykerimedicinsk forskning
Kommunikationsdepartementet	Sjöfartsverket	Farleder och säkerhet för sjöfarten, sjökartläggning
	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut	Undersökningar och prognostjänst avseende väder- och vattenförhållanden
	Statens oljeskyddsråd	Rådgivning för att förhindra uppkomst av oljeskador
Finansdepartementet	Generaltullstyrelsen	Kustbevakningen sköter övervakning till havs och bekämpning av oljeutsläpp där
	Statistiska centralbyrån	Framtagning och redovisning av statistik bl. a. betr. fiskeri och forskning
Utbildningsdepartementet	Universitetskanslersämbetet	Havsforskning vid universitet och högskolor
	Naturvetenskapliga forskningsrådet	Finansierar havsforskning och är remissorgan betr. IOC-samarbetet
	Internationella meteorologiska inst. i Stockholm (Vetenskapsakademien)	Forskning betr. maritim meteorologi
	Naturhistoriska riksmuseet	(Förestår en marinbiologisk forskningsstation i Fiskebäckskil och medverkar i nationellt och internationellt havsforsknings-samarbete)
	Statens sjöhistoriska museum	Forskning och dokumentation rörande marin miljö nu och förr
Jordbruksdepartementet	Fiskeristyrelsen	Undervattensarkeologiska undersökningar
	Naturvårdsverket	Forskning inom fiskeribiologi och marin biologi vid havsfiskelaboratoriet. Undersökningar och utveckling för att stödja fisket. Hydrografiska undersökningar i svenska och angränsande farvatten.
	Miljövårdsberedningen	Undersökningar och forskning i egen och annans regi om vattenföroreningar
	Institutet för vatten- och luftvårdsforskning	Miljövårdspolitisk vägledning
	Koncessionsnämnden för miljöskydd	Vattenvårdsundersökningar i samarbete mellan staten och industrin
Handelsdepartementet	Kommerskollegium	Tillståndsfrågor för bl. a. utsläpp i havet
Civildepartementet	Rikets allmänna kartverk	(Tillstånd rörande täkt på och utforskande av kontinentalsockeln bereds av kommerskollegium men meddelas från industridepartementet)
	Statens planverk	Framställning av kartor över kusttrakterna, flygfotografering, tyngdkraftsmätning
Industri- departementet	Statens vattenfallsverk	Handlägger frågor rörande bl. a. utnyttjande av kustområdena
	Sveriges geologiska undersökning	Undersökningar betr. anläggning av kraftverk vid kusterna, finansiering av forskning om varmvattenutsläpp via en fond för miljövärd-forskning, laxodling
		Kartläggning av havsbotten



Tabell 9.4 forts.

Departement	Institution	Verksamhet
Industridepartementet	Statens skeppsprov- ningsanstalt	Hydromekanisk forskning
	Styrelsen för tek- nisk utveckling (Ingenjörsveten- skapsakademien)	Finansiellt stöd till havsteknisk utveckling  (Medverkan till nationell utveckling och inter- nationellt samarbete inom havstekniken)

vatten- och avloppsverken, hamnstyrelserna och museerna. Stockholms gatukontor utför omfattande recipientundersökningar i Stockholms skärgård. Verksamhet av motsvarande slag som i storstadsregionerna bedrivs för övrigt i de flesta kustkommuner, om än i mindre skala.

De planerande och styrande organ som finns inom havsutforskningsområdet arbetar väsentligen tvärs över ämnesgränserna. Hit hör på forsknings- och utbildningssidan främst universitetskanslersämbetet. Detta har emellertid inga speciella funktioner på just havsområdet och diskuteras därför inte vidare här.

Statens naturvetenskapliga forskningsråd ställer 1971/72 ca 1,2 milj. kr till förfogande för havsforskning. Beloppet utgör anslag som beviljas för tjänster och utrustning vid olika forskningsinstitutioner. Huvuddelen, omkring 1 milj. kr, avser biovetenskaplig forskning och endast ca 200 000 kr geovetenskaplig sådan. Under forskningsrådet finns också en speciell kommitté för IOC (se kapitel 11). Kommittén har till uppgift att åt forskningsrådet planera och samordna svenska IOC-program och övriga internationella projekt inom havsforskningen i vilka rådet tar del, samt att svara för rådets kontakter med IOC. För dessa verksamheter har kommittén 1971/72 ett anslag från rådet på 37 400 kr.

Statens naturvårdsverk fördelar genom sin forskningsnämnd medel till väsentliga delar av havsforskningen i Sverige. För att inventera och samordna den pågående forsknings- och undersökningsverksamheten rörande förorening av Östersjön samt initiera ytterligare erforderlig sådan verksamhet anslag statsmakterna 700 000 kr för budgetåret 1970/71. För samma ändamål disponerar

den s. k. forskningskommittén för marin miljö ca 815 000 kr för budgetåret 1971/72. Av denna kommitté fördelas vidare ca 500 000 kr som under samma tid avses användas för undersökningar i Västerhavet. Andra specialkommittéer under forskningsnämnden förfogar vidare över ca 310 000 kr för ekologisk och fiskeribiologisk biocidforskning, 100 000 kr för oljeskyddsforskning och 140 000 kr för övrig marin forskning, främst avseende Östersjön. Totalt anslår alltså naturvårdsverket närmare 1,9 milj. kr till havsforskning budgetåret 1971/72.

Styrelsen för teknisk utveckling har ett flertal nämnder och grupper för olika ämnesområden. Bland dessa finns den s. k. havsteknikgruppen (som numera ingår i naturresursnämnden). Gruppen initierar och stöder forsknings- och utvecklingsprojekt och fördelar medel till dessa projekt inom ett ramanslag på 600 000 kr för budgetåret 1971/72. Dessutom har den allmänna nämnden vid STU delat ut anslag till vissa verksamheter av havsutforskningskaraktär.

Under Kungl. vetenskapsakademien finns en svensk kommitté för SCOR (se kapitel 11), som har rådgivande uppgifter vad gäller deltagande i internationellt havsforsknings-samarbete. Ledamöterna i SCOR-kommittén ingår även i den ovannämnda IOC-kommittén under naturvetenskapliga forskningsrådet. För SCOR-kommitténs verksamhet anslås budgetåret 1971/72 drygt 5 000 kr, varav huvuddelen är statsbidrag. Vetenskapsakademien delar vidare ut ca 20 000 kr av egna medel som stipendier för havsforskning. Under akademien har inrättats en nationalkommitté för oceanografi. (Akademiens station på västkusten för marinbiolo-

gisk forskning behandlas nedan.)

Svenska havsforskningsföreningen har sedan 1967 årligen anordnat havsforskarmöten av symposieform.

Enligt de uppgifter som framkommit genom utredningens institutionsenkät bedrevs år 1969 havsutforskning i en eller annan form av sammanlagt 88 olika offentliga institutioner. Av dessa var emellertid 13 av "immateriell" karaktär, såsom administrativa, medelsbeviljande eller samordnande organ. De 75 återstående institutionerna utgjordes av 53 universitets- och högskoleinstitutioner och 22 övriga institutioner, myndigheter etc.

Endast 46 av de aktuella institutionerna har publicerat några allmänt tillgängliga resultat av intresse för utforskandet av våra havsområden i stencilrad eller tryckt form under femårsperioden 1964–1968.

De allra flesta projekten inom havsutforskningsområdet drivs med mycket liten personalinsats. Det för samtliga ämnesområden – utom den marina transport- och förflyttningstekniken – gemensamma medelvärdet är 3 årsverken per projekt. För den marina transport- och förflyttningstekniken är medeltalet 13 årsverken per projekt.

Samarbetet mellan de olika institutionerna i fråga om olika forskningsprojekt belyses av följande. Av de 281 identifierade projekten är 172 förbundna med en eller flera samarbetspartner utanför den egna institutionen. Vad avser den geografiska inriktningen av samarbetet kan nämnas att förbindelserna i 18 procent av fallen hänför sig till utlandet.

Oftast deklarerade samarbetspartner är följande institutioner i nämnd ordning: fiskeristyrelsen med havsfiskelaboratoriet, naturvårdsverket, oceanografiska institutionen vid Göteborgs universitet och FOA, medan avdelningen för marin botanik vid Göteborgs universitet, SGU och sjöfartsverket förekommer lika många gånger vardera. Samarbete som inte avser helt eller delvis statliga institutioner förekommer också i ett flertal fall.

Samarbetsstrukturen är framför allt bilateral men multilaterala förbindelser anges för en fjärdedel av projekten.

*Utrustning.* I enkätundersökningen studerades också förekomsten av särskilt dyrbara utrustningsenheter inom havsutforskningen vid tiden 1968/69. De utrustningsenheter som speciellt uppmärksammades var sådana med ett nyanskningsvärde överstigande 10 000 kr och som huvudsakligen användes, eller kunde användas, för havsutforskning. Antalet sådana enheter var 157. Som tidigare nämnts uppgick deras sammanlagda värde till 44 milj. kr. Enheternas fördelning på olika utrustningskategorier framgår av tabell 9.5.

Hur kostnaderna för utrustningsanskaffningen bestrids framgår av tabell 9.7. Det kan tilläggas att universitetsinstitutionerna betalar mer än hälften av sina utrustningskostnader med råds- och fondmedel. Att så mycket som 75 procent trots detta kommer från institutionernas budget beror på att de statliga myndigheterna, som har huvuddelen av den dyrbarare utrustningen, betalar denna med reguljära anslag.

Tabell 9.5 Svensk havsutforsknings dyrbarare utrustningsenheter. Den reguljära sjökartläggningens utrustning är ej medtagen.

	Antal enheter	Enheternas värde i 1 000-tal kr	Enheternas värde i procent
Transportutrustning	23	22 336	51
Provtagningsutrustning	43	8 646	19
Kemisk analysapparat	62	9 333	21
Optisk apparatur	13	2 069	5
Elektronisk apparatur	16	1 659	4
Summa	157	44 043	100

Tabell 9.6. Finansiering av redovisad utrustning.

	1 000-tal kr	Procent
Via ordinarie institutionsbudget	33 205	75
Via forskningsråd	6 976	16
Via andra källor	3 967	9
Summa	44 148	100

Eftersom mer än hälften av investeringskostnaderna för havsutforskningsmateriel är hänförlig till transportutrustning, väsentligen fartyg och båtar, är det av intresse att närmare redogöra för *forskningsfartygen* i landet. Fartygen är uppräknade i tabell 9.7.

Som framgår av tabellen finns de flesta av fartygen vid institutioner med marinbiologiska eller fiskeribiologiska huvuduppgifter inom havsforskningen. Fiskeristyrelsens fartyg utnyttjas emellertid också till viss mindre del för andra typer av havsforskning. Flertalet fartyg är gamla, och inga är oceangående. Den största enheten har icke sådan sjövärdighet att verksamhet på Nordsjön och arbete under svårare förhållanden på Västerhavet och i Östersjön är möjligt. Det kan också noteras att landets enda helt havsforskningsinriktade universitetsinstitution, nämligen oceanografiska institutionen i Göteborg, inte förfogar över något eget fartyg.

Tabell 9.7 Svenska forskningsfartyg. De minsta enheterna är ej medtagna, liksom ej heller marinens och sjöfartsverkets fartyg eller privata fartyg. Utöver de nämnda fartygen finns några fartyg i enskild ägo som disponeras av vissa universitetsinstitutioner.

Namn	Innehavare	Deplacement Brt	Längd M	Sjösatt År
Skagerak	Fiskeristyrelsen	469	45	1935
Thetis	Fiskeristyrelsen	147	28	1961
Eystrasalt	Fiskeristyrelsen	73	19	1937
Ancylus	Naturvårdsverket	70	24	1971
Sagitta	Kristinebergs zoologiska station	58	24	1940
Carolina	Lunds universitet (zoologiska inst.)	44	19	1957
Sven Lovén	Kristinebergs zoologiska station	10		1906

Fiskeristyrelsen kommer inom de närmaste åren att få ett nytt fiskeriundersökningsfartyg genom att Kungl. Maj:t beviljat medel för detta ändamål. Det nya fartyget, som ersätter nuvarande Skagerak, byggs som häcktrålare med en längd på 61,25 m. Priset har i 1971 års penningvärde beräknats till 16 milj. kr.

Ytterligare bör nämnas att i landet byggs en liten, enmans forskningsubåt, som inköpts av styrelsen för teknisk utveckling och som tills vidare provas vid Askölaboratoriet.

Beräffande *fältstationer* för havsforskning kan fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium i Lysekil och Kristinebergs zoologiska station vid Fiskebäckskil själva tjäna som fältstationer. I övrigt finns följande stationer:

- Stockholms universitets Askölaboratorium
- Uppsala universitets station Klubban vid Fiskebäckskil
- En mycket liten station vid Öregrund som disponeras av växtbiologiska institutionen vid Uppsala universitet
- Göteborgs universitets station Tjärnö vid Strömstad
- Havsfiskelaboratoriets hydrografiska station Bornö i Gullmarsfjordens innersta del
- Stationen vid Rickleå och provisoriska

lokaler vid Järnäs utanför Nordmaling, som båda tillhör Umeå universitet.

*Ämnesområden och institutioner. Marin meteorologi och klimatologi.* Allmän meteorologisk och klimatologisk forskning bedrivs vid de meteorologiska universitetsinstitutionerna i Uppsala och Stockholm, vid internationella meteorologiska institutet i Stockholm, samt vid SMHI. Forskning med särskild marinmeteorologisk inriktning förekommer endast i mycket liten omfattning vid det sistnämnda verket.

*Oceanografi.* Forskning om havsvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper bedrivs vid Göteborgs universitets oceanografiska institution. Då institutionen har fått ökade utbildningsuppgifter, främst vid universitetet men också vid Chalmers tekniska högskola, har en relativt begränsad del av dess resurser på senare år kunnat disponeras för forskning. Totalt ett tiotal personer, varav hälften akademiker, arbetar dock med forskningsuppgifter inom företrädesvis den fysikalisk-dynamiska men också inom den kemiska oceanografin. Bland institutionens mera betydande utrustningsenheter märks en provränna och en atomabsorptionsspektrofotometer. Institutionen saknar i likhet med många andra forskningsinstitutioner tillgång till undersökningsfartyg.

Hydrodynamisk processforskning bedrivs i varierande omfattning — förutom vid den oceanografiska institutionen och vissa av de i det följande närmare behandlade institutionerna med väsentligen hydrografisk inriktning — också på andra håll i landet. Här kan nämnas meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet, de vattenbyggnadstekniska institutionerna vid de tekniska högskolorna, institutionerna för skeppshydromekanik och för tillämpad termodynamik och strömningslära vid Chalmers tekniska högskola, institutionen för teknisk hydromekanik vid Kungl. tekniska högskolan, institutionen för mekanik vid samma högskola, försvarets forskningsanstalt samt statens skeppsprovvningsanstalt.

Hydrokemisk forskning förekommer

bl. a. vid institutionen för analytisk kemi vid Göteborgs universitet. Vid institutionen studeras metoder för bestämning av havsvattnets pH och olika beståndsdelar. Vidare studeras karbonatsystemet och andra jonjämvikter i havsvatten samt kustvattenvårdsproblem i Byfjorden. Institutionen förfogar över modern analysutrustning, som delvis är datoriserad. Bristen på lokaler kommer att hävas när andra etappen av kemihuset blir färdigställd.

Hydrokemisk forskning förekommer dessutom vid institutionen för oorganisk kemi vid tekniska högskolan i Stockholm, vid Umeå universitets kemiska institution, försvarets forskningsanstalt, institutet för vatten- och luftvårdsforskning samt isotoptekniska och ytkemiska laboratorier i Stockholm.

*Fiskeristyrelsen* skall inom det hydrografiska området enligt sin instruktion ”utföra praktiska och vetenskapliga undersökningar ... på fiskets område samt ... därvid bl. a. anordna, leda och övervaka hydrografiska observationer och mätningar i den mån sådana icke utförs av annan institution”.

Den hydrografiska och därmed sammanhängande verksamheten sköts inom fiskeristyrelsen av *havsfiskelaboratoriet*. Detta är med sina 33 anställda (1971) den största organisatoriska enheten inom fiskeristyrelsen och tillika den största havsforskande institutionen i landet (ca 75 årsverken). Laboratoriets hydrografiska och oceanografiska verksamhet utgörs av observationer och mätningar från både fasta stationer och undersökningsfartyg, samt bearbetning av det insamlade materialet och därmed sammanhängande forskning. Studier av teoretiskt dynamisk natur och studier inom den kemiska oceanografin bedrivs. (Beträffande laboratoriets mät- och observationsverksamhet, se kapitel 8.)

Havsfiskelaboratoriet har en hydrografisk och en biologisk avdelning. I detta sammanhang är främst *den hydrografiska avdelningen* aktuell, även om också den biologiska avdelningen samlar in hydrografiskt observa-

tionsmaterial (den biologiska avdelningen beskrivs senare i detta avsnitt).

Den hydrografiska avdelningen har 13 personer anställda (1971), varav 4 akademiker. Vid avdelningen är dessutom en hydrografassistent från marinstabens hydrografiska detalj placerad. Havsfiskelaboratoriets hydrografiska observationsmaterial bearbetas vid den hydrografiska avdelningen, som också tjänstgör som svenskt nationellt kontaktorgan rörande havsdata. Förutom sina lokaler i Göteborg har hydrografiska avdelningen en fältstation på Bornö i Gullmarsfjorden. Stationen upplåts också till universitetsinstitutioner för fältkurser och konferenser.

*Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut* (SMHI) i Stockholm har bl. a. som instruktionsmässig uppgift "att anordna och övervaka . . . hydrografiska mätningar vid Sveriges kuster". SMHI utför genom sin *hydrologiska byrå* merparten av de hydrografiska och hydrologiska undersökningarna i svenska kustområden och inlandsvatten. Större delen av detta arbete utförs inom byråns *oceanografiska avdelning* som svarar för undersökningarnas genomförande samt bearbetning och redovisning av datamaterial. Avdelningen bestod i januari 1972 av 34 personer, varav 14 akademiker.

Byrån har också en *hydrofysikalisk avdelning*. Denna arbetar med inköp, testning och service av mätinstrument, utprovning av mätmetoder för de ovan nämnda undersökningarna, samt vattenanalyser. Avdelningen syster sätter 15 personer inom det här aktuella området, varav 4 akademiker.

De båda nämnda avdelningarna finansieras helt med uppdragsmedel (beträffande SMHI:s verksamhet hänvisas i övrigt till kapitel 8).

*Marinstabens hydrografiska detalj* insamlar och bearbetar data om de oceanografiska förhållandena i vattnen runt Sverige. Arbetet är framför allt inriktat på ubåtskrigföringens behov. Den hydrografiska detaljen består av en stabshydrograf och fyra hydrografassistenter, av vilken en är stationerad vid fiskeristyrelsens hydrografiska avdelning i Göteborg. Detaljens fältarbete sker i nära

samarbete med fiskeristyrelsen. Inom marinen diskuteras möjligheter att – eventuellt tillsammans med andra forskningsintressenter inom försvaret – utrusta den hydrografiska detaljen med ett mindre fartyg, något som detaljen tidigare (1952–1957) förfogat över. (Marinens mät- och observationsverksamhet beskrivs utförligare i kapitel 8.)

*Marin geologi. Sveriges geologiska undersökning*, som är central förvaltningsmyndighet för ärenden om landets geologiska beskaffenhet har fr. o. m. budgetåret 1970/71 fått medel att göra bl. a. geologisk kartering och inventering av Öresunds botten och stränder med särskild hänsyn till täktverksamhetens förutsättningar och konsekvenser. SGU har för övrigt gjort vissa av de biostratigrafiska och geofysiska förundersökningar avseende de svenska havsområdenas geologi som bl. a. ansågs motivera bildandet av Oljeprospektering AB. Detta innebär att man förfogar över flygmagnetiska och seismiska profiler, borrhärdar, bottenprover och gravimetriska data från Östersjöområdet. SGU har nu till uppgift att geologiskt följa upp OPAB:s arbeten.

SGU har ingen särskild maringeologisk avdelning, varför geologiska arbeten om havsbotten hänförs till allmänna byråns sektioner för kvartär- och hydrogeologi samt stratigrafi och paleontologi. Ifråga om materiel har SGU endast lättare provtagningsutrustning. Öresundsundersökningarna utförs med hjälp av marinseismisk utrustning, m. m. som hyrts från Stockholms universitet. Även det utnyttjade fartyget kommer därifrån.

Däremot har SGU vid geofysiska avdelningen egna resurser för bl. a. flygmagnetiska mätningar, som kan utnyttjas även över havsområden. Denna utrustning utnyttjades vid de ovan nämnda förberedande arbetena för oljeprospektering.

De svenska forsknings- och utvecklingsarbetena avseende marin geologi bedrivs främst vid universitet och högskolor.

Vid *universitetet i Stockholm* finns inom den geologiska institutionen en avdelning för marin geofysik och en avdelning för geo-

mikrobiologi och kemisk sedimentologi. Inom den förra avdelningen har verksamheten pågått sedan tidigare delen av 1960-talet. Den har i stor utsträckning varit inriktad på att utveckla apparatur som lämpar sig för undersökningar av den svenska kontinentalsockeln. Fältundersökningarna har därjämte resulterat i geologiska kartor över berggrund och kvartära avlagringar inom delar av Östersjön. Undersökningar har också utförts av havsbotten i Västerhavet och Norska havet samt i vissa svenska insjöar. Avdelningen förfogar över två specialutrustade fartyg för maringeofysikaliska undersökningar och provtagningar av havsbotten, apparatur för kontinuerligt registrerande reflektionsseismik, ett sonobojsystem för refraktionsseismiska mätningar samt apparatur för provtagning och submarin bildupptagning.

Vid den geomikrobiologiska avdelningen pågår forskning över hur kemisk sedimentation, inte minst med avseende på tunga metaller, under inflytande av bakteriell verksamhet kommer till stånd. Forskningen på detta område har konsekvenser i olika hänseenden bl. a. för naturvård och ekologi. Laboratorieforskningen sker huvudsakligen med hjälp av en för geovetenskaperna unik apparatur för kontinuerlig bakterieodling, i vilken produktionen av metallsulfider kan ske under strängt kontrollerbara förhållanden. Ett fältlaboratorium för studier av det kemiska utbytet mellan havsvattnet och botten är inrymt på en husbåt som tillhör avdelningen. Denna verksamhet är knuten till Askö-laboratoriet. För vissa utsjöundersökningar förfogar avdelningen över en snabbgående motorbåt.

Vid universitetets kvartärgeologiska institution har de lösa avlagringarna i Kattegatt studerats ingående.

I *Göteborg* finns ett maringeologiskt laboratorium, finansierat genom medel från naturvetenskapliga forskningsrådet, riksbankens jubileumsfond och statens naturvårdsverk. Vid laboratoriet bedrivs forskning rörande djuphavssedimentens kemi, isotopkemi, mineralogi, mikropaleontologi och stratigrafi. Vidare sker i samarbete med

Bergens universitet och USA ett omfattande studium i Norska havet – Polarhavet. Dessutom bedrivs vid laboratoriet kartering av Skagerack-Kattegattsbottnarna med avseende på giftnivå och bottenarnas nuvarande och kommande kondition. Laboratoriet svarar för geologisidan i Byfjordsgruppen och i kontrollgruppen i Brofjorden samt skall delta i motsvarande för Oslofjorden och Nordsjön. Laboratoriet har en egen båt.

Vid geologiska institutionen vid Chalmers tekniska högskola/Göteborgs universitet bedrivs forskning avseende provtagningsteknik och vidareutveckling av metoder för fastställande av de lösa sedimentens lagermaktighet och utbredning samt botten-topografi. I forskningsprogrammet ingår också kartläggning av shelf-sedimenten på västkusten och deras sedimentpetografi.

Vid universitetet i *Uppsala* finns en avdelning för fasta jordens fysik där man utfört seismiska, magnetiska och gravimetriska arbeten rörande Östersjön. Vid den paleobiologiska avdelningen, som tidigare tillhörde den paleontologiska institutionen, bedrivs biostratigrafisk forskning avseende en stor del av Östersjöområdet. Vid den paleontologiska institutionen studerar man bl. a. bildningssättet hos unga marina sediment och arbetar dessutom med frågor rörande kontinentaldriften och Atlantens uppkomst. Den naturgeografiska institutionen har ett geomorfologiskt laboratorium där erosion och sedimenttransport studeras experimentellt. Vid lantbrukshögskolans institution för marklära har bl. a. Östersjösedimentens halt av tungmetaller och biocider undersökts.

Vid institutionen för vattenbyggnad på tekniska högskolan i *Lund* studeras och utvecklas metoder för att utvinna lösa avlagringar från havsbotten. Vidare arbetar man där med problem rörande bottentransport av sediment. Vid universitetets geologiska institution behandlas frågor rörande strandförskjutningar vid Blekingekusten och atlantiska djuphavssediment.

Bland *övriga institutioner* vilkas forskning är eller kan bli av betydelse för förståelsen av havsområdenas bottenförhållanden kan näm-

nas laboratoriet för isotopgeofysik vid Uppsala universitet, naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet, geologiska institutionen vid Kungl. tekniska högskolan, rikets allmänna kartverk och statens vattenfallsverks vattenbyggnadslaboratorium.

*Marin biologi.* De statliga insatserna ifråga om fortlöpande, regelbundna undersökningar för att främja utnyttjandet av havens biologiska resurser är koncentrerade till *fiskeristyrelsen*. Denna är dels central förvaltningsmyndighet för ärenden angående fiske och fiskerinäring, dels chefsmyndighet för statens lokala fiskeriadministration. Styrelsen skall beakta såväl yrkesfiskets som fritidsfiskets intresse och samarbeta med lantbruksnämnderna.

Den *biologiska avdelningen* vid fiskeristyrelsens havsfiskelaboratorium sysselsätter 20 personer (1971) varav 8 akademiker. Vid avdelningen utförs främst långsiktiga undersökningar av fisk- och skaldjursbestånd med hjälp av märkningar, rasanalyser, provfisken, studier av dygnsrytm, ägg- och larvförekomst, allmänna ekologiska studier, m. m. Vid havsfiskelaboratoriet görs också mätningar av primärproduktionen i havet och allmänna planktonundersökningar. Man söker vidare kartlägga vissa skärgårdsområdets biologiska förändring till följd av mänskliga aktiviteter såsom utsläpp av föroreningar och sandsugning. Dessutom bedrivs försök med fiskeredskap samt undersökningar av fångsternas beroende av fiskeansträngningen.

Fiskeristyrelsens tre fiskeriundersökningsfartyg med 14 befäl och 18 ombordanställda administreras av styrelsens administrativa byrå.

Beträffande fiskeristyrelsens arbeten hänvisas i övrigt till beskrivningen av hydrografiska avdelningen i detta avsnitt, redogörelsen i kapitel 8 för mät- och observationsverksamheten samt redogörelsen i kapitel 11 för den internationella verksamheten.

*Kristinebergs zoologiska station* i Fiskebäckskil, som ägs av Vetenskapsakademien, utnyttjas främst för marinbiologiska forskningsändamål. Dess uppgift är dels att själv bedriva forskning, dels att ge service åt

gästforskare. Huvuddelen av forskningen vid stationen utförs av gästforskare, vilka brukar uppgå till 80 å 90 per år. Övriga arbeten rör i huvudsak långsiktigare faunaundersökningar och biologiska recipientstudier. På stationen är fortlöpande 6 å 8 akademiker plus ett 10-tal personer med biträdande uppgifter verksamma. Till stationen hör bl. a. tre undersökningsbåtar av mellan 10 och 25 meters längd.

Marinbiologisk forskning bedrivs vidare vid samtliga landets universitet. Akademiska topptjänster med marinbiologisk inriktning finns emellertid endast vid *universitetet i Göteborg*, där det finns en professur i marin mikrobiologi och en biträdande professur i marin botanik. Vid avdelningen för marin mikrobiologi studeras marina svampar, salttolerans och oorganisk kvävet metabolism. Forskningen vid den marinbotaniska avdelningen är inriktad på olika alggrupper (fastsittande och plankton) samt marina svampar och bakterier. Forskningen är av systematisk, ekologisk och fysiologisk inriktning. Algernas praktiska betydelse och användbarhet behandlas också. Stor aktualitet har pågående undersökningar över primärproduktionen och över omsättningsstörningar förorsakade av miljöförändringar, t. ex. genom vattenföroreningar.

Vid universitetets zoologiska institution bedrivs forskning rörande ekologin inom vissa hårdbottensamhällen samt rörande fiskars fysiologi och toxikologi med särskild hänsyn till vattenföroreningsaspekter. Vid institutionen för medicinsk kemi arbetas i begränsad omfattning med förhållandet mellan proteinproduktion hos plankton och fiskars reproduktionskapacitet.

Till Göteborgs universitet hör en fältstation på Tjärnö söder om Strömstad. Stationen används huvudsakligen för utbildningsändamål.

Vid *Uppsala universitets* växtbiologiska institution studeras vegetationsutbredning i svenska kustvatten samt den regionala fördelningen av närsalter och dessa ämnens inverkan på marina växtsamhällen. Vid fysiologiskt-botaniska institutionen studeras till-

växtsubstanser hos alger; vid zoologiska institutionen livscyklar hos marina evertebrater samt marina faunors förhållande till recipientmiljöer; vid zoofysiologiska institutionen de fysiologiska verkningarna av förgiftat avloppsvatten. Växtbiologiska institutionen har tillgång till ett forskningsfartyg i enskild ägo. Zoologiska institutionen disponerar Klubbans biologiska station vid Fiskebäckskil och en båt för fältstudier. Vid zoofysiologiska institutionen finns ett fluviarium för experimentella arbeten.

I Uppsala ligger också lantbrukshögskolan med institutionerna för genetik och växtförädling samt växtfysiologi, vid vilka man arbetar med biokemi och cytologi avseende havsfisk samt gör vissa biologiska recipientundersökningar med biocidstudier.

Vid *Lunds universitets* marinbiologiska laboratorium (institutionen för systematisk och ekologisk botanik) studeras den bentiska algfloras sammansättning och ekologi, dess reaktion på ändrade omvärldsfaktorer (salinitet, fosfor, kväve, spårelement, energiförhållanden, toxiska substanser) och ackumulering av toxiska substanser. Vidare studeras fytoplankton ur kvalitativa och kvantitativa aspekter och reaktionen på ändrade naturliga och av människan orsakade förhållanden. Även den marina svampfloras förändring i sammansättning vid ökad föroreningsbelastning är föremål för undersökningar. Undersökningsområden är södra Östersjön, Öresund och Kattegatt.

Zoologiska institutionens ekologiska avdelning har sin huvudinriktning på limniska och terrestra problem, men vissa undersökningar av faunaförändringar i samband med grustäkt i Öresund förekommer. Vid avdelningen för strukturell zoologi är den huvudsakliga forskningsinriktningen studier av hormonproducerande organ samt sinnesorgan (huvudsakligen foto- och kemosensoriska) och deras adaptation till olika biotoper. I samband med det senare projektet planeras ett under flera år pågående forskningsprogram om den bentiska och epibentiska faunan i Norska havet. Dessa undersökningar kommer dock att få vidare aspekter och bli i

hög grad interdisciplinära. Avdelningen disponerar över en mycket god elektronmikroskopisk utrustning (svepelektron- och transmissionsmikroskop). Institutionen är huvudsakligen utnyttjare av universitetets ombyggda men relativt moderna räkträlare på drygt 40 bruttoregister-ton.

Vid limnologiska institutionen behandlas problem rörande makro- och mikrofytvegetationen i marin miljö, särskilt Öresundsregionen.

Kemiska institutionens biokemiska avdelning medverkar i undersökningar av funktionella egenskaper hos proteinprodukter utvunna ur marina råvaror.

Vid *Stockholms universitet* med fältstationen Askölaboratoriet i Trosa bedrivs en omfattande marinekologisk forskning. Forskningsprogrammet är sedan ett år tillbaka (1 juli 1971) centrerat till det första ekologiska storprojektet i Sverige, benämnt "Energiflöden genom Östersjöns ekosystem" vilket i huvudsak är finansierat genom medel från Statens naturvetenskapliga forskningsråd. Projektets motivering är bl. a. bottenvattnets syresituation, kustområdenas nedsmutsning samt biociders och tungmetallers höga koncentrationer i fisk från Östersjön. Målet är uppbyggandet av en ekologisk modell av Östersjön med ett sådant informationsinnehåll att prognoser för den framtida utvecklingen av systemen kan utföras med hjälp av simuleringsteknik. Askölaboratoriet deltar också i den av statens naturvårdsverk finansierade "Östersjöundersökningen" med avsikt att kartlägga långsiktiga förändringar i Östersjön. Undersökningarna bedrivs året om och för närvarande arbetar ett 25-tal forskare vid Askölaboratoriet, representerande zoologi, botanik, geologi, kemi, mikrobiologi och hydrodynamik.

De moderniserade lokalerna omfattar båthus, mäss, förråd och bostäder. Under laboratoriets 10-åriga tillvaro har nybyggnader skett av större båthus och bostäder. Laboratoriet förfogar över två snabbgående plastbåtar för provtagning med lättare utrustning samt en enmans ubåt. För närvarande byggs också ett 16-meters undersökningsfartyg.



Laboratoriet disponerar dessutom en omfattande och modern apparatur för provtagningar och laboratorieundersökningar. Askölaboratoriet kan idag betraktas som centrum för svensk marinekologisk östersjöforskning.

I Stockholm finns också *statens naturvårdsverk*, vars forskningsnämnd bekostar en betydande del av svensk marinbiologisk forsknings- och undersökningsverksamhet (se ovan). Naturvårdsverket utför emellertid också på egen hand vid sitt *undersökningslaboratorium* vissa marinbiologiska arbeten, främst mikrobiologisk analys av vattenprover från förorenade kustavsnitt.

Vid *Umeå universitet*s biologiska institution bedrivs metod- och instrumentutveckling för planktonundersökningar och under-vattensljusmätningar. Följande prototyper har utvecklats:

- kvantspektrometer för mätning av ljusets spektrala sammansättning
- indikator för växtplankton – partiklar – färgade lösta ämnen
- klorofyllfluorescensapparat för mätning av primärproduktionskapacitet
- remote-sensing-apparat (synligt ljus och IR-området).

Dessutom bedrivs vissa studier av marina ekosystem, bl. a. med utgångspunkt i lokaler i Järnäs utanför Nordmaling.

Vid kemiska institutionen bedrivs elektrodutveckling och studier över partiklars ljusspridning.

Förutom de undersökningar och den grundläggande forskning rörande havets organismer som hittills omtalats förekommer närbesläktad naturvetenskaplig verksamhet också på andra håll. Vid *Naturhistoriska riksmuseet* undersöks kemiskt analytiskt ackumulation av biocider hos insamlade organismer från Östersjön och Västerhavet. Vid riksmuseet bearbetas vidare allmänt – liksom i viss utsträckning även vid *Göteborgs naturhistoriska museum* och *Malmö museum* – samlingar av marin fauna ur andra mera speciella aspekter. Vid *laxforskningsinstitutet* i Älvkarleö, som är delvis statligt finansierat genom vattenfallsverket, arbetar man med frågor rörande laxbeståndets upprätt-

hållande, särskilt i Östersjön. Vid svenska *institutet för konserveringsforskning* i Göteborg studeras fisk från konsumtionssynpunkt.

*Navalmedicin.* Den navalmedicinska forskningen i vårt land har länge varit inriktad mot frågeställningar som aktualiserats vid dykning och ubåtstjänst inom flottan. Grundläggande navalmedicinsk forskning liksom tillämpad forskning bedrivs vid vissa universitetens medicinska forskningsinstitutioner.

1954 inrättades under flyg- och navalmedicinska nämnden en navalmedicinsk forskargrupp, som 1963 överfördes till statens medicinska forskningsråd och utgör den *navalmedicinska avdelningen vid karolinska institutet*. Vid avdelningen studeras inverkan av höga atmosfärtryck på respirations- och cirkulationsfysiologiska funktioner i vila och under muskelarbete, gasutbyte i lungor och vävnader samt psykofysiologiska funktioner i övertrycksmiljö. Man förfogar över tryck-kammaranläggningar och apparatur för kontinuerlig och automatisk insamling och bearbetning av fysiologiska data samt moderna och ändamålsenliga lokaler. Undervattenslaboratorium saknas.

Vid *flyg- och navalfysiologiska laboratoriet inom institutionen för fysiologi och medicinsk fysik vid Lunds universitet* arbetar man främst med problem rörande skadeverkningsarna av tryckförändringar såsom tryckfallssjuka (eller dykarsjuka), lungbristning och balansstörningar. Metoder att motverka och behandla dessa skadeverknings utprövas. Vidare studeras frågeställningar rörande olika gasblandningar som andningsmedium för dykare samt vätskeandning och mycket höga trycks inflytande på organismen. Arbeta görs för att medicinskt tekniskt utveckla andningsapparatur och tryckkammarer för dykare. Vid laboratoriet finns avancerad tryckkamarutrustning och därtill ansluten mätapparatur. Lokalerna är hårt utnyttjade.

En omfattande tillämpad forskning och utveckling avseende dykning bedrivs av *marinen*. Inom *marinens dykerikontor*

tjänstgör både militär och civil personal, den senare avlönad genom den försvarsmedicinska forskningsdelegationen.

Till navalmedicinen kan även hänföras frågor beträffande ubåtshygien och toxikologi som studeras inom marinen. Beträffande marinens dykeriutveckling se även avsnittet 6.7.

*Marinteknisk forskning.* Marinteknisk forskning med skiftande inriktning bedrivs på flera platser i landet. Redan tidigare har nämnts utvecklingen av provtagningsteknik m. m. avseende lösa avlagringar vid Chalmers tekniska högskolas och Göteborgs universitets gemensamma geologiska institution. Utveckling av metoder för att utvinna lösa avlagringar från havsbotten vid tekniska högskolan i Lund har likaledes nämnts.

Som framgått tidigare bedrivs också hydrodynamisk processforskning vid bl. a. de tekniska högskolorna.

Vid de *tekniska högskolorna* i Göteborg och Stockholm bedrivs forskning och utbildning inom områden med anknytning till skeppsteknik. Speciellt kan nämnas institutionen för skeppshydromekanik vid Chalmers tekniska högskola. Institutionens forskning är inriktad på problem avseende fartygs motstånd mot framdrivningen, propellrar och andra framdrivningsorgan, samt stabilitets- och sjöegenskaper hos fartyg. Institutionen disponerar bl. a. en försöksstation i Långedrag i Göteborg. Institutionen har nyligen också fått ett nytt laboratorium inne på chalmersområdet där bl. a. en mindre släpränna skall installeras.

Den mest omfattande skeppstekniska forskningen i landet bedrivs emellertid vid *Statens skeppsprovninganstalt* i Göteborg (se nedan). Forskningen avser skrov och skrovformer, framdrivningsmetoder, kavitationsproblem, styr- och manövreringsproblem, fartygs rörelse i sjögång (inkluderande vågspektra m. m.). Vid skeppsprovninganstalten arbetar nära 100 personer varav ungefär en tredjedel är akademiker. I anstaltens forskningsresurser ingår bl. a. ett modernt kavitationslaboratorium, en stor skeppsprovningränna samt en väl utbyggd

sektion för simulering av fartygsmanövrering, fartygsrörelser, m. m.

Vid *försvarets forskningsanstalt* bedrivs forskning inom flera marintekniska områden. Inom området hydroakustik — inom vilket f. ö. knappast någon annan forskning än den vid FOA bedrivs inom landet — arbetar ett 20-tal personer. Vid FOA bedrivs också hydrooptisk forskning, forskning avseende styr- och reglerteknik, manipulator-teknik, spridning av radioaktivitet i bl. a. vatten, navigeringsteknik, mät- och data-teknik och fjärranalysteknik.

#### Synpunkter och förslag

De nuvarande totala kostnaderna för svensk havsutforskning inom den offentliga sektorn har på s. 162 beräknats till ca 32 milj. kronor per år. Det är av intresse att ställa dessa kostnader i relation till värdet av det svenska havsutnyttjandet. Förstahandsförsäljningsvärdet av den svenskfångade fisken är drygt 200 milj. kronor och värdet av den sand och det grus som vi tar upp från havsbotten är mellan 5 och 7,5 milj. kronor per år. Redan detta ekonomiskt mätbara havsutnyttjande har alltså ett värde som klart överstiger 200 milj. kronor om året. Till detta kommer de mycket stora, men svåruppskattade, värden som ligger i framför allt transportutnyttjandet, recipientutnyttjandet och fritidsutnyttjandet av havet.

I framtiden kommer havets betydelse att ytterligare öka. Utredningen har föreslagit att den svenska kontinentalsockeln karteras geologiskt. Skyddsaspekterna på havet blir alltmer betydelsefulla. Vi kan sålunda se fram emot ett ökat utnyttjande av och ett ökat intresse för haven.

Det är enligt havsresursutredningens bedömning klart att detta ökade utnyttjande, i kombination med det betydande utnyttjandet som redan idag finns, förutsätter att en relativt omfattande havsforskning äger rum. Det synes av dessa skäl klart att den svenska havsforskningens omfattning bör öka.

□ *Havsresursutredningen finner det sålunda motiverat att svensk havsforskning ges ökade resurser. Framför allt gäller detta forskning- en vid universitet och högskolor.*

Nya, icke nu förutsebara frågeställningar kommer att väckas när de föreslagna karterings- och mättningsprogrammen börjar genomföras. Frågor angående omfattning och inriktning av havsutforskningen måste successivt avgöras efter hand som havets resurser på olika sätt utnyttjas i framtiden. Havsresursutredningen anser det därför inte meningsfullt att nu specifikt ange vilka belopp, forskningstjänster osv. som bör satsas på olika sektorer. Det bör ankomma på den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser att fortlöpande följa utvecklingen av havsutnyttjandet och i samband därmed föreslå forskningsinsatser.

Det finns inom svensk havsforskning ett starkt behov av bättre forskningsfartyg. Framför allt gäller detta de delar av havsforskningen som icke har en biologisk inriktning. Frågan om hur fartygssituationen skall kunna förbättras bör utredas av den föreslagna delegationen för havsresurser. Med hänsyn till de långa projekteringstiderna för forskningsfartyg bör detta arbete påbörjas så snart som möjligt.

Av intresse i det sammanhanget är att man vid styrelsen för teknisk utveckling, inom den havstekniska gruppen, tagit fram konstruktionsritningar för ett forskningsfartyg. Detta har skett med utgångspunkt i de bedömda forskningsbehoven. Fartyget är av containertyp, dvs. laboratorier för olika discipliner finns inrymda i containers som kan bytas ut. På vissa expeditioner är fartyget genom sin containerlast sålunda utrustat för zoologisk forskning, på andra expeditioner för geologisk forskning osv.

Även andra alternativa eller kompletterande möjligheter bör beaktas i fartygsfrågan. I många fall kan det vara lämpligt att hyra fiskebåtar. Möjligheten att sommartid hyra sjöfartsverkets nya vänerisbrytare och förse den med laboratoriecontainers finns också. Denna isbrytare har platser för två

containers och dessutom extra personalutrymmen för ett 10-tal personer. Sammanlagt kan 30 personer bo ombord sommartid.

Även forskningsstationerna bör förstärkas. Både utrustning av existerande stationer och anläggandet av nya stationer kan bli aktuellt. Havsresursutredningen vill peka på behovet av förstärkta resurser vid Askölaboratoriet, beträffande både laboratorieutrustning och fartyg. Möjligheten att förlägga en helt ny forskningsstation till Gotland bör övervägas, med hänsyn till det centrala läget i Östersjön. En sådan station kan på sikt bli av stor betydelse för flera länders östersjöforskning. Av intresse är också möjligheten att utnyttja resurserna vid Atomenergins forskningsstation i Studsvik för havsforskning, bl. a. radiokemisk och strålbio- gisk forskning.

Av stor betydelse vid planeringen av de framtida forskningsresurserna är också det förhållandet att sjöfartsverket och SMHI inom en snar framtid flyttar till Norrköping. Detta möjliggör ett nära samarbete mellan dessa båda myndigheter och Linköpings tekniska högskola och universitet liksom med forskningsstationerna i Studsvik. Detta är av betydelse med hänsyn både till forskningsfartyg och forskningsstationer, men också i ett vidare sammanhang.

Här bör också nämnas att frågan om huvudmannaskapet för Kristinebergs zoologiska station är under utredning i annat sammanhang.

□ *Havsresursutredningen föreslår att tillgången på forskningsfartyg förbättras och att forskningsstationerna upprustas i samband med en allmän förstärkning av svensk havsforskning. En ny forskningsstation på Gotland bör övervägas. Ansvar för dessa åtgärder bör läggas på den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser.*

#### *Forskning, utveckling och produktion inom näringslivet*

Havsresursutredningen har som tidigare nämnts utfört en enkätundersökning avseen-

de forskning och utveckling inom industrin. Undersökningen, som redovisas nedan, utfördes 1968/69 och är därför inte i alla stycken aktuell. En del svenska industriprojekt redovisas emellertid också i kapitlen 4 och 5. Där finns till viss del färskare uppgifter.

Enkäten riktades till 135 företag. Fiskarena företrädde av sin centralorganisation och ingick alltså inte med enskilda företag. Totalt redovisade 67 företag 112 projekt där man engagerade sig i, eller planerade att engagera sig i, verksamhet som särskilt gäller havsområdenas utnyttjande. Endast 5 procent av projekten var emellertid av utpräglad forskningskaraktär.

Inga enstaka företag eller bolagskonstellationer föreföll utöva ett dominerande inflytande över vad som skulle kunna karakteriseras som en havsforskningsindustriell sektor. Tvärtom syntes stor splittring råda på området där de mest olika typer av företag med helt skilda ägarintressen och omsättningar varierande från några tusental kronor till miljardbelopp uppträdde.

Av företagens ovannämnda 112 projekt rörande havsforskning och havsutnyttjande avsåg 33 procent uppdragsverksamhet, 26 procent tillverkning av materiel och utrustning och 21 procent exploatering av havsområdenas naturtillgångar. I övriga fall gällde engagemanget väsentligen stöd åt eller anlitande av andra företag.

Den aktuella uppdragsverksamheten utgörs främst av avlopps- och recipientundersökningar. På prospekteringsidan företas geofysiska undersökningar av olika slag av flera företag. Bogserings- och bärgningsverksamhet samt dykeriarbeten är andra uppdragsområden av mer än perifert intresse.

Tillverkningen av produkter för användning vid havsområdenas utforskande och utnyttjande omfattar till största delen fartyg, fyrar, kommunikationssystem, navigationsutrustningar m. m.

Ubåtar och utrustning för sådana spelar här en stor roll. Utveckling av sterlingmotorer, som bör kunna vara användbara för undervattensfarkoster, pågår.

Bland de många instrumenttyper som

görs i landet kan nämnas laserutrustningar för positionsbestämningar, hydrografiska och kemiska registrerings- och analysinstrument, ekolod och utrustning för telefoni, television och foto under vatten.

I Sverige tillverkas också andningsapparater med luft för lätta dykare. Materielen är internationellt sett av god kvalitet och utvecklingsarbeten avseende en universalapparat för både luft- och nitroxdykning pågår. Av internationellt intresse i dykerisammanhang kan också vara att en relativt enkel och billig s. k. konstantvolymdräkt framtagits i landet.

Dränkbara pumpar för stora djup, undervattenskablar, fiskeredskap samt rör och cisterner för transport och lagring av olja och gas förekommer också bland de svenska företagens produkter. Ett uttalat intresse hos flera företag finns för tillverkning av tyngre utrustning för exploatering av mineraltillgångar till havs, okonventionella forskningsfarkoster, olika slags djupdykningsutrustning, m. m.

Förutom genom fiske exploaterar svenska företag havsområden dels genom att tillvarata lösa avlagringar, väsentligen sand, dels genom att använda havet som recipient för avloppsvatten. Dessutom är flera företag engagerade i den nystartade svenska prospekteringen avseende olja och gas, medan andra använder sig av havet för provtursverksamhet och instrumenttestning.

*Havsresursutredningen föreslår att ett nära samarbete etableras mellan den föreslagna delegationen för havsresurser och näringslivet i frågor som teknisk utveckling, exploatering m. m.*

### Utbildning

En nödvändig förutsättning för ett framgångsrikt havsutnyttjande är naturligtvis att tillräckliga och ändamålsenliga utbildningsmöjligheter finns inom området.

Havsresursutredningen har inte sett som sin uppgift att lägga fram detaljerade förslag

angående utbildningens uppläggning, studieplaner m. m. Däremot kan vissa allmänna riktlinjer anges.

Av stor betydelse för utbildningens kvalitet är att också forskning bedrivs vid de institutioner där utbildningen sker. Från den synpunkten är de förslag angående forskningens förstärkning som framlagts tidigare i detta kapitel väsentliga också för utbildningen.

Havsresursutredningen vill också betona att grundläggande naturvetenskapliga och tekniska kunskaper är en nödvändig förutsättning för en eventuell specialinriktning på havsforskning eller havsteknik.

Under senare år har en frivillig kurs i undervattensteknologi för blivande civilingenjörer hållits vid Chalmers tekniska högskola. Denna och liknande kurser svarar mot ett klart behov och bör enligt havsresursutredningens uppfattning ges även i fortsättningen.

Havsresursutredningen vill också ta upp frågan om fortbildning av personal vid

statliga myndigheter med inriktning på havs-utnyttjande. Former bör skapas som gör det möjligt för denna personal att vid behov delta i lämplig universitetsundervisning. Omvänt har också studenter vid universiteten ofta glädje av att kunna delta i den verksamhet som bedrivs vid de nämnda myndigheterna. Här finns ett ömsesidigt intresse hos universitet och myndigheter av att kunna utnyttja varandras resurser. Denna fråga bör särskilt beaktas i samband med att sjöfartsverket och SMHI förläggts till Norrköping. Dessa båda myndigheter förlorar därvid en del av kontakterna med universitet och högskolor i Stockholm, men nya kontakter bör istället kunna etableras med tekniska högskolan och universitetet i Linköping.

*Havsresursutredningen menar att den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser fortlöpande bör följa utbildningsfrågorna inom sitt fält och vid behov föreslå förändringar och utvidgning av utbildningen.*

### *Inledning*

I flera länder har under 1960-talet anslagen för tillämpad havsforskning och marin teknologi ökat markant. Föroreningsproblem och utnyttjandet av havet för transporter, födoämnesförsörjning och mineralexploatering har tagit en betydande del av insatserna. Mycket stora insatser har också gjorts för att utveckla militär marin teknik. Samtidigt har större resurser ställts till förfogande för grundläggande forskning i syfte att öka kunskaperna om havsmiljön.

Resursökningarna har varit särskilt iögonenfallande i USA. Anslagen till havsforskning har också kraftigt ökat under senare år i bl. a. Frankrike, Japan, Förbundsrepubliken Tyskland, Storbritannien, Canada och Sovjetunionen. I flera länder har anskaffningen av forskningsfartyg upptagit en väsentlig del av resursökningarna. En betydande del av havsforskningen bedrivs av militära myndigheter.

Parallellt med de stora statliga insatserna i vissa länder har den enskilda industrins intresse för havsforskningsteknik ökat. Särskilt vissa stora amerikanska företag har under de senaste åren arbetat intensivt på att utveckla marinvetenskaplig apparatur, såsom instrument av olika slag för registrering och mätning, borrrustning, pumpsystem m. m. Vid sidan av amerikansk industri förefaller japanska företag inta en framskjuten posi-

tion internationellt sett i fråga om utveckling av teknisk utrustning för marin forskning och exploatering.

Det har inte varit möjligt att i den följande redogörelsen få med uppgifter från statshandelsländerna.

### *Amerikas förenta stater*

#### Allmän utveckling

Betydande resurser har sedan länge tilldelats havsforskningen i USA. Särskilt den amerikanska flottan har på bred front främjat forskning på området. Flottan är fortfarande den ojämförligt största anslagskällan för de marina vetenskaperna. Dess roll markeras av att den svarar för ca 50 % av de amerikanska havsforskningsresurserna.

Vid mitten av 1960-talet ökade de federala myndigheternas intresse för marin vetenskap och teknisk utveckling starkt. Havsforskningen blev livligt debatterad under 1964 och 1965. Bl. a. ägde flera kongresshearings rum angående de amerikanska insatserna för att öka kunskaperna om haven och påskynda utnyttjandet av havens resurser i ekonomiskt syfte. Industrikommittéer tillsattes för att granska förutsättningarna för havsteknisk utveckling och exploatering. I maj 1965 tillsattes vidare en arbetsgrupp inom presidentens rådgivande kommitté i

forskningsfrågor. Gruppen lade påföljande år fram en rapport med rekommendationer till presidenten att formulera ett långsiktigt amerikanskt havsforskningsprogram (Effective Use of the Sea. Report of the Panel on Oceanography. President's Science Advisory Committee, June 1966). Kommittén föreslog ett brett upplagt federalt havsforskningsprogram, som innebar en fördubbling av resurser för havets fredliga utnyttjande under den kommande femårsperioden samt en väsentlig ökning även av flottans forskningsutgifter. Gruppen föreslog vidare att existerande civila myndigheter med havsforskning på sina program skulle sammanföras i en ny federal myndighet med ansvar för marin forskning och utveckling.

Genom ett kongressbeslut år 1966 stadfästes ett förslag om en betydlig förstärkning av organisationen för havsforskning (Marine Resources and Engineering Development Act). Beslutet innebar en uppmaning till presidenten att utveckla ett långsiktigt nationellt forskningsprogram med biträde av ett nationellt planeringsorgan, National Council on Marine Resources and Engineering Development, vanligen benämnt Marine Sciences Council, under vicepresidentens ordförandeskap. Samtidigt tillsatte presidenten en permanent nationell kommission, Commission on Marine Science, Engineering, and Resources, som bl. a. skulle tjäna som rådgivande expertorgan till det nationella rådet.

Planeringsrådet, Marine Sciences Council, har sedan dess årligen framlagt rapporter (Marine Science Affairs) som redovisar läget inom havsforskningen i USA och presenterar riktlinjer för den framtida utvecklingen. Rådets koordineringsuppgifter har sedan övertagits av den år 1970 inrättade National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, se nedan). Commission on Marine Science, Engineering, and Resources lade i januari 1969 fram ett förslag till nationellt handlingsprogram inom havsforskningen (Our Nation and the Sea).

Parallellt med att organisationen effektiviserades gav presidenten havsforskningen och

exploateringen av havets tillgångar hög prioritet i budgeten år 1966. De federala anslagen för havsforskning i USA beräknades då till ca 1 700 milj. kr. (Beloppet utgjorde detta år knappt 2 procent av de totala federala utläggerna för forskning och utveckling.) Anslagen höjdes påföljande år till drygt 2 000 milj. kr. Ökningen av den amerikanska havsforskningsbudgeten har sedan dess fortsatt. 1972 uppgår de federala anslagen för havsutforskning ("Marine Science and Technology") till 3 100 milj. kr.

### Inriktning och målsättningar

Det amerikanska havsforskningsprogrammet innefattar betydande insatser på snart alla grenar av forskningsfältet. Programmet kan beskrivas som ett trestegsprogram, som innefattar förstärkta resurser för:

- grundforskning, baserad på de klassiska disciplinerna fysik, kemi, geologi och biologi;
- utveckling av erforderliga tekniska hjälpmedel för forskning och utveckling samt serviceåtgärder, såsom utbildning, datainsamling och informations spridning, kartläggning av naturresurser etc.;
- kommersiell exploatering av resurserna för att tillgodose samhällsbehoven inom t. ex. försvar, transporter, mineral- och oljeutvinning, miljövård och livsmedelsförsörjning.

Planeringen följer sedan 1966 allmänna riktlinjer i den ovan nämnda Marine Resources and Engineering Development Act. I kongressens mandat till presidenten 1966 konkretiserades målsättningen ytterligare. Kongressen rekommenderade ökad uppmärksamhet på bl. a. följande frågor:

- ökade kunskaper om havsmiljön och ökat utnyttjande av havets resurser;

- främjandet av privata investeringar i utforskning av havsmiljön, teknisk utveckling, handel och ekonomiskt utnyttjande av havets tillgångar;
- förbättrad utbildning inom de marina vetenskaperna;
- utveckling av teknisk utrustning och instrument att använda inom havsforskningen;
- ett effektivt utnyttjande av havsforskningsresurserna i det amerikanska samhällets tjänst samt samarbete mellan skilda myndigheter och enskilda institutioner och företag för att undvika dubbelarbete;
- samarbete med andra länder när detta ligger i nationens intresse.

Dessa riktlinjer har sedermera följts upp av det nationella planeringsrådet för havsforskning. För att ge en uppfattning om innehållet i programmen för olika sektorer presenteras i det följande rådets rekommendationer rörande internationellt samarbete, utvinning av födoämnen och icke levande resurser ur havet samt utbildning.

I fråga om *internationellt samarbete* konstaterar rådet bl. a., att grunden för strävandena att vidga de internationella kontakterna utgörs av bl. a. följande premisser för USA:s politik och program på området.

Kunskapen om havet och dess resurser är ännu mycket begränsad. Erfarenheter och kapacitet på havsforskningens område finns i många länder, varför ett ömsesidigt utbyte kan vara fördelaktigt för alla parter. Ett intensifierat sökande efter nya resurser krävs för att möjligheter skall finnas att föda jordens befolkning. Detta fordrar i sin tur ett bättre utnyttjande av all tillgänglig teknologi för exploatering av resurserna och betydande kapitalinvesteringar.

Mot bakgrund härav och vad man hittills uppnått av internationella kontakter måste enligt rådet uppmärksamheten alltmer riktas mot långsiktiga internationella samarbetspro-

gram. Detta gäller bl. a. den rättsliga regleringen av havets utnyttjande. Det erfordras, konstaterar man, en internationell havslag, "A Legal Regim for the Deep Ocean Seabed". Långsiktiga planer måste vidare upprättas för att utforska havet i internationell regi. Större gemensamma resurser härför erfordras.

*Utvinning av födoämnen ur havet* ägnas stort utrymme i det amerikanska programmet. För att stärka det kommersiella fisket i landet finns ett särskilt program, "Food from the Sea Program". Bakgrunden är att USA från 1956 till 1966 fallit ned från andra till sjätte plats bland världens fiskenationer.

Största delen av resurserna för programmet skall användas till att insamla data med vars hjälp man kan kartlägga fiskens levnadsbetingelser, finna rationella fångstmetoder samt insamla övrig information som bl. a. kan ligga till grund för internationella avtal om högsjöfiske. Intensifierad forskning för att komma fram till bättre marknadsmässiga produkter är en annan stor del i programmet. Ett projekt är att öka och utveckla framställningen av fiskproteinkoncentrat (FPC). Den intensifierade forskningen på att förbättra extrakt från mindre användbara fiskar, exempelvis hajar, skall fortsättas. Utveckling av förbättrade fångstmetoder, fångstredskap och fartyg ingår också i programmet.

Den intensifierade *utforskningen av havsområdenas icke levande naturresurser* syftar bl. a. till att förstärka den inhemska gruv- och metallindustrin. Det federala programmet innehåller i huvudsak följande:

- service till industrin i fråga om kartering, meteorologiska studier, viss forskning och instrumentutveckling, särskilt på det geologiska området;
- geologiska undersökningar görs i federal regi för att analysera havsbotten och mineraltillgångar på kontinentalsockeln
- fullständiga marknadsstudier över ett åttio-tal mineral: alternativa källor för utvinning analyseras, utveckling av nya



undersökningsförfaranden och ny gruvteknik följs upp osv.

Ett annat stort och mycket viktigt område i detta program är studier över färskvattneresurser. Här ingår forskning rörande avsaltningsprocesser som ett stort projekt, men även undersökningar av sötvattentillgångar under havsbotten har medtagits.

*Utbildning av kvalificerad vetenskaplig och teknisk personal* utgör en viktig del av det amerikanska havsforskningsprogrammet. För att möta det växande personalbehovet har nya kurser, universitetsinstitutioner och även helt nya utbildningsanstalter skapats. Antalet studerande har under senare år ökat starkt. Forskarutbildningen inom de marina vetenskaperna har expanderat i motsvarande grad.

1966 antogs "National Sea Grant College and Program Act". Programmets målsättning är att öka utbildningen av sådan specialiserad arbetskraft som behövs inom industrin och den statliga verksamheten, att understödja tillämpad forskning för att kunna utnyttja de marina resurserna samt att förmedla kunskaper och information om den marina utvecklingen till alla intresserade inom nationen.

I utredningen "Our Nation and the Sea", som framlades i januari 1969 av Commission on Marine Science, Engineering, and Resources rekommenderas en stark resursökning för att främja grundforskning och utveckling av tekniska hjälpmedel vid exploatering av havets resurser. Bl. a. företogs en snabb utveckling av tekniken för att möjliggöra arbete under längre perioder på ett djup av 2 000 fot. Miljöproblemen i kustområdena kräver enligt kommissionen betydande forskningsinsatser. För att främja nyttiggörandet av kontinentalsockelområdenas resurser föreslog kommissionen att ett antal speciallaboratorier skulle inrättas, "Continental Shelf Laboratories". Enligt kommissionen erfordrades vidare ett nationellt ledningsorgan för att samordna och finansiera havsforskningen. Därför föreslogs inrättandet av den nya myndigheten National

Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA.

#### Organisation och resurser

Ledningsorgan för havsforskningen i USA har som nämnts varit det år 1966 inrättade nationella planeringsområdet, Marine Sciences Council. Vid dess sida har en rådgivande expertkommission arbetat, Commission on Marine Science, Engineering, and Resources.

Såväl rådets som kommissionens uppgifter har numera övertagits av den i oktober 1970 nyinrättade centrala myndigheten National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) under Department of Commerce och ett fristående miljövårdsorgan, Environmental Protection Agency (EPA).

Inom NOAA har huvuddelen av den civila, federala havsforsknings- och havsundersökningsverksamheten sammanförts i en organisation. NOAA skall genom nationella program leda forskningen och utvecklingen inom de marina och atmosfäriska vetenskaperna samt samordna sina egna tekniska och vetenskapliga resurser med dem som finns vid andra statliga och privata institutioner.

NOAA är organiserat på sex större operativa enheter:

- National Ocean Survey
- National Weather Service
- National Marine Fisheries Service
- Environmental Data Service
- National Environmental Satellite Service
- Environmental Research Laboratories.

National Ocean Survey omfattar bl. a. den tidigare Coast and Geodetic Survey och gör geodetiska, oceanografiska och maringeologiska undersökningar. Man gör också prognoser rörande tidvatten, strömmar och havsvågor orsakade av jordbävningar.

National Weather Service utfärdar bl. a. varningar och prognoser rörande orkaner, stormar samt väder-, våg- och isförhållanden till havs och i de stora sjöarna. Man är alltså där bl. a. ansvarig för väderobservationerna från båtar och kuststationer.

National Marine Fisheries Service (inkluderar en avdelning för sportfiske m. m.) bedriver bl. a. biologisk forskning på ekonomiskt viktiga arter av marina organismer, analyserar fiskeriinsatserna, söker utveckla bättre fångstmetoder och agerar i internationella fiskerifrågor. Enheten har nära 30 större laboratorier och regionala centra samt över 50 mindre, lokala kontor. Man förfogar över en flotta på 29 forskningsfartyg.

Environmental Data Service består av tre nationella centra för klimatologiska, oceanografiska och geofysiska data. Dessa centra insamlar, behandlar, arkiverar, publicerar och distribuerar omgivningsdata i global skala.

National Environmental Satellite Service utvecklar – i samarbete med National Aeronautics and Space Administration, NASA – teknik för användning av satellitdata inom bl. a. havsforskningen.

Environmental Research Laboratories bedriver genom specialinriktade forskningslaboratorier på olika håll i Förenta staterna grundläggande forskning i syfte att öka kunskaperna om särskilt de fysikaliska processerna i naturmiljön.

Vid sidan av de nämnda sex huvudenheterna inom NOAA finns även andra enheter för speciella uppgifter. En av dessa enheter administrerar "environmental systems", och styr därigenom det nationella data-bojprojektet, ett nationellt centrum för oceanografisk instrumentering, och ett centrum för marin mineralteknologi.

En annan av de administrativa enheterna, "Office of Sea Grant", har till uppgift att ekonomiskt stödja forskning, utbildning och teknisk service inom de marina vetenskaperna. Stöd lämnas till ett stort antal institutioner och personer främst vid universitet och högskolor. Budgeten för NOAA:s totala verksamhet (marina och atmosfäriska program) uppgår 1972 till 1 660 milj. kr.

Den viktigaste anslagskällan för grundläggande havsforskning är National Science Foundation, (NSF). Ett stort antal universitet, statliga och enskilda laboratorier och akademier erhåller genom NSF federalt finansierat stöd för havsforskning. Den största

delen av grundforskningen på området är koncentrerad till ett tiotal ledande universitetsinstitutioner.

Förenta staternas totala havsutforskningsbudget för 1971 uppgick till 2 595 milj. kr. Detta belopp fördelade sig i milj. kr på olika ändamålskategorier enligt följande:

	milj. kr
Allmän oceanografisk forskning	520
Försvarsändamål	510
Undersökning och kartläggning av havsbotten	365
Fiskerinäring och födoämnesförsörjning	255
Undersökning och utveckling inom kustzonen	230
Observationer och prognoser	205
Sjöfart	180
Allmän marin teknik	145
Icke levande naturresurser	55
Övrigt (internationellt samarbete, utbildning, hälsofrågor, nationella datacentra)	130

### Frankrike

#### Allmän utveckling och inriktning

En betydande satsning på havsforskning inleddes i Frankrike under 1960-talet. I det franska plankommissariatets fjärde plan för forskningsutvecklingen 1962–1965 föreslogs en avsevärd förstärkning av resurserna för geologi och angränsande forskningsområden samt för fysisk och kemisk oceanografi och marin biologi. I planen underströks särskilt behovet att samla havsforskningen till ett mindre antal stora institutioner samt att förstärka resurserna för teknisk utrustning, särskilt forskningsfartyg. Vidare framhölls nödvändigheten av att samordna verksamheten inom havsforskningen till stora teknisk-vetenskapliga utvecklingsprogram. I den femte planen, för åren 1966–1970, gavs marin forskning och utveckling fortsatt hög prioritet. Resurserna skulle koncentreras på anskaffning av ny utrustning samt havstekniska utvecklingsprogram i samarbete mellan statliga institutioner och näringslivet, s. k. actions

concertées. Antalet forskare på området förutsattes öka väsentligt.

Programmet inom ramen för femte planen har framför allt inneburit betydande insatser på miljöområdet samt forskning för att utvinna havets resurser. Avsevärda insatser har således gjorts inom fiskeriområdet, som i Frankrike utgör en betydande näringsgren med ett förädlingsvärde som år 1964 uppgick till omkring 2 % av bruttonationalprodukten. I samband med det ökade intresset under senare år att exploatera olja, gas och mineral ur havet utanför franska kusten har prospekteringstekniken utvecklats. En del av forskningsverksamheten har vidare ägnats åt problem i samband med utvinning av energi ur havet. Frankrike intar en ledande ställning beträffande utnyttjandet av tidvattenenergin för elkraftproduktion.

Huvudlinjen i den senaste utvecklingen på havsforskningens område i Frankrike har varit att resurserna koncentrerats till forsknings- och utvecklingsprogram, som kan förutses ge ekonomisk utdelning. Med de ökade insatserna för havsteknisk utveckling och exploatering har emellertid också följt ökade anslag till grundforskning såväl på det geovetenskapliga området som inom den marina biologin. Frankrike har för övrigt sedan länge intagit en framträdande position inom havsforskningen. Här kan erinras om arbeten som gjorts av franska forskare inom djuphavsforskning och dykeri samt inom den marina biologin.

I det senaste franska programmet för havsforskning (Programme d'orientation Océan), som framlades hösten 1968 av den centrala myndigheten för havsforskning, Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), prioriteras den målinriktade forskningen. Programmet omfattar i första hand tiden fram till 1976 och koncentreras till fem huvudteman, nämligen

- nyttiggörande av havets levande organismer
- nyttiggörande av mineral och fossila bränslen

- utforskade av den franska kontinentalsockeln
- bekämpning av havsföroreningar
- havets inverkan på meteorologiska förhållanden och klimat.

Inom varje huvudområde har CNEXO angivit ett stort antal delprojekt. Som led i förverkligandet av målsättningarna ingår betydande insatser för att utbilda vetenskaplig och teknisk personal, samt inrättandet av nya institutioner för havsforskning.

I den femte planen förutsattes, som påpekats ovan, de statliga resurserna till havsforskning öka väsentligt. Senare har denna plan reviderats och ambitionsnivån höjts ytterligare. Den dåvarande franske forskningsministern presenterade sålunda i september 1968 ett program för den franska havsforskningen, som gjorts upp inom CNEXO och innebar en investeringsvolym av ungefär 1 miljard kr för sexårsperioden efter 1970.

#### Organisation och resurser

I linje med förslagen i utvecklingsplanerna under 1960-talet att koncentrera havsforskningen till ett mindre antal större organisationer inrättades i början av år 1967 det ovan nämnda nationella ledningsorganet för havsforskning, Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO). CNEXO var då direkt underställt premiärministern och fick till huvuduppgift att dra upp riktlinjer för att koordinera det framtida nationella programmet för havets utforskning och exploatering. I detta syfte skulle CNEXO i samråd med berörda departement granska utvecklingsprogram inom olika delar av havsforskningen och ge råd ifråga om fördelningen av anslag, fungera som rådgivande organ till regeringen i internationella samarbetsfrågor och representera Frankrike i internationella projekt, planera för och lämna förslag om anskaffning av tung utrustning för havsforskningsändamål samt planera och följa utbildningen på området.

1969 inordnades CNEXO under det då inrättade ministeriet för industriell och vetenskaplig utveckling. Ledningen av CNEXO utövas av ett administrativt råd med ett s. k. regeringsråd (Conseiller d'Etat) som ordförande och i övrigt innehållande representanter för olika departement och myndigheter som är engagerade i havsforskning. Rådet föreslår forskningsprogram samt beslutar om CNEXO:s större investeringar och organisation.

Det administrativa ansvaret för CNEXO vilar på en generaldirektör, som till sitt förfogande har en rådgivande expertkommitté bestående huvudsakligen av tekniker och vetenskapsmän. Under generaldirektören finns vidare en avdelning för ledning av undersökningsprogrammets fem olika teman samt serviceenheter för bl. a. tekniska hjälpmedel, internationella förbindelser och information. Under generaldirektören står vidare den nyinrättade havsforskningsstationen i Brest, "Centre Océanologique de Bretagne".

Som nationellt ledningsorgan inom fransk havsforskning ansvarar CNEXO för arbetet på att koncentrera forskningsresurserna liksom för anskaffning och skötsel av tyngre utrustning. Redan i femte planen beslöt att ett nationellt havsforskningscentrum skulle byggas i Brest vid atlantkusten. Byggnadsarbetena för stationen påbörjades av CNEXO sommaren 1968 och en successiv utbyggnad har därefter skett. 1972 arbetar ca 200 personer där, och tre år senare beräknas den siffran ha fördubblats. Breststationen är avsedd som nationellt centrum för såväl materiel och utrustning som vetenskaplig information och dokumentation inom havsforskningen. Forskningen innefattar geologiska vetenskaper, fysisk och kemisk oceanografi, marin biologi samt utveckling av teknisk utrustning för forskningsändamål. Stationen tjänar som bas för forskningsfartyg.

De senaste årens program för havsforskningen i Frankrike har gjorts upp med sikte på industriella tillämpningar. Den statliga satsningen intresserar därför givetvis också den franska industrin. Denna har under senare år granskat sina resurser på området,

och flera företag har börjat utveckla produkter, som passar in i det nationella forskningsprogrammet. De företag som har beslutat att engagera sig i utvecklingen har bildat en egen sammanslutning, Association Scientifique et Technique pour l'Exploitation des Océan (ASTEIO). ASTEIO:s syfte är bl. a. att studera den franska industrins möjligheter inom havsexploateringen, stimulera samarbete mellan franska företag samt mellan dessa och utländska firmor, etablera kontakter mellan myndigheterna, universitetsforskningen och industrin samt verka för att förse fransk industri med information om utvecklingen inom havsforskningen.

Bland franska havsforskningsinstitutioner bör även nämnas Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (ISTPM). Inom detta institut bedrivs bl. a. fiskeriforskning, hydrografisk forskning, fiskodling, föroreningsundersökningar, bakteriologisk forskning och konserveringsförsök. Institutet som är förlagt till Nantes har en budget på ca 12 milj. kr och förfogar bl. a. över 5 större forskningsfartyg.

Resurserna för havsforskning i Frankrike är ännu fördelade på ett stort antal enheter, av vilka många finansieras med såväl statliga som privata medel. Splittringen av resurserna gör det svårt att överblicka de totala medlen för havsforskning och deras fördelning på olika marina forskningsgrenar i Frankrike. Ca 4 % av det franska forskningsministeriets budget synes dock ha gått till havsforskning under senare hälften av 1960-talet. Härtill kommer stora resurser för havsforskning bl. a. i den militära förvaltningen. Man kan därför uppskatta att havsforskningen under nämnda tid fått ca 6 % av de totala franska resurserna för forskning och teknisk utveckling.

Havsforskningsanslagen för 1969 fördelades i stort enligt följande: CNEXO 50 milj. kr, franska marinen 30–40 milj. kr, övriga institutioner såsom universitet och högskolor 40–50 milj. kr. CNEXO:s anslag fördelades på tre ungefär lika stora fonder: 1) för forskningskontrakt, 2) för byggande av fartyg, bojsystem och annan tyngre utrustning

samt 3) för byggandet av ett oceanologiskt centrum i Brest. För 1970 omfattade CNEXO:s budget ca 75 milj. kr och 1971 ca 90 milj. kr.

Den grundläggande havsforskningen, till vilken här inte räknas industriella och militära utvecklingsprogram, engagerar enligt en beräkning av CNEXO mellan 1 300 och 1 500 personer varav nära 500 är forskare och kvalificerade tekniker. Den marina biologins starka ställning i Frankrike markeras av att nära 40 % av personalen inom fransk havsforskning är verksam på detta område.

Frankrike har ett 50-tal forskningsfartyg; 6 av dessa är större fartyg. Det nyaste och mest välutrustade forskningsfartyget, som blev operationsklart 1965, är på 2 200 ton och tillhör CNEXO. Vidare har CNEXO bl. a. forskningsubåtar, t. ex. ett s. k. "dykande tefat" för 3 000 m djup, tillsammans med franska petroleuminstitutet en forskningsubåt för 600 m dykdjup samt tillsammans med franska marinen ett djuphavsbatyskop "Archimède".

## Japan

### Allmän utveckling och inriktning

I Japan har fiskeriforskningen hög prioritet. Intensifierad forskning beträffande högsjöfiske har inletts under senare år. På grund av ökande arbetskostnader söker man därvid få fram nya fångst- och lokaliseringsmetoder o. d. Vidareförädling av fiskeprodukterna ingår också i forskningsprojekten.

De icke levande resurserna i havet har inte exploaterats av japanerna i samma omfattning som de levande resurserna. Man har dock höga förväntningar på exploateringen av mineralförekomster till havs – särskilt olja och naturgas – och prospektering har pågått längs japanska kusten sedan 1956, dock hittills utan några mera betydande resultat. Japanerna har också börjat utveckla teknik för exploatering av mangannoduler på oceanernas djupbottnar. I det japanska transportministeriets havsundersökningspro-

gram för 1971–1975 intar framställningen av en topografisk och geologisk karta över 7 300 000 km<sup>2</sup> av havsområdena runt Japan en framskjuten plats.

Japan är världens största skeppsbyggar-nation. Arbeten på att utveckla nya fartygstyper bedrivs intensivt. Den teknologi man byggt upp på detta område har utgjort en god grund för konstruktion av jättetankers, borrhorn och avancerade ubåtar liksom havsforskningsutrustning av olika slag.

Industrialiseringen och urbaniseringen i stora områden av Japan har medfört svåra vattenproblem. Avsättning av havsvatten är därför ett viktigt forskningsområde. Japan intar en framskjuten position inom avsättningsteknologin.

Stora skador på liv och egendom i bl. a. Japan åstadkoms ofta genom tyfoner, stormar och tsunamis (se s. 32). Forskning, som kan leda till bättre prognoser och därmed kan skapa möjligheter att minska dessa naturkatastrofers skadeverkningar, tillmäts därför största betydelse både för Japan och för hela Stillahavsregionen i övrigt.

I Japan har man tidigt sökt göra havet attraktivt för turister. Ett led i detta är att man planmässigt skyddar ett flertal kustområden från exploatering. I vissa av dessa områden har man velat underlätta för allmänheten att studera havets miljö och bl. a. byggt "observationstorn" under vatten.

Det nationella rådet för marin vetenskap och teknik (se nedan) har utarbetat ett förslag till femårsplan för den japanska havsforskningen för perioden 1969–1973. Förslaget ledde bl. a. till att ett nationellt program för den marina utvecklingen senare utformades. Detta program hade följande fem huvudpunkter:

- kartläggning av den japanska kontinentalsockelns samlade naturtillgångar
- studier av den marina miljön med datainsamling och informationsöverföring i havet
- utveckling av metodik och teknik för akvakultur

- utveckling och konstruktion av fjärrmanövrerad oljeborringsutrustning för bruk i havet
- utveckling av metodik och teknik för vistelse och arbete under havsytan och på stora djup (undervattensfarkoster m. m.).

Förutom dessa huvudpunkter utpekades också vissa ytterligare områden som särskilt värda ökat studium, nämligen

- avsaltning av havsvatten
- utnyttjande av oexploaterade levande naturresurser i havet med särskild hänsyn till proteinförsörjningen
- förläggning av skrymmande anläggningar (flygplatser, fabriker, kärnkraftverk etc.) till havet.

#### Organisation och resurser

Den japanska havsforskningen behandlas sedan 1961 inom det nationella rådet för marin vetenskap och teknik. I detta rådgivande organ, som är underställt premiärministern, ingår medlemmar från universitet, statliga verk och privata industrier, som på ett eller annat sätt är engagerade i havsforskning. I rapporter år 1967 och 1969 poängterade rådet betydelsen av koordinering av forskningsresurserna och rekommenderade upprättandet av en nationell plan för utveckling av marin vetenskap och teknologi. Rådet framhöll också behovet av ökat internationellt samarbete mellan havsforskare. För detta ändamål har en särskild organisation inrättats med uppgift att koordinera landets internationella aktiviteter.

Fram till 1969 administrerades det statliga stödet till utvecklingen inom marin vetenskap och teknik helt av ett flertal skilda statsdepartement. Mot bakgrund av rekommendationerna från rådet för marin vetenskap och teknik övertog emellertid samma år "Science and Technology Agency" ansvaret

för den interdepartementala samordningen av de olika marina aktiviteterna. Detta organ har en departemental ställning och är – liksom "Defence Agency" – sidoordnat de egentliga departementen. För att leda genomförandet av det utvecklingsprogram, som refererats i föregående avsnitt, tillsattes 1969 också en särskild interdepartemental kommitté under Science and Technology Agency. Ansvaret för arbetena med vissa delar av utvecklingsprogrammet lades sedan av kommittén ut på närmast berörda departement.

Samtidigt som styrningen av den statliga marina utvecklingen reorganiserades ökades också anslagen till verksamheten. Från att 1968 ha legat på ca 25 milj. kr var anslagen 1970 uppe i omkring 85 milj. kr. Det är att märka att detta belopp enbart avser forskning och utvecklingsarbete och att privata intressenter bidrar med ungefär dubbla detta belopp. Det kan också nämnas att det i Japan finns ett 30-tal havsforskningsfartyg (varav ett för 32 vetenskapsmän) och 4 forskningsubåtar.

De japanska företagens stora engagemang i den marina utvecklingen förtjänar att uppmärksammas. Ca 200 företag är aktiva inom det havstekniska fältet och 44 av dem har särskilda organisatoriska enheter för verksamhet på detta område. I Japan Association of Underwater Technology ingår företagen som medlemmar. Sju stora företagsgrupper eller konsortier för havsteknisk utveckling har bildats. I var och en av dessa grupper ingår ett flertal företag med specialinriktningar mot vitt skilda branscher.

#### *Förbundsrepubliken Tyskland*

Regeringen i tyska förbundsrepubliken antog 1969 ett program för marin forskning och marinteknisk utveckling. Programmet avsåg perioden 1969–1973.

Programmet utarbetades i den tyska *kommissionen för oceanografi*, vilken bildats inom forsknings- och utbildningsdepartementet som regeringens rådgivande organ i

havsfrågor. Programmet avser arbeten vid federala forskningsinstitutioner, universitet, andra forskningsinstitut, federalt betald forskning och utveckling inom industrin, osv. För närvarande utarbetas en ny version av programmet för perioden 1972–1975.

Programmets huvudområden är följande:

- Grundläggande forskning inom områdena fysisk oceanografi, marin meteorologi, marin biologi, kemisk oceanografi, och marin geologi och geofysik.
- Tillämpad forskning i syfte att undvika och bekämpa havsföroreningar. Bl. a. är denna forskning inriktad på problemen i Nordsjön och Östersjön.
- Tillämpad forskning i syfte att möjliggöra effektivare utnyttjande av havets mineralresurser. För närvarande är bl. a. det metallhaltiga slammet i Röda havet, mangannoduler och vaskfyndigheter föremål för intresse.
- Tillämpad forskning i syfte att möjliggöra ökat utnyttjande av havets levande naturresurser. Hit hör bl. a. undersökningar av fiskebestånd vid Sydamerikas kuster, i Antarktis och i västra Indiska oceanen. Dessutom utvecklas fiskeriteknik, och forskning avseende akvakulturer bedrivs.
- Tillämpad forskning för att förbättra skyddet av kustregionen. Hit hör utveckling av meteorologisk och oceanografisk prognosteknik, bl. a. i avseende tidvatten.
- Tillämpad forskning i syfte att nyttiggöra kunskaperna om samspelet mellan luft och hav.

I anknytning till de olika programpunkterna bedrivs marintekniskt utvecklingsarbete.

Anslagen över den federala budgeten till havsforskning och marinteknisk utveckling var 1971 120 milj. kr. 1972 har siffran stigit till 160 milj. kr och 1975 beräknar man vara

uppe i 240 milj. kr. Dessutom kommer medel från delstaterna.

I tyska förbundsrepubliken finns för närvarande 7 forskningsfartyg, varav 2 industriägda, för expeditioner med global omfattning. Dessutom finns 10 mindre fartyg för arbeten i Östersjön och Nordsjön. Byggandet av ytterligare fartyg övervägs.

### Storbritannien

Den brittiska havsforskningen och marintekniska utvecklingen koordineras inom det naturvetenskapliga området av *Natural Environment Research Council* och inom det tekniska området av *Committee on Marine Technology*. Den senare kommittén är förlagd till statsdepartementet för handel och industri. Kommittén har till huvuduppgift att biträda olika användare av marin teknik – såväl staten som industrin – genom att analysera behov och rekommendera forsknings- och utvecklingsprogram för att tillgodose behoven.

Kommittén för marin teknologi har rekommenderat att kommande marinteknisk forskning och utveckling i Storbritannien skall koncentreras till följande fyra huvudområden:

- Utrustning och system för fiske och fiskbehandling
- Teknik och utrustning för utvinnande av olja och gas i havsområdena
- Tekniska system och utrustning för fartyg, bl. a. för navigering
- Teknik, system och utrustning för undervattensarbeten

De medel som 1971–72 avsattes över den statliga budgeten till marinteknisk forskning och utveckling uppgick till 190 milj. kr.

Vad särskilt angår kontinentalsockeln understödjer Natural Environment Research Council maringeologiska undersökningar av ytligare lösa avlagringar och av berggrunden, samt undersökningar av erosion, ackumulation och sedimenttransport utmed kusten

och på havsbotten. Det senare sker med hänsyn till även sjöfartens intressen.

### Canada

1971 presenterades en rapport innehållande riktlinjer för Canadas framtida verksamheter i havsområdena. Rapporten hade författats av en kommitté under det s. k. "Science Council of Canada", vilket i sin tur är rådgivande gentemot regeringen i vetenskapliga frågor.

I rapporten föreslås att en "National Board on Marine Activity" med representanter från förvaltningen, industrin och universitetet bildas för att bli regeringens direkta rådgivare i havsfrågor.

I rapporten framhålls också det nödvändiga i att Canada koncentrerar sina ansträngningar att utnyttja haven till ett begränsat antal väldefinierade områden. Följande tre programpunkter föreslås.

– *Utveckling av marin teknik för utforskande och exploatering av havsresurser.* För att denna utveckling skall bli framgångsrik föreslås att den samordnas av en nyinrättad "Canadian Ocean Development Agency". Denna organisations budget har sagts kunna bli omkring 250 milj. kr per år. Från exploateringssynpunkt är det sedan länge bedrivna fisket av stor betydelse för Canada. På mineralsidan kan man framför allt peka på olja och gas, som man nu börjat hitta på olika håll. De totala mängderna olja och gas kan komma att visa sig mycket stora.

– *Kontroll av istäcket i Sankt Lawrencebukten.* Detta program sägs syfta till att ställa isförhållandena i Sankt Lawrencebukten delvis under människans inflytande. Projektet innehåller ett element av klimatkontroll. Lyckas man är detta av intresse bl. a. för sjöfarten och för oljeexploatörer i området. De vunna erfarenheterna kan eventuellt senare appliceras i arktiska områden.

– *Utnyttjande och skydd av "the Strait*

*of Georgia".* The Strait of Georgia" är vattenområdet omedelbart utanför Vancouver i vilket Fraserfloden rinner ut. Detta område är av intresse från flera synpunkter: behovet av att utnyttja området för rekreation blir allt större, i området finns en stor och betydelsefull hamn, området är en viktig transportled för timmer, fisket är betydelsefullt, eventuellt kan olja komma att utvinnas i området i framtiden, men området är också starkt föroreningskänsligt. Det beskrivna projektet går just ut på att styra utvecklingen i området på ett sådant sätt att det verkligen låter sig utnyttjas i de nämnda hänseendena.



*Allmänt*

Ett stort antal multilaterala samarbetsorgan på global och regional nivå har inrättats under 1900-talet för att främja det internationella marinvetenskapliga samarbetet. (Se tabell 11.1). Det internationella utbytet har till stor del organiserats av vetenskapsmännen själva, via akademier och andra veten-

skapliga organ med internationella kontakter. I och med att havsforskningens resursbehov successivt ökat har emellertid de informella vetenskapliga kontakterna i många fall avlösts av samarbete med mer officiell prägel, organiserat av internationella, mellanstatliga organisationer med betydande statligt stöd från respektive medlemsländer.

*Tabell 11.1* Betydelsen av förkortningar för vissa internationella samarbetsorgan och -projekt av intresse från havsforskningssynpunkt.

ACMRR	Advisory Committee on Marine Resources Research (FAO)
AGOR	Advisory Group on Oceanic Research (WHO)
CERC	Coastal Engineering Research Council
CIG	Comité International de Géophysique (ICSU)
CMG	Commission on Marine Geology (IUGS)
CMM	Commission on Maritime Meteorology (WMO)
COFI	Committee on Fisheries (FAO)
ECAFE	Economic Commission for Asia and the Far East
ECE	Economic Commission for Europe
ECOR	Engineering Committee on Oceanic Resources
ECOSOC	United Nations Economic and Social Council
EEC	European Economic Community
FAGS	Federation of Astronomical and Geophysical Services (ICSU)
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
GARP	Global Atmospheric Research Program (ICSU-WMO)
GELTSAP	Group of Experts on the Long-Term Scientific Policy and Planning (IOC)
GESAMP	Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution (IMCO)
IABO	International Association of Biological Oceanography (IUBS)
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAPSO	International Association for the Physical Sciences of the Ocean
IAWPR	International Association of Water Pollution Research
IBP	International Biological Program (ICSU-UNESCO)
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
ICSU	International Council of Scientific Unions
IGOSS	Integrated Global Ocean Station Systems (IOC-WMO)

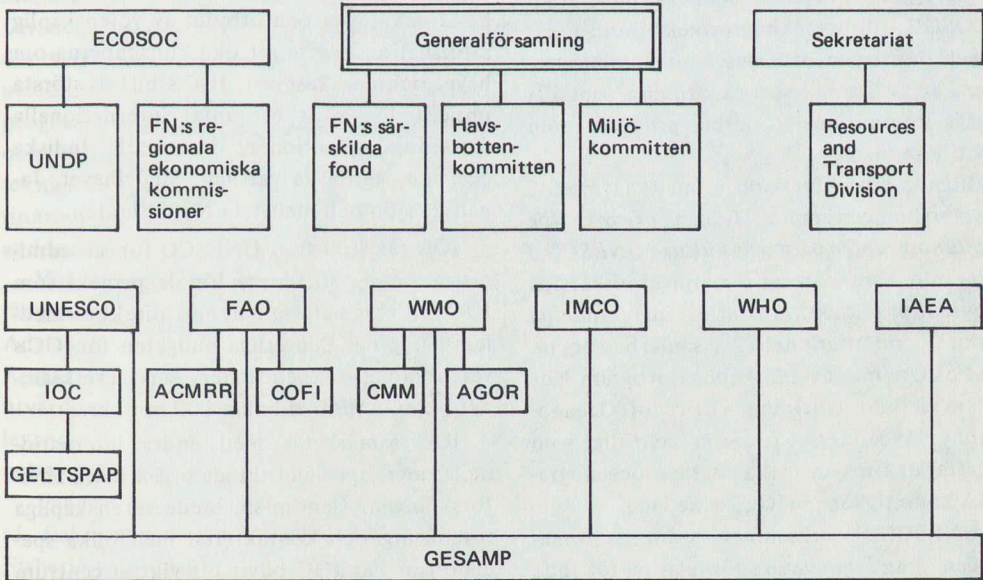
IHB	International Hydrographic Bureau
IHD	International Hydrological Decade (UNESCO)
IMCO	Intergovernmental Maritime Consultative Organization
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission (UNESCO)
ITU	International Telecommunication Union
IUBS	International Union of Biological Sciences (ICSU)
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics (ICSU)
IUGS	International Union of Geological Sciences (ICSU)
LEPOR	Long-Term and Expanded Program for Oceanic Research (IOC)
MAB	Man and the Biosphere (UNESCO)
NEAFC	North-East Atlantic Fisheries Commission
ODAS	Ocean Data Acquisition System (IGOSS)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research (ICSU)
SCOPE	Scientific Committee on Problems of the Environment (ICSU)
SCOR	Scientific Committee on Oceanic Research (ICSU)
UNDP	United Nations Development Program
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WDC	World Data Center
WMO	World Meteorological Organization
WWW	World Weather Watch (WMO)

### Förenta Nationerna

Under efterkrigstiden har FN:s organisation förstärkts väsentligt för att stimulera det vetenskapliga utbytet inom havsforskningen. De olika aktuella FN-organens ställning framgår av figur 11.1.

Generalförsamlingen har ansvaret för arbetet inom två kommittéer, vars arbete är av betydelse för havsforskningen. *Havsbottnkommittén* förbereder en havsrättskonferens

som avses hållas under något av de närmaste åren, eventuellt redan 1973. (Se kapitlet "Havsrättsliga regler".) FN:s konferens om den mänskliga miljön i Stockholm 1972 förbereddes av en särskild kommitté. Det inledda samarbetet rörande miljöproblem av internationell betydelse väntas allmänt förbättras genom att konferensens förberedande kommitté efterträds av en permanent miljökommitté. Såväl i havsbottnkommitténs som i den kommande miljökom-



Figur 11.1 De från havsforskningssynpunkt viktigaste FN-organen. Centralorganisationen överst och fackorganen underst. Betydelsen av förkortningarna framgår av texten och av tabell 11.1.

mitténs arbete intar havsföreningens problemen en framskjuten plats.

Inom centralorganisationen, FN:s sekretariat i New York, är det främst enheten för ekonomiska och sociala frågor som har betydelse för havsforskningen. Enheten har en särskild avdelning för naturresurser och transporter, Resources and Transport Division, som innefattar sektioner för bl. a. kartering, geologi och gruvdrift, vattenresurser, transporter och turism. Avdelningens arbete är främst inriktat mot u-ländernas problem. Med stöd från bl. a. FN:s särskilda fond har man företagit karteringar längs vissa utvecklingsländers kuster och bedrivit vissa prospekteringsarbeten. Man har också studerat tekniska metoder för att utnyttja havet för olika ändamål, t. ex. transporter.

Till FN:s ekonomiska och sociala råd (ECOSOC) är knutna en mångfald verksamheter som berör utforskandet av havsområdena. Hit hör de arbeten som bedrivs inom rådets regionala kommissioner, t. ex. Economic Commission for Asia and the Far East (ECAFE) som har en särskild kommitté för marin prospektering och Economic Commission for Europe (ECE). Stora ekonomiska resurser förmedlas också via FN:s utvecklingsprogram (UNDP), som är underställt ECOSOC, till utvecklingsprojekt inom t. ex. fisket. Anslagen till dessa utvecklingsprogram är av samma storleksordning som alla övriga internationella marina program inom FN tillsammans.

Bland FN:s fackorgan med intresse i havsforskningen märks främst *organet för utbildning, vetenskap och kultur (UNESCO)*, som inte bara har egna marinvetenskapliga program utan också utövar ett inflytande på andra internationella samarbetsorgan. UNESCO:s marinvetenskapliga program leds av en särskild avdelning, Office of Oceanography. Avdelningen fungerar samtidigt som sekretariat för den mellanstatliga oceanografiska kommissionen (IOC, se nedan).

UNESCO:s verksamhet inom havsforskningen kan schematiskt fördelas på följande områden:

– utbyte av information för att främja utvecklingen av moderna forskningsmetoder och modern industriell utrustning inom havsforskningen

– bistånd till nationella och regionala havsforskningsinstitutioner

– utbildning inom de marina vetenskaperna

– drift av IOC:s sekretariat och finansiellt stöd till internationella havsforskningsexpeditioner i IOC:s regi.

UNESCO:s program inom de marina vetenskaperna täcker sådana fält som fysisk och kemisk oceanografi, marin biologi, marin geologi, geomorfologi och geofysik.

Den totala ekonomiska omslutningen av UNESCO:s utbildningsprogram inom havsforskningen utgjorde 1969 nära 5 milj. kr. Härtill kommer ett ungefär lika stort belopp, bestående av sammanlagda kostnader för IOC-sekretariatet, för informationsutbyte och för tekniskt bistånd till laboratorier i enskilda medlemsländer.

Den mellanstatliga oceanografiska kommissionen eller *Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)* upprättades i samarbete med UNESCO 1960. För närvarande är 72 stater anslutna till IOC. Kommissionens uppgift är bl. a. att främja havsforskningen och utbytet av vetenskaplig information i syfte att öka kunskaperna om havet och dess resurser. IOC:s hittills största projekt har varit ett antal internationella forskningsexpeditioner, bl. a. till Indiska oceanen, karibiska vattnen, Medelhavet, Japanska sjön och mellersta Nordatlanten.

IOC får stöd från UNESCO för sin administration. Kostnaderna för de projekt som IOC initierar betalas däremot direkt av medlemsländerna. Den årliga budgeten för IOC:s vetenskapliga expeditioner, serviceverksamhet m. m. uppgår till nära 100 milj. kr.

IOC samarbetar med andra internationella, mera specialinriktade organ inom havsforskningen. Genom sin breda vetenskapliga förankring och kontakterna med olika specialorgan har IOC blivit ett viktigt centrum för behandling av havsforskningsfrågor av mera allmän eller ämnesövergripande karaktär.

tär. IOC har härigenom fått en internationellt ledande ställning inom havsforskningen. Med det växande intresset för internationellt samarbete inom havsforskningen kan IOC:s betydelse väntas öka under de närmaste åren. Till IOC:s aktuella uppgifter hör att organisera genomförandet av ett långsiktigt, brett upplagt, internationellt program för havsområdenas utforskande, (Longterm and Expanded Program for Oceanic Research, LEPOR), som FN:s generalförsamling beslutat om. För den vetenskapliga planläggningen av detta program finns inom IOC en särskild rådgivande grupp, GELTSPAP (Group of Experts on the Long-Term Scientific Policy and Planning).

I Sverige finns under statens naturvetenskapliga forskningsråd en särskild kommitté med rådgivande funktion beträffande IOC-ärenden.

*Food and Agriculture Organization (FAO)* har sedan länge ägnat stort intresse åt havets levande resurser. Särskilt gäller detta fiskeriområdet. Ett stort antal underorganisationer på global eller regional nivå har bildats för samverkan inom detta område. FAO har sedan 1960 en fiskeribyrå (Fisheries Department) med två avdelningar, Fishery Resources and Exploitation Division och Fishery Economics and Products Division. Båda avdelningarna bedriver utredningsarbete, understödjer utbildningsprogram, sammankallar expertkonferenser och vetenskapliga symposier samt sprider teknisk-vetenskaplig information inom fiskerinäringen. Ett intensivt samarbete sker med andra FN-organ, särskilt UNESCO.

Vidare finns inom FAO sedan 1961 en rådgivande kommitté i havsforskningsfrågor, Advisory Committee on Marine Resources Research (ACMRR), med uppgift bl. a. att utvärdera forskningsresultat rörande havets levande resurser och underlätta spridning och utnyttjande av sådana resultat.

1966 bildades inom FAO en ny kommitté, fiskerikommittén COFI (Committee on Fisheries), vilken bl. a. skall fungera som rådgivande organ till FAO:s fiskeribyrå samt verka för att stärka det vetenskapliga utbytet

inom fiskeriområdet. Vidare finns under FAO – liksom utanför FN-familjen – flera fiskerikommissioner, som inrättats för tekniskt och ekonomiskt samarbete inom olika havsregioner. I samband med FAO:s verksamhet på fiskeriområdet kan slutligen nämnas att Världsbanken, i vissa fall i samråd med FAO, givit långfristiga lån till uppbyggnad av fisket i utvecklingsländer.

Bland organ inom FN med mera betydande intressen i havsforskningen bör vidare nämnas *World Meteorological Organization (WMO)*. WMO insamlar, bearbetar och sprider meteorologiska observationer från haven. Inom organisationen finns en Commission on Maritime Meteorology (CMM). Det internationella meteorologiska informationssystemet har expanderat mycket starkt under senare år inom ramen för programmet World Weather Watch – en världsplan för meteorologisk forsknings-, observations-, databehandlings- och servicetjänst, som växt fram inom WMO:s ram. Sverige är anknutet till de internationella meteorologiska informationssystemen genom SMHI.

WMO verkar även på andra sätt inom havsforskningen. Ett världsomspännande observationsnät planeras inom ramen för det s. k. Integrated Global Ocean Station System (IGOSS), ett projekt som är gemensamt för IOC och WMO och i vilket ingår även bearbetning och distribution av data om havet. För snabb insamling och spridning av meteorologiska observationer har WMO vidare upprättat ett globalt telekommunikationssystem i samarbete med Internationella telekommunikationsunionen (ITU).

I samband med planeringen av World Weather Watch-programmet och det närstående globala atmosfäriska forskningsprogrammet (GARP) har WMO i samarbete med bl. a. ICSU (de vetenskapliga unionernas internationella råd – se närmare avsnittet ”Mellanstatliga organ utanför FN”) och IOC även planerat ett mera grundläggande marint forskningsprogram, särskilt för att öka kunskapen om samspelet och energiöverföringen mellan atmosfären och havsytan. För detta ändamål har WMO inrättat en

Advisory Group on Oceanic Research (AGOR).

*Intergovernmental Maritime Consultative Organization (IMCO)* behandlar förutom sjöfartsfrågor framför allt havens föroreningsproblematik. Metoder för att förhindra och kontrollera oljeföroreningar har under senare år stått på organisationens program. Särskilt efter "Torrey Canyon"-katastrofen har man inom IMCO fört förhandlingar om internationella rättsfrågor i samband med oljeskador (se s. 39).

IMCO tar även upp andra föroreningsproblem samt frågor beträffande säkerhetsåtgärder på fartyg, borrhorn, bojar etc. Under IMCO bildades 1969 i samarbete med fem andra FN-organisationer (IAEA, FAO, UNESCO, WHO och WMO) en Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), som speciellt skall ägna sig åt marina miljöförstörelseproblemen och möjligheterna att mäta förekomst av i detta sammanhang viktiga substanser.

Miljöförstörelsen i haven har också tagits upp inom *världshälsoorganisationen (WHO)*, som bl. a. intresserat sig för havet som rekreativmiljö. Organisationen har bl. a. initierat en undersökning av hur människans hälsa påverkas av föroreningar vid havskusterna. WHO ger vidare ekonomiskt bistånd till ett antal länder för studier av vattenföroreningskontroll. I sammanhanget bör nämnas att det inom WHO — liksom i andra organ — finns planer på att upprätta ett globalt indikatorsystem för att påvisa miljöförstörelse substanser. Ca 700 provtagningsstationer för vatten skulle ingå. WHO understöder vidare utbildning av miljötekniker i utvecklingsländer.

En speciell form av vattenföroreningar, nämligen radioaktivt avfall och annan radioaktivitet, behandlas inom *Internationella atomenergiorganet (IAEA)*. Vid FN:s havsrättskonferens 1958 fick IAEA i uppdrag att i samråd med andra internationella organ vidta åtgärder för att effektivare kontrollera radioaktivt utsläpp i haven, samt att formulera regler för att förhindra sådana föroreningar. Organisationen har därför samman-

kallat flera tekniska och juridiska expertgrupper vilka avlämnat rapporter. För att främja fortsatta vetenskapliga undersökningar av de radioaktiva avfallsproblemen har IAEA medverkat till att upprätta ett internationellt institut för ändamålet, International Laboratory for Marine Radioactivity. Organisationen har vidare understött forskning i medlemsländerna kring dessa problem.

IAEA medverkar även i internationella projekt för att studera användningen av atomenergi för avsaltning av havsvatten. Organisationen har i viss utsträckning fungerat som rådgivande organ till medlemsländer som påbörjat egna forskningsprojekt på detta område. I samband med studiet av avsaltningsanläggningar och atomkraftverk har IAEA vidare uppmärksammat de miljöproblem som uppkommer genom kylvattenutsläpp.

#### *Mellanstatliga organ utanför FN*

Ett stort antal samarbetsorgan har sedan länge funnits även utanför FN-familjens organ för att inom geografiskt avgränsade havsområden studera och reglera fångsterna av ekonomiskt betydelsefull fisk. Internationella fiskerikommissioner finns sålunda regionalt för flera olika delar av världshaven. Det förekommer också ämnesmässigt avgränsade kommissioner för t. ex. laxfiske, tonfiske och valfångst. Av största intresse för svensk och nordisk del är emellertid den *nordostatlantiska fiskerikommissionen (NEAFC)*, genom vars arbete bl. a. en reglering av sillfisket i Nordsjön har kunnat åstadkommas. (Se även kapitlet "Haven som livsmedelskälla".)

Med NEAFC:s medlemsländer som utgångspunkt har en särskild regional organisation bildats för att administrera den konvention som undertecknades i Oslo den 15 februari 1972 och enligt vilken dumpning i haven av vissa giftiga och svårnedbrytbara

substanser förbjuds. (Se kapitlet "Havsrättsliga regler".)

Bland de större och mera allmänt marinvetenskapligt inriktade organen utanför FN bör nämnas Internationella havsforskningsrådet (*ICES, International Council for the Exploration of the Sea*). Rådet har sedan sin tillkomst 1902 huvudkontor i Köpenhamn och räknar f. n. 17 medlemsländer (såväl väst- som östländer), däribland de nordiska. Reglerna för rådets verksamhet har successivt förändrats. Arbetet har dock huvudsakligen varit inriktat mot problem som rör norra atlantregionen. Sveriges medverkan i ICES-arbetet har i första hand skett genom fiskeristyrelsen. Numera deltar även naturvårdsverket.

ICES:s uppgifter är främst att stimulera havsforskningen, och då särskilt sådan forskning som behandlar havets levande resurser, samt att föreslå och i samråd med medlemsländerna organisera forskningsprojekt och verka för spridningen av vetenskapliga resultat. Rådet har upprättat permanenta internationella kommittéer på flera forskningsområden, huvudsakligen inom fiskeriforskningen.

En av ICES:s viktigaste uppgifter är att vara vetenskapligt rådgivande organ åt den nordostatlantiska fiskerikommissionen. ICES:s och dess expertkommittéers möten står öppna även för observatörer från icke medlemsländer och från sådana internationella organ med vilka rådet samarbetar. Genom sin bredd ger dessa konferenser värdefulla kontakter mellan grundforskning och mera praktiskt orienterat forsknings- och utvecklingsarbete på det marina området.

ICES har sedan sin tillkomst insamlat och spritt hydrografiska data från norra och mellersta Atlanten och härigenom fungerat som ett regionalt datacentrum. På detta område samarbetar ICES med "World Data Centres" för oceanografi.

*Baltic Oceanographers* är en ICES närstående vetenskaplig grupp, som består av enskilda forskare från samtliga länder med kust mot Östersjön. Gruppen, som alltså

formellt inte är ett mellanstatligt organ, syftar främst till att koordinera hydrografiska undersökningar i Östersjön. Ett särskilt miljöforskningsprogram — det s. k. Baltiska året — har genomförts 1969–1970 med deltagande av samtliga kuststater. *Baltic Marine Biologists* är en motsvarande grupp för samordning av biologisk metodik och verksamhet vid undersökningar i Östersjön.

En annan av de äldsta internationella havsforskningsorganisationerna utanför FN och samtidigt, vad gäller anslutningen, en av de mest omfattande är *Internationella hydrografiska byrån (IHB)*. IHB-samarbetet inleddes 1919; ett fyrtiotal länder medverkar. Organisationen har sitt sekretariat i Monaco, dit en konferens sammankallas vart femte år. IHB verkar för samarbete mellan de sjömätande institutionerna i medlemsländerna, i syfte bl. a. att främja den tekniska utvecklingen inom sjömättningsområdet samt för att nå internationell enhetlighet ifråga om sjökort. IHB bedriver en omfattande publikationsverksamhet, delvis i samarbete med berörda FN-organ.

Förutom inom de ovannämnda organisationerna behandlas havsforskningsfrågor också inom flera andra internationella organ med mera allmänna, vetenskapliga och tekniska samarbetsfrågor på sitt program. *OECD* har exempelvis behandlat fiskerifrågor i viss utsträckning. *OECD* och *Europarådet* har vidare berört havsforskningsproblem i samband med behandlingen av miljöproblem och allmänna forskningspolitiska och forskningsorganisatoriska frågor. Även inom ramen för *EEC:s* strävanden att skapa ett ökat teknisk-industriellt samarbete i Europa har havsforskningen uppmärksamats. Även icke EEC-anslutna stater har därvid inbjudits att delta i utvecklingsprojekt, bl. a. på det havstekniska området.

#### *Icke-statliga organ*

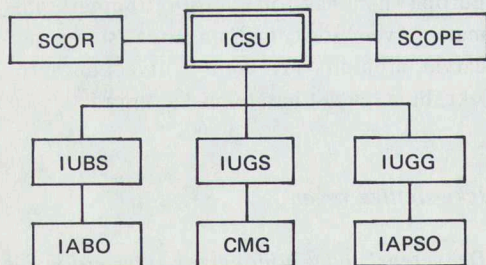
*De vetenskapliga unionernas internationella råd, (ICSU)* är den ojämförligt största av de internationella vetenskapliga organisationer,

som inte har nationer som medlemmar. ICSU består av 16 unioner, klassificerade efter olika discipliner. Härtill kommer ett stort antal speciella vetenskapliga kommittéer, som bl. a. behandlar tvärvetenskapliga frågor. Resurserna för organisationens verksamhet kommer till största delen från olika forskningsanknutna myndigheter i företrädda stater men även från internationella organ, främst UNESCO. De vetenskapliga unionernas medlemmar utses av vetenskapsakademier eller motsvarande organ i de representerade nationerna samt av internationella organisationer. Ledamöter i specialkommittéerna utses av nyssnämnda organ samt av berörda unioner. ICSU bildades 1919. Närmare ett nittiotal länder är nu representerade. Huvudorganisationens syfte är bl. a. att samordna unionernas arbete.

Sverige medverkar genom Kungl. Vetenskapsakademien i ICSU:s samtliga unioner. På det nationella planet finns som regel en nationalkommitté för varje union.

De ICSU-unioner som närmast har anknytning till havsforskning (se figur 11.2) är unionen för geodesi och geofysik (*IUGG*), unionen för biologiska vetenskaper (*IUBS*) och unionen för geologiska vetenskaper (*IUGS*) samt till dessa unioner anknutna sällskap och kommittéer.

Under *IUGG* sorterar inte mindre än 17 autonoma, internationella vetenskapliga sällskap. Ett av de viktigaste i detta sammanhang är *International Association of Physical Sciences of the Ocean (IAPSO)*. Det arrangerar vetenskapliga konferenser, publicerar material från dessa och organiserar internatio-



Figur 11.2 De från havsforskningssynpunkt viktigaste ICSU-organen. Betydelsen av förkortningarna framgår av texten och av tabell 11.1.

nellt samarbete kring aktuella vetenskapliga problem. Även under IUBS finns ett stort antal vetenskapliga sällskap. Bl. a. finns en grupp för biologisk oceanografi, *International Association of Biological Oceanography (IABO)*.

Inom IUGS finns bl. a. en internationell kommission för marin geologi, *Commission on Marine Geology (CMG)*. Ett mycket betydande ICSU-samarbete inom havsforskningen äger rum inom specialkommittéer vid sidan av de ordinarie unionerna. En av de mest aktiva specialkommittéerna är den s. k. *SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research)*. SCOR, som bildades 1957, har på många sätt framträtt som ett viktigt instrument för oceanografiskt samarbete. Bland de mest uppmärksammade SCOR-projekten under senare år är den internationella havsforskningsexpeditionen till Indiska oceanen och den första internationella havsforskningkongressen. SCOR har vidare upprättat ett antal mindre arbetsgrupper för att studera viktiga metodologiska frågor inom havsforskningen. En central uppgift för SCOR har sedan 1961 varit att fungera som vetenskapligt rådgivande organ till UNESCO och IOC beträffande havsforskning. UNESCO är SCOR:s viktigaste finansieringskälla.

SCOR-kommittén består av 28 medlemmar, som utses av nationella vetenskapliga organ i lika många medlemsländer, i Sverige av Kungl. Vetenskapsakademien, samt tio medlemmar som utses av ICSU och dess berörda unioner.

Under ICSU har vidare en speciell vetenskaplig kommitté för miljöproblem *SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment)* tillkommit hösten 1970, inom vars arbete havsföreningensfrågor kommer att inta en central plats.

Andra specialorgan inom ICSU-organisationen med anknytning till havsforskning är exempelvis specialkommittén för antarktisk forskning (*SCAR*), en specialkommitté för det internationella biologiska programmet (*IBP*, som nu går mot sin avslutning, är ett av de största ICSU-projekten hittills), federationen för astronomisk och geofysisk service

(FAGS), som bl. a. har en enhet för insamling och spridning av vissa oceanografiska observationsdata samt internationella kommittén för geofysik (CIG), som upprättades som interunionell kommitté inom ICSU år 1959 med syfte att samla och sprida information från internationella geofysiska året samt att planera framtida internationellt geofysiskt samarbete.

ICSU och dess underorgan har bildats för samarbete på det rent vetenskapliga planet. Däremot har inte denna organisation i någon större utsträckning behandlat problem som rör havets utnyttjande. För samarbete inom tillämpad havsforskning, marin teknik och havsexploatering finns ett antal starkt specialiserade fackorganisationer bland vilka följande kan nämnas:

- Coastal Engineering Research Council (CERC)
- International Association of Dredging Companies (IADC)
- International Association of Hydraulic Research (IAHR)
- International Association of Water Pollution Research (IAWPR)
- Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC)
- World Dredging Association (WDA)
- World Petroleum Congress (WPC).

I övrigt finns det flera liknande organisationer för skeppsbyggnad, bogsering etc. Det bör emellertid framhållas att ett nytt icke-statligt organ, *Engineering Committee on Oceanic Resources (ECOR)*, som i många sammanhang torde komma att företräda ovannämnda organisationer, har börjat arbeta från år 1970. En nära samverkan med främst UNESCO och IOC eftersträvas av ECOR, som avses samordna alla ingenjörsvetenskapliga intressen på havsexploateringsområdet.

Sammanslutningarna av havsforskare i östersjöstaterna (baltiska oceanograferna och baltiska marinbiologerna) har omnämnts redan i föregående avsnitt i samband med redogörelsen för ICES.

### *Nordiska samarbetsorgan*

Det nordiska samarbetet inom havsforskningen har byggts upp huvudsakligen genom informella kontakter mellan vetenskapsmän vid universiteten och andra forskningsinstitutioner i de nordiska länderna. I fråga om tillämpade studier eller teknisk utveckling för havsforskningsändamål har samarbetet däremot inte nått någon större omfattning. Ett undantag är fiskeriforskningen och den fysiska och kemiska oceanografin, där det sedan ca 60 år tillbaka pågår samverkan mellan de nordeuropeiska staterna inom ramen för internationella havsforskningsrådet (ICES, se avsnittet "Förenta Nationerna"). Detta samarbete har också stimulerat de nordiska länderna till kontakter utanför ICES-programmen, såsom inom nordiska skaldjurskommissionen m. fl.

*Nordforsk* är en samarbetsorganisation för teknisk-naturvetenskapliga forskningsråd och motsvarande samt ingenjörsvetenskapsakademier i de fem nordiska staterna. Nordforsk har ett särskilt miljövårdssektariat i Helsingfors.

Av intresse i mera speciella sammanhang är vidare den nordiska oljeskyddsunionen och nordiska institutet för sjö rätt i Oslo.

Nordiskt samarbete beträffande havsforskningen bedrivs emellertid främst genom de s. k. kollegierna för marin biologi och för fysisk oceanografi, som inrättats inom Nordiska rådets ram, och genom den nordiska maringeologiska kommissionen.

*Nordisk maringeologisk kommission* är ett kontaktorgan som uppkom ur den s. k. Östersjö-kommissionen, konstituerad 1951. Till en början medverkade endast danska och svenska vetenskapsmän. Finland inträdde år 1955. Norge anslöt sig 1963 i samband med att kommissionens undersökningsverksamhet utsträcktes till Kattégatt. Samtidigt ändrades namnet till Nordisk maringeologisk kommission.

Kommissionen utgörs av cheferna för de geologiska undersökningarna i de fyra nordiska länderna och ett antal representanter från andra institutioner med intressen i



maringeologisk forskning. Verksamheten består främst i att anordna nordiska möten med företrädare för de geologiska undersökningarna och vetenskapliga institutioner. Kommissionen har stimulerat fältsamarbete mellan nordiska maringeologer och har härvid särskilt verkat för att samordna utnyttjandet av de nordiska ländernas resurser, såsom fartyg och annan utrustning.

Under senare år har kommissionen strävat att uppnå en mera officiell status — eventuellt i anknytning till Nordiska rådet — i likhet med motsvarande organ för fysisk oceanografi och marin biologi.

*Nordisk kollegium för marin biologi* konstituerades hösten 1956 efter en utredning inom Nordiska kulturkommissionen. Kollegiet fungerar som samarbetsorgan för de marinbiologiska forskningsstationerna i Helsingör (Danmark), Tvärminne (Finland), Espesrend (Norge) och Kristineberg (Sverige). Kollegiets verksamhet, som understöds genom bidrag från statsbudgeten i de nordiska länderna, omfattar bl. a. utdelande av stipendier för utbildning och forskning, utarbetande av fauna- och floraförteckningar vid forskningsstationerna samt anordnande av nordiska kurser i marin biologi. Det svenska bidraget till kollegiets verksamhet uppgick 1970/71 till närmare 60 000 kr.

*Nordisk kollegium för fysisk oceanografi* bildades år 1965 i syfte att stimulera anordnandet av nordiska konferenser samt stipendiat- och forskarutbyte inom den fysiska oceanografin. Kollegiet anordnar nordiska symposier och sommarkurser, som i regel inordnas i de berörda forskningsinstitutionernas seminarieverksamhet. Det personella utbytet består dels i stipendiatutbyte, dels i att forskare från ett nordiskt land ges möjlighet att delta i forskningsexpeditioner företagna av ett annat land. Kollegiet förmedlar vidare utlåning av instrument och söker stimulera gemensamma nordiska undersökningar. Svenska statens bidrag till kollegiets verksamhet utgjorde 1970/71 88 000 kr.

Under 1969 och 1970 har initiativ tagits för att intensifiera det nordiska havsforsk-

ningssamarbetet inom UNESCO- och IOC-organisationernas ramar. Samarbetssträvandena avser dels försök att i möjligaste mån åstadkomma ett gemensamt nordiskt agerande utåt i internationella sammanhang, dels försök att genom de nationella organen få till stånd utökad internordisk samverkan i form av bl. a. samnordiska forsknings- och undersökningsprojekt. En samordning av regeljär, kvalificerad marinvetenskaplig utbildning i Norden hör också till de frågor som aktualiserats.

#### *Förslag*

Enligt havsresursutredningens mening finns ett starkt behov av att svenska insatser i olika internationella organ koordineras, både sinsemellan och med vår egen nationella verksamhet. En lösning av problemet kan knappast åstadkommas utan vissa organisatoriska förändringar.

□ *Utredningen förslår att den internationella verksamheten i havsfrågor koordineras inom ramen för den i kapitel 12 föreslagna delegationen för havsresurser.*

*Program*

## Sammanställning av föreslagna programpunkter

För att ge en överblick över de förslag havsresursutredningen lagt fram, och över kostnaderna för dessa förslags genomförande, presenteras nedan en sammanställning av förslagen. I en första del har samtliga förslag och rekommendationer som förekommer i tidigare kapitel medtagits. Förslagen är uppförda i den ordning i vilken de uppträder i betänkandet.

## Havsresursutredningen föreslår

*att* delegationen för havsresurser bistår vid utformandet av svenska ställningstaganden som kommer att erfordras i samband med den av Förenta Nationernas generalförsamling beslutade internationella havsrättskonferensen (kapitel 3)

*att* vissa åtgärder vidtages för att förbättra situationen för det svenska fisket inom ramen för dess nuvarande inriktning. Förslagen avser upprättandet av en ändamålsenlig fångststatistik, åtgärder för att hålla fiskarena löpande underrättade om lämpliga fångstplatser, samt kartering av sådana vrak och andra föremål på havsbotten som utgör fiskehinder. Behovet av internationella restriktioner avseende sillfisket i Nordsjön och Skagerack betonas starkt (kapitel 4)

*att* förutsättningarna för svenskt fiske i avlägsnare och mindre hårt exploaterade fiskevatten undersöks (kapitel 4)

*att* förutsättningarna för ett intensivare svenskt östersjöfiske undersöks (kapitel 4)

*att* forskning och teknisk utveckling som ökar möjligheterna att använda fisk direkt som människoföda stimuleras (kapitel 4)

*att* försöksanläggningar för odling av t. ex. ål, tunga, krabba, hummer, tångräka och ostron sätts upp. Möjligheterna till avfallsåtervinning i samband med fiskodling bör beaktas (kapitel 4)

*att* möjligheterna till utvecklingsbistånd avseende livsmedelsutvinning till havs prövas (kapitel 4)

*att* de lösa avlagringarna på Sveriges kontinentalsockel karteras (kapitel 5)

*att* en karta över sedimentbergartsområdena på Sveriges kontinentalsockel tas fram (kapitel 5)

*att* urbergsområdena på Sveriges kontinentalsockel karteras (kapitel 5).

*att* det geologiska karteringsarbetet, som kan utföras av t. ex. SGU, bedrivs i nära samråd med bl. a. STU, näringslivet, FOA, sjöfartsverket samt universitet och högskolor så att möjligheterna till tekniskt utvecklingsarbete tillvaratas (kapitel 5).

*att* etablerandet av ett halvstatligt företag för sand- och grusutvinning till havs övervägs (kapitel 5)

*att* delegationen för havsresurser får till

uppgift att sammanställa information avseende marknaderna för mineralexploateringsutrustning (kapitel 5)

*att* möjligheterna till utvecklingsbistånd avseende mineralutvinning till havs prövas (kapitel 5)

*att* den nuvarande sjömätningen i tungtrafikkorridorerna utvidgas till en yttäckande sjömätning (kapitel 6)

*att* utveckling av apparatur för undersökning av metallföremål på havsbotten stimuleras (kapitel 6)

*att* forsknings- och utredningsbehovet beträffande oljeföroreningsproblem i Östersjön beaktas (kapitel 6)

*att* Sverige verkar för att en internationell samarbetsdelegation avseende östersjötillfarterna inrättas (kapitel 6)

*att* sjömätning för fritidsbåtarnas behov utförs (kapitel 6)

*att* ett register över gamla vrak och andra fornlämningar upprättas (kapitel 6).

*att* behovet av teknik för att kontrollera militära installationer på havsbotten särskilt beaktas (kapitel 6)

*att* svenska marinens erfarenheter inom dykeri och annan undervattensverksamhet utnyttjas i framtida civil havsforskning och havsexploatering (kapitel 6)

*att* forskningen avseende havsmiljöfrågor bedrivs i sådan omfattning som krävs för effektiv miljökontroll. Forskningen bör inriktas bl. a. på sådana föroreningar som anrikas i näringskedjorna (kapitel 7)

*att* utvecklingen av teknik för avfallsåtervinning stimuleras (kapitel 7)

*att* den verksamhet som bedrivs för att skydda havsmiljön mot oljeföroreningar intensifieras och ges större resurser (kapitel 7)

*att* delegationen för havsresurser ges vissa samordningsuppgifter i havsmiljöfrågor på det nationella och internationella planet (kapitel 7)

*att* försöksverksamheten med oceanografiska mätningar från kustbevakningens fartyg byggs ut och permanentas (kapitel 8)

*att* försöks- och utvecklingsverksamheten vid SMHI med automatiska oceanografiska

stationer intensifieras. Bl. a. bör försök göras med en automatisk boj (kapitel 8)

*att* ett nät med automatiska oceanografiska och meteorologiska stationer inrättas i svenska havsområden när den ovan nämnda utvecklingsverksamheten fortskridit tillräckligt långt (kapitel 8)

*att* en permanent prognosberedskap avseende transport- och blandningsförlopp vid katastrofhotande utsläpp organiseras vid SMHI (kapitel 8)

*att* resurserna för sjömätning förstärks så att även andra sjömätningsbehov än sjöfartens kan tillgodoses (kapitel 8)

*att* svensk havsforskning ges ökade resurser. Framför allt avser detta forskningen vid universitet och högskolor (kapitel 9)

*att* tillgången på forskningsfartyg förbättras och att forskningsstationerna upprustas. En ny forskningsstation på Gotland bör övervägas. Ansvaret för dessa åtgärder bör läggas på delegationen för havsresurser (kapitel 9)

*att* ett nära samarbete etableras mellan delegationen för havsresurser och näringslivet i frågor som teknisk utveckling, exploatering m. m. (kapitel 9)

*att* delegationen för havsresurser fortlöpande bör följa utbildningsfrågorna inom sitt fält och vid behov föreslå förändringar och utvidgning av utbildningen (kapitel 9)

*att* den svenska internationella verksamheten i havsfrågor koordineras inom ramen för delegationen för havsresurser (kapitel 11)

För att få översikt över kostnaderna för de framlagda förslagens genomförande har en tabell gjorts över de förslag som är direkt kostnadskrävande (tabell 12.1). Rekommendationer och förslag om organisatoriska åtgärder är sålunda icke medtagna.

Som framgår av tabellen blir de omedelbara kostnaderna för förslagens genomförande enligt de gjorda beräkningarna 6,9 milj. kr per år. Detta kan jämföras med de nuvarande kostnaderna för svensk havsutforskning som beräknats till 32 milj. kr (se s. 162.) Utredningens förslag innebär sålunda en ökning av

svensk havsutforsknings resurser med drygt 20 procent.

Flera förslag som finns med i ovanstående uppräknig är inte med i tabellen trots att deras genomförande är förenat med kostnader. Att förslagen i dessa fall inte finns med i tabellen sammanhänger med att kostnaderna inte varit möjliga att precisera.

*Tabell 12.1* Beräknade kostnader för havsresursutredningens förslag i 1972 års penningvärde. Kostnaderna för den nuvarande svenska havsutforskningen har beräknats till 32 milj. kr. Utredningens förslag innebär alltså en ökning av resurserna med drygt 20 procent. Vissa av utredningens förslag är icke medtagna i tabellen trots att deras genomförande är förenat med kostnader. Att förslagen i dessa fall inte finns med beror på att kostnaderna inte kunnat preciseras.

	Milj. kr/år	Antal år för genomförandet	Totalkostnad milj. kr
Kartering av lösa avlagringar	2,1	15	31,5
Framtagande av karta över sedimentbergartsområdena (1)	0,2	6	1,2
Kartering av urbergsområdena: -flygmagnetiska mätningar	1,6	4,5	7,2
-gravimetermätningar, bottenprover, m.m. (2)	0,1	11	1,1
Utvidgning av den oceanografiska mätverksamheten med kustbevakningens fartyg (3)	0,1	verksamheten löpande	
Försöks- och utvecklingsarbete med automatiska stationer (4)	0,4	10	4
Sjömätning (5)	2,4	15	34
Summa	6,9		
Inrättandet av ett nät av automatiska mätstationer (6)	2,5	verksamheten löpande	

Allmänna synpunkter på den långsiktiga utvecklingen

I tidigare kapitel har ett antal åtgärder för att främja havsutnyttjandet föreslagits. Åtgärderna är alla konkreta och omedelbara. Utöver dessa förslag är det av intresse att skaffa sig en uppfattning om svenskt havsutnyttjande i ett längre perspektiv.

Den nuvarande svenska exploateringen av havsresurser har en liten omfattning. Vi tar upp fisk för något över 200 milj. kr. per år och sand och grus för drygt 5 milj. kr. per år. Dessutom exporterar svenska företag i viss utsträckning tjänster och utrustning till utländska havsexploatorer. De svenska siffrorna kan jämföras med den globala exploateringen. Världsfisket har ett fångstvärde av ca 40 miljarder kr. per år och den globala mineralutvinningen från haven är ca 35 miljarder kr per år, varav olja och gas utgör nära 90 procent.

Svenska insatser för att exploatera havens naturresurser kan vara av principiellt olika karaktär. Vi kan själva exploatera havets och havsbottens tillgångar inom områden över vilka vi själva har jurisdiktion, eller utanför dessa. Men det är också möjligt att delta i havsexploateringen genom att utveckla teknik och tillverka utrustning för exploatorerna. Detta kan ske på kommersiell basis eller i form av u-landsbistånd.

Vår egen *livsmedelsutvinning* ur haven har en osäker framtid. Fiskets nuvarande

#### Förklaringar till tabellen

- (1) Den beräknade totalkostnaden på 1,2 milj. kr. är skönmässigt utslagen över 6 år.
- (2) Den beräknade totalkostnaden på 1,1 milj. kr. är skönmässigt utslagen över 11 år.
- (3) Kapitalkostnaderna är så små att de utslagna över en längre tidsperiod inte nämnvärt påverkar siffran 0,1 milj. kr. per år.
- (4) Verksamheten har antagits pågå ungefär 10 år. Kapitalkostnaderna jämnt fördelade över de tio åren.
- (5) Kapitalkostnaderna fördelade över endast 10 av de 15 år verksamheten beräknas kräva. Siffrorna avser alla utredningens sjömätningförslag sammanslagna.
- (6) Kapitalkostnaderna uppskattade till 10 milj. kr. och fördelade över 10 år. Verksamheten börjar inte förrän om ca 10 år, varför den inte räknats samman med övriga föreslagna verksamheter.

svårigheter, som berörts i kapitel 4, sammanhänger bl. a. med överfiskning i fiskevatten som traditionellt utnyttjas av svenska fiskare. Utöver dessa svårigheter måste vi också ta hänsyn till den nuvarande trenden att kuststatsjurisdiktionen över angränsande vatten vidgas alltmer.

*Mineralutvinningen* inom våra kontinentalsockelområden inskränker sig idag till mindre kvantiteter sand och grus. Vi vet att det finns avsevärda kvantiteter sand och grus på våra havsbottnar, samtidigt som de exploaterbara fyndigheterna på land blir allt knappare. Utvinningen av sand och grus från havet kommer därför med stor sannolikhet att öka. Denna utvinning kan bli omfattande och möjligen också till en del inriktad på export. Vilka mineralfyndigheter vår kontinentalsockel innehåller förutom sand och grus vet vi inget om. Om detta kan endast geologiska undersökningar ge besked. Möjligheten att svenska företag i framtiden på ett eller annat sätt deltar i mineralexploatering utanför den svenska kontinentalsockeln kan inte uteslutas.

Om vi sammanfattar bedömningarna angående vår egen livsmedelsexploatering och mineralexploatering i haven så blir resultatet följande. Ett *minimalalternativ* är att vår framtida utvinning av havsresurser består av rätt avsevärda kvantiteter sand och grus plus en fiskfångst som ligger en bra bit under den nuvarande. *Maximalalternativet* är av naturliga skäl svårare att yttra sig om men innehåller förutom sand och grus också olja och gas, en del övriga mineral från t. ex. urberget och havsvattnet och eventuellt från områden utanför svenska kontinentalsockeln, samt fisk och dessutom organismer från näringskedjornas början i sammanlagt avsevärt större kvantiteter än det nuvarande fisket. Att idag yttra sig mera exakt om var i detta intervall det är sannolikt, eller önskvärt, att vi hamnar är omöjligt.

Svenska havsexploateringsinsatser kan emellertid förutom egen exploatering också bestå i utveckling av *havsexploateringsteknik* och *tillverkning av utrustning* för exploatörernas behov. I vilken utsträckning

sådana insatser aktualiseras beror naturligtvis bl. a. på hur omfattande den globala utvinningen av havsresurser blir i framtiden och på vilka förutsättningar det finns i Sverige för utveckling av exploateringsteknik.

Den framtida globala utvinningen av naturresurser från haven beror bl. a. på efterfrågeutvecklingen och på mängden och tillgängligheten av motsvarande landresurser.

På livsmedelssidan kan man dessutom konstatera att möjligheterna att öka världsfisket är klart begränsade. Några mycket stora osäkerheter om hur stor världshavens samlade biomassa är råder inte, och denna biomassa är redan vad beträffar fisken hårt beskattad i flera betydande havsområden. Vad som skulle kunna leda till en mera påtaglig ökning av livsmedelsutvinningen ur haven är därför framför allt tekniska genombrott när det gäller att fånga organismer i näringskedjornas början till rimliga kostnader och beträffande beredningstekniken. Av speciellt intresse är teknik som gör det möjligt att använda större mängder fisk direkt som människoföda samt teknik för att bereda aptitlig föda ur organismer i näringskedjornas början.

När det gäller världshavens mineralreserver är osäkerheten om deras totala omfattning mycket större än beträffande mängden biomassa. Att mineralreserverna är mycket stora är säkert, men hur stora finns idag inga möjligheter att bedöma. Det är ju t. o. m. så att man ännu så länge bara börjat ana existensen av vissa typer av mineral, som på sikt kan visa sig synnerligen intressanta. Ett exempel på detta är sprickzonernas metallslam. Till denna osäkerhet kommer – liksom beträffande livsmedelsutvinningen – att utvecklingen av marknaderna och av exploateringstekniken påverkar den framtida utvinnings omfattning.

Osäkerheterna i en bedömning av den framtida mineralutvinningen ur haven är alltså betydande. Det förefaller emellertid troligt att denna utvinning kommer att få avsevärt större omfattning än den har idag. Av intresse är också att den teknik som krävs för exploateringen i betydande utsträckning

sannolikt kommer att utvecklas i nära anknytning till den nuvarande olje- och gasutvinningen ur havsbottnarna. Olje- och gasutvinningen är alltså i detta avseende av central betydelse.

Dessa allmänna bedömningar ger vissa uppfattningar om marknaderna för havsexploateringsutrustning i framtiden. Samtidigt måste man naturligtvis komma ihåg att det kan finnas delmärknader som är små i det globala perspektivet, men av stort intresse för svensk industri.

Förutsättningarna för svenska insatser på dessa skilda marknader sammanhänger med den allmänna kompetensen hos svensk industri. Naturligtvis är det till stor hjälp om teknikutveckling och tillverkning av utrustning kan ske i nära anknytning till våra egna exploateringsinsatser. Vår egen exploatering bör enligt havsresursutredningens mening medvetet utnyttjas för framtagning av exploateringsutrustning med sikte på att sådan utrustning därefter även skall kunna exporteras.

Även utanför den rena resursexploateringens område finns flera möjligheter att utveckla och tillverka utrustning. Av speciellt intresse i ett långsiktigt perspektiv är automatiska oceanografiska instrument. Framför allt gäller kanske detta mätgivare för kemiska och biologiska storheter. Detta innebär att teknikutvecklingsaspekten är väsentlig också i samband med de förslag som lagts fram i avsnittet mät- och observationsverksamhet i havsområdena.

Utveckling av teknik för främmande intressenters behov har också en u-landsaspekt av intresse. Kuststater bland u-länderna blir – liksom andra länder – allt angelägnare att tillgodogöra sig naturresurserna utanför sina kuster. Trenden mot vidgad kuststatsjurisdiktion medför att deras nationella havsresurser ökar. Samtidigt gäller att u-länderna i allmänhet saknar tekniska förutsättningar att exploatera sina havsresurser. Om Sverige i det sammanhanget kan erbjuda teknik och utrustning som är jämförbar med vad andra i-länder kan åstadkomma så bör vi ha möjligheter att göra oss gällande. Detta

kan ske på kommersiell grundval eller som u-landsbistånd.

### *Organisation och finansiering*

I tidigare kapitel har förslag till åtgärder inom havsutnyttjandet och havsforskningen framlagts. Vi har också påvisat det nära ömsesidiga beroendet mellan olika till havs bedrivna aktiviteter. Men hänsyn till detta ömsesidiga beroende, och till att svensk havsverksamhet med de förslag som här framlägges får en större omfattning, uppstår ett behov av samordning.

Eftersom utnyttjandet av haven i framtiden kan bli en avsevärt betydelsefullare verksamhet än idag, både hos oss och internationellt, är det också viktigt att ett organ för de med havsutnyttjandet sammanhängande frågorna inrättas. Detta behov markeras ytterligare av att det för närvarande är svårt att säga vilken inriktning och omfattning det framtida havsutnyttjandet kommer att få. Ett behov av ständig uppföljning av utvecklingen, och av möjligheter till initiativtagande, föreligger därför.

Det internationella samarbetet i havsfrågor är omfattande och betydelsefullt. Sverige deltar på många sätt i detta arbete, som kan väntas få allt större omfattning. De nuvarande svenska internationella insatserna är emellertid föga koordinerade. Bättre samordning är därför av grundläggande betydelse för den internationella verksamheten.

Havsresursutredningen har diskuterat ett flertal alternativ för att tillgodose de ovan nämnda samordningsbehoven. Ett verk av traditionell typ skulle enligt utredningens bedömning vara en alltför stor organisation med hänsyn till den ringa omfattning det svenska havsutnyttjandet idag trots allt har. En grupp med bl. a. representanter för statliga myndigheter med havsanknuten verksamhet som sammanträder för att diskutera och eventuellt lösa vissa samordningsproblem skulle å andra sidan inte få den auktoritet och den stadga som krävs för att klara de föreliggande uppgifterna.

Den lämpligaste konstruktionen bedöms mot den givna bakgrunden vara en delegation med tillhörande sekretariat.

*Havsresursutredningen föreslår att en DELEGATION FÖR HAVSRESURSER bildas och att denna delegation ges en central plats inom statsförvaltningen.*

Delegationen för havsresurser skall

1. Vara regeringens rådgivande organ i havsfrågor. Föreslå närmare utformning av program för havets utforskning och exploatering. Planera för det långsiktiga utnyttjandet av haven.

2. Ansvara för genomförandet av sådana programpunkter för vilka delegationen erhåller anslag.

3. Följa genomförandet av sådana programpunkter för vilka andra myndigheter erhåller anslag.

4. Vara ett forum för samordning och samarbete mellan myndigheter i frågor om gränsdragning mellan myndigheternas verksamhetsområden, vara ett remissorgan i havsfrågor, osv.

5. Vara ett organ för samarbete mellan myndigheter och näringsliv i havsfrågor.

6. Verka för tekniskt utvecklingsarbete inom havsutforsknings- och havsexploateringsområdet, bl. a. i samband med vår egen havsexploatering.

7. Samordna de svenska insatserna i det internationella samarbetet i frågor som rör havet och havsbotten.

8. Ansvara för och samordna anskaffning och utnyttjande av viss kostnadskrävande utrustning, som t. ex. forskningsfartyg och forskningsstationer.

Delegationens ledamöter bör vara representanter för de viktigaste av de civila statliga myndigheter som bedriver verksamhet med anknytning till haven, för marinen, för den grundläggande havsforskningen och för näringslivet. Ledamöterna tillsätts av

Kungl. Maj:t. Antalet ledamöter bör lämpligen vara högst tio. Möjlighet att adjungera ledamöter för speciella frågor bör föreligga.

Delegationen bör ha ett sekretariat till sitt förfogande. Då den definitiva utformningen av detta blir beroende av statsmakternas inställning till det framlagda programmet görs här endast en skiss av det tänkta organet. Sekretariatet bör ha arbetsuppgifter inom områdena planering, bl. a. med utgångspunkt i fortlöpande naturresursstudier, teknisk utveckling och internationella kontakter. Sekretariatsresurserna kan byggas upp genom en lämplig kombination av anställd personal och personer som engageras för speciella uppgifter.

Delegationen är en självständig enhet. Bl. a. med hänsyn till att enheten är förhållandevis liten – sekretariatet kan inledningsvis bestå av kanske tre fyra personer – torde det vara lämpligt att samförlägga den med en befintlig myndighet vars administration m. m. den i viss utsträckning skulle kunna utnyttja. De myndigheter som framför allt diskuterats i utredningen är naturvårdsverket och styrelsen för teknisk utveckling. Med hänsyn till den betydelse utredningen tillmäter det tekniska utvecklingsarbetet för havsutnyttjande har utredningen stannat för att föreslå anknytning till styrelsen för teknisk utveckling.

*Havsresursutredningen föreslår således att delegationen för havsresurser lokaliseras i anknytning till styrelsen för teknisk utveckling.*

Anknytningen innebär att delegationen lokalmässigt förläggs till STU, att delegationen utnyttjar STU:s administrativa resurser samt att delegationen har möjlighet att utnyttja STU:s kontaktnät. Delegationens budget föreslås emellertid bli skild från STU:s budget.

Ett huvudansvar för de s. k. tillämpade program som föreslagits i tidigare kapitel bör anförtros delegationen. Det praktiska genomförandet bör däremot ankomma på den

organisation som i varje situation bedöms lämplig. I många fall torde detta leda till att uppgifterna läggs ut på existerande statliga myndigheter. Den i kapitel 5 föreslagna geologiska karteringen kan sålunda lämpligen läggas på SGU, det i kapitel 8 föreslagna automatiska mätsystemet på SMHI, osv. I dessa fall torde det då också vara lämpligt att medel för verksamheterna ingår i respektive myndighets budget och begärs i dess petition. Detta sker efter samråd i delegationen för havsresurser.

Delegationens budget torde, åtminstone inledningsvis, böra i huvudsak begränsas till medel för delegationens egen verksamhet, dvs. för sekretariatet, vissa utredningar och ev. vissa förundersökningsprogram. Delegationens budget blir således beroende av statsmakternas ställningstagande till det totala havsutforskningsprogrammet. För sekretariatsfunktioner, speciella utredningar m.m. torde dock behövas anslag av storleksordningen 1 milj. kr per år.





## *Inledning*

Under det senaste decenniet har man under samlingsnamn av typen marin teknik, undervattens teknologi, ocean technology och t. o. m. hydronautics sammanfört sådan teknik som används vid utforskandet och exploateringen av havets resurser. Däri ingår bl. a. mät- och datateknik för olika slags undersökningar av havsvolymen och dess begränsningsytor, havsytan och havsbotten, vidare olika slags plattformar och farkoster såsom borrhorn, instrumentbojar och system av bojar, forskningsfartyg och -ubåtar, utrustning som medger människans vistelse och verksamhet i havet för kortare eller längre tid, dvs. olika slags dykerisystem samt s. k. undervattensstationer eller -habitat. Däremot ingår vanligen inte så väsentliga områden för havsresursutnyttjande i vid mening som skepps- och varvsteknik annat än vad avser forskningsfartyg.

I flera fall är detta tekniska utvecklingsfält som bearbetas sedan lång tid. Att samlingsnamn nu uppstår sammanhänger med det allmänt ökade intresset för ett havsresursutnyttjande. Det kan väl heller inte uteslutas att en del av de mera färgstarka namnen tillkommit som säljande argument i avsikt att associera till rymdtekniken. Om detta vittnar också uttryck som "the inner space".

En jämförelse med rymdtekniken är ock-

så tacksam att göra i andra avseenden. I båda fallen ingår ett starkt inslag av teknik utnyttjad för väsentligen vetenskapliga syften. Vidare placeras den därför nödvändiga mätutrustningen i bärare eller plattformar som ofta utgör mycket stora investeringsobjekt och som kräver en stor teknisk utvecklingsinsats i sig själva. Tillförlitlighetskravet är uppdrivet. Bemannade forskningsubåtar eller rymdfarkoster ställer samma slags krav på slutna system för energiförsörjning och livsuppehållande funktioner. Den främmande för att inte säga "icke-jordiska" miljö, där utrustning skall verka i båda fallen ställer extrema krav på konstruktionsmaterialens egenskaper. I båda fallen ingår starka inslag av det mera generellt syftande betraktelsesätt som kallas systemteknik och som firat så stora triumfer just i rymdtekniken. En direkt samverkande funktion mellan de två områdena finns också då flygplan eller satelliter bär mätutrustning som syftar till kartläggning av stora land- eller havsarealer inte minst med miljövårdens behov för ögonen. Även denna teknik har fått sitt samlingsnamn nämligen "remote sensing" eller fjärranalysteknik.

Av denna skiss framgår att havstekniken utgör ett tvärområde med inslag från de flesta traditionella tekniska fack. Inom de nationella havsforskningsprogrammen be-

<sup>1</sup> Bilagan har utarbetats av experten i utredningen Harald Haegermark.

traktas den som en speciell post. Siffror är härvid inte helt rättvisande, eftersom det t. ex. ofta inte uppges hur stor del som faller inom den militära ramen. De torde inte heller ta full hänsyn till de utvecklingsinsatser som görs inom olje- och gasindustrin. Den amerikanska Commission on Marine Science, Engineering and Resources anger följande kostnadsuppskattningar för 1970-talets program i sin översikt "Our Nation and the Sea".

	Årskostnader i medel milj. dollar	
	1971-75	1976-80
Hela programmet	652	948
Speciella tekniska program	124	182
Grundläggande teknologi	130	210

Redan den mera grundläggande teknologin omfattar alltså ca 20 % av den totalt planerade insatsen. Den väsentliga ökningen mellan den tidigare och senare hälften av 1970-talet visar också uppbyggnadskaraktären. Denna betingas säkerligen till dels av den brist på lämpligt utbildad personal som kännetecknar tvärgående områden. Utbildningslinjer i undervattens-teknologi finns nu vid universitet och högskolor i flera av de stora länderna på området bland vilka USA, Frankrike, Japan, Sovjetunionen, Canada, England och Västtyskland kan nämnas. Nämnas kan också den ökande floran av speciallitteratur såväl i bok- som tidskriftsform som uppstått under senare delen av 1960-talet.

Vid ett studium av den moderna havstekniken domineras intrycket lätt av de ekonomiska satsningar som stora länder har möjlighet att göra och av skalan på de projekt som dessa satsningar medger. I den följande redogörelsen spelar därför de stora amerikanska och franska insatserna en stor roll. Man kan dock i förbigående notera att hur stora de amerikanska insatserna än kan te sig från ett litet lands utgångspunkt är de ändå relativt små jämförda med andra poster

i de totala forsknings- och utvecklingsinsatserna.

För svenskt vidkommande framgår det av betänkandet i övrigt att möjligheterna till teknisk utveckling inom de föreslagna programmens ram tillmätts stor betydelse. Därutöver föreslås också vissa punktinsatser av teknisk natur. Däremot föreslås inget specifikt tekniskt utvecklingsprogram. Några allmänna synpunkter på svensk havsteknisk utveckling kan dock anges.

Den teknikutveckling man kan överblicka kan uppdelas i tre delar. För det första den för svenska behov avpassade teknik som erfordras för att genomföra de undersöknings- och kartläggningsprogram som utredningen föreslår. För många delområden gäller visserligen att sådan teknik är tillgänglig utomlands i högre grad än i Sverige men att den inte nödvändigtvis är anpassad till svenska förhållanden i fråga om behovsprofil, kostnader och tekniska miljöförhållanden, där t. ex. Östersjöns grunda och bräckta vatten kan medföra att annan eller modifierad utrustning krävs. Det är också fullt möjligt att en sådan utveckling kan vara av intresse för andra mindre nationer med liknande behov.

Utredningens program syftar till att klarlägga de närmare förutsättningarna för en svensk havsexploatering i större skala och i andra former än tidigare. Vare sig en sådan exploatering kommer till stånd eller inte är det ändå klart att det nu finns en internationell marknad för havstekniska produkter av olika teknisk komplexitetsgrad. För den närmaste framtiden domineras denna av olje- och gasindustrins behov. På längre sikt kan mineralutvinning och livsmedelsframställning i nya former växa sig starka. Inom en sådan marknad inryms de två andra möjligheterna till svensk teknisk utveckling.

För många tekniska komponenter i de anförda sammanhanget gäller det att deras framställning innebär ett överförande av en allmänteknisk erfarenhet till en ny miljö och att kravet på förstahandskunskap om de speciella förhållandena i havet är mindre uttalat. Det finns också flera exempel på att

svensk industri lyckats hävda sig i internationell konkurrens med produkter av den typen.

Slutligen torde det också vara så, vilket bestyrks av erfarenhet från andra områden, att även om den internationella satsningen kan synas mycket stor och täckande kommer det ändå att uppträda möjligheter till utveckling på specialområden, där ett befintligt eller genom utveckling inom nationella program förvärvat specialistkunnande på det havs- eller undervattens teknologiska området kan nyttiggöras.

För att det skall vara möjligt att identifiera, klarlägga och informera om möjligheter av de två senare typerna krävs att det finns former att samla den expertis som finns i landet och som både har en egen verksamhet på området och en nära kontakt med den internationella utvecklingen. Man kan här peka på verksamheten i STU:s nämnder och på det förslag som framförs i utredningen om marknadsbevakning för den lilla och medelstora industrins räkning.

Den följande redogörelsen för havstekniken eftersträvar endast att ge en kortfattad beskrivning av några drag i den nuvarande utvecklingen. Den sträcker sig delvis utanför de områden som berörs av de föreslagna programmen eftersom en mera allmän orientering synes vara av intresse. Huvudvikten har lagts på sådan teknik som utnyttjas i forsknings- och explorativa sammanhang då detta utgör den större delen av havstekniken och samtidigt pekar framåt mot kommande behov. Efter en inledning om de allmänna egenskaper hos havet som är av betydelse för tekniken följer en redogörelse för akustiska och elektromagnetiska vågors utbredningsegenskaper som är av betydelse för informationsöverföring i vid mening i havet. Mät- och instrumentteknik för undersökning av havets olika delar, botten, vattenvolymen och ytan, följer därefter. Fjärranalytiska metoderna (remote sensing) som väntas få stor betydelse inom många delar av havsforskningen ägnas därvid särskild uppmärksamhet. Utvecklingen av olika bemannade och obemannade farkoster och instrument-

bärare har varit snabb särskilt beträffande forskningsubåtar för olika ändamål och dyk djup. Navigeringshjälpmedlen spelar stor roll vid t. ex. prospektering och kartläggning. Utöver förbättringar av sådana radionavigeringssystem som Decca och Loran har nya akustiska metoder för undervattensnavigering tillkommit. För t. ex. automatiska bojsystem är tillgången på kompakta och uthålliga energikällor väsentlig. Utvecklingen inom dykeri och annan teknik som möjliggör för människan att vistas och verka i havet har också varit snabb. Till de mera spektakulära dragen hör experimenten med undervattensstationer sådana som de amerikanska Tektite och Sealab, vilka kanske å andra sidan skymt bort en icke mindre väsentlig utveckling rörande mera konventionellt dykeri.

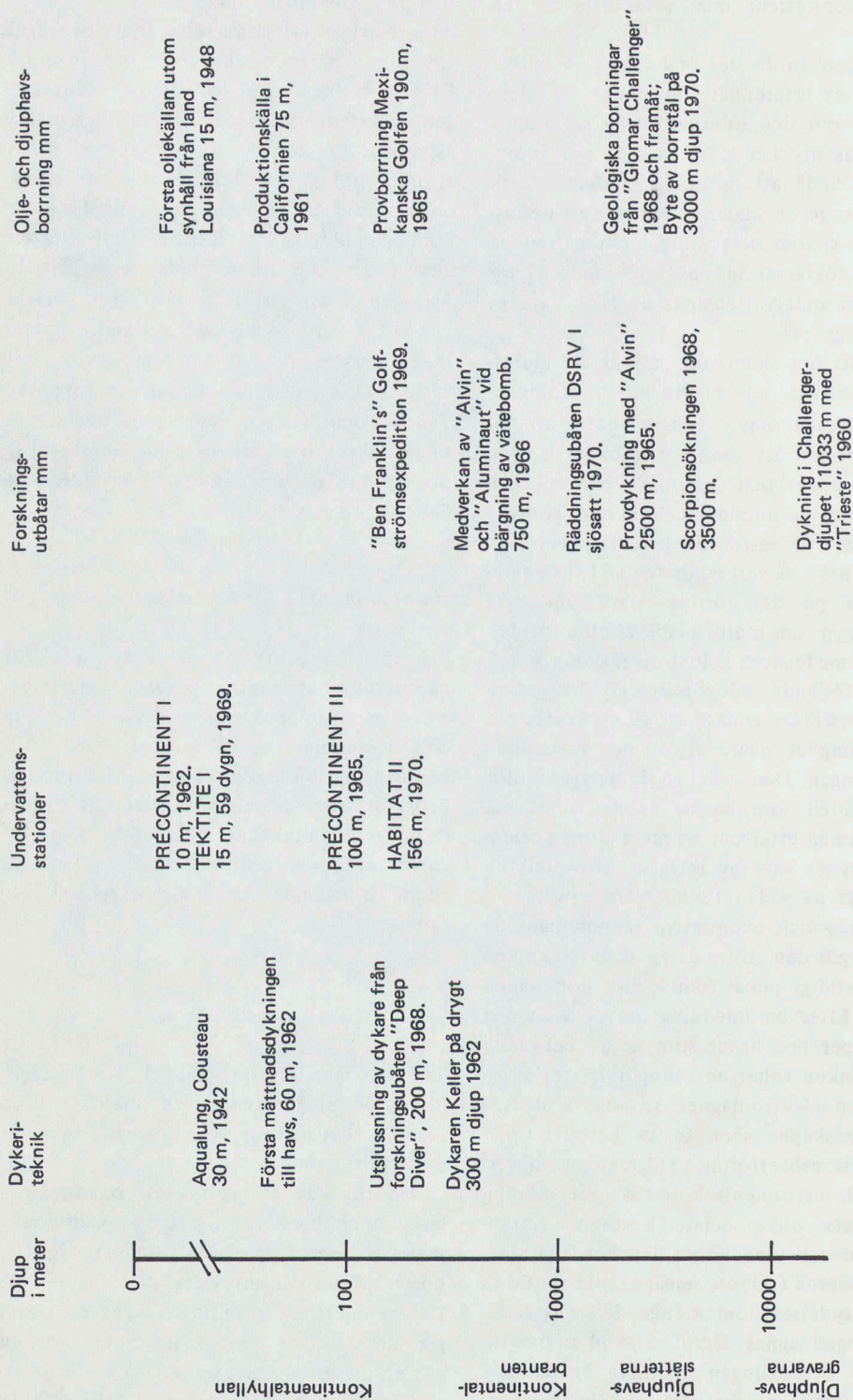
#### *Havet som miljö för teknisk utrustning*

Principer, konstruktion och materialval för havsteknisk utrustning påverkas givetvis i större eller mindre grad av havets speciella och varierande egenskaper i fysikaliskt, kemiskt och biologiskt avseende. Utöver den belysning som dessa egenskaper fått i olika delar av betänkanadets huvudtext kan det därför vara av intresse att kortfattat peka på några förhållanden av speciellt teknisk betydelse.

#### Tryck, salthalt och temperatur

Trycket ökar ungefär med  $1 \text{ kp/cm}^2$  per 10 m djupökning. Redan vid måttliga djup medför detta tekniska konsekvenser för dykeriutrustning.

De mycket stora trycken på de stora havsdjupen har lett till att okonventionella material behövt utnyttjas i undervattensfarkoster. Detta kan illustreras på följande sätt. Den geometriska form på ett tryckskrov som ger den största tryckhållfastheten för en given innesluten volym är en sfär. Om sfären utföres i ett kvalitetsstål med brottgränsen



Figur 1 Några händelser inom utvecklingen av olika områden inom marin teknik.

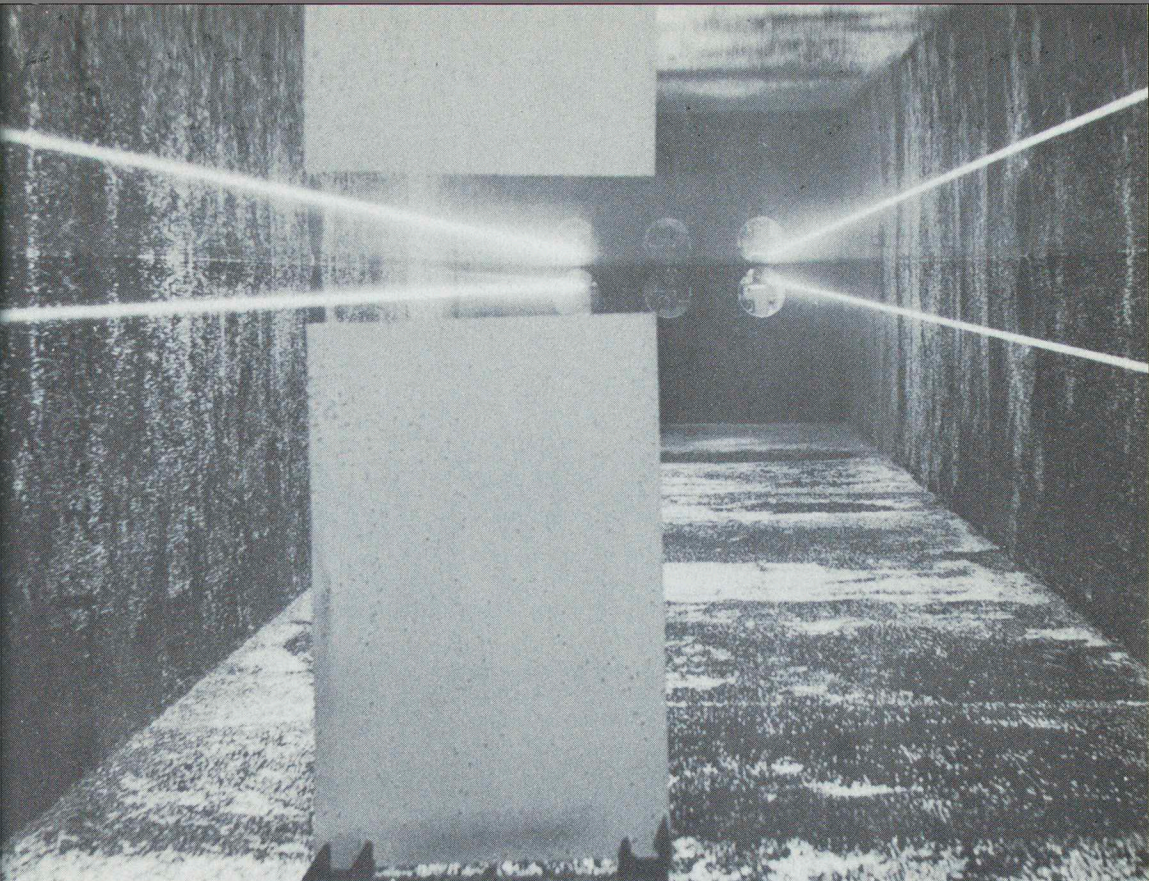


Fig. 19 En röd (t. v.) och en grön laserstråle fotograferade i den hydrooptiska försöksbassängen vid Sjöströms forskningsanstalt. Endast det undre strålpåret är verkligt ljus medan det övre utgör reflexer i vattenytan. Den stora rektangeln är ett anståndsmärke som också speglar sig i vattenytan. Bilden är tagen genom ett observationsfönster i bassängen. (Foto: FOA.)

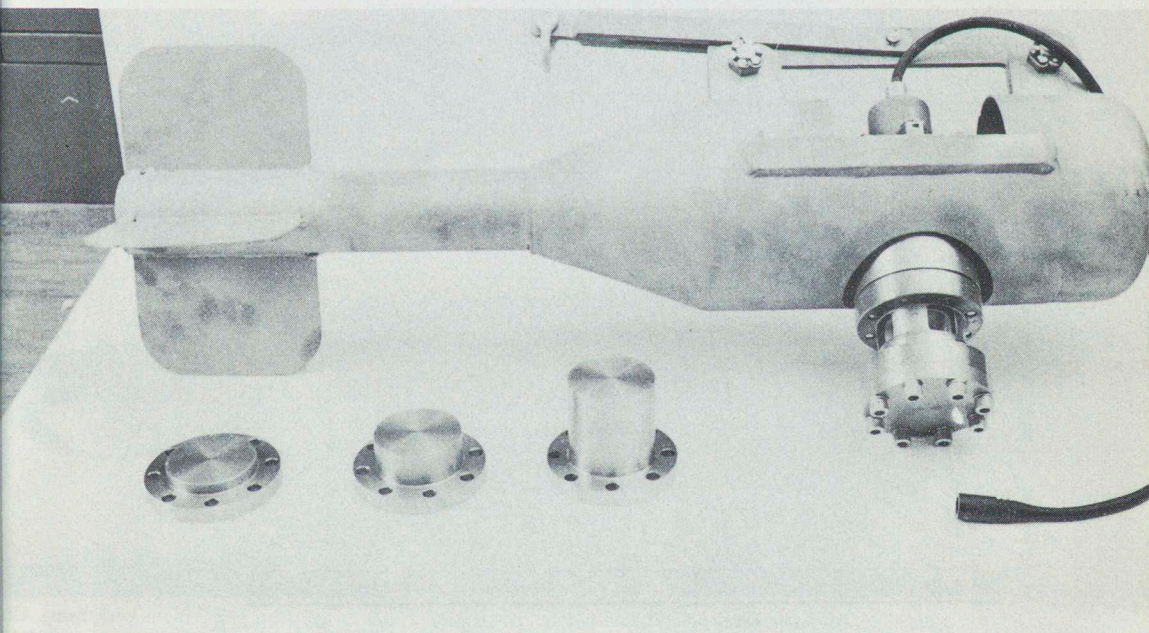
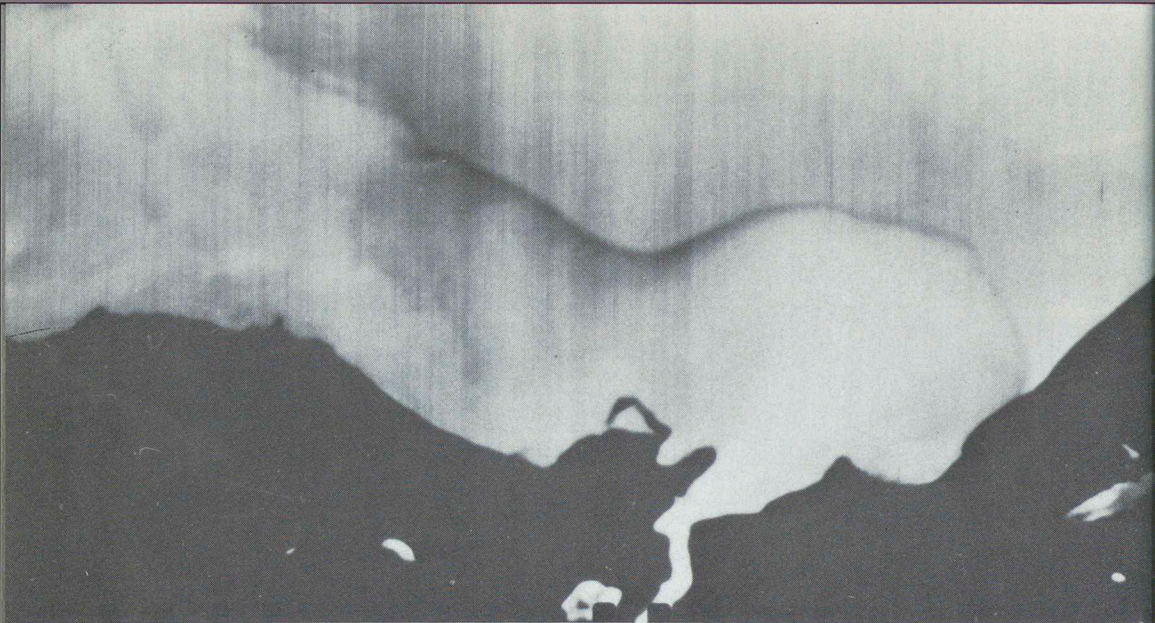


Fig. 20 Tryckluftssändare eller PAR-sändare för seismiska undersökningar. Sändaren innehåller en tryckkammare som fylls med komprimerad luft från en kompressoranläggning. Vid skottet öppnas en kanal för luften som då expanderar ut i vattnet och alstrar en akustisk tryckvåg. Tryckvågens energiinnehåll och spektrum varierar med kammarstorleken. Denna kan vara mellan 20 cm<sup>3</sup> och 20 l. (Foto: Tom Flodén.)



*Bild 21* Värmebild av Lödde å utlopp i Lommabukten. Bilden är tagen med flygburen kamera arbetande med infrarött ljus. Varma partier framträder ljusare än kalla. Äns vatten är varmare än vattnet utom i bukten. Längre ut framträder en front av kallare vatten, som förmodligen av strömmar tvingats upp till ytan från större djup. (Foto: FOA.)

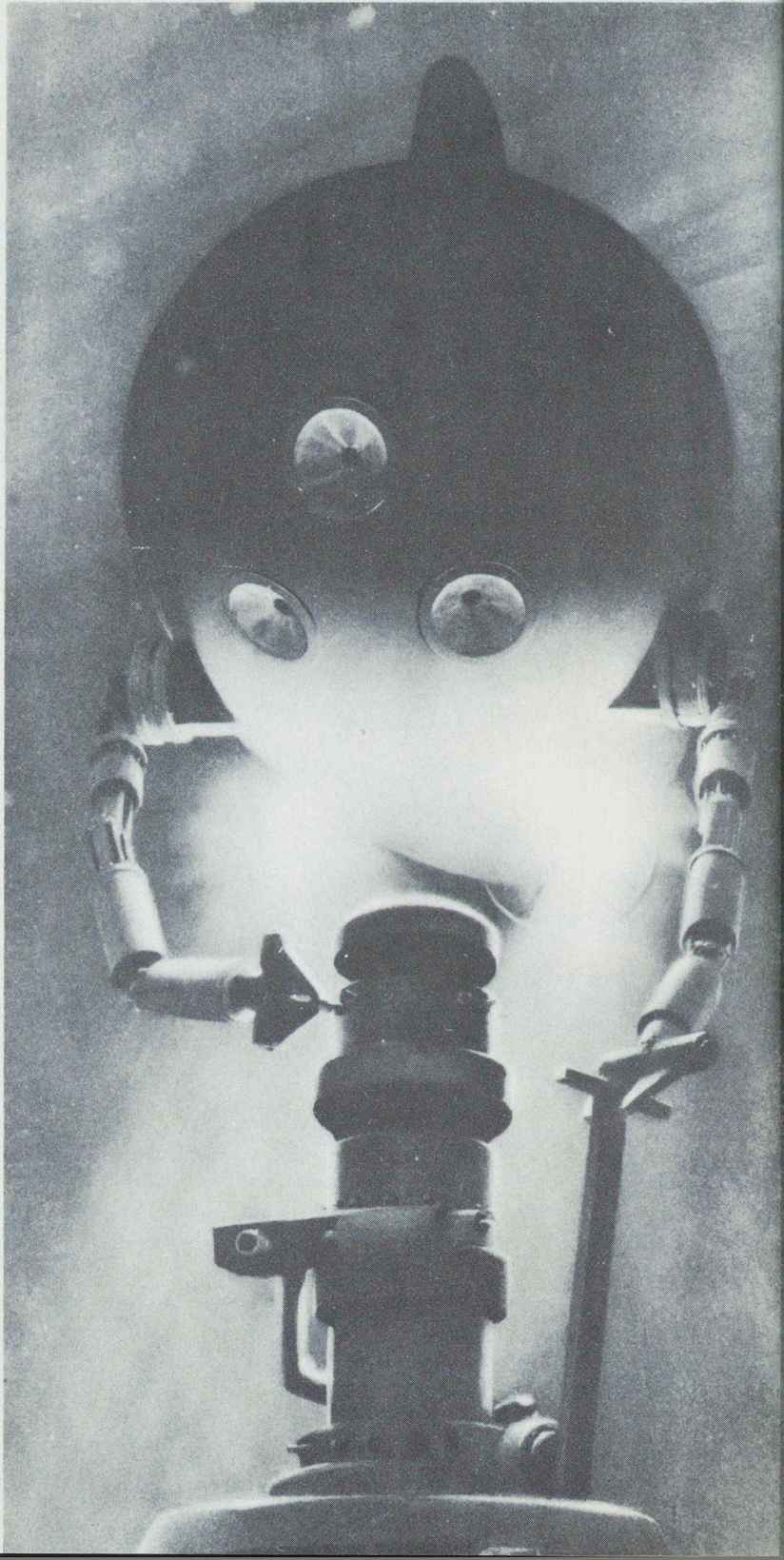


*Bild 22* Den amerikanska forskningsbåten "Alvin" för 2 000 m dyk djup och 2 mans besättning. Upplyst att den sjönk 1968 genom en olyckshändelse och bärgades 1969. Man planerar nu en ombyggnad varvid "Alvin" skall få ett skrov i titan vilket beräknas medge dyk djup ned till 3 600 m. (Foto: Woods Hole Oceanographic Institution.)

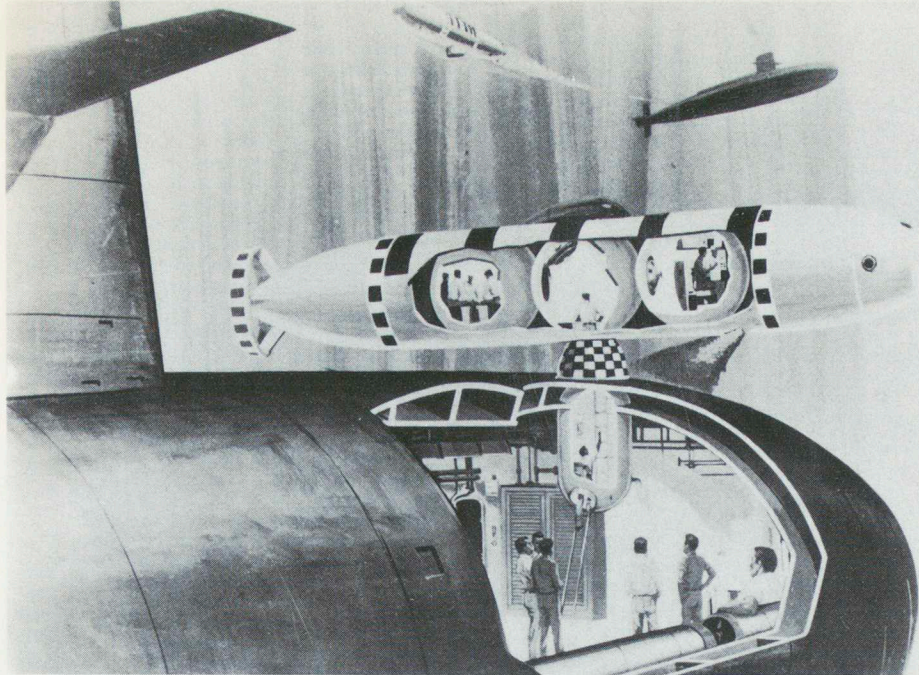


*Bild 23* Slussning av dykare från den amerikanska forskningsubåten Beaver Mk IV. (Foto: North American Rockwell Corporation.)

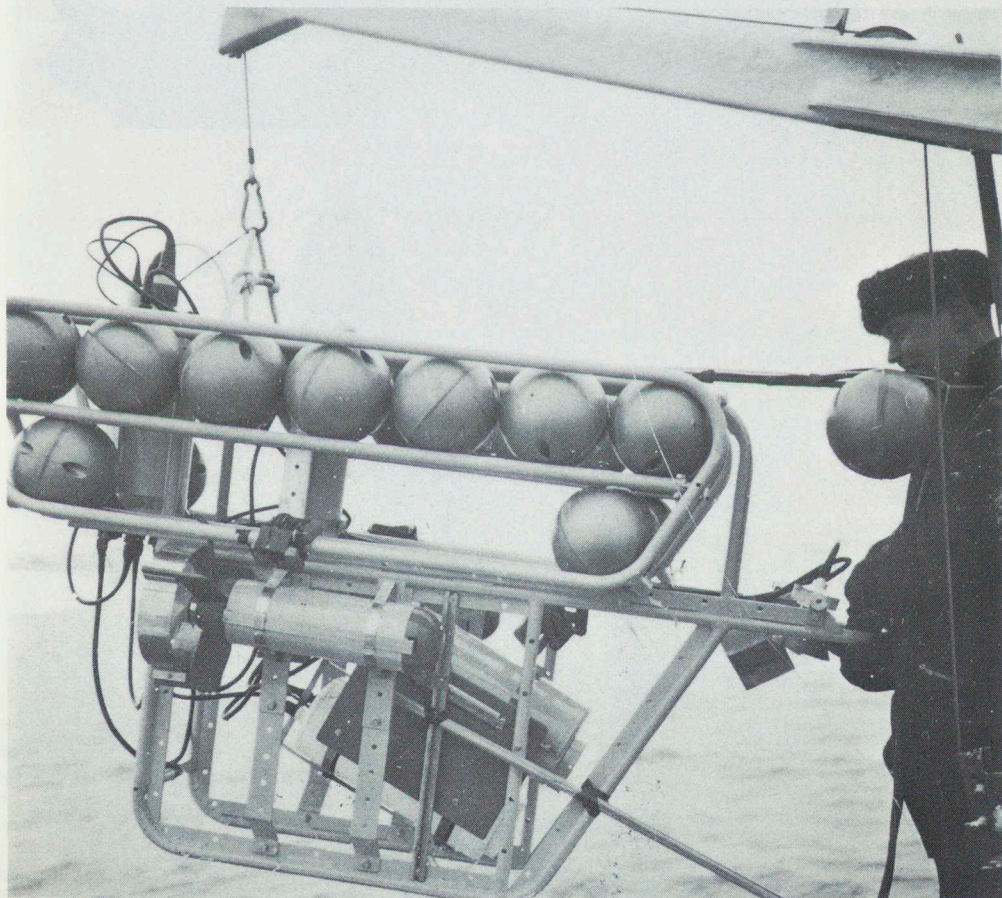




*Bild 24* Ubåt försedd med två manipulatorer. På bilden utförs arbete på ett s. k. Christmas Tree över ett borrhål för olja. (Foto: General Dynamics Corporation, USA.)

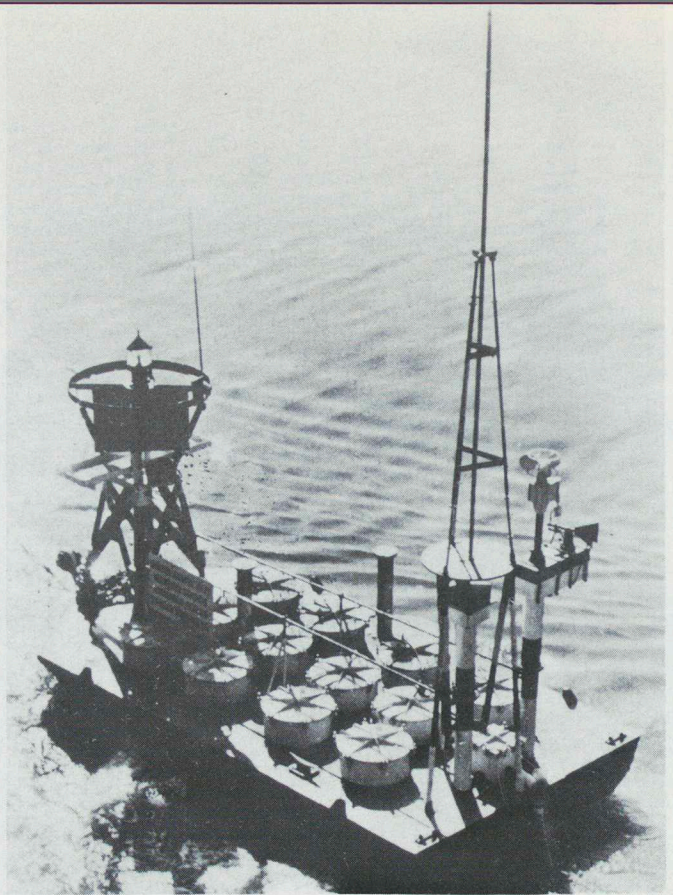


*Bild 25* Räddningsubåt typ DSRV ansluten till en atomubåt. (Foto: Förenta staternas Informations-tjänst, Stockholm.)

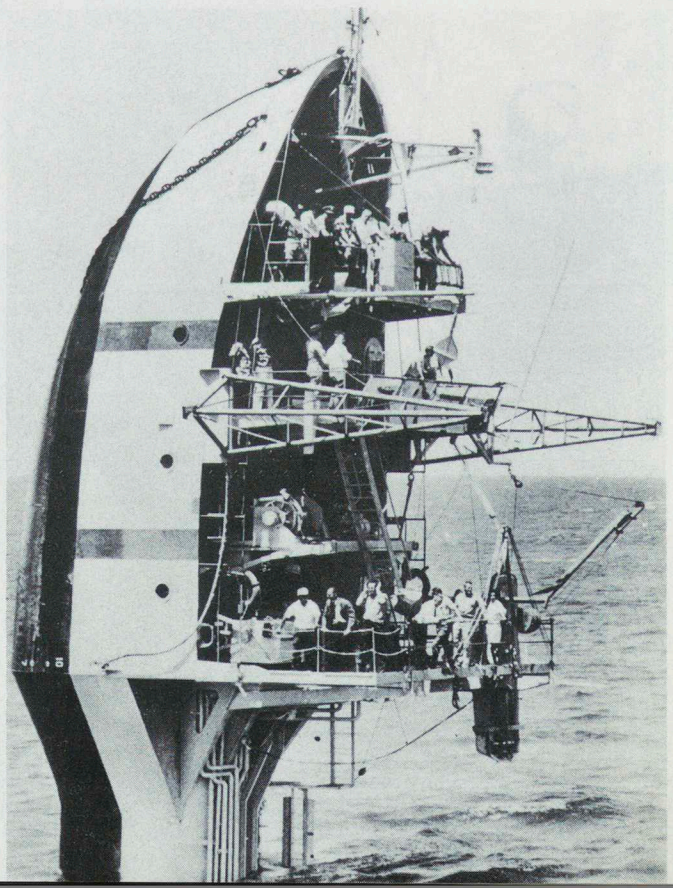


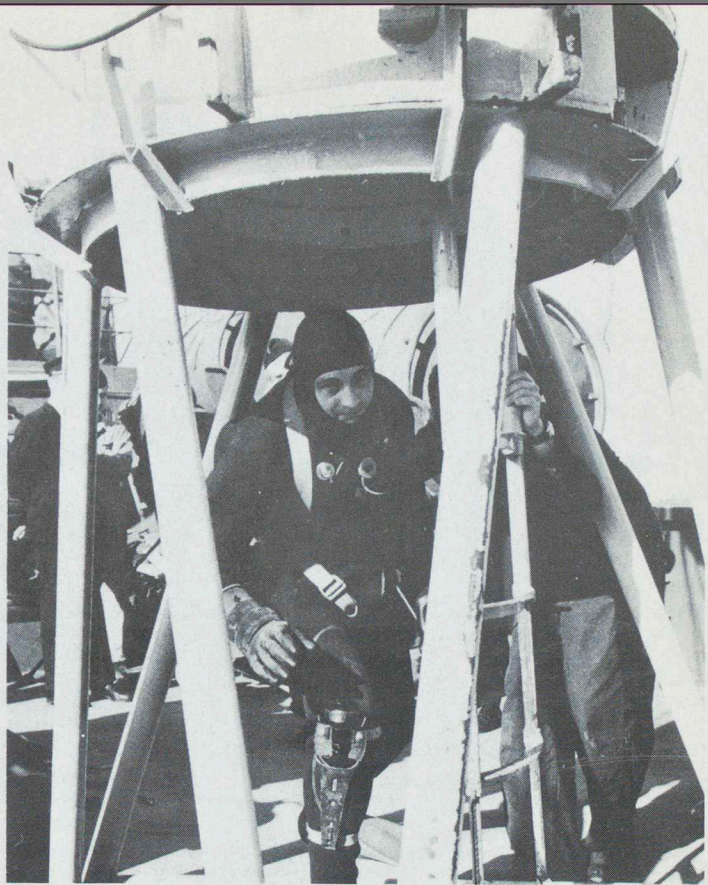
*Bild 26* Kabelstyrd mobil plattform för submarin forskning utrustad med 3 steglöst reglerbara drivmotorer, TV-kamera, färgbildskamera, strålkastar- och blyxtbelysning samt navigeringsutrustning. Hydraulisk provtagningsapparat är under utveckling. (Konstruktion och foto: Boris Wintherhalter, Finland.)

*Bild 27* Amerikansk flytande plattform för meteorologiska och hydrometeorologiska observationer. (Foto: Förenta Staternas Informationstjänst, Stockholm.)

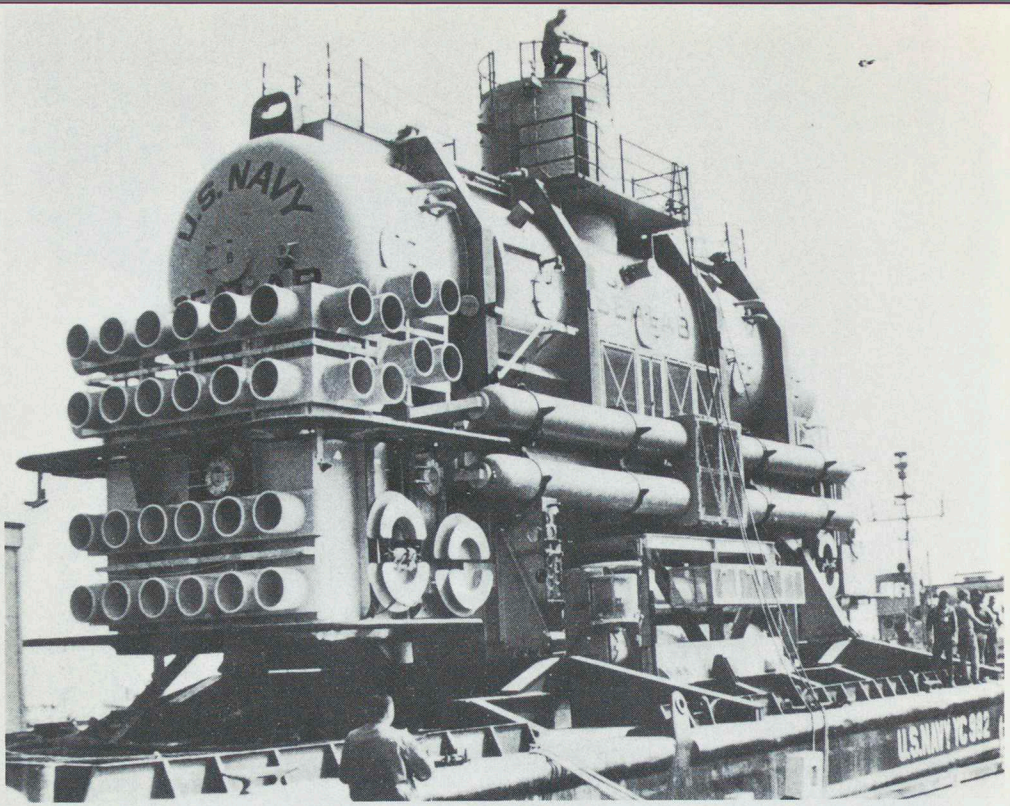


*Bild 28* Den amerikanska plattformen FLIP i vertikalläge. Plattformen fortsätter som en cylinder 90 m under vattenytan. (Foto: Honolulu Advertiser)

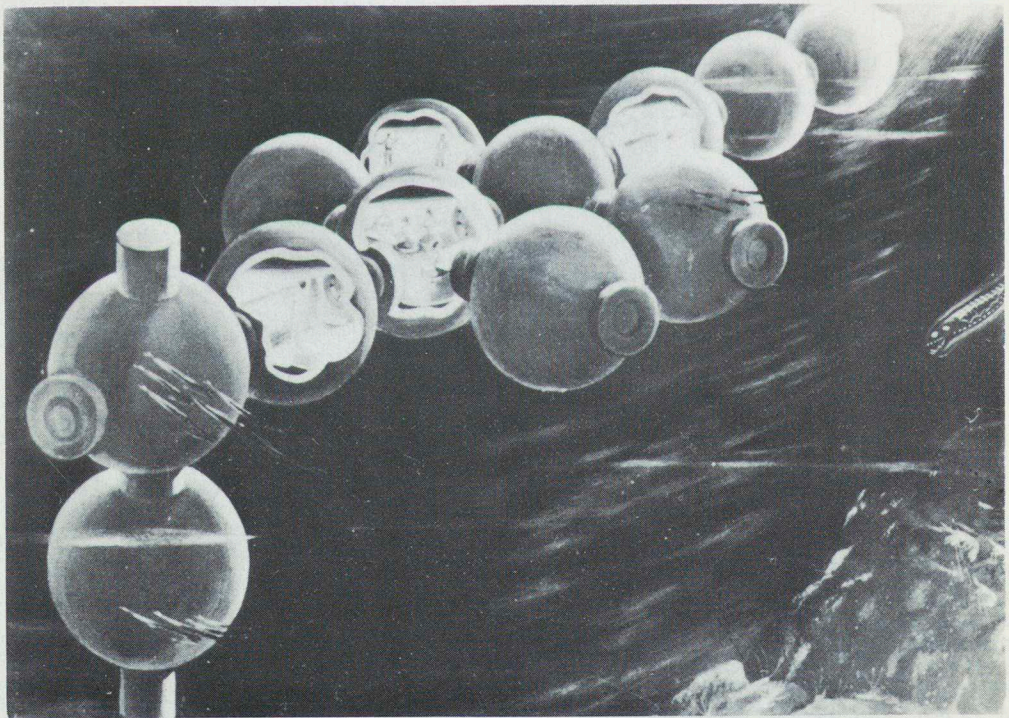




29 och 30 Dykeritekniskt utveck-  
arbete ombord på marinens ubåts-  
ningsfartyg Belos. Syftet är att få  
ett system och en teknik som  
ger rutinemässigt dykeriarbete på 120  
m. På den ena bilden går dykaren  
in i sin Helioxutrustning i dykar-  
kammaren. På den andra bilden ses dykar-  
kammaren och till vänster dess tryckfasta  
anslutning till rekompresionskammaren  
ombord.



*Bild 31* Den amerikanska undervattensstationen SEALAB III byggd för 180 m djup. Stationen innehåller dykarluss, utrymmen för vetenskapliga observationer samt vistelseutrymmen för 8 mans besättning. Experimenten med denna station påbörjades 1969, men avbröts efter en dödsolycka i inledningskedet. (Foto: IPS.)



*Bild 32* Projekt BOTTOM FIX, en amerikansk konstruktionsritning av en djupvattensstation för 3 600 m djup. (Foto: General Electric Missile and Space Division.)

100 kp/mm<sup>2</sup> kan den motstå vattentrycket på 6 000 m djup. Skall den användas på större djup måste väggtjockleken ökas varvid sfärens vikt kommer att överstiga dess vikts-deplacement och den sjunker till botten. Eftersom skrovet förutom sin egen vikt skall kunna bära någon nyttolast reduceras användningsdjupet. För användning på de maximala havsdjupen är därför i sammanhanget nya material av intresse, t. ex. titan eller glas som har hög tryckhållfasthet. Skroven måste på dessa djup också i allmänhet försees med arrangemang som ger extra flytkraft.

Salthalten bestämmer bl. a. fryspunkten och den elektriska ledningsförmågan. Den relativt höga ledningsförmågan har den väsentliga tekniska konsekvensen att dämpningen för praktiskt taget hela det elektromagnetiska strålningsspektrum är mycket stor. Undantag från detta finns i spektrums båda ändlägen. Mycket långa våglängder resp. vissa våglängdsområden i den optiska delen kan överföras över avstånd av storleksordningen något tusental resp. några tiotal meter. Detta har inneburit att man vid allt slags trådlös informationsöverföring i vatten, såsom vid tal- och datakommunikation, lokalisering, djupbestämning, fjärrmanövrering etc. i stor utsträckning utnyttjar ljudvågor. De hydroakustiska vågorna har fördelaktigare utbredningsegenskaper än de elektromagnetiska men skiljer sig också från dessa i flera väsentliga avseenden, vilket behandlas närmare nedan.

Låg temperatur tillsammans med en väsentligt högre värmeledningsförmåga i vatten än i luft leder till tekniska problem vid utformningen av isolerade dykardräkter m. m.

Densitet, temperatur, salthalt och tryck är beroende av varandra. Energiflödet från solen och olika utbytesmekanismer med atmosfären och inom havsvolumen gör också havet till ett komplicerat dynamiskt system. De nämnda storheterna varierar därför i tid och rum i ett brett spektrum av skalor. Densitetsvariationer i djupled är av intresse för den vertikala stabiliteten hos en vattenmassa, men har också en rent teknisk be-

tydelse för undervattensfarkoster. För att kompensera flytkraftsvariationerna måste dessa utrustas med regleringstankar där vatten kan pumpas ut och in. Djupberoendet hos salthalt och temperatur leder till att också ljudhastigheten varierar med djupet. Detta ger upphov till avböjningsfenomen hos ljudvågor och bidrar därmed till att ge dessa synnerligen varierande utbredningsegenskaper.

#### Vågor, strömmar och is

Havsvågornas storlek och våglängd har en uppenbar betydelse för framkomligheten hos farkoster och för påkänningar på fartyg och vattenbyggnader, men de inverkar också på helt andra förhållanden som t. ex. ljud- och radiovågors reflektion i vattenytan.

Havsvågornas egenskaper beror på ett stort antal faktorer såsom vindstyrkan och vindens varaktighet, vattenområdets storlek och bottendjupet.

Den vetenskapliga behandlingen av hörande problem är komplicerad från både teoretisk och experimentell synpunkt, varvid särskilt de mättekniska svårigheterna kan framhållas. I Sverige har Statens Skeppsprovninganstalt utfört sådana undersökningar som underlag för att bedöma fartygsrörelser.

Vind och våghöjd relateras ofta till varandra i olika empiriska skalor, t. ex. den tolvgradiga Beaufortsskalan. Enligt denna motsvarar 6 m/sek. en medelvåghöjd av 0,6 m och en våglängd av 18 m. Den högsta klassen representeras av orkan med vindhastigheter av 30–35 m/sek. och våghöjden i genomsnitt mer än 25 m. De oerhörda energimängderna i orkanvågor medför också omfattande skadegörelse.

Skadegörelse medförs också av s. k. tsunamis, som sammanhänger med seismisk aktivitet på havsbotten. Dessa vågor är mer sällsynta än orkaner men rör sig snabbare och är därför mycket svåra att varna för i förväg.

Partikelrörelse och tryckändringar som sammanhänger med vågrörelsen avtar med

djupet. Verkan sträcker sig väsentligen några våglängder nedåt.

Strömmarna i havet som kan medföra vattenhastigheter på flera knop medför avdrift för farkoster, försvårar eller omöjliggör simmande dykares förflyttning och ger mekaniska påkänningar på kablar och undervattenskonstruktioner. Kännedom om strömmarna är också väsentlig för bedömning av förorenings-spridning.

I svenska farvatten har isbildning vintertid betydelse för sjöfarten både därför att den hindrar framkomligheten och p. g. a. risken för nedisning.

Ubåtoperationer under isen i arktiska farvatten har genomförts sedan 1950-talet och tillmätts stor vikt av både USA och Sovjetunionen. Detta har också medfört ett intresse för olika vetenskapliga undersökningar av istäckets egenskaper och en utveckling av speciella tekniska hjälpmedel för navigering under is. Det har t. ex. visat sig att den arktiska havsisen kan tillväxa två à tre m över en vinter och att gammal packis kan nå ända till 30 m under ytan.

Upptäckten av olja i norra Alaska har också medfört ett intresse för arktiska förhållanden från industrins sida. Ett tecken på detta intresse är den resa som det amerikanska isbrytande tankfartyget "Manhattan" gjorde genom nordvästpassagen 1969.

## Korrosion

Korrosion i metallkonstruktioner är ett allvarligt och komplicerat problem inom havstekniken varför metoder för korrosions-skydd är av största intresse.

Korrosion i havsvatten kan förenklat uppfattas som en elektrokemisk process där metall oxideras på ett ställe (anoden) i en konstruktion. Samtidigt alstras en elektrisk ström i metallen och omgivande vatten som verkar reducerande på andra ställen (kathoden), varvid vattnets syre bildar hydroxyljoner och vätejonerna bildar väte. Vid anoderna förstörs metallen successivt.

Benägenheten att reagera med vatten på

detta sätt är olika stor hos olika metaller och legeringar beroende på deras plats i den elektrolytiska spänningskedjan. I legerade material, t. ex. mässing med hög zinkhalt, kan detta leda till s. k. selektiv korrosion, varvid zinken som är mest reaktionsbenägen kan korrodera till stor del och kvarlämna nästan ren koppar.

I många fall bildar reaktionsprodukten, metalloxiden, en ytfilm som hindrar fortgående korrosion. Detta är funktionen hos s. k. beständiga metaller och legeringar, t. ex. rostfritt stål, vissa aluminiumlegeringar, titan och krom-nickellegeringar. Om syretillförseln är dålig till följd av att vatten är instängt, eller i övrigt genom dålig cirkulation, förhindras utbildandet av filmen och lokala korrosionsangrepp uppstår. Detta är också förklaringen till varför konstruktioner i vissa material som blir angripna i stillastående vatten inte blir det i strömmande. I andra sammanhang, t. ex. för vissa stålsorter, gäller det omvända förhållandet, dvs. att strömningen för bort reaktionsprodukterna, varvid ingen film utbildas.

S. k. spänningskorrosion kan uppträda om materialet utöver vattnets påverkan är utsatt för påkänningar genom belastning, svetsning eller värmebehandling. En liknande form som uppträder vid stål med stor hållfasthet är s. k. vätesprödhet, där väte som i sin tur alstrats genom korrosion eller genom s. k. katodiskt skydd (se nedan) pressas in i håligheter i materialet och bygger upp höga tryck som spränger materialet inifrån. Speciellt de stålqualiteter som kommer till användning för undervattensfarkoster för stora djup är känsliga för denna form av korrosion.

Höga påkänningar och värme ökar hastigt korrosionen. Den fördubblas för var tionde grad över 20°C.

Motåtgärderna mot korrosion är i första hand materialval, ytbehandling och målning. S. k. katodiskt skydd innebär i princip att man till en konstruktion i någon viss metall eller legering galvaniskt ansluter en mera reaktionsbenägen metall. Korrosionsangreppet inträffar då i första hand på den senare

som bildar anod i den elektrolytiska kretsen medan det skyddade föremålet bildar katod. Till de vanliga givarmaterialen hör zink och vissa aluminiumlegeringar. Från den sålunda tillförda anoden flyter en elektrisk ström genom skydds-föremålet och vattnet. Skydds-verkan kan därför ökas på elektrisk väg.

#### Påväxt

Föremål i hav, sjöar och dammar blir efter en tid täckta av organismer tillhörande vatt-nets flora och fauna. Detta fenomen kallas här påväxt; andra vanliga benämningar är beväxning eller det från engelskan lånade "fouling". Alger, havstulpaner och blåmuss-lor är exempel på vanliga påväxtorganismer, som på olika sätt kan sätta sig fast vid ett underlag, t. ex. en fartygssida. Växterna är beroende av ljus för koldioxidassimilationen och förekommer endast relativt nära vatten-ytan, ner till 30–40 m vid Nordatlantens kuster, 100–150 m i Medelhavet, som har mycket klart vatten. Den motståndsökning som påväxten på fartyg ger är ett väsentligt ekonomiskt problem.

Det vanligaste sättet att skydda fartyg och annan materiel i vattnet är att måla dem med s. k. antifoulingfärger. Dessa färger innehåller giftiga metallsalter (ofta koppar-salter), arsenik e. d. Ämnena går långsamt i lösning i vattnet och dödar påväxten. Deras verkan är tidsbegränsad och färgen får van-ligen förnyas ca 1 gång per år för att ge någorlunda skydd åt underliggande yta. Andra former som prövas är att tillföra enzymer och hormoner som ändrar livsbe-tingelserna i olika stadier av påväxtens ut-bildande.

För t. ex. undervattenskonstruktioner och instrumentgivare som skall användas stationärt under en längre tid finns det för närvarande inget effektivt skydd mot påväxt. Det begränsade djup där en rikligare påväxt kan förekomma tillåter emellertid att dyka-re kan utnyttjas för att avlägsna den på sådana ytor och konstruktionsdetaljer där

den kan vara till hinder för konstruktionens funktion.

#### *Utbredning av ljudvågor och elektromagnetiska vågor i vatten*

Trådlös informationsöverföring i vatten er-fordras för samma slags behov som på land. Informationsöverföring uppfattas då i vidaste mening, t. ex. tal- och dataöverföring, navigeringshjälpmedel, olika former av lokali-serande, ekosökande och avbildande system, fjärrstyrning m. m.

Samtidigt som behoven är likartade är dock de allmänna betingelserna mindre goda. De flesta av de uppräknade behoven tillgodo-ses på land med användning av elektro-magnetiska vågor inom radio-, radar- och ljusvåglängdsområdena. Som framgått av in-ledningen till denna bilaga medför bl. a. det salta havsvattnets relativt höga ledningsförmåga att elektromagnetiska vågor dämpas mycket kraftigt. Detta utesluter använd-ningen av en stor del av det normala frekvensområdet med undantag för dels extremt låga frekvenser, dels för vissa våg-längdsområden för synligt ljus. Detta har medfört att akustiska vågor, vars utbred-ningsegenskaper är mera fördelaktiga, ut-nyttjas för de flesta av de angivna behoven. Dessa vågors egenskaper skiljer sig i flera avseenden från de elektromagnetiska, och för att fortsätta jämförelsen med tekniska möj-ligheter ovanför vattenytan kan man säga att de inte heller ger en fullgod ersättning.

#### Egenskaper hos ljudvågor i vatten

Ljudvågor i vatten utbredds med en hastighet av ca 1 500 m/sek. alltså betydligt lägre än de  $3 \cdot 10^8$  m/sek. som gäller för elektro-magnetiska vågor i luft. En talöverföring på ett avstånd av en landmil tar 7 sek. i överföringstid. Informationstakten i den meningen är därför låg. Dämpningsfö-rhållandena för ljudvågor eller snarare för kompressionsvågor medför att det frekvens-



område som kan utnyttjas är ca 1 Hz—1 MHz, dvs. det omfattar områden såväl nedanför som framför allt ovanför det normalt hörbara. Motsvarande våglängder sträcker sig från ca 1,5 km till ca 1,5 mm vilket till skillnad från frekvensområdet överensstämmer ungefär med det radiofrekventa området i luft.

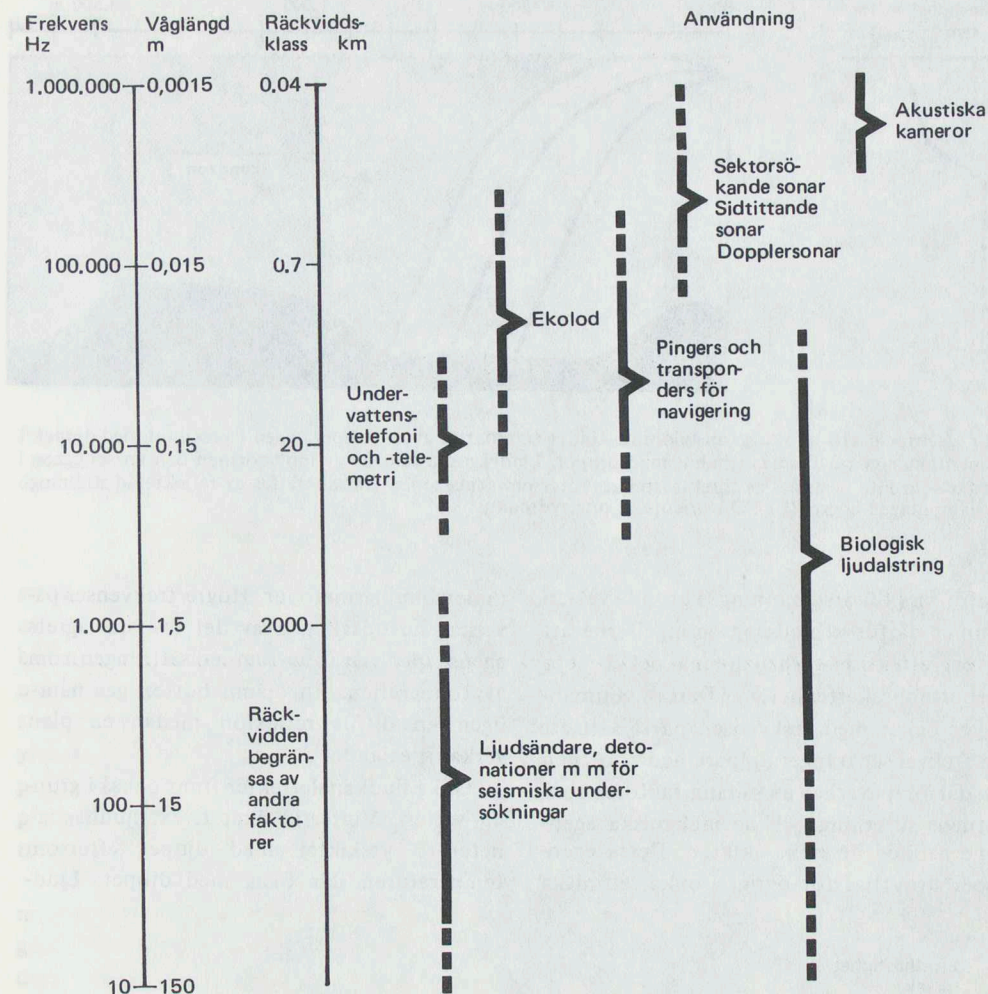
Bland de förhållanden som bestämmer möjligheterna till informationsöverföring spelar dämpningen, dvs. ljudvågornas avtagande intensitet från sändaren en väsentlig roll. Dämpningen beror på flera faktorer. Dels absorberas ljudenergi i vattnet då den övergår i andra energiformer. Dels avtar ljudintensiteten med avståndet från ljudkällan därför att ljudeffekten fördelas över större och större ytor. Den närmare karaktären av denna fördelning påverkas dels av hur ljudet reflekteras i vattenytan och havsbotten och dels av hur ljudet refrakteras (avböjs) i vattenmassan. Här nedan behandlas första absorptionen.

Absorptionen innebär att ljudenergin genom olika molekylära fenomen övergår i andra energiformer. Absorptionen ökar med frekvensen och med ökande salthalt. Östersjön som har låg salthalt uppvisar därför en mindre absorption än oceanerna. För högre frekvenser ger absorptionen ofta det dominerande dämpningsbidraget. Man kan därför få en uppfattning om räckviddsklassen för olika frekvenser genom att ange det avstånd för vilket enbart absorptionen ger en sänkning av intensiteten med en lämplig faktor. Detta har angivits i fig. 2 där också våglängden och några typiska tillämpningar angivits. I många tillämpningar önskar man koncentrera den utstrålade effekten till ett litet vinkelområde. På samma sätt kan man önska att mottagaren endast skall vara känslig för ljudvågor som infaller i ett liknande område. Detta fordrar att dimensionerna på de ljudomvandlararrangemang som användes är åtminstone några våglängder stora. För att en

stor uteffekt skall erhållas från sändaren fordras också ofta att den arbetar i resonans, vilket innebär att den är mest effektiv i ett begränsat frekvensområde, sändarens bandbredd. Denna bandbredd ökar med ökande frekvens. Detta har betydelse i olika hydroakustiska analogier till radar såsom ekolod och s. k. aktiva hydrofoner som används i så olika tillämpningar som ubåtsjakt och fisksökning. En stor bandbredd hos sändaren medger då en hög upplösning i avstånd, dvs. goda möjligheter att särskilja detaljer. Upplösningsegenskaperna hos olika ekosökande system såväl i avstånds- som i vinkelled förbättras därför med ökande frekvens hos sändaren samtidigt som räckvidden avtar.

Refraktion av ljudvågor inträffar i en vattenmassa i vilken ljudhastigheten inte är konstant. Ljudhastigheten varierar med temperatur, salthalt och tryck som varierar med djupet och tiden. Detta medför att ljudstrålarna inte går fram rätlinjigt utan böjs av eller refrakteras mot områden med lägre ljudhastighet. Om t. ex. ljudhastigheten avtar med djupet — detta kan bero på att ytvattnet är varmare än vattnet längre ner — och vattendjupet är stort, så uppträder s. k. skuggzoner till vilka ingen direktstråle kan nå fram från en given sändarpunkt. I detta fall försvåras alltså ljudutbredningen av refraktionen. (Se fig. 3.)

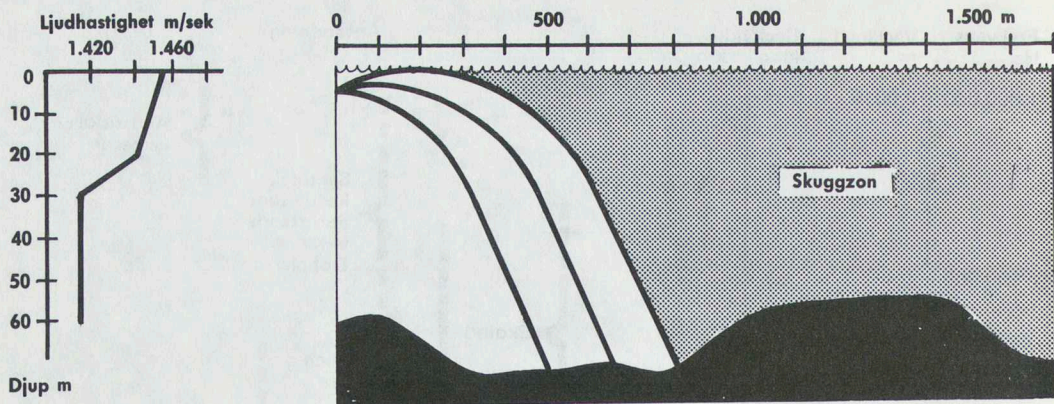
Ett annat ljudutbredningsfenomen, som också sammanhänger med refraktionen men som leder till förbättrad ljudutbredning inträffar i s. k. ljudkanaler. Förutsättningarna för detta är att ljudhastigheten har ett minimum på ett visst djup i vattenmassan. I oceanerna uppträder ett sådant minimum på ca 1 500 m djup. Ovanför minimipunkten är ljudhastigheten avtagande med ökande djup p. g. a. att temperaturen avtar; under minimipunkten ökar den därför att trycket ökar. Ljudstrålar som utsändes från en källa i närheten av minimipunkten kommer att växelvis avböjas uppåt och nedåt men väsent-



Figur 2 Översikt av det hydroakustiska våglängdsområdet och några exempel på dess civila användningsmöjligheter. Räckviddsklassen är angiven som det avstånd där enbart absorptionsdämpningen fram och åter i ett ekosökande system nedsätter effekten med en faktor  $10^4$ .

ligen hållas kvar i ett skikt omkring en linje genom denna punkt (se fig. 4). Denna ljudkanal kallas ofta SOFAR-kanalen (SONic Fixing and RANGing) efter ett system för fjärrlokalisering. Liknande ledsiktisfenomen med låg dämpning uppträder f. ö. också för t. ex. mikrovågor i luft. Som exempel på dessa fördelaktiga ljudutbredningsförhållanden i vatten kan nämnas att man med mottagare vid Bermudaöarna lyckats uppfatta detonationer som utförts i havet utanför Australiens kust.

I grunda vatten, t. ex. större delen av de vatten som omger Sverige, uppträder liknande om än ej fullt så utbildade fenomen. Den största dämpningen uppträder här sommartid och vid så små vattendjup att ljudhastigheten avtar ända till botten. Den direkta strålen från en sändare som framföres nära ytan böjs då nedåt och kan träffa botten efter endast några hundra m. Eftersom ljudstrålningen också reflekteras i botten uppträder ingen egentlig skuggzon, men intensiteten minskar ändå eftersom reflexionen

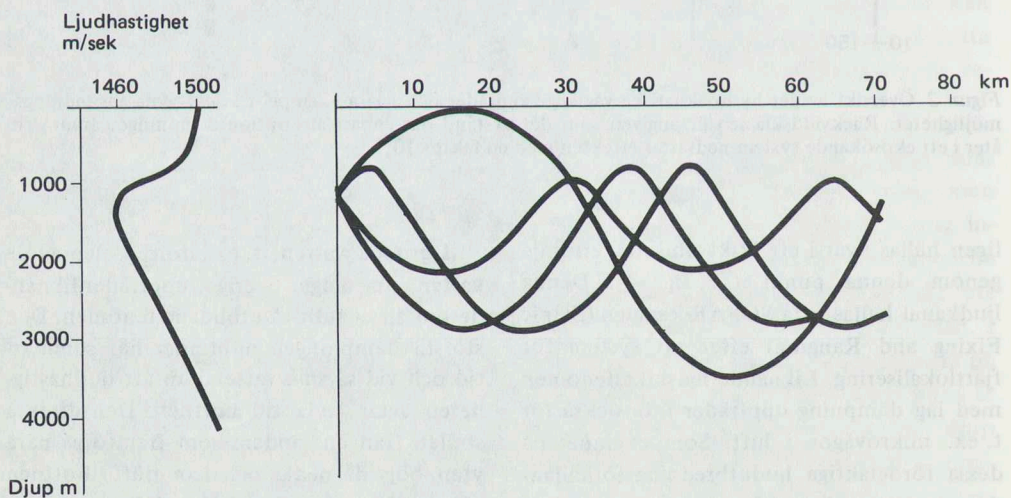


Figur 3 Principskiss av skuggzonsbildning. Under sommartid avtar temperaturen i ytskiktet med djupet. Därmed avtar också ljudhastigheten med djupet. Ljudvågorna böjs då av mot botten och en skuggzon uppstår som inte bestråls av direkta strålar. Eftersom skuggzonen endast träffas av reflekterad strålning blir dämpningen högre. (Ur FOA orienterar om hydroakustik.)

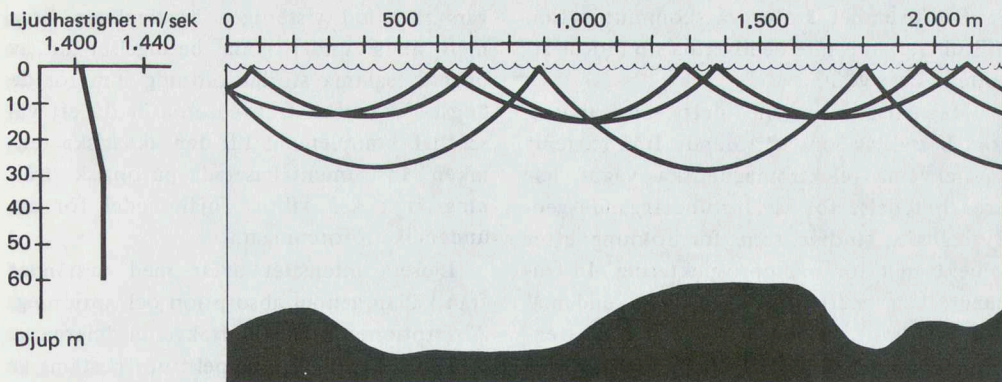
medför viss tillsatsdämpning. I grunda vatten kommer därför utbredningsbetingelserna att utöver refraktionsförhållandena också bero av bottenbeskaffenheten. Detta sammanhänger också med frekvensen på så sätt att låga frekvenser tränger djupare ned i botten och därför påverkas av sådana faktorer som bottenens skiktning och de mekaniska egenskaperna hos de olika skikten. Dessa egenskaper utnyttjas för övrigt i olika seismiska

undersökningsmetoder. Högre frekvenser påverkas huvudsakligen av det översta lagrets egenskaper, såväl av sammansättningen som av topografien. En ojämn botten ger nämligen en diffus reflexion medan en plan verkar speglande.

Olika ljudkanaleffekter finns också i grunda vatten. Vintertid ökar t. ex. ljudhastigheten i ytskiktet med djupet eftersom temperaturen där ökar med djupet. Ljud-



Figur 4 Principskiss av ljudkanal, den s. k. SOFAR-kanalen, i oceanerna. Ljudhastigheten har ett minimum på 1000–1500 m djup beroende på den kombinerade inverkan av temperatur och tryck. Strålarna från en ljudkälla på detta djup böjs växelvis av uppåt och nedåt. Ljudet kan då ledas över mycket långa sträckor.



Figur 5 Principskiss av en s. k. vinterkanal. Temperaturen och därmed ljudhastigheten ökar med djupet i ytskiktet. Ljudstrålarna böjs periodiskt av mot ytan som under vissa betingelser är en god reflektor varför dämpningen är låg. (Ur FOA orienterar om hydroakustik.)

strålar från en sändare i ytskiktet kommer då att böjas uppåt mot vattenytan, reflekteras, böjas upp igen och reflekteras i ett cykliskt mönster men väsentligen hållas kvar i ytskiktet. Detta exempel visar också vattenytans betydelse för ljudutbredningen. En plan vattenyta utgör en i det närmaste perfekt reflektor medan en vågig yta tillför tillsatsdämpning.

Väsentligt för all hydroakustisk teknik är möjligheterna att alstra och mottaga ljudvågor. Ljudomvandlarna kan indelas i reversibla, dvs. sådana som både kan utnyttjas som sändare och mottagare och icke-reversibla, som endast utnyttjas som sändare. Den senare kategorin utnyttjas bl. a. vid seismiska undersökningar och kan bestå av sprängladdningar av olika storlekar samt av olika pneumatiska och elektromekaniska organ, som beskrivs närmare i avsnittet om teknik för bottenundersökningar.

I de reversibla omvandlarna omvandlas elektrisk energi till akustisk och omvänt. Vanligen användes den magnetostriktiva eller den piezoelektriska principen, dvs. egenskaperna hos vissa material att en mekanisk påverkan i form av ett tryck alstrar ett magnetiskt eller ett elektriskt fält eller omvänt.

#### Egenskaper hos radiovågor och magnetiska fält i vatten

Som tidigare nämnts har elektromagnetiska vågor normalt endast en ytterst begränsad framkomlighet eftersom de absorberas till följd av vattnets ledningsförmåga. Nedanstående tabell ger en uppfattning om storleksordningen uttryckt som avståndet när intensiteten gått ned med en faktor 10 000, dvs. samma faktor som i fig. 1 för ljudvågor.

Frekvens Hz	Våglängd		Avstånd	
	km	m	km	m
$10^{-3}$	50		40	
1	1.6		1.2	
$10^3$		50		40
$10^6$		1.6		1.2

Det bör understrykas att dessa siffror endast gäller vid transmission genom vatten. De elektromagnetiska vågornas utbredning påverkas liksom de akustiskas av gränssytorna, i första hand av vattenytan. Om både sändare och mottagare befinner sig nära ytan är det t. ex. möjligt att upprätthålla förbindelse över större avstånd än vad tabellen anger. Utbredningen sker då väsentligen i luften och den kraftiga vattendämpningen inverkar endast på en sträcka motsvarande antenndjupen.

Ett exempel är långvågskommunikation till ubåtar som inte behöver ha sin mottagarantenn över ytan.

Magnetiska fält som i detta sammanhang kan betraktas som härrörande från extremt lågfrekventa elektromagnetiska vågor har stor betydelse för såväl grundläggande geofysikaliska studier som för sökning efter objekt och för malmprospektering. Instrument och mätteknik för detta ändamål diskuteras närmare i avsnittet om bottenundersökningar. Rent allmänt kan sägas att de aktuella fälten kan variera i rummet med väsentligt olika längdskalor från de globala variationerna i jordens magnetfält till störningar av liten utsträckning orsakade av tillfälligt förekommande magnetiska material. Fälten avtar tämligen kraftigt med avståndet till källan och i princip kraftigare ju mindre längdskalan är. Bogserade magnetometrar måste därför framföras allt närmare botten ju större detaljrikedom som eftersträvas.

Havsytan utgör en god reflektor för elektromagnetiska vågor. Detta förhållande utnyttjas i fjärranalystekniken. Radarmätningar från flygplan kan t. ex. ge information om havsvågornas egenskaper.

#### Egenskaper hos optisk strålning i vatten

Inom den optiska delen av det elektromagnetiska strålningsspektrum finns vissa våglängdsområden, s. k. fönster, där strålningen har en viss framkomlighet i vatten. Bortsett från den allmänna betydelse detta har för livsbetingelserna i havet, är den tekniska användningen däruv väsentlig. Undervattensavbildning med film- och TV-kamera är välkända tillämpningar liksom en mångfald dykeriarbeten som fordrar optisk sikt. För identifieringsändamål i samband med kartläggning-sökning och bärgningsarbeten är den grad av detaljrikedom som kan erhållas med akustiska hjälpmedel ofta inte tillräcklig ens med utnyttjande av mycket höga frekvenser. Optisk utrustning

vars räckvidd visserligen är tämligen liten men ändå under goda betingelser är av ungefär samma storleksordning som för de högsta akustiska frekvenserna är då ett väsentligt komplement till den akustiska tekniken. Instrument baserade på optisk strålning är också viktiga hjälpmedel för att undersöka föroreningar.

Ljusets intensitet avtar med avståndet från källan genom absorption och spridning. Absorptionen i de radiofrekventa delarna av det elektromagnetiska spektrum bestäms av vattnets ledningsförmåga, men inom det optiska området av molekylära förhållanden i vattnet och i löst och uppslammad materia. Detta medför att absorptionen minskar betydligt inom begränsade våglängdsområden. Närvaron av partiklar och inhomogeniteter samt varierande salthalt och temperatur innebär också att ljuset bryts, reflekteras eller sprides till andra riktningar än den ursprungliga, vilket minskar intensiteten. Spridning och absorption tillsammans medför att dämpningen är minst vid våglängder omkring 0,5  $\mu\text{m}$ , dvs. i det blågröna till gulgröna områden.

Till följd av båda dessa orsaker avtar ljusintensiteten exponentiellt med ökande avstånd. Avtagandet karakteriseras vanligen med den s. k. dämpningslängden som är det avstånd där intensiteten fallit med en faktor 1/e dvs. till ca 37 %. Siktavståndet anges ofta som fyra dämpningslängder. Dämpningslängden beror bl. a. av våglängd och föroreningsgrad och kan variera inom vida gränser. Följande genomsnittsvärden kan anges:

Meter			
Våglängd	Dest vatten	Oceanvatten	Kustvatten
0,45 blågrönt	50	11	2,5
0,55 gulgrönt	33	11	3,5
0,65 rött	4,5	2,5	1,5

För ocean- och kustvatten kan variationen röra sig om en faktor 1,5–3 uppåt och nedåt från dessa genomsnittsförhållanden.

Kvalitet och räckvidd vid avbildning beror av objektets egenskaper och utbredningsför-

hållandena, vilka är givna i en given situation, samt av ljusstyrka hos källan, känslighet hos mottagaren, lobvinklar hos dessa samt deras inbördes geometriska arrangemang, vilka faktorer i princip kan påverkas.

Ljusspridningen har betydelse på flera sätt i detta sammanhang. Spridningen i framåtriktningen minskar upplösningen i bilden. Den del av den mot objektet infallande strålningen som genom spridning återkastas mot mottagaren alstrar en bakgrunds nivå som försämrar kontrasten. Eftersom spridningen vanligen inte är likformig kan den senare effekten minskas genom lämpliga geometriska arrangemang.

Solen är av intresse som primär ljuskälla och som alstrare av bakgrundsstrålning. I klart väder och högt solstånd lämnar solen en effekt av ca 1 kW/km<sup>2</sup> havsyta. Av detta tränger ca 95 % ned i vattnet. 95 % av detta absorberas i rent oceanvatten inom skiktet ned till 80 m djup. För den andel av solljuset som faller inom det synliga området är siffran 90 %. Mätningar med fotomultiplikatorer på 600 m djup har visat att ljusstyrkan där är av samma storleksordning som den som råder en milen natt utan månlyus.

I många fall erfordras därefter artificiell belysning vid undervattensavbildning. Speciella glöd- och bågglampor med hög effekt och högt ljusutbyte och med en stor andel av ljuset förlagt till det intressanta våglängdsområdet har utvecklats. Såväl typer med kontinuerligt spektrum lämpade för färgåtergivning som med linjespektrum lämpade för svart-vit film eller TV förekommer.

Som mottagare vid avbildning utnyttjas speciella film- och TV-kameror, särskilt lågljus-TV, samt icke minst det mänskliga ögat. Ögats känslighet är väl lämpad även för förhållandena i vatten. Vattnets brytningsindex ger dock upphov till olika slags avbildningsfel även om betraktaren befinner sig inne i en observationsfarkost. Föremål i blickfältets centrum förstoras då ca 1,3 ggr. Förstoringen ökar mot blickfältets kant. Avståndsbedömningen försämrar. Är ögat i direkt kontakt med vatten försämrar också dess fokuseringseffekt.

Den utveckling inom undervattensoptiken som syftar till att förbättra räckvidden har svåra naturliga begränsningar att kämpa mot på grund av dämpningens exponentiella karaktär och den kontrastförsämrande verkan av spridningen. Detta kan illustreras av att en ökning av ljusstyrkan hos en ljuskälla med en faktor 10 medför att räckvidden hos ett avbildningssystem maximalt ökar ca en dämpningslängd. De potentiella vinster som trots detta kan göras med användning av modern optisk teknik är dock ingalunda oväsentliga. Laserns möjligheter i sammanhanget ter sig lovande men är ännu inte klarlagda. Laserljuset kan t. ex. utsändas i extremt korta pulser vilket inte är möjligt med konventionella ljuskällor. Om mottagaren hålles stängd till en tidpunkt som svarar mot pulsens gångtid fram och åter till objektet, kommer bakåtspridningens effekt att minska väsentligt eftersom den då endast kommer från störreflexer i objektets närmaste omgivning. Metoden som kallas "range-gate" eller "gated viewing" anses i utvecklad form kunna öka siktavståndet med en faktor 2-3.

Ett annat sätt att minska verkan av bakåtspridningen är att alstra mycket smala ljusstrålar som sveps över objektet. Mottagarlorens rörelser synkroniseras med sändarens så att endast en liten yta av objektet betraktas i taget.

#### *Instrument för havsundersökningar*

Mätteknik och instrumentering för havsundersökningar omspänner ett mycket brett fält i flera avseenden vilket också framgår av utredningens kap. 8. För det första är de inriktade på många olika ämnesområden varav en del som t. ex. meteorologi och hydrografi, djupmätning m. m. har en relativt lång mätteknisk utvecklingshistoria medan andra behov som t. ex. analys och kartläggning av föroreningar är betydligt nyare och mättekniken betydligt mindre utvecklad. Ändamålet är också varierande såsom grundläggande forskningsverksamhet, rutin-

mätning, övervakning och exploatering. Mätning av samma storhet kräver ofta helt olika mätnoggrannheter för olika ändamål. Den teknologi som utnyttjas är i första hand elektronisk mätteknik varvid huvudparten av utrustningen inte skiljer sig avsevärt från varje annan form av sådan teknik, men där själva mätgivarens princip och konstruktion erbjuder specifika problem, betingade av havsmiljön. Elektriskt baserad mätteknik är inte bara en lämplig teknik i sig själv utan underlättar också väsentligt möjligheten att överföra mätvärdena antingen i kabel eller telemetriskt från radiobojar eller med akustisk länk i vatten. Sammanställning, behandling och det vidare utnyttjandet av de förhållandevis stora datamängder som erhålles sker i icke liten utsträckning på datorer på forskningsfartyg, där den tekniska miljön erbjuder speciella problem.

Åtskilliga undersökningar kan av olika skäl inte utföras in situ. Provtagningsutrustningar för såväl havsvatten som bottenmaterial erfordras då. Den djupborrningsteknik som utvecklats och som användes på det amerikanska forskningsfartyget "Glomar Challenger", vilket beskrivs i avsnittet "Utrustning för provtagning och borttagning i havsbotten" är ett avancerat exempel.

Beroende på mätstorhet och mätplattform växlar tekniken från rena observationer och mer eller mindre manuella mätningar till en högt driven grad av automatik såsom i bojsystem. Det senare ställer mycket rigorösa krav på säkerhet, underhållsfrihet och låg energiförbrukning. Plattformarna såsom forskningsfartyg, undervattensfarkoster och bojar samt flygplan och satelliter behandlas i andra avsnitt.

Mätmetoderna kan också indelas i när- och fjärrverkande. Närmetoden innebär att sensorn står i omedelbar kontakt med mätobjektet såsom vid temperatur- och salthetsmätning. Fjärrmetoderna utnyttjar någon form av strålning eller kraftfält såsom vid olika akustiska eller optiska instrument resp. magnetiska eller gravimetriska metoder.

Utvecklingen på det mättekniska området har varit mycket snabb och omfattande

under 1960-talet. Detta tillsammans med den heterogenitet som kännetecknar fältet gör att den följande redogörelsen för olika instrument endast eftersträvar att genom exemplifieringar ge ett allmänt intryck.

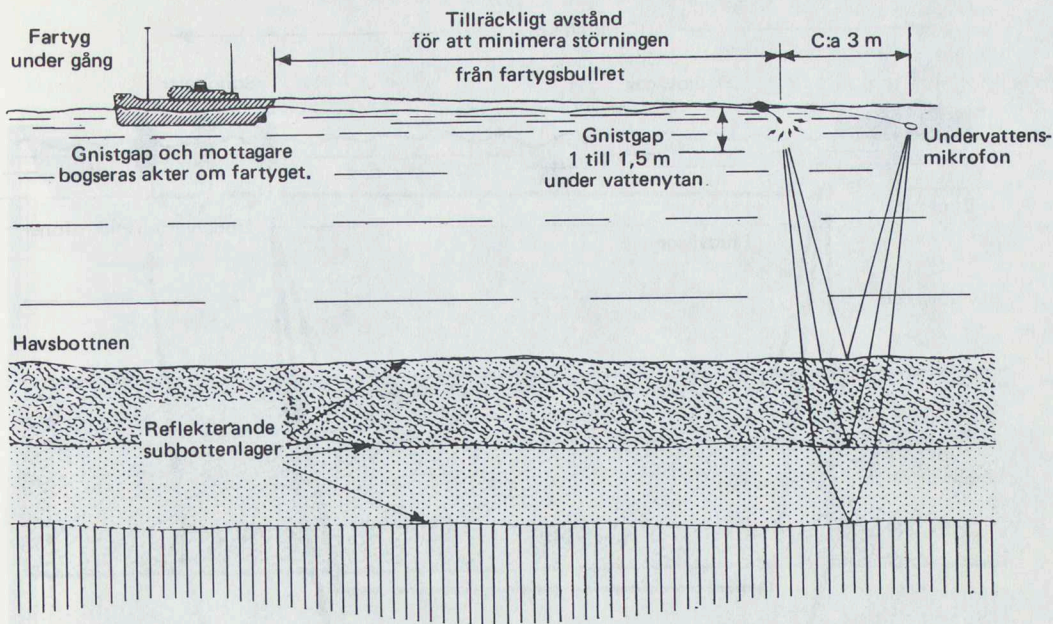
#### Instrument för undersökning av havsbotten

De väsentliga objekten för bottenundersökningar är bottenens topografi för t. ex. sjömättningsändamål, dess ofta skiktade geologiska struktur för t. ex. prospekteringsändamål och slutligen dess geologiska sammansättning. Den mätteknik som användes baserar sig i första hand på akustik och seismik men också på magnetism, gravitation och optik. Provtagnings-, djupborrings- och exploateringsteknik för mineral på och i havsbotten har också visat en snabb utveckling.

#### *Hydroakustiska och seismiska metoder.*

Ekolodets princip är känd och utnyttjad sedan länge. I korthet innebär den att en ljudpuls utsänds från en ljudomvandlare i botten på ett fartyg eller från en bogserad kropp. Pulsen reflekteras mot botten och gångtiden fram och åter mäts i ekolodets mottagare. Detta sker tillsammans med presentationen av resultatet på så sätt att den reflekterade signalen påverkar svärtningen i en pennskrivare som på ena axeln har löpande tid dvs. fartygets förflyttning längs undersökningsprofilen och på den andra axeln har ekots gångtid fram och åter, dvs. djupet. Tolkningen av sådana s. k. ekogram erbjuder flera svårigheter. Vid noggranna mätningar måste hänsyn tas till ljudhastighetsvariationerna i djupled som kan uppgå till några procent. Ekon kan också uppstå från skiktningar i botten, särskilt om lågfrekventa ekolog användes.

Den ursprungliga reflekterade pulsen reflekteras också i vattenytan och därefter ytterligare en eller flera gånger i botten vilket orsakar s. k. spökbilder. Pulstakten begränsas därigenom och därmed också upplösningen längs mätfartygets kurs. Upplösningen begränsas också av att energin ofta



Figur 6 Schematisk bild av strålgången vid kontinuerlig registrering av reflektionsseismisk profilering.

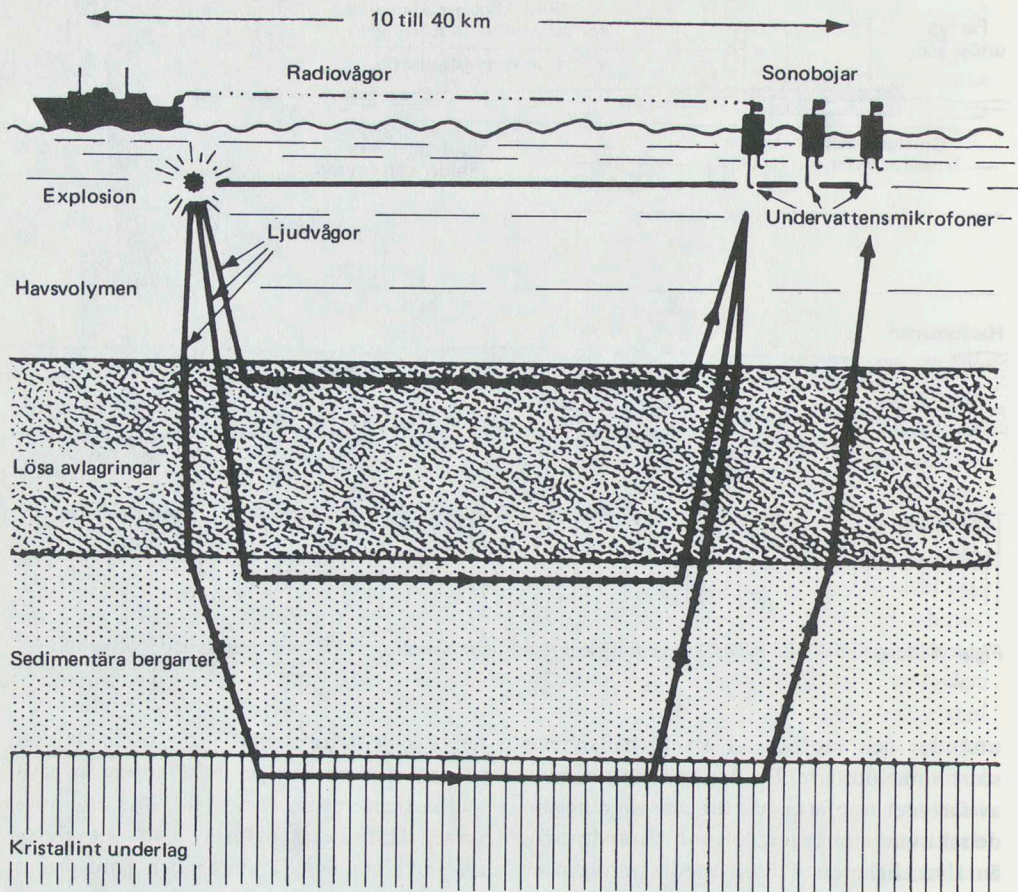
utsändes och mottages i ett förhållandevis stort vinkelområde. En upphöjning vid sidan av fartyget uppfattas därför dels som liggande rakt under fartyget, dels som varande lägre än i verkligheten. Pulsen utgörs vanligen av ett avsnitt av en sinusformad signal. Med lägre frekvens hos denna följer en större inträngning i bottenmaterialen men också en sämre noggrannhet i bestämning av skikt-tjockleken. Beroende på användningsområde ligger frekvenser för kommersiella ekolod i området 3–200 kHz.

För flertalet studier av bottenens skiktning m. m. utnyttjas i stället marinseismisk teknik. Den reflektionsseismiska tekniken har i stort sett samma karaktär som ekolodsprincipen men utnyttjar vanligen separata ljud-omvandlare för sändning och mottagning. Kombinationen av hög effekt och en tyngdpunkt vid låga frekvenser realiseras nämligen lättare med andra omvandlarprinciper än de som utnyttjas i ekolod. Reflexionsseismik fordrar kännedom om ljudhastigheten i de olika skikten för att tjockleken skall kunna bestämmas. I s. k. refraktionsseismik mäts gångtiderna för signaler som både reflek-

terats och refrakterats i de olika skikten vilket i princip medger bestämning av såväl ljudhastighet som tjocklek för ett antal skikt. Mätningen utföres med ett flertal avstånd mellan sändare och mottagare. Sändaren bäres av ett fartyg, medan mottagaren kan vara ett fartyg eller en eller flera bojar utrustade med undervattensmikrofon och radiosändare som överför mätvärden till registreringsutrustning på sändarfartyget.

Ljudkällan kan vara sprängladdningar av olika storlekar beroende på avstånd och eftersträvad inträngning i botten. Laddningsvikterna kan röra sig från något gram upp till några hundra kg. Vid sidan därav har ett stort antal typer av speciella lågfrekventa ljudsändare utvecklats, såsom den s. k. ”sparkern”. Den består av ett kondensatorbatteri som uppladdas till en hög spänning, ofta flera kV. Den upplagrade energin, vars storleksordning är ca 500–100 000 Ws, urladdas genom ett bogserat elektriskt gnistgap, varvid en kraftig tryckvåg utsändes. Liknande principer utnyttjas i ”thumpern”, där urladdningen genom magnetfält påverkar en kolv. Tryckluft utnyttjas i den s. k. PAR-sändaren





Figur 7 Schematisk bild av strålgången vid refraktionsseismik. Vanligen användes två fartyg: ett för sändning och ett för registrering. Avståndet mellan dessa uppgår i regel till åtskilliga kilometer. I föreliggande fall sker såväl sändning som registrering på samma fartyg. De refrakterade signalerna upptas i apparatur i ett system av bojar, varifrån de överföres till fartygets registreringsapparat medelst radio.

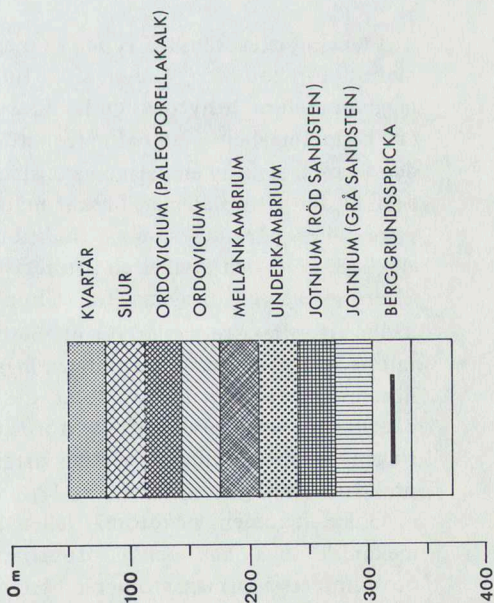
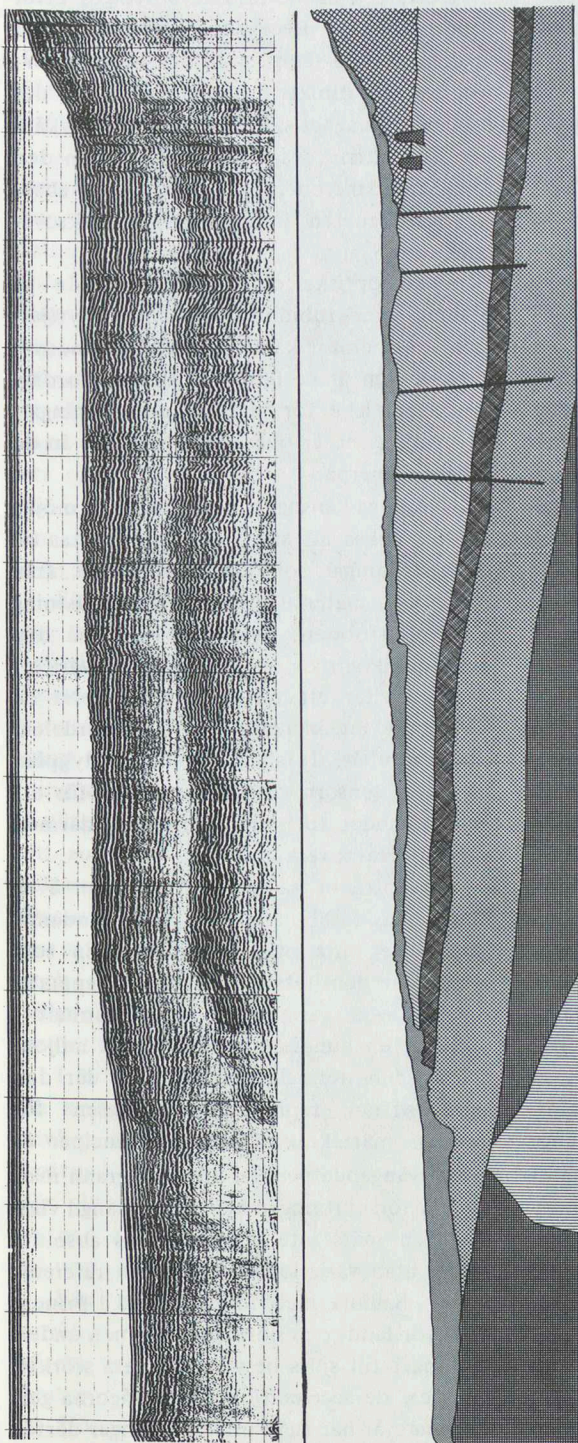
(Pressurized Air Release) som innehåller en kammare med en reglerbar kolv. Då kolven öppnas expanderar tryckluften ut i vattnet och åstadkommer en akustisk signal. I ytterligare andra principer alstras tryckvågen genom detonationer i explosiva gasblandningar. Sändare av dessa typer kan utföras i olika storlekar varför signalamplitud och frekvensinnehåll kan väljas inom vissa gränser och därmed de motstridiga kraven på inträngningsdjup och mätnoggrannhet optimeras för en given situation.

Med de starka signaler som står till buds med olika medel kan inträngningsdjupet i

bottenmaterialet uppgå till åtskilliga tusen meter.

Väl så väsentligt i sammanhanget är mottagarens känslighet och förmåga att diskriminera mot olika störningar, i första hand mätfartygets buller. Mottagare i bojar är ett sätt att uppnå sådan diskriminering. Ett annat är att mottagaren består av en lång slang innehållande ett stort antal mikrofoner som sammankopplats, varvid god riktverkan kan erhållas även vid de låga frekvenser som är aktuella.

Den s. k. sidtittande hydrofonen för bottenkartläggning (dubbelsidigt svepande



Figur 8 Seismisk profil nordväst om Gotland upptagen under kontinuerlig registrering. (Källa: geologiska institutionen vid Stockholms universitet.)

Överst: okorrigerad profil.

Mitten: okorrigerad profil med markering av bergartsformationerna.

Underst: profilen korrigerad med avseende på bergartsformationens måktighet på grundval av ljudvägornas olika gånghastighet i de skilda formationerna. Gånghastigheten fastställs medelst re-  
fraktionsseismik.

sonar, "dual side sonar") bygger också på ekoprincipen men utnyttjar den på annat sätt än i ekolodet. I ett utförande är ljudomvandlarna för sändning och mottagaren sammanbyggda i en bogserad kropp, men de kan också monteras på fartyg eller forskningsubåtar. Energi sänds ut likformigt tvärs rörelseriktningen men i ett smalt område längs denna (ca  $0,5^\circ - 1^\circ$ ). På så sätt kan stråk om ca 500 m på båda sidor om fartyget undersökas. Ljudpulsens bärfrekvens är relativt hög (100–400 kHz). Upphöjningar inom stråket ger både reflexer och skuggor som avbildas på skrivare och ger ett närmast reliefartat intryck.

*Metoder baserade på magnet och gravitationsfält.* Undersökningar av det jordmagnetiska fältets variationer i tid och rum har dels ett betydande geofysikaliskt intresse, som t. ex. visats under vissa faser av kontinentaldriftsteoriens utveckling, dels utgör de en väsentlig prospekteringsteknik och slutligen kan de användas för lokalisering av föremål.

Det jordmagnetiska fältet har dels en storskalig variation över jordytan där ett typiskt värde på den totala fältstyrkan är ca 50 000  $\gamma$  ( $1 \gamma = 10^{-5}$  gauss). De avvikelser från detta huvudmönster som är av intresse för t. x. prospektering är dock väsentligt mindre, i vissa fall ned till en bråkdel av en  $\gamma$ .

Flera mycket känsliga typer av magnetometrar förekommer. I den s. k. fluxgate-magnetometern utnyttjas spolar lindade på ett höggermeabelt material. Magnetfältet i dessa består dels av en pålagd växelspanning, dels av det yttre fält man önskar mäta. Det yttre fältet påverkar spolens funktion i en elektrisk krets och avvikelserna kan registreras. Eftersom spolen reagerar för fältet längs axeln erfordras tre spolar för att bestämma fältets komponenter. Anordningen måste kalibreras i ett känt fält och är dessutom känslig för elektrisk drift varför kalibreringen måste upprepas relativt ofta. Den praktiska känsligheten är ca 0,5–1  $\gamma$ .

Olika fenomen på atomär eller kvantmekanisk nivå har också utnyttjats. En protonprecessionsmagnetometer består av en

provkropp innehållande destillerat vatten. De i vattnet ingående protonernas magnetiska moment orienteras i ett starkt pålagt magnetfält. När detta fält borttages utför protonerna en precessionsrörelse runt det jordmagnetiska fältets riktning. Frekvensen i rörelsen är direkt proportionell mot det totala jordmagnetiska fältet och kan avkännas på elektrisk väg. Till skillnad från den föregående metoden är denna metod absolut. Känsligheten är av samma storleksordning, ca 0,5–1  $\gamma$ .

Elektrooptiska oscillatorer baserade på helium eller rubidiumångor har utnyttjats som extremt känsliga magnetometrar, känsligheten är ca 0,001  $\gamma$ . Detta erfordras som regel icke för marina undersökningar. Utrustningarna är också mer ömtåliga än de tidigare typerna.

Den höga känslighet som således är möjlig medför också att stor hänsyn måste tas till olika störningar, som kan härröra t. ex. från magnetiskt material eller elektrisk utrustning i mätplattformen. Beroende bl. a. på den önskade detaljrikedomen kan denna vara ett flygplan eller ett fartyg, som bogserar en släpkropp innehållande själva sensordelen, eller en ubåt. I fallet ubåt eller flygplan monteras sensorn ofta på ett spröt för att öka avståndet till störkällorna och därmed minska deras inverkan.

Havsbottnens sammansättning kan även undersökas för bl. a. prospekteringsändamål genom de variationer i gravitationen som orsakas av densitetsskillnader i bottenmaterial. Dessa variationer ligger normalt i området en hundramiljondel till en miljon del av den normala gravitationen där den lägre siffran representerar gränsen för modern mätteknik. Olika mätprinciper är t. ex. svängande pendlar eller noggrann mätning av förskjutningen hos en upphängd vikt. Vanligen mäts inte gravitationens absoluta värde, utan variationen relativt en referenspunkt. Samma metoder utnyttjas i princip både för land- och sjömätningar, men undersökningar till sjöss besväras av flera störkällor t. ex. de accelerationer som vågorna ger. På senare år har flera undersökningar därför

utförts med en forskningsubåt som plattform.

Gravimetri efter sådana linjer omfattar vanligen begränsade områden. För den mera allmänna kunskapen om jordens gravitationsfält har rymdtekniken medfört väsentliga förbättringar t. ex. genom möjligheterna att utföra noggranna mätningar av satellitbanor.

*Utrustning för provtagning och borrning i havsbotten.* De hittills beskrivna metoderna för bottenundersökning har alla en mer eller mindre översiktlig karaktär. Detta är ofta inte tillräckligt vare sig för vetenskapliga syften eller som förberedelser för anläggningsarbeten. Den teknik som då kommer till användning i form av fotografering, olika direkta mätningar in situ på bottenmaterialet samt provtagning och borrning har givetvis ett nära samband med exploateringsteknik för olja, gas och mineral. En väsentlig del av denna teknik är själva borrarplattformarna som behandlas i ett särskilt avsnitt.

Ett av de tidigare provtagningsinstrumenten bestod helt enkelt av ett ihåligt och infettat lod. I samband med sjömätningar kunde man därmed få en grov uppfattning även om bottenmaterielet. Sedan dess har ett stort antal typer av anordningar för upptagning av sedimentproppar utvecklats, t. ex. av Kullenberg i Sverige. I princip består de av ett rör som medelst ballasttyngder av storleksordningen ett ton drivs ned i botten. Dessutom innehåller rören ventiler som medger att vattnet släpps ut i den övre änden och lock eller andra arrangemang i den undre vilka slutas då röret dras upp. Röret styrs till provstället genom lodlinor eller roder.

I lod av Kullenbergstyp finns inne i röret en kolv, som hålls fixerad på havsbottens nivå medan provtagningsröret tränger ned i botten. Denna provtagare är avsedd främst för lösare sediment (lera, djuphavsslam m. m.) och kan ge sammanhängande prover på upp emot 20 m längd.

För grövre sediment (sand och grus) används provtagare där tyngdkraften vid rörets neddrivning kompletteras med en vibrator.

För provtagning på själva bottenytan som

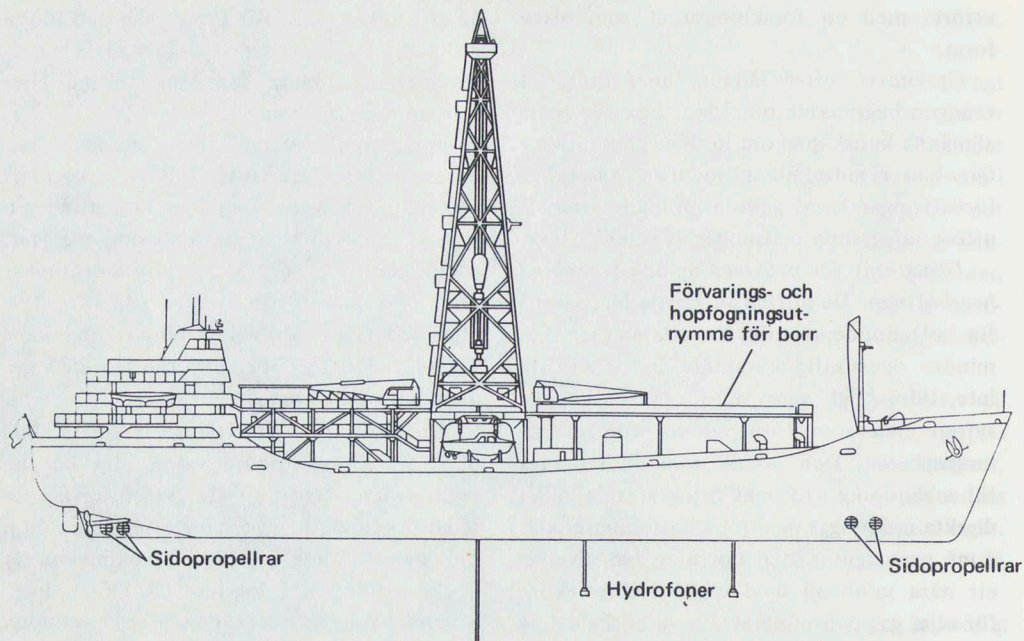
är av intresse både för geologiska och biologiska syften finns en stor mängd typer av skopor, trålar m. m. som kan vara mer eller mindre tekniskt komplicerade.

Små nedsänkbara bergborrar som kan användas även från småfartyg har utvecklats på senare tid för provtagning i berggrund. En typisk utrustning innefattar diamantborrar, ackumulatorer, motorer, styranordningar och TV-kameror för övervakning och styrning och ryms i en volym på ca 1 m<sup>3</sup> samt väger ca 200 kg. Borrkärnorna har ca 1 cm diameter och 25 cm längd.

Oljeborrning m. m. från fasta eller stabila plattformar på mindre vattendjup har en relativt lång tradition. En väsentlig del av sådan exploatering görs fortfarande på djup om några tiotal meter. Utvecklingen går dock snabbt i riktning mot allt större djup. Borrning från fartyg på de större havsdjupen har hittills huvudsakligen utnyttjats för rent vetenskapliga syften. Under de senaste åren har i National Science Foundations regi i USA genomförts ett stort antal sådana borrarningar med specialfartyget "Glomar Challenger". Borren löper genom fartygets botten och består av borrstål och relativt korta rör som fogas samman i längder om några tiotal meter. De sammansatta rören lyfts sedan i en ca 45 m hög dävert midskepps där de skarvas till borren. Hanteringen är i stor utsträckning automatisk. Med denna teknik har det varit möjligt att utföra borrarningar på ca 6 000 m boddjup och med borrhål ca 750 m ned i sediment och berggrund.

Fartyget hålls på plats över borrarstället genom ett styrsystem som dels innehåller propellrarna och därutöver drivanordningar i fören och aktern som styr fartyget i sidled. Styrinformationer till dessa kommer från ett akustiskt system, som består av fyra mikrofoner på fartyget och en sändare på botten. Fartygets drift relativt sändaren medför att gångtiden till de olika mikrofonerna ändras. På basis av sådana tidmätningar och efterföljande beräkningar i en dator erhålles styrsignaler till de olika framdrivningsanordningarna.

Ett gemensamt problem för alla dessa



Figur 9 Principskiss av forskningsfartyget "Glomar Challenger". Fartyget bär en djupborrningsutrustning som möjliggör borring på botten djup ner till 6 000 m. Borrhålet kan därutöver vara 750 m djupt ner i sediment och berggrund. Fartyget hålls på plats över borrhålet med hjälp av sidopropellrar och ett akustiskt styrsystem.

provtagningsinstrument är att bevara provets ursprungliga egenskaper. Dessa kan ändras både som en följd av ren mekanisk påverkan och på grund av ändrade yttre betingelser i fråga om t. ex. tryck och fuktighet när provet tagits upp till ytan. I vissa fall är det möjligt att genom tekniska åtgärder i själva provtagningsutrustningen bevara provets egenskaper. I andra fall krävs en mätning in situ, vilket innebär att mätgivare och i de flesta fall dataöverföringsutrustning placeras på botten. En mångfald instrument har utvecklats de senaste åren och är under utveckling enligt dessa principer. Sålunda kan t. ex. direkta bestämningar av ljudhastighet, termisk och elektrisk ledningsförmåga utnyttjas för att härleda sådana egenskaper som porositet och kornstorlek i botten. Bl. a. i Sverige har s. k. aktiveringsanalys utvecklats vilket innebär att en neutronkälla bestrålar botten. Därvid ombildas komponenterna i bottenmaterialet till nya isotoper som i sin tur avger en registrerbar karakteristisk gammastrålning.

Instrument för undersökning av havsytan och havsvolymen

Behoven av mät- och undersökningsverksamhet rörande förhållanden i havsytan och havsvolymen har diskuterats i kap. 8. Syftet kan t. ex. vara att studera samspelet mellan havsytan och atmosfären, vattenmassans cirkulation såväl inom begränsade områden som inom hela oceaner, livsbetingelser i havet betingade av kemiska och biologiska faktorer, föroreningar och deras spridning m. m.

Några väsentliga drag i den pågående tekniska utvecklingen som är inriktad på dessa problem är sensorteknik för in situ-mätningar av ett stort antal parametrar, uppbyggnaden av automatiska bojsystem som möjliggör koordinerade mätningar i ett större eller mindre vattenområde (själva bojarna behandlas i avsnittet "Instrumentbojar m. m."), utnyttjandet av s. k. fjärranalysmetoder med flygburen utrustning m. m. Lagring, överföring, sammanställning och tolk-

ning av de stora datamängder som alstras kräver också en stor teknisk insats.

*Sensorteknik.* Utvecklingen rörande sensorteknik illustreras väl av de studier som utförts inom det s. k. National Data Buoy Project i USA, vilket syftar till ett system av observationsbojar med automatisk mätutrustning. Under de inledande diskussionerna inom detta projekt uttrycktes önskemål om automatisk mätning av inte mindre än 113 parametrar. Detta antal har dock sedermera minskat till ca 20. Dessa är huvudsakligen av meteorologisk och fysiskt oceanografisk karaktär, vilket delvis är ett uttryck för att utvecklingen rörande automatisk in situ-mätning syns ha kommit längre på dessa områden än på de kemiska och biologiska. Att väsentliga insatser görs för att minska denna skillnad framgår å andra sidan av en mera allsidig inventering rörande sensorteknik som utförts som en delstudie i projektet. Mätprinciper och sensorteknik som skall utnyttjas i bojsystem avsedda att ligga ute under lång tid måste också uppfylla mera rigorösa krav ifråga om driftsäkerhet och stabilitet i prestanda och kalibrering än motsvarande utrustning för forskningsfartyg. Bland många problem i det sammanhanget kan nämnas påväxt.

Bland de *fysiskt* oceanografiska faktorerna är särskilt temperatur, salthalt och ström-hastighet av intresse.

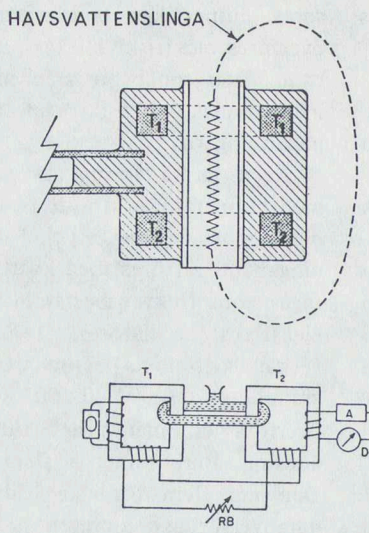
Temperaturen och dess beroende av bl. a. djupet är dels av intresse i sig själv, dels kan den användas för att härleda andra storheter. Ett exempel på en direktvisande termometer är den s. k. bathytermografen, som består av en nedsänkbar mätkropp innehållande temperatur- och tryckgivare. Dessa givare är mekaniskt förbundna med en spets som ritar sambandet temperatur – djup på en glas-skiva. En utveckling av detta är den s. k. Expendable Bathythermograph. Denna består också av en mätkropp som innehåller en termistor, dvs. ett temperaturberoende motstånd, samt ett trådmagasin. Kroppen kastas ut från ett mätfartyg och har en sådan form att dess sjunkhastighet i vatten är känd,

varav djupet kan bestämmas. Mätssignalen överföres elektriskt i tråden som är mycket tunn. Den spolats ut från magasin både i mätkroppen och i fartyget, vilket minskar påkänningarna.

Även andra former av resistansändring med temperaturen utnyttjas, t. ex. i platina- och kopparsensorer. Mycket noggranna mätningar kan utföras med kvartskrystaller som ingår som frekvensbestämmande element i elektriska oscillatorer. Temperaturen påverkar kristallens resonansfrekvens. Noggrannheten är 0,001–0,0001°C. Principen att överföra en mätstorhet till en frekvensändring återkommer i flera sammanhang. Den ger flera fördelar både i fråga om dataöverföring och presentation.

In situ-bestämningar av salthalten, av vilka bl. a. densiteten kan bestämmas, bygger vanligen på mätningar av ledningsförmågan. Denna beror utom av salthalten även av temperaturen och trycket, varför samtliga mätningar måste göras även av dessa storheter. Två huvudprinciper förekommer. I den ena utnyttjas två induktivt kopplade spolar där havsvattnet utgör kopplingsmedium. Spolarna är inneslutna i en provkropp. I den andra utnyttjas elektroder av känd storlek och med känt inbördes avstånd. En signal påföres ett elektrodpar och den resulterande spänningen över ett annat par ger ett mått på ledningsförmågan. Noggrannheten med dessa metoder är av storleksordningen 0,05–0,1‰ för salthalter mellan 20 och 40‰. Därutöver kan salthalten bl. a. bestämmas kemiskt genom titrering eller optiskt genom brytningsindexändringar, vilka metoder dock fordrar analys av upptagna vattenprov.

Mätningar av strömhastighet och riktning kan bl. a. utföras med propellrar eller andra rotorerna, resistansändringar i s. k. varmtråds-givare eller med elektromagnetiska givare där det ledande havsvattnets rörelser i ett magnetiskt fält inducerar mätbara spänningar, rörelsen hos radioaktiva spårpartiklar m. fl. metoder som väsentligen mäter strömvariationer i en punkt. Givare enligt dessa principer kan inrymmas i en mätkropp. Denna kan antingen orienteras i strömriktningen med en



- |    |                 |
|----|-----------------|
| T  | TRANSFORMATORER |
| O  | OSCILLATOR      |
| A  | FÖRSTÄRKARE     |
| D  | DETEKTOR        |
| RB | MOTSTÅND        |

Figur 10 Principskiss av salthaltssond baserad på konduktivitetmätning (ur Havsforskning i dag, Ingenjörsvetenskapsakademiens meddelande 159).

fena eller också utnyttjas samtidigt två eller tre givare för att ge strömkomponenterna. Strömmätningar kan utföras med en noggrannhet av storleksordningen 0,05 m/sek. Den geografiska inriktningen erhålles från en magnetkompass. Givarnas mätsignaler omvandlas ofta till en signal med varierande frekvens som kan registreras på t. ex. en bandspelare inrymd i mätkroppen.

Särskilt vid undersökningar av större havsströmmar har s. k. Swallow-flottar använts. Dessas flytkraft kan varieras så att de flyter på ett förutbestämt djup och deras rörelse kan därefter följas från ett mätfartyg genom t. ex. akustisk signalering.

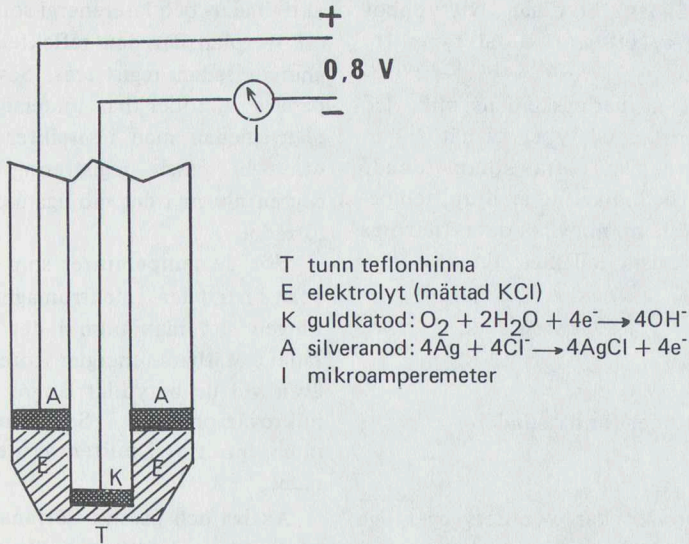
Utöver dessa exempel på teknik inom det fysikaliskt oceanografiska området finns också mätteknik efter skilda linjer för bl. a. vågegenskaper, ljudhastighet, olika optiska förhållanden m. m.

Tekniken för att göra in situ-bestämningar av havsvattnets kemiska sammansättning är under stark utveckling bl. a. i Sverige liksom teknik för automatisk analys av vattenprov ombord på forskningsfartyg.

Med s. k. diffusions- och membranelektroder kan bl. a. syrehalten, pH-värdet, och halterna av vissa joner, t. ex. natrium-, kalcium-, klorid-, fluorid- och sulfidjoner, be-

stämmas in situ. En syrediffusionselektrod består i princip av en guldkatod, en silveranod och en gelelektrolyt i ett slutet kärl anslutet till havsvattnet genom en tunn polyetenhinna. Syret i vattnet diffunderar genom hinnan in i den elektrolytiska cellen varvid strömmen genom elektrolyten ändras i proportion till syrekoncentrationen. Membranelektroden ingår också i elektrolytiska kärl och står därvid i direkt kontakt med havsvattnet. Genom att välja dessa material lämpligt kan man uppnå att endast vissa typer av joner är rörliga i elektroden, som därför ofta kallas jonspecifik. Spänningsfallet över den elektrolytiska cellen ger då ett mått på jonkoncentrationen. Båda typerna av sensorer kräver noggrann hantering och frihet från föroreningar, t. ex. påväxt. Dessutom kräver syrediffusionselektroden kompletterande mätningar av temperatur. De lämpar sig därför huvudsakligen för användning från forskningsfartyg.

Ett mellanting mellan mätningar in situ och kemisk analys av vattenprov är ett amerikanskt system uppbyggt kring en s. k. Autoanalyser. Vatten från ned till 300 m djup pumpas kontinuerligt upp i en slang till den fartygsburna analysatorn. I denna leds vattnet in i ett antal provceller där det



Figur 11 Clarkelektroden för in situ-mätning av syre (ur Havsforskning i dag, Ingenjörsvetenskapsakademins meddelande 159).

reagerar med tillsatta kemikalier som ger färgade reaktionsprodukter. Genom kolorimetrisk jämförelse med en referenscell kan därefter halterna av olika beståndsdelar bestämmas. Systemet har bl. a. använts för kontinuerlig analys av mikronäringsämnen såsom nitrat och fosfat samt för nitrit och silikat.

Livsbedingungen på olika stadier i näringskedjan sammanhänger intimt med ett flertal fysikaliska och kemiska förhållanden vars mätteknik diskuteras tidigare, såsom temperatur, ljusstyrka och syrehalt. Utöver film- och TV-kameror synes den optiska tekniken erbjuda flera mättekniska möjligheter av intresse även för mera direkta biologiska syften. Instrument för mätning av optisk transmission och spridning inom ett eller flera våglängdsområden kan användas för mätning av partikel- och klorofyllhalt. Fluorescenseffekter hos växtplankton kan registreras på optisk-elektronisk väg. Bland arbetena inom STU:s havstekniska grupp ingår flera projekt efter dessa linjer. Uppsökning av fisk med ekolod eller mera speciella sonarutrustningar är ett exempel på den hydroakustiska teknikens möjligheter (se även avsnittet Teknik för sökning av föremål

i vatten). För studier av fiskmigration har mycket små akustiska sändare utvecklats, vilka kan fästas på fiskar. Vikten i vatten är ca 10 g, uthålligheten några veckor och räckvidden 1 å 2 km.

**Provtagningsinstrument.** Åtskilliga undersökningar av främst kemiska och biologiska förhållanden i havet kommer även med hänsyn till utvecklingen inom sensortekniken att fordra laboratoriemässiga analyser av upptagna vattenprov.

Ett av de tidigaste exemplen på provtagningskärl är den s. k. Nansenflaskan. Denna sänkes i en lina till ett önskat djup, varefter en vikt får glida ned efter linan. Vikten utlöser en spärr som sluter flaskan. Den utnyttjas bl. a. tillsammans med s. k. omvändningstermometrar.

Ett väsentligt problem är att bevara provets karaktär i olika avseenden. Provtagningskärlet måste t. ex. ofta vara termiskt isolerat från omgivningen. Med tanke på de ofta mycket små halter av olika beståndsdelar som skall undersökas måste det både ha tillräcklig volym och bestå av material som inte påverkar provets kemiska och biologiska



karaktär osv. Sådana krav har givit upphov till utveckling av ett stort antal typer för olika ändamål.

För studiet av näringskedjans olika led används ett stort antal typer av nät, trålar, planktonsamlare osv., ofta kompletterade med sensorer för indikering av djup, temperatur, vattenflöde m. m., vilka data överföres i kabel eller i vissa fall med akustisk telemetri.

### Fjärranalysmetoder för havsundersökningar

Fjärranalysmetoder har i ordets egentliga betydelse utnyttjats länge inom den oceanografiska mättekniken, där bl. a. de akustiska och magnetiska prospekteringsmetoderna kan utgöra exempel. Under senare år har dock begreppet och dess engelska förlaga "remote sensing" kommit att utgöra ett samlingsnamn för de olika mätmetoder, vars gemensamma drag är att man med flyg- eller satellitburna utrustningar mäter elektromagnetiska strålningsegenskaper hos jord- och havsytorna. Exempel såsom flygfotografering eller flygmagnetisk prospektering anger att inte heller detta innebär någon principiell nyhet. Vad som gör att området nu särskilt uppmärksammas är de möjligheter som modern rymd-, flyg-, data- och sensorteknik ger för synoptisk kartläggning och följning av förlopp över stora arealer. Ett väsentligt drag som ofta förekommer är att flera delar av det elektromagnetiska spektrum utnyttjas samtidigt med s. k. multisensorteknik. Bland de områden där tekniken väntas få stor betydelse och som har anknytning till havet kan man nämna oceanografi, meteorologi, upptäckt av föroreningar, biologisk produktion m. fl. Det bör dock påpekas att fjärranalystekniken väsentligen ännu befinner sig på ett avancerat utvecklingsstadium.

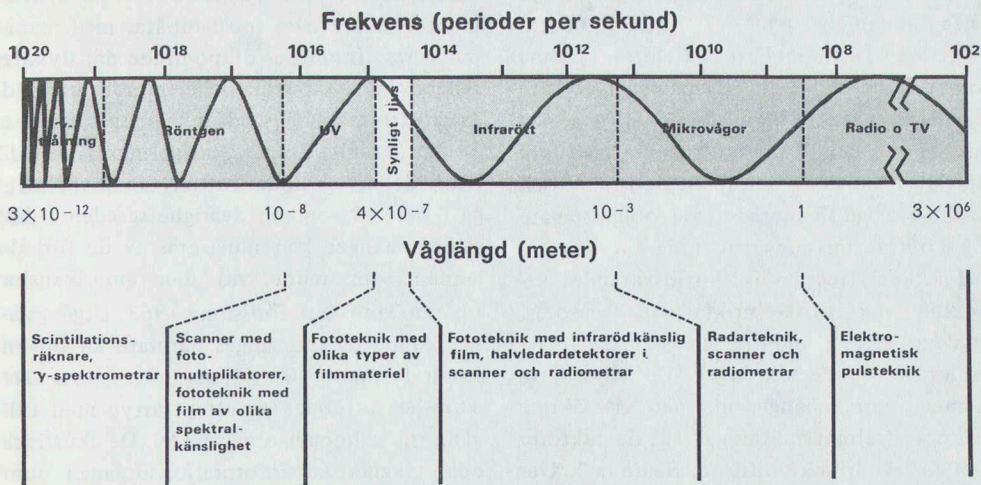
Analysen kan baseras antingen på passiv registrering av havets termiska utstrålning samt av reflekterat eller spritt ljus eller på

aktiv radar- och laserenergi som sänds ut från ett flygplan där den reflekterade strålningsenergin sedan registreras. Såväl aktiva som passiva metoder har undersökts med flygplan, medan man i satelliter hittills endast utnyttjat passiv registrering på grund av begränsningar i det möjliga medförda energiförrådet.

För de temperaturer som råder på jordytan har den elektromagnetiska utstrålningen sitt maximum i det infraröda området. Mätbara energier förekommer dock även vid de betydligt längre våglängderna i mikrovågsområdet. Solstrålningens maximum inträffar i mitten av det visuella området.

Aktiva och passiva fjärranalysmetoder utnyttjar flera olika våglängder inom ett mycket brett område, som sträcker sig från ungefär 0,3  $\mu\text{m}$  i det ultravioletta området till omkring 1  $\text{m}$  för de mest långvägiga radarmetoderna. Spridning, absorption m. m. i atmosfären medför att transmissionen av strålningen varierar med våglängden och med betingelserna i form av mörker, dimma, regn, partikelhalt etc. För infraröd strålning är t. ex. gasabsorptionen liten i våglängdsområdena 3–5  $\mu\text{m}$  och 8–13  $\mu\text{m}$ . De varierande transmissionsbetingelserna kan också utnyttjas mättekniskt så att man t. ex. genom mätningar vid flera våglängder kan få ett mått på luftfuktigheten. Fig. 12 visar översiktligt inom vilka våglängdsområden olika instrumenttyper används.

Undersökningar av havsytans temperatur är väsentliga för bl. a. studiet av havsströmmar, iskartläggning, förutsättningar för biologisk produktion m. m. Infraröda scanners och mikrovågsradiometrar är de vanligaste sensorerna vid sådana undersökningar. IR-scannern består av en mekaniskt vridbar spegel och en detektor i form av en kyld halvledarkristall. Då spegeln roterar erhålles en successiv avsökning av stråk vinkelräta mot färdriktningen. Detektorsignalen kan lagras på magnetband för senare analys och bildalstring eller överföras telemetriskt till en markstation. Det är på det viset möjligt att mäta temperaturskillnader i havsytan på ca



Figur 12 Översikt av våglängdsområden och instrumenttyper som utnyttjas i fjärranalystekniken (ur Forskning och Framsteg, 1969, nr 5).

$0,1^\circ$  när. Absoluta mätningar av temperatur kräver korrektion för atmosfärens inverkan och i vissa fall kalibreringsjämförelser med en sensor i vattenytan. Det värde som erhålles utgör ett medelvärde i rummet över en zon som bestäms av utrustningens öppningsvinkel och flyghöjden. För en satellit kan denna zon uppgå till  $1-100 \text{ km}^2$ . Eftersom översidan på moln är väsentligt kallare än havsytan kan även lätt molnighet inom denna zon ge betydande fel.

Den termiska strålningsenergin i mikrovågsområdet är väsentligt lägre än i IR-området och beror också mera av ytans egenskaper. Å andra sidan tränger sådan strålning lättare genom viss molnighet varför denna metod utgör ett värdefullt komplement till IR-tekniken.

Sjötillstånd och våghöjd kan analyseras med flera olika metoder. Fotografering med film- och TV-kameror av solreflexerna i havsytan samt fotometrisk analys därav ger ett mått. Passiv mikrovågsradiometri kan utnyttjas eftersom mikrovågstrålningen är beroende av ytegenskaperna. Laser- och radarhöjdmätare i flygplan har gett goda resultat varför flygplanets egenrörelser dock

måste mätas separat. Radarstrålning som infaller mot en vågig yta reflekteras i större eller mindre grad i alla riktningar. På basis av fördelningen därav kan sjötillståndet uppskattas.

Den biologiska produktionen är bl. a. beroende av temperaturförhållandena i ytan. Därutöver kan t. ex. planktonförekomst studeras med fotografisk och spektroskopisk teknik. Aktiv laserstrålning i det gröna området har en viss genomtränglighet i vatten. Växtplankton alstrar då en viss fluorescensstrålning som kan registreras och som ger en uppfattning om planktonförekomst även under själva ytan.

Olje- och varmvattenutsläpp kan indikeras med infrarödteknik. Lågflygande flygplan med detekteringsutrustning för ultraviolett strålning har också använts med gott resultat. På grund av atmosfärdämpningen torde det senare dock inte bli aktuellt från satelliter.

Dessa och andra exempel på användningen av fjärranalysteknik har undersökts i ett stort antal experiment varvid huvuddelen utförts från flygplan. Under 1972 planeras i USA efter mångåriga förberedelser uppskjut-

ningar av den första speciella satelliten för detta ändamål, den s. k. ERTS (Earth Resource Technological Satellite). Denna kommer att innehålla TV-kameror för tre våglängdsområden inom det synliga spektrum, en s. k. multispektral scanner med fyra samtidiga kanaler i det synliga området och det kortvågiga IR-området, videobandspelare och datatransmissionsutrustning.

Fjärranalysteknikens hittillsvarande utveckling har varit inriktad på sensorer, datalagring och datatransmission samt på explorativa undersökningar. De stora problemen sammanhänger nu med att säkrare relatera strålningsmätningar till de faktorer som är av primärt intresse. Sålunda kräver t. ex. den relativt stora atmosfärdämpningen av ultraviolet och blått ljus som innehåller information om havets färg, bioluminescens m. m. att multisensormetoder utvecklas som medger att egenskaperna i dessa våglängdsområden korreleras med förhållandena i andra områden med bättre transmission.

Ett generellt problem som gäller fjärranalysteknik i allmänhet och där utveckling krävs är hantering, bearbetning och delgivning av de mycket stora datamängder som kommer att alstras vid en fortsatt uppbyggnad av tekniken. För ERTS har sålunda angivits att datacentralen på marken kommer att leverera 310 000 bilder och 1 350 databand per vecka.

### *Teknik för sökning av föremål i havet*

Tekniken att uppsöka och bärga föremål på havsbotten som inte minst aktualiserats av flera ubåtsolyckor under 1960-talet är ett tydligt exempel på den systemkaraktär som ofta kännetecknar undervattensteknologiska problem. För- och nackdelarna hos akustiska, magnetiska och optiska informationsorgan av den typ som tidigare beskrivits i avsnittet Instrument för undersökning av havsbotten måste utnyttjas optimalt. Beroende bl. a. på det aktuella vattendjupet kan olika slags instrumentplattformar an-

vändas såsom ytfartyg med bogserade instrumentbehållare eller specialubåtar med manipulatorer. Inom det djupområde där dykare arbetar krävs ett större eller mindre uppbud av utrustning och stödfunktioner beroende på det aktuella djupet. Navigeringshjälpmedlen både på och under vattenytan är väsentliga i flera avseenden. Svårighetsgraden i det sammanhanget kan illustreras av de förhållanden som rådde vid den amerikanska ubåten Threshers förlisning 1963. Utgångsläget kunde då inte anges närmare än till en kvadrat med 10 sjömilers sida trots att Thresher åtföljdes av ett ytfartyg med tillgång till radionavigeringsmedel. De akustiska och magnetiska informationsorganen som bogserades nära botten på 2 500 m djup sökte av stråk med bredden några hundra meter. Indikationer från dessa undersöktes närmare med filmkameror i bogserkroppen. Kamerornas synfält rörde sig om något tiotal meter. Eftersom kamerornas filmmagasin var starkt begränsade vid den tiden måste bogserkroppen ofta hissas upp. Att därefter åter föra tillbaka kameran till en viss punkt på botten med den noggrannhet som den optiska sikten krävde, utgjorde en väsentlig svårighet. Söktekniken har utvecklats avsevärt sedan den tiden, vilket t. ex. kan illustreras av de framgångsrika bärgningarna av färdskrivare utanför Los Angeles i samband med två flygolyckor 1969.

Något förenklat kan man säga att denna utveckling mera varit inriktad på metoder och anpassning mellan olika tekniska hjälpmedel än på drastiska ökning av räckviddsprestanda för sökorganen. Erfarenheterna från Thresher visar å andra sidan att även måttliga förbättringar av relationerna mellan sådana prestanda och navigeringsprecisionen har stor betydelse för hela systemets kapacitet.

Andra väsentliga sökobjekt i havet är fisk och fiskstim. Sökningen sker då främst med vanliga ekolod från fiskefartyg men även med mera speciella hydroakustiska metoder i forsknings-sammanhang. De reflekterande egenskaperna hos fisken härrör från simblåsan, ryggbenet och även vävnaden. Den

luftfyllda simblåsan avviker starkt från vatten i akustiskt avseende och är den dominerande ekobildaren vid lägre ekolodsfrekvenser. Om bottendjupet är stort så att de starka bottenekona inte maskerar det svaga fiskekot kan ett eko motsvarande en enstaka fisk av en torsks storlek upptäckas på 300 à 500 m djup. Bottennära fiskar är väsentligt svårare att upptäcka. I princip kan situationen förbättras genom att utnyttja ekolod med smalare lober och kortare pulser, men detta kräver stabiliseringsanordningar för att minska påverkan från fartygsrörelserna. Av detta skäl förekommer det också att ekolodsskrivaren läses i tiden till bottenkot så att ekot tecknas stillastående.

Ekolodet söker rakt under fartyget. För framriktad sökning används andra typer av aktiva hydrofoner eller sonar. I enklaste fall utgörs dessa i princip av framåtriktade och mekaniskt vridbara ekolod. Även här är ökad vinkel- och avståndsupplösning av stort intresse. Eftersom gångtiden för de akustiska vågorna är relativt lång, ca 1,4 sek. för ett objekt på 1 000 m avstånd, är principen att söka av en riktning i taget för långsam. Detta problem aktualiserades först i samband med marinmilitära frågeställningar såsom minsökning. En därvid använd princip är att sända ut en ljudpuls av en hög frekvens (150–300 kHz) i en relativt bred sektor och att därefter med snabb elektronisk vridning av en stillastående smallobig mottagare söka av denna sektor, s. k. scanning sonar. Avståndsupplösningen kan då drivas upp till någon meter eller mindre både i sida och avstånd med räckvidder om ca 500–1 000 m. Denna och även andra möjligheter som den moderna akustiska tekniken kan erbjuda har av kostnadsskäl inte utnyttjats i någon större utsträckning inom fiskeflottorna. Modern elektronik, t. ex. integrerade kretsar, anses dock kunna sänka kostnaderna. Det stora intresse som finns kan illustreras av att Havsforskningsinstitutet i Bergen nyligen utrustat ett fartyg "G.O. Sars" med fyra ekolod och två framåtriktade hydrofonutrustningar för studier av akustiska möjligheter att upptäcka och klassificera fisk.

I frekvensområdet 500 kHz–1 MHz dvs. där den akustiska våglängden är 1,5–3 mm, talar man om akustisk avbildningsteknik eftersom de små våglängderna medger hög detaljrikedom. Tekniken är också av mera optisk karaktär med sådana komponenter som akustiska linser, ultraljudkamerarör som påminner om TV-kameror m. m. Räckviddsklasserna är av samma storleksordning som för goda optiska betingelser, dvs. något tiotal meter, även om bildkvaliteten är sämre. Avsikten med den utveckling som pågår är att åstadkomma ett komplement vid dålig optisk sikt. Den s. k. akustiska holografin som ännu befinner sig på forskningsstadiet är en ny möjlighet av intresse inom detta område.

#### *Fartyg, undervattensfarkoster och ytplattformar för havsforskning*

Inom havsforskningen och exploateringen av havsresurserna intar själva bärarna av utrustning en central plats. Dels är deras prestanda i olika avseenden avgörande för mät- och undersökningsresultats kvalitet, dels utgör deras investerings- och driftkostnader vanligen en väsentlig del av en total projektkostnad. Inom begreppet bärare rymms numera en stor typflora som här indelats i fartyg, ubåtar, fordon för arbeten på botten, bojar och ytplattformar samt undervattensstationer eller -habitat, där de senare medger att människan kan vistas i havet under längre tid. Eftersom såväl ändamålet som de tekniska frågorna rörande habitaterna nära sammanhänger med dykeritekniska och medicinska frågor har redogörelsen för dem hänförts till avsnittet Teknik för människans vistelse i havet.

#### Forskningsfartyg

Alla fartyg utnyttjar eller medverkar till utnyttjandet av havsresurser i någon mening. Det är också klart att den väsentliga del av havstekniken som skeppsbyggnadstekniken

utgör har haft en mycket stark utveckling till följd ifråga om fartygsstorlek, utformning för speciella behov, tekniska hjälpmedel m. m. Redogörelsen nedan begränsas emellertid till forskningsfartyg på grund av denna bilagas allmänna inriktning på teknik för havsutforskningsändamål.

Begreppet forskningsfartyg är inte skarpt definierat. Havsforskning som en deluppgift för fartyg i allmänhet har gamla anor och kommer även i framtiden att svara för en väsentlig del av observationsverksamheten för sådana ändamål som sjökartering samt vissa meteorologiska och oceanografiska undersökningar. Under århundradena har t. ex. den brittiska flottan under sina expeditioner insamlat data om boddjup och bottenbeskaffenhet. De observationer av vattentemperatur och salthalt som utfördes från de svenska fyrskeppen är ett ovärderligt bidrag genom observationsseriernas längd. Ett annat exempel från modern tid är det amerikanska systemet med s. k. "ships of opportunity" enligt vilket fartyg kontrakteras för att utföra och rapportera observationer under reguljär trafik. Att utnyttja ett befintligt och möjligen modifierat fartyg enbart för havsforskningsändamål har också förekommit sedan länge, såsom under den brittiska fregatten "Challengers" expedition 1872-1876 eller den svenska Albatrossexpeditionen 1947-1948.

Fartyg som redan från början utformats för forskningsändamål är en modernare företeelse. Till de speciella krav som då ställs märks bl. a. att sjö- och manöveregenskaper inte minst i låg fart måste vara goda, vilket ibland kräver särskilda åtgärder i form av stabilisatorer och styrbara propellrar. Bogsering av tunga instrumentbehållare på stora djup fordrar specialvinschar och tillräckliga däckstrymmen för iordningställande. Metoden att sänka sensorer och provtagningsutrustning över fartygssidan är ofta riskabel i hårt väder. Det förekommer därför att detta kan göras genom fartygets botten. En måttlig storlek såväl på fartyget som på den erforderliga besättningen är faktorer av stor ekonomisk betydelse. Fartygsstorleken varie-

rar mellan några tiotal ton och några tusen ton.

Den moderna utvecklingen innehåller fartyg både för allmänna syften och för starkt specialiserade uppgifter. Utrymmesskäl och divergerande önskemål kan medföra att ett allmänt inriktat fartyg blir en mindre lyckad kompromiss. En princip som bl. a. studerats i Sverige är att ta ombord hela laboratoriecontainers på ett lämpligt utformat basfartyg.

Typfloran bland de speciellt inriktade fartygen är mycket varierande. Djupborrningsfartyget "Glomar Challenger" har tidigare beskrivits liksom "Deep Sea Miner" som använts vid den hittills relativt försöksmässiga uppfordringen av manganmoduler. Det svenska sjömättningsfartyget "Johan Månsson" som i sin öppna akter kan ta ombord de småbåtar som ombesörjer mätningarna är ett annat uppmärksamt exempel. Det amerikanska "USNS Mizar" är avsett för sökoperationer. Det har medverkat vid sökningarna efter de förolyckade amerikanska och franska ubåtarna samt vid bärgningen av en vätebomb utanför den spanska kusten. Utöver sökutrustningen har det också en kvalificerad navigeringsutrustning som medger samverkan med småbåtar. Ett av de första exemplen på användning av katamaranprincipen, dvs. att två åtskilda skrov byggs ihop med en överbyggnad, var ett moderfartyg för forskningsubåten "Alvin". Ubåten tas upp mellan de två skroven. Principen har flera andra fördelar såsom goda betingelser för att sänka ned utrustning och en större vändbarhet än enkelskrovsbåtar. Den har använts i flera amerikanska forskningsfartyg t. ex. "USNS Hayes" som färdigställdes nyligen.

Laboratorierna på fartygen utrustas för en alltmer fullständig bearbetning av observationerna redan till sjöss. Ett ökande antal fartyg har sålunda datorer ombord. Navigeringsutrustningen är särskilt för de oceangående fartygen av avancerat slag.

Statistiska uppgifter om antalet forskningsfartyg i världen är osäkra beroende på att begreppet är vagt definierat. Enligt en

undersökning 1968 i Undersea Technology Directory fanns omkring 500 fartyg fördelade på 50 länder, varav dock endast en del torde vara avsedda enbart för havsforskning. Detta antyds bl. a. av att USA enligt undersökningen har 303 och Sovjetunionen 20. Sedan dess har en icke oväsentlig nybyggnad också ägt rum.

### Undervattensfarkoster

För såväl rent vetenskapliga ändamål som för olika undervattensarbeten såsom anläggning, reparation och bärgning har ett stort antal speciella undervattensfarkoster utvecklats.

Till de tidigare exemplen hör bl. a. Beebe's batysfär, ett stålklot fäst vid en bärlina till ett ytfartyg som 1934 uppnådde ca 1 000 m dykdjup. Batyskafen Trieste I gjorde 1960 en dykning till Challengerdjupet i Stilla Havet som med sina 11 033 m är det hittills största kända havsdjupet. Under 1960-talet har inom olika statliga program såsom det franska CNEXO och den amerikanska flottans DSSP (Deep Sea Submergence Project) satsats stora resurser som bl. a. gått till farkostutveckling, t. ex. av DSRV (Deep Submergence Rescue Vehicle) för undsättning av ubåtsbesättningar. Flera industrier har varit engagerade i dessa projekt och därtill kommer att de i många fall bedrivit en egen utveckling för att möta den förväntade ökningen av havsexploateringen. Denna farkostutveckling har i en del fall varit snabbare än som motsvarar marknadens behov i synnerhet när det gäller bemannade ubåtar med kvalificerad utrustning avsedda för stora djup, medan billigare farkoster för kontinentalhyllad nu synes ha en ökande användning. Utöver i USA och Frankrike har farkoster också utvecklats i Canada, England, Japan, Sovjet, Västtyskland m. fl. länder. Den vida typflora som sålunda uppstått – enbart i USA finns åtminstone 50 olika typer av ubåtar – kan indelas på olika sätt.

Farkosterna kan vara bemannade eller obemannade, självgående eller bogserade.

Energiförsörjningen kan ske genom medförda förråd eller genom särskilda ledningar. En speciell grupp vid sidan av den stora grupp ubåtar är olika slags bottenfordon. En annan speciell kategori är fasta bemannade undervattenstationer, vilka behandlas i avsnittet Teknik för människans vistelse i havet. Storleken, utrustningens omfattning och komplexitet är andra karakteristika med stor variation.

*Bemannade farkoster.* Tekniken för undervattensfarkoster i allmänhet och för bemannade sådana i synnerhet har hämtat väsentliga drag från de militära ubåtarna som hittills dominerat.

Under de ca 60 år som ubåten spelat en väsentlig roll i krigföringen har den genomgått en stark utveckling i fråga om fart, uthållighet, vapenlast och uppnåeliga dykdjup. Framdrivningen baserades redan tidigt på att ubåten under vattnet drevs av en elmotor, matad av medförda akkumulatorbatterier, och på ytan av dieselmotorer. Detta medgav endast en begränsad uthållighet i undervattensläge. Under andra världskriget började snorkeln användas. Snorkeln är en automatisk luftventil som monteras på en höj- och sänkbar mast och som medger att dieselmotorerna kan köras även på periskopsdjup. Därmed ökade uthålligheten väsentligt. Elmotorn behölls dock fortfarande eftersom dess tystare gång minskade faran för fientlig hydroakustisk spaning. Med s. k. slutna maskinerier behöver ubåten inte ha kontakt med ytan. Om energikällan dessutom har ett högt förhållande mellan energiinnehåll och vikt eller volym, kan uthålligheten ytterligare ökas. Tillkomsten av atomdrivna ubåtar på 1950-talet var ett väsentligt utvecklingssteg i det sammanhanget, men även andra principer har diskuterats och prövats både före och efter detta, inte minst med tanke på atomdriftens kostnader och utrymmeskrav. På senare tid är bränsleceller och Stirlingmotorn exempel på sådana diskuterade principer. Atomdriften ger t. ex. de amerikanska Polarisbärande ubåtarna möjlig-

heter att genomföra undervattensexpeditioner under flera månader. Farter och djup som publiceras är 20–30 knop respektive 300–500 m. Deplacementet är ca 8 000 ton vilket kan jämföras med ca 800 ton för en svensk konventionellt driven ubåt.

Utöver framdrivningsmetoder m. m. har den militära ubåtstekniken också lämnat väsentliga bidrag till konstruktionsprinciper och material för tryckskrov, till system för luftförsörjning och luftrening och till övriga hjälputrustningar. Det kan i detta sammanhang också vara värt att påpeka att svenska marinens ubåtar i en väsentlig omfattning utvecklats, konstruerats och byggts av svensk industri.

Som transportmedel har ubåtar använts endast i mycket begränsad omfattning. Ett exempel är handelsubåten "Deutschlands" atlantresa under första världskriget. Tanken har dock framförts många gånger senast i samband med transporter från oljekällorna i Alaska. Ett amerikanskt förslag föreligger på en ca 300 m lång tankerubåt på 170 000 ton och med 18 knops fart för detta ändamål.

Utöver djupdykningen med "Trieste I" som tidigare omnämnts har flera andra vetenskapliga och undervattensteknologiska framsteg möjliggjorts genom tillgången till bemannade forskningsubåtar. Till de mera omskrivna hör "Ben Franklins" expedition under en månad i Golfströmmen sommaren 1969. Ubåten drev med strömmen och medförde sex forskare som dels utförde marinvetenskapliga observationer, dels fysiologiska och psykologiska experiment rörande människans förmåga att existera under dessa extrema förhållanden. I bärgningen av den amerikanska vätebomben utanför Palomares i Spanien 1966 deltog forskningsubåtarna "Alvin" och "Aluminaut". "Alvin" sjönk sedermera på ca 1 500 meters djup genom en olyckshändelse utanför amerikanska östkusten och bärgades genom insatser av bl. a. "Aluminaut" ett år senare.

Även om väsentliga delar av teknologin för forskningsubåtar är hämtad från det militära området finns också betydande skillnader i konstruktionsprinciperna. I synner-

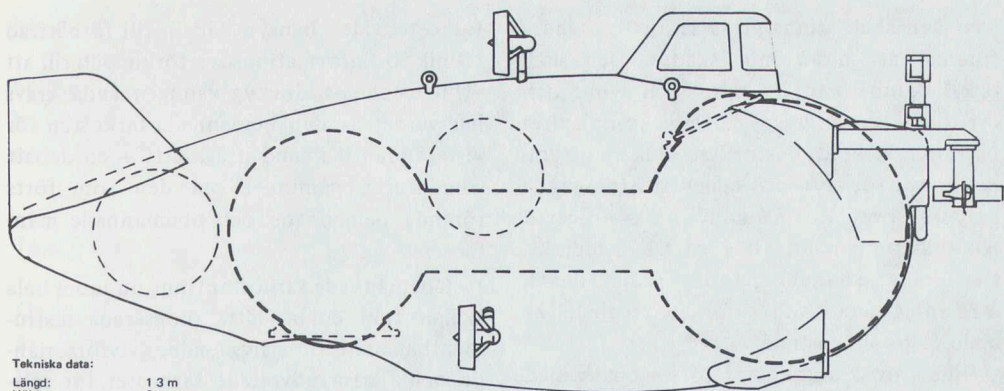
het för de civila farkoster som är avsedda för stora dykdjup gäller detta bl. a. skrovform samt viktregleringsprinciperna. Den tryckfasta delen av skrovet består vanligen av en eller flera sfärer eftersom denna form förenar hög hållfasthet med stort deplacement eller lyftkraft. Förekommande tryckskrovs-material är stål och aluminium, akrylplast och glas. Glasets goda tryckhållfasthetsegenskaper är av stor betydelse även för sådana väsentliga funktioner som observationsrutor m. m. Helt genomskinliga tryckskrov i akrylplast har kommit till användning åtminstone i farkoster avsedda för djup om ca 300 m.

Ökande dykdjup fordrar ett kraftigare och tyngre utförande av sfären. Beroende på materialegenskaper m. m. finns en djupgräns där lyftkraften inte längre motsvarar egenvikten.

För kvalitetsstål är denna gräns ca 6 000 m. Utöver egenvikten tillkommer utrustning och besättning vilket minskar djupgränsen ytterligare. För att möjliggöra större djup för vertikala förflyttningar och för att kompensera deplacementsändringar genom densitetsändringar i det omgivande vattnet måste ubåten ha ett viktregleringssystem. För små dykdjup utföres detta så att vatten pumpas ut och in i ballasttankar, vilket inte är möjligt på större djup på grund av begränsningar hos pumpar.

I "Trieste II" erhålls extra lyftkraft genom en stor sektionerad bensintank byggd kring den tryckfasta sfären. Bensen har ca 70 % av vattnets densitet men är också ungefär dubbelt så kompressibelt som vatten. Lyftkraften minskar därför med ökande dykdjup. Detta kompenseras i sin tur med att järnballast släppes. Luftfyllda aluminiumsfärer och små glaskulor inbäddade i plastmaterial, s. k. syntactic foam, har också använts för lyftkraftsalstring.

Den sfäriska skrovformen har en del nackdelar med hänsyn till besättningens bekvämlighet och inredningsmöjligheterna. "Aluminaut", som är konstruerad för ett så stort djup som 4 500 m, har ett cylindriskt tryckskrov i aluminium. Detta skrov är också mindre kompressibelt än vattnet, vilket inne-



**Tekniska data:**

Längd:	13 m
Höjd:	3,1 m
Tryckskev:	Material HY 100. Diameter: främre sfär 2,1 m bakre sfär 1,7 m, cylinder 0,65 m, skrovtycklek 13 mm
Max arbetsdjup:	600 m
Besättning:	2 man, max 8 man
Life support:	180 man - timmar
Vikt:	12,5 ton
Hastighet:	2,5 knop
Motorer:	Tre individuellt vridbara
Akkumulatörer:	Utvändigt monterade blyakkumulatörer 45 kWh.

Figur 13 Principskiss av den amerikanska forskningsubåten Beaver Mk IV med utslussningsmöjlighet för dykare. (Teckning Ingenjörfirma Håkan Lans.)

bär att lyftkraften ökar med ökande djup. Viktregleringen kan därför tillgå så att farkosten ballastas på ytan och därefter får sjunka till det djup där tyngd och lyftkraft är i balans.

Forskningsubåtarnas skrovform är relativt ogynnsam från hydrodynamisk synpunkt. Framdrivningen sker vanligen med elmotorer. För de självförsörjande farkosterna lagras elenergin i akkumulatörer, som är skrymmande och tunga. En väsentlig del av energin åtgår också för utrustning och olika livsuppehållande funktioner för besättningen. Farten och uthålligheten är därför vanligen relativt begränsade och rör sig om 2–7 knop respektive 0,5–2 dygn (jfr dock "Ben Franklin's" en månad). Andra framdrivningsmetoder har också använts. 1969 sjösattes t. ex. den första atomdrivna forskningsubåten, den amerikanska NR-1.

Flertalet bemannade undervattensfarkoster är av den självgående och självförsörjande typen. Bogserade observationsplattformar för dykare eller i vattentätt utförande förekommer dock. Detta medger högre farter (ca 10 knop) vid relativt små djup. Användningen är trålforskning och bottenundersökning. En nackdel i det senare sammanhanget

är att farkosterna inte kan sväva ovanför ett objekt av intresse. Det finns också exempel på farkoster med eget framdrivningsmaskineri men där energiförsörjning och kommunikation sker genom en kabel till ett ytfartyg. Den amerikanska "Guppy" med 1,8 tons torr vikt och för två mans besättning har en maximal kabellängd på 900 m.

Utrustningen kan bl. a. omfatta akustisk apparatur för sökning, kommunikation och navigering, TV- och filmkameror samt strålkastare och varierande oceanografisk mätutrustning samt magnetometrar och gravimetrar. Ofta förses farkosterna också med yttre gripverktyg i form av både enkla skopor och komplicerade manipulatorer.

En manipulator utför i princip på mekanisk, elektronisk och hydraulisk väg ett antal av den mänskliga handens och armens funktioner, dvs. den kan gripa, lyfta, vrida och förflytta objekt. Ursprungligen utnyttjades denna teknik vid hantering och bearbetning av radioaktivt material i kärnfysiklaboratorier. Den har sedan fått tillämpningar på undervattens-, protes- och industrirobotområdena. En manipulator för undervattensbruk skall kunna lyfta relativt tunga objekt (ca 50 kg lyftkraft är inte ovanligt) samtidigt



som den skall kunna gripa så löst om andra föremål att dessa inte skadas. Den skall också kunna hantera linor och wirar och eventuellt vissa verktyg. Dess komplexitet begränsas dels av kostnaden, dels av utrymmeskravet för styr- och reglerutrustning inne i tryckskrovet. Kostnaden för en kvalificerad manipulator är relativt hög, ca 0,1–1 milj. kr. Det finns exempel på att redan denna utrustningsdetalj svarar för en tredjedel av ubåtens totala kostnad.

Flera forskningsubåtar förses också med möjligheten att slussa ut och in dykare – t. ex. den franska Argyronète som skall få plats för fyra dykare.

Forskningsubåtarnas storlek ökar med dykdjupet, besättningsstorleken och utrustningens omfattning. Den s. k. torra vikten sträcker sig från några ton för mindre farkoster avsedda för kontinentalhylladup upp till några hundra ton för de avancerade farkosterna för stort djup.

Ubåtarna kräver i allmänhet någon form av stödfartyg. Både enkelskrovsfartyg och katamaranliknande fartyg förekommer för det ändamålet. För de mindre ubåtarna finns lyftanordningar medan de större bogseras. Självfallet erbjuder dock hantering till sjöss redan av vikter på några ton avsevärda problem i hårt väder. Ett speciellt system används i räddningsubåten DSRV som kan dockas såväl vid den undsatta ubåten som vid en moderubåt på vilken den också kan transporteras kortare sträckor.

Kostnaderna för forskningsubåtar varierar med prestanda, utrustning m. m. och sträcker sig från några milj. kr upp till flera hundra milj. kr för de mycket avancerade typerna. Dessutom tillkommer kostnaderna för stödfartyg och hjälputrustning som vid förhyrning kan utgöra över hälften av den totala kostnaden.

*Obemannade farkoster.* Luftförsörjning och övriga livsuppehållande funktioner samt icke minst säkerhetskraven vid sjösättning och ombordtagning av undervattensfarkoster svarar för en väsentlig del av de tekniska problemen och kostnaderna för bemannade

farkoster. Med hänsyn därtill, till förbättrad teknik för informationsöverföring och till att välutrustade stödfartyg vanligen ändå krävs har värdet av den bemannade farkosten för vissa ändamål ibland ifrågasatts – en debatt som starkt påminner om den som förts rörande bemannade och obemannade månfärder.

Obemannade farkoster finns nu inom hela skalan från enkla, lätta, bogserade instrumentbehållare till självgående, självförsörjande och fjärrmanövrerade farkoster för relativt stort djupgående och med rikhaltig utrustning i form av mät-, observations- och provtagningsinstrument samt manipulatorer.

Till den senare hör t. ex. "Sea Drone" som är konstruerad för 6 000 m djup. Farkosten är ca 4 m lång, uppbyggd av två tryckfasta aluminiumsfärer åtskilda av utrymmen för batterier och flyttankar. Den kan dels förprogrammeras, dels styras med akustiska signaler från ytan över avstånd upp till sex sjömil.

En speciell form av informationsöverföring används i "CUTLINK" (Cableless Underwater Television Link). Farkosten bär en TV-kamera och kan själv förflytta sig och ankra ovanför en observationsplats på botten. Bildöverföringen sker på akustisk väg över avstånd upp till ca 5 000 m. Informationstakten är dock relativt låg. En 200-linjers bild fordrar omkring en minuts överföringstid.

Även för obemannade farkoster kan kommunikation och energiöverföring ske via kabel. US Navy har utvecklat farkosterna CURV I, II och III (Cable controlled Underwater Recovery Vehicle) med 600 m, 750 m och 2 100 m djupgående respektive. De är ursprungligen avsedda för torpedbärgning men har även använts för andra bärgningsarbeten och bottenundersökningar. Farkosterna har propellrar för horisontella och vertikala förflyttningar, passiv och aktiv akustisk sökutrustning samt optisk apparatur och griparmar. Mer eller mindre likartat utrustade farkoster av denna typ finns i bl. a. Frankrike, "TÉLÉNAUTE", i Finland "PHOCAS" och under studier i Västtysk-

land, Dornier SF I.

Till denna grupp hör i princip också vissa bottenfordon, t. ex. en i Japan utvecklad bulldozer, vilken styres från en pråm på ytan och skall kunna arbeta på 60 meters djup.

#### Instrumentbojar m. m.

Oceanografiska och meteorologiska mätbojar är instrumentplattformar som gör det möjligt att följa förlopp under längre tider eller över stora ytor. En väsentlig förutsättning därför är de möjligheter som den moderna mättekniken ger för automatisk insamling, lagring och överföring av data vilket delvis beskrivits tidigare. Begreppet boj uppfattas i detta sammanhang relativt vidsträckt och omfattar förankrade eller drivande bojar som antingen ligger i ytan eller är helt nedsänkta i vatten.

Det tekniska utförandet av bojen beror på typ och ändamål, på de sjöstillstånd som kan förekomma och på arten och omfånget av den utrustning som bojen skall bära. Detta gäller i många fall även bojar för mera konventionella syften som navigering, utprickning etc.

Det breda spektrum som finns i dessa avseenden har också givit upphov till bojar av vitt skilda storlekar och former. Inom den militära undervattensspaningen användes t. ex. sonobojar, dvs. relativt små bojar som kan fällas från flygplan. Bojarna är omkring 1 m långa och bär en mikrofon i en kabel samt förstärkare, radiosändare och antenn som överför bullret från ubåtar till mottagarstationer i land eller i flygplan.

Väsentligt större och mera utrustade är de bojar för oceanbruk som utvecklas på flera håll för att ingå i världsomspännande observationsnät. En talande benämning har den amerikanska s. k. "Monster Buoy" med 12 m diameter, med en ballastad vikt på 100 ton och vars utrustning innefattar en dator.

Dessa konstruktioner, vilkas stora dimensioner bl. a. sammanhänger med krav på stabilitet och sjösäkerhet, medför givetvis hanteringssvårigheter. Den amerikanska

plattformen "FLIP", som kan sägas vara en bojbat, är ett sätt att komma över dessa svårigheter. Den är 108 m lång och förflyttas till observationsplatsen i horisontellt läge. Där ballastas den och tippas över i vertikalt läge och har då 91 m djupgående. Den stora undervattensskroppen och en skrovform som smalnar av mot vattenytan medför att dess rörelser i vertikalled till följd av sjögången dämpas avsevärt i nedfällt läge. Rörelsen uppgår till ca 10 % av våghöjden. Övervattensdelen rymmer ett laboratorium med plats för tre forskare.

Ett liknande bojlaboratorium (La Bouée), användes av det franska CNEXO och låg förankrat ca 100 kilometer söder om Marseille. Bojen var 60 m lång, hade en diameter varierande mellan 1,8 och 3 m och vägde 250 ton. Ett nytt bojlaboratorium är under utveckling.

En korsning mellan drivande och fast boj är den amerikanska SKAMP (Station Keeping and Mobile Platform). Den har en egen datorstödd navigeringsutrustning samt segel och roder. Den kan själv både förflytta sig till en given observationsplats och därefter uppehålla sig där upp till ett år.

För studiet av havsströmmar på olika djup utnyttjas flottor av aluminium, glas m. fl. material. Konstruktionen utföres så att den är mindre kompressibel än vattnet. Genom ballast kan flotten fås att sjunka till ett förutbestämt jämviktsdjup där den rör sig fritt i horisontalled.

För ytbojarna kan dataöverföringen ske per radio eller kabel, för drivande undervattensbojar sker den på akustisk väg med låg datahastighet. Radioöverföringen erbjuder åtskilliga tekniska problem. Sändareffekten och totala sändningstiden under bojens livslängd begränsas av batterierna. Antennhöjden är låg och avståndet till land ofta stort. Kortvågsförbindelser kan upprätthållas över några tusen sjömil men signalstyrkan varierar med tid på dygnet, och dataakten är relativt låg. VHF och UKV-förbindelser är stabilare, och medger högre dataakt men är i stort sett begränsade till horisontavstånd. Det är vanligt att data lagras på bandspelare i bojen

och intermittent överföres t. ex. var tredje eller sjätte timme. Viss databearbetning kan då också ske så att endast avvikelser från normalvärden rapporteras. En speciell sådan intermittent överföring sker via satellitförbindelse, vilket medger mycket stora räckvidder.

### Borrplattformar

Tekniken för oljeutvinning till havs faller strängt taget utanför ramen för denna redogörelse för havsundersökningsteknik. Den utgör dock samtidigt ett starkt expanderande utvecklingsfält inom havstekniken, inte minst inom den del som sammanhänger med själva plattformarna. Med hänsyn till detta och till att relativt komplicerade strukturer ofta erfordras redan i en undersöknings- och provborrningsfas kan det vara av intresse att åtminstone kortfattat belysa denna utveckling.

Borrtorn som står på ben direkt på botten på grunt vatten har utnyttjats sedan relativt länge. Plattformar och fartyg försedda med nedsänkbara och ställbara ben som anbringas på platsen är en fortsättning på denna princip som kan användas på vattendjup ned till ca 100 m. Den franska "Neptune I" med 76 m långa ben och däcksytan 61 x 51 m<sup>2</sup> är ett exempel.

Flera drag i den pågående borrtornsutvecklingen, t. ex. utvecklingen av förankrade och flytande plattformar, sammanhänger med att oljekällor på allt större djup blir av intresse. Plattformarna måste ha tillräcklig däckare för att medge alternativa placeringar av borren, tillräckliga utrymmen för verkstäder, förläggningar, landningsplatser för helikoptrar m. m. Däcket måste ligga högt för att vara skyddat för sjön. Undervattensdelen för en flytande plattform måste vara tillräckligt djup för att ge plattformen stadga. Plattformen skall slutligen utformas så att den kan bogseras eller gå för egen maskin till borrhöjden. Flytande borrtorn har börjat användas i större utsträckning först under den senaste tioårsperioden. Dessa

plattformar, vars form kan illustreras av "SEDCO 135", vilar på ett antal pontoner. Från dessa går vertikala pelare som bär upp däcket.

Totalhöjden till däcksnivå exklusive själva tornet är vanligen ca 50 m, och däcksytan ca 100 x 100 m<sup>2</sup>. Plattformarna har ett djupgående på 5 à 10 m under förflyttning. På borrhöjden över vattenytan blir 10 à 20 m varefter de förankras. I samband med de norska borringarna bogserades en sådan plattform "Ocean Traveller" från Mexikanska Golfen till Stavanger under 52 dygn. Det anses vara tekniskt möjligt att använda förankrade borrhöjden ned till 300 m djup. Borring har utförts på 200 m djup med våghöjder upp till 8 m med konventionell ankringsteknik.

För stora djup och för provborring användes vanligen specialfartyg där den tidigare omnämnda "Glomar Challenger" är ett exempel.

Kostnaderna för en borrhöjden för produktion stiger brant med djupet. För 15 m djup rör sig investeringarna om 5 à 10 milj. kr, för 200 m om ca 60 milj. kr och för 300 m om ca 125 milj. kr (1970). I första hand amerikansk industri har därför börjat intressera sig för produktionssystem uppbyggda kring undervattensstationer och -farkoster. På basis av sådana system som nått ett framskridet utvecklingsstadium kan vissa kostnadsjämförelser göras. Vissa tillverkare anser att undervattenssystem kommer att ställa sig ekonomiskt fördelaktigare än ytplattformar redan från 100 à 200 m djup.

### Navigeringsutrustning

Kartering, prospektering och sökning till havs fordrar goda navigeringsmöjligheter både på och under vattenytan. De metoder som då används är radionavigering i olika former inklusive utnyttjandet av speciella satelliter, tröghetsnavigering samt — på senare tid — akustiska system.

## Radionavigeringssystem

Flera nät av radionavigeringsstationer med stor täckning har byggts upp eller är under uppbyggnad. Decca Navigator täcker bl. a. skandinaviska och västeuropeiska farvatten, delar av amerikanska öst- och västkusten, Persiska Viken, Sydafrika och Japan. Loran som har större räckvidd täcker större delen av Nordatlanten, Stilla Havet och Medelhavet. Omega-systemet skall i utbyggt skick med åtta stationer täcka hela världen. F. n. är fyra stationer i bruk varav två i USA, en på Trinidad och en i Norge.

Systemen bygger på samma princip men skiljer sig i fråga om radiofrekvens och täckningsavstånd. Principen, som kallas hyperbolisk, är att två landstationer sänder ut samma radiosignal i samma ögonblick. Gångtidsskillnaden eller den elektriska fasskillnaden mellan dessa signaler mätes upp i en mottagare på fartyget. Man vet då att fartyget befinner sig någonstans på en bestämd hyperbelbåge med stationerna som brännpunkter. Förfarandet upprepas sedan med två andra stationer. Skärningspunkten mellan de två hyperbelbågarna bestämmer positionen. I praktiken består systemen av grupper av stationer där en är huvudstationen. De mottagna signalerna måste därför korrigeras med hänsyn till den kända gångtiden mellan stationerna.

Noggrannheten i positionsbestämningen beror bl. a. på avståndet till stationerna, stationernas inbördes geometri och vågutbredningsförhållandena. Typiska data för de olika systemen framgår av nedanstående tabell. Fas respektive puls innebär fasmätning respektive mätning av gångtidsskillnad mellan pulssignaler.

Den låga frekvensen hos Omegasystemet kräver antenner med en längd av flera km.

Den utstrålade effekten från sändaren är ca 1 kW.

För många behov inom havsforskningen är dessa noggrannheter inte tillräckliga. För relativt kustnära operationer finns ett flertal mindre och mobila system som t. ex. kan sättas upp tillfälligt. Bland dessa märks bl. a. de s. k. RAYDIST, Hi-Fix och Sea Fix. De arbetar med höga frekvenser i området 2–4 MHz, sändareffekter mellan 1 W (Sea Fix) och 10–40 W (Hi-Fix). Räckvidden är 30–300 km och felet under goda betingelser så lågt som 2 m.

## Satellitnavigering

U.S. Navy's s. k. NNSS (Navy Navigational Satellite System) utvecklades ursprungligen för de amerikanska Polarisubåtarnas behov men är sedan några år tillgängliga även för annan sjöfart. Systemet medger positionsbestämning ungefär en gång i timmen överallt på världshaven med en noggrannhet av ca 200 m. Det kräver dock bl. a. en dyrbar mottagare och datorutrustning på fartyget varför det hittills huvudsakligen använts på forsknings- och undersökningsfartyg, t. ex. Gulfs fartyg "Gulfrex". Detta fartyg har också en s. k. Dopplersonar (se nedan) för noggrann navigering mellan satellitpassager. Med det sammansatta systemet eftersträvas en noggrannhet på 120 m överallt på världshaven.

## Tröghetsnavigering

Tröghetsnavigering bygger på noggrann mätning av accelerationen som efter integration ger hastighet och förflyttning. Positionsfelet ökar med tiden vilket kräver att systemet

System	Princip	Frekvens kHz	MHz	Räckvidd sjömil	Noggrannhet m
Decca Navigator	Fas	100		250	10–450
Loran A	Puls		1,9	600	1 800–3 600
Loran C	Fas o. Puls	100		1 200	450
Omega	Fas		10,2	överallt	1 800–3 600

måste stöttas med andra metoder. Felet beror också på noggrannheten i startpunktens läge. Systemet har huvudsakligen använts på örlogsfartyg, särskilt Polarisubåtar, samt på specialfartyg.

#### Akustisk navigering

Akustisk navigering används för att styra och lokalisera instrumentplattformar och undervattensfarkoster inom begränsade områden för utprickning i samband med undervattensarbeten m. m. Den s. k. Dopplersonarn används därutöver för ytnavigering.

En grupp av system är de s. k. kortbas-system som bl. a. utnyttjas av "Glomar Challenger" och sökfartyget "USNS Mizar". Principen har tidigare beskrivits i avsnittet om provtagning och borring i havsbotten. Sändaren kan vara placerad på botten eller i en undervattensfarkost. Den kan antingen sända periodiska pulser eller vara en transponder, dvs. sända på kommando från mätfartyget. I det senare fallet ger gångtiden ett direkt mått på avståndet. Positionsfelet är minst då fartyget är rakt över sändaren och beror på noggrannheten i mikrofonernas läge, ljudhastigheten m. m. Felets storleksordning är 15–50 m.

De s. k. långbassystemen använder ett antal transpondrar med olika signaler placerade på inbördes avstånd som kan röra sig mellan några hundra meter och några tusen meter. Transpondrarna sänder på kommando från t. ex. en undervattensfarkost. De olika gångtiderna ger sedan ett mått på avstånden till transpondrarna. Positionsfelet är varierande men kan under goda betingelser vara så lågt som några meter.

En Dopplersonar består av ljudsändare och -mottagare i fartygets botten. Signalen reflekteras i havsbotten tillbaka mot fartyget och uppfattas genom Dopplereffekten med en viss frekvensändring som registreras i mottagaren och som är proportionell mot fartygets hastighet. Hastigheten såväl längs som tvärs fartygets längsriktning kan på det sättet mätas och därav kan även förflytt-

ningen beräknas. För navigering i trånga passager och för tilläggning med stora tankfartyg förekommer det att dessa utrustas med ljudsändare och mottagare i fartygets båda ändar. Positionsfel av storleksordningen 0,5–2 % av tillryggalagd väg anges för vattendjup med till 200 m. I svenska farvatten har systemet utnyttjats vid Brofjordenförsöken.

#### *Energiförsörjning för mätbojar, undervattensfarkoster m. m.*

Energiförrådets storlek och den effekt som det kan utveckla är av väsentlig och ofta av gränssättande betydelse för självförsörjande undervattensfarkoster och mätbojar. Utgången respektive livslängden för dessa begränsas av den tillgängliga energin. Toppfarten för en undervattensfarkost beror bl. a. på den uttagbara effekten. Energikällan och framdrivningsmaskineriet upptar vidare en avsevärd vikt och volym. Lyftkraften eller displacementet för en boj eller undervattensfarkost måste vara tillräcklig för att bära upp bl. a. dessas vikt. Den volym som energi lagrad i tryckskrovet kräver inkräktar på det tillgängliga displacementet. Vissa batterityper kan dock förvaras även under inflytande av det omgivande vattentrycket. Sammanfattningsvis bör därför en lämplig energikälla ha hög energi- och effekttäthet beräknad både per vikts- och volymenhet. Dessa s. k. specifika storheter anges också för att karakterisera olika batterityper, bränslen etc. Är energikällan dieselolja och den slutliga energiformen elenergi inkluderas också dieselmotor, generator och kringutrustning i beräkningen.

Liknande synpunkter har givetvis stor betydelse i många andra tekniska sammanhang. Det ökande intresset för elbilar betingas bl. a. av tillgången till nya, kompakta strömkällor som också är väsentliga för undervattensmekaniken. Okonventionella energikällor som solceller och bränsleceller har använts i både rymd- och havsteknik. Bränslecellen har därutöver fördelen att vatten är en restprodukt, vilket kan bidra till vatten-

försörjningen i undervattensstationer och rymdkapslar.

De olika energikällor som kommer till användning kan rent allmänt indelas på följande sätt:

Elektrokemisk energi	Akkumulatorbatterier Bränsleceller
Termokemisk energi	Förbränning av kol- väten Förbränning av me- taller
Kärnenergi	Isotopbatterier Atomreaktorer

Termoelektrisk energi Solceller  
Mekanisk energi

Batterier i olika utföranden är den mest utnyttjade typen av energikälla. Utöver de allmänna önskvärda egenskaperna tillkommer här önskemål om spänningskonstans under urladdningstiden samt om ett stort antal cykler av upp- och urladdningar, goda prestanda vid låga temperaturer m. m.

Följande tabell ger några ungefärliga data för förekommande uppladdningsbara batterityper men belyser enbart relationer eftersom uppgifter från olika källor varierar:

Batterityp	Wh/kg	Wh/liter	Antal möjliga cykler	Ungefärlig rel. kostn. per Wh
Bly	25	75	2 000	1
Silver-zink	120	250	150	8
Nickel-kadmium	30	55	10 000	3
Silver-kadmium	60	150	7 500	12
Zink-syre	100	75	75	5

Blyackumulatören är den vanligaste typen i ubåtar trots sin vikt och volym. Batteriet kan också förvaras utanför tryckskrovet varvid kontakterna isoleras från havsvattnet med hjälp av olja. Silver-zinkbatteriet används då vikt och volym är kritiska, nickel-kadmiumbatteriet då lång användning utan tillsyn är väsentlig. Zink-syrebatteriet har utöver en hög specifik energi även positiv flytkraft. Zinkelektrodena förbrukas under urladdningen och måste utbytas vid uppladdning.

En speciell batterityp som bl. a. använts för torpeddrift har havsvattnet som elektrolyt. Det kan förvaras inaktivt under längre tider, men blir aktivt då havsvattnet tillåts passera mellan elektroderna, vilka består av magnesium och silver- eller kopparklorid. Batteriet lämpar sig för intermittert bruk inom en begränsad tidrymd och har relativt hög specifik energi (ca 70 Wh/kg). Nackdelarna är att det inte är laddningsbart och relativt dyrt.

Bränslecellen är uppbyggd på likartat sätt som ett vanligt batteri i så måtto att det innehåller två elektroder och en elektrolyt.

Bränsle och oxidator, t. ex. vätgas och syrgas, tillföres porösa elektroder. Elektrolyten kan vara kaliumhydroxid. Genom en elektrolytisk process alstras elektrisk energi och förbrukas syre och väte som omvandlas till vatten. Andra bränsle-oxidatorkombinationer har också provats, t. ex. hydrazin-väteperoxid, ammoniak-syre m. fl.

Bränslecelltekniken befinner sig i stor utsträckning på utvecklingsstadiet även om vissa kommersiella typer finns tillgängliga för undervattensbruk. Principen har provats i forskningsubåten STAR I. Bränslecellens fördelar ligger i att den är lätt och kompakt. Den specifika energin är högre än i batterier, ett typiskt värde är 350 Wh/kg för en enhet på några kW. Verkningsgraden är högre än i termiska maskiner. Nackdelarna är dels den höga kostnaden samt de problem som sammanhänger med hanteringen av väte och syre. De typer som hittills kommit fram fordrar att omgivningstrycket ligger nära atmosfärtrycket. Vid användning i undervattensfarkoster måste de därför förvaras inne i tryckskrovet. Gasförrådet kan antingen lagras i gasform eller nedkyllt i flytande form.

Det sistnämnda kräver mindre utrymme men medför hanterings- och läckageproblem. Priset på ett bränslecellaggregat rör sig om ca 10 000 kr/kW för aggregat i storleksordningen 1–10 kW.

Förbränning av kolväten i dieselmotorer utnyttjas både i mätbojar och i snorklande ubåtar. För mera djupgående farkoster där varken lufttillförsel eller avgasutsläpp kan lösas på detta sätt har speciella dieselmotorer undersökts drivna av medförda svavelfattiga kolvätebränslen och komprimerad eller flytande syrgas. En del av avgaserna avkyls och används för kylning av motorn för att minska de extremt höga temperaturer som annars skulle uppkomma. Resterande avgaser som huvudsakligen består av koldioxid komprimeras och släpps därefter ut. Dieselaggregat av denna typ har en specifik energi av storleksordningen 130–300 Wh/kg med ut hålligheten ca 10 timmar.

Av samma skäl har ett stort antal speciella termiska maskiner och bränslen studerats, bl. a. för ubåts- och torpeddrift. Allmänt sett kan de delas in i direkta och indirekta typer beroende på om förbränningsgas av hög temperatur och högt tryck direkt deltar i den mekaniska processen eller om deras energi via värmväxlare indirekt förs över till ett sekundärt, slutet framdrivningssystem.

Bland de speciella bränslena och oxidatorerna i det sammanhanget kan nämnas kolväten och väteperoxid. Reaktionen mellan vatten och metaller, såsom magnesium, aluminium och litium är teoretiskt mycket energirika. De tekniska problemen är dock avsevärda.

Stirlingmotorn är ett exempel på den indirekta typen av maskin som väckt intresse för ubåtsstillämpningar. Det slutna systemet innehåller t. ex. heliumgas som har energiutbyte med ett system av brännkammare, värmväxlare och kylare. Indirekta maskinerier kan också få sin energi från värmebatterier. Batteriet innehåller då ett smält salt, vars värmekapacitet och smältvärme utnyttjas.

Kärnenergin har kommit till användning i undervattenstekniken dels i form av isotop-

batterier med stor livslängd för instrument- och navigeringsbojar, dels i atomreaktorer för ubåtsdrift.

De hittills utvecklade isotopbatterierna innehåller ett radioaktivt material, strontium 90, som har en halveringstid på 28 år. Materialet avger värme till ett termoelektriskt element av halvledartyp, som direkt alstrar elektrisk energi. Den elektriska effekten i nuvarande typer, t. ex. den amerikanska SNAP-serien (System for Nuclear Auxiliary Power) är 10–50 W, men väsentligt större effekter anses möjliga. Batteriets fördelar är den långa livslängden som är åtskilliga år och underhållsfriheten. Nackdelen är den höga investeringskostnaden, som är av storleksordningen 0,1–0,5 milj. kr.

Atomreaktorer för ubåtsdrift har nästan uteslutande använts i militära sammanhang. Detta beror i första hand på att den nuvarande reaktorteknologins vikt- och volymkrav samt kostnader gjort den mindre attraktiv för mindre farkoster. Den amerikanska NR-1 är den enda forskningsubåten hittills som framdrivits av en reaktor. Den är på ca 400 ton, dvs. väsentligt större än forskningsubåtar i allmänhet.

I automatiska bojar har försök gjorts med att ladda upp vanliga ackumulatorer med energi från solceller. Omvandlingen av solenergin görs i paneler bestående av ett stort antal kiseldetektorer. En panel med dimensionerna 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup> och vikten 5 kg lämnar effekten 9 W.

Direkt omvandling mellan mekaniska energiformer har bl. a. använts för att driva en borr för bottenprovtagning. Borren är ansluten till en hydraulisk motor som drivs av skillnaden mellan det omgivande vattentrycket och lufttrycket i en gascylinder, som från början är av atmosfärtryck. I denna tillämpning med intermittent drift anses systemet kunna vara åtminstone likvärdigt med elektrisk drift i vikt- och volymhänseende.

De flesta stora länderna på det undervattens- teknologiska området har i dag nationella program som syftar till att klarlägga och förbättra möjligheterna för människan att vistas och verka i havsmiljö ned till kontinentalhylljedjup, dvs. 200–300 m. Denna forskning har bl. a. omfattat experiment med olika undervattensstationer såsom de amerikanska SEALAB och TEKRITE och den franska PRÉCONTINENT-serien. Samtidigt och delvis i skuggan av dessa program sker också en fortlöpande utveckling inom mera konventionellt dykeri. Det kan i sammanhanget påpekas att mellan 80 och 90 % av all dykning i Sverige äger rum på djup ned till 40 m.

#### Dykeriteknik

Dykeriteknisk utrustning måste utformas med hänsyn till ett antal fysikaliska, fysiologiska, psykologiska och bioteknologiska faktorer som sammanhänger med vattentrycket, kylan, förlust av en stor del av informationen från sinnesorganen, tillvaro i viktlost tillstånd m. m.

De direkta verkningarna av trycket ger inte upphov till så stora problem åtminstone inte till djup om några hundra meter. Vid ett engelskt simuleringsförsök i tryckkammare har försökspersoner kunnat vistas i tryck motsvarande djup om 450 m i 10 timmar och vid franska försök med getter har 900 m uppnåtts. I båda dessa fall är det dock problem rörande tillförseln av andningsgas som satt gränsen. Någon fundamental gräns satt av trycket i sig självt kan inte säkert anges på nuvarande ståndpunkt. Kroppens förmåga att uthärda större tryck än atmosfärtrycket beror på att den väsentligen kan betraktas som en vattenfylld säck som alstrar mottryck. Gasfyllda delar, främst lungorna, måste dock tillföras andningsgas av samma tryck som det omgivande vattnet. Tillförsel av andningsgas under tryck leder till flera

fysiologiska problem av betydelse för det tekniska utförandet av dykarapparater.

Ett flertal gaser ger upphov till skadeverkningar om deras partialtryck i lungorna överstiger kritiska gränser. Detta gäller i första hand de normala andningsgaserna syre och kväve men även andra gaser som kan förekomma som föroreningar. Ren syrgas kan därför inte utnyttjas längre än till ca 10 m dykdjup. Vid ökande djup måste därutöver någon annan gas tillföras för att hålla trycket inne i lungorna i balans med det yttre trycket. Kväve ger berusningseffekter med ökande tryck vilket t. ex. förhindrar användning av komprimerad luft för större djup än ca 70 m. Bl. a. på grund av dekompressionseffekter (se nedan) förekommer också andra kväve-syre-blandningar, s. k. Nitrox-blandningar med högre syrehalt än i luft i detta område. För större djup ersätts kvävet med helium, s. k. Heliox-blandning eller kväve och helium. Helium är relativt dyrt i framställning. Genom heliums höga värmeledningsförmåga ger Heliox också det problemet att en dykare avkyls inifrån.

De gaser som inandas löser sig i kroppsvätskorna och diffunderar in i vävnaderna. Om trycksänkningen vid uppstigning sker för snabbt finns risk för att gasen går ur lösning i form av bubblor vilket kan orsaka mer eller mindre allvarliga – i värsta fall livshotande – fall av dykarsjuka. Tidiga symptom därpå är ledsmärtor och illamående. Om detta inträffar måste dykaren mycket snabbt behandlas i en tryckkammare. Den erforderliga tiden för återgång till atmosfärtryck beror bl. a. på djup och expositionstid och anges i s. k. dekompressionstabeller. På grund av individuella variationer i benägenhet för dykarsjuka både dykare emellan och för en viss dykare vid olika tillfällen innebär användning av tabeller alltid ett visst risktagande. De tabeller som används i Sverige beräknas ge ett fall av dykarsjuka på ungefär 200 dykningar.

Som exempel på de tider som är aktuella kan nämnas att en dykning till 45 m under 40 min. kräver uppstigning under 1,5 timme. Tiden ökar väsentligt med djupet. En timme



på 90 m kräver sålunda en dekompressions-tid av 11 timmar. Tidsekonomi vid dykeri-arbeten på stora djup blir därför mycket dålig. En väg ur detta dilemma är den s. k. mättnadsdykningsprincipen. Denna baserar sig på att när dykaren vistats på ett visst djup under tillräckligt lång tid har hans vävnader mättats med gas. Dekompressionstiden är därför väsentligen oberoende av expositionstiden. Om dykaren därför under ett längre arbete kan vistas under tryck även under viloperioder kan effektiviteten i tid ökas väsentligt. Ett sådant dyksystem kräver tillgång till en undervattensstation eller till en dykarklocka och tryckkammare på ett stöd-fartyg.

Eftersom andningsgasens täthet ökar med djupet ökar också andningsarbetet och svårigheten att ventileras lungorna. Detta sätter en gräns för det arbete en dykare orkar utföra. Eftersom tätheten för helium är ca en sjundedel av kvävet erbjuder helium fördelar även i detta avseende. Försök har även gjorts med väte som utspädningsgas (s. k. Hydrox-blandningar) vilket har hälften av heliums täthet. En sådan blandning kan synas ytterst riskabel med hänsyn till explosionsrisken. Dessbättre är dock den erforderliga syrehalten i andningsgasen så låg på de aktuella djupen att den risken huvudsakligen föreligger vid beredning och hantering.

Utformningen av andningsutrustningen måste också ta hänsyn till ytterligare några faktorer. Lika väsentlig som tillförseln av rätt syrehalt är ventileringen av koldioxid, vilken i många utrustningar sker i särskilda filter. Speciellt vid dykning på stora djup ställs hårda krav på andningsgasens renhet på grund av de toxiska verkningarna under tryck som många gaser har. De tillåtna koncentrationerna är ibland utomordentligt små vilket medför svåra analys- och regler-tekniska problem. En annan konsekvens är att deltagarna i experimenten med undervattensstationer fått nöja sig med relativt enkel kost eftersom t. ex. stekning inte varit tillåten.

Den tekniska utformningen av andningsutrustning och värmeisolerande dräkter

beskrivs närmare nedan. Rent allmänt kan utrustningen indelas i lätt och tung. Vid lätt dykning rör sig dykaren fritt och bär på sig all utrustning. Vid tung dykning står han i kontakt med havsytan för försörjning med andningsgas och för kommunikation. Rörligheten är begränsad och arbetet sker väsentligen på botten.

Dykaren förlorar en väsentlig del av informationen från sina sinnesorgan. Sikten, även i klart vatten och med hjälpljuskällor, är inte mer än något tiotal meter och kan vara långt mindre om t. ex. dykaren under arbetet rör upp bottenlam. Bristen på naturliga orienteringspunkter måste ibland hjälpas upp med akustiska markeringsorgan. Talkommunikation med dykare försvåras av att talet förvrängs på olika sätt vid andning under tryck. Detta är speciellt uttalat vid heliumandning. Helium har högre ljudhastighet än luft vilket medför att karakteristiska frekvenser i talet förskjuts uppåt. Resultatet har fått den målande benämningen "Kalle Anka-effekt". Det förekommer på många håll en utveckling där man på teleteknisk väg försöker återställa talet.

Eftersom dykaren vanligen är avvägd så att han svävar fritt i vatten eller har en liten övervikt, dvs. att han existerar i ett nära viktlost tillstånd, ändras hans rörelseschema och arbetsförmåga väsentligt relativt landförhållanden. Detta förhållande påverkar givetvis starkt konstruktionen av dykarutrustning och verktyg för olika undervattensarbeten samt arbetsmetoderna.

*Dyksystem och djupgränser.* Den noggranna arbetsplanering som erfordras, säkerhetsfrågorna, möjligheterna att ta hand om dykaren under dekompression m. m. och att behandla eventuella fall av t. ex. dykarsjuka medför att alla dykerioperationer i hög grad fordrar ett system av samverkande komponenter. Komplexiteten i detta ökar starkt med ökande dykdjup. I översiktlig framställning är följande drag typiska.

- 0–40 m Dekompressionstiderna är korta. Dekompressionen utföres eventuellt så att dykaren gör etappuppstigning, dvs. kvarstannar i vattnet på ett eller flera mindre djup än dykdjupet. Inom djup mindre än 10 m och för korta dykningar inom hela området erfordras ingen dekompression. Utvecklingen går mot dykning till 20 m djup med obegränsad expositionstid. Den övervägande delen av allt dykeriarbete i Sverige utföres i detta område.
- 40–70 m Dekompressionstiderna är relativt långa. Dekompressionen utföres genom att dykaren via en mötande tryckkammare förs över till en dekompressionskammare på stödfartyg eller genom att dykning sker från en undervattensfarkost. Andningsgasen är luft eller Nitrox.
- 70–150 m Dekompressionstiderna är långa. Dekompressionen utföres som i det förra fallet. Andningsgasen är Heliox eller Hydrox. Den praktiska djupgränsen för dykning från ytan sätts av säkerhetskrav och torde röra sig om 120–150 m.
- 150–300 m Dekompressionstiderna är mycket långa. Dekompression utföres direkt i en undervattensfarkost eller -station (habitat), vilken måste innehålla dekompressionskammare och sluss. Med hänsyn till olycksrisken rör sig dykaren i allmänhet i farkostens omedelbara närhet. Andningsgas är Heliox eller Hydrox.
- mer än 300 m Skillnaden mot föregående är väsentligen att dykapparaterna måste vara andningsfysiologiskt bättre utformade.

Möjligen måste t. ex. andningen understödjas aktivt.

Den ökande komplexiteten med ökande djup medför givetvis också ökande kostnader. Mycket ungefärligt kan man säga att relativt billiga system kan användas ned till 40 m. För djup mellan 40 och 70 m är kostnaderna ca 10 gånger högre och för djup över 70 m ca 20 gånger högre än i det grundare området.

Utvecklingen av dykmateriel med varierande målsättningar förekommer i de flesta marina nationer, t. ex. i USA, England, Sovjet, Frankrike och Västtyskland. Som exempel på prestationer kan nämnas:

U.S. Navy har bl. a. utvecklat Mark I DDS (Deep Diving System) som levererades i januari 1969. Systemet har kapacitet för två dykare till 225 m. Det är flygburet och kan transporteras i två transportflygplan. USN Mark II DDS har kapacitet för två grupper om fyra dykare till 255 m. Det var ursprungligen avsett för undervattensstationen Sealab III som skulle medge arbete på 180 m djup. I ett längre perspektiv ingår systemet i projektet LOSS (Large Object Salvage System) som skall kunna bärga föremål på 1 000 ton på ett djup av 255 m.

På den civila sidan kan förutom forskning kring mätnadsdykning nämnas systemet Westinghouse Cachalot med kapacitet för tre grupper om två dykare till 255 m.

Den franska utvecklingen som drivs bl. a. av CNEXO innehåller ett avancerat projekt, forskningsubåten ARGYRONETE som skall kunna operera med en besättning på sex man och fyra dykare.

*Personlig dykarutrustning.* Den snabba utvecklingen av dylika dykssystem har medfört att det numera finns mycket avancerade dykarutrustningar vad avser andningsapparat och dräkter för såväl lätt som tung dykning.

*Andningsapparater* för lätt dykning kan vara av tre olika slag nämligen med öppna, halvslutna eller slutna gassystem. Gasförrådet inryms i en, två eller flera behållare av

varierande volym, som totalt rör sig om några tiotal liter. Behållartrycket kan vara 150–300 atmosfärer.

Grundläggande för dessa apparaters utformning och för deras uthållighet är syrebehovet. Vid normal andning i atmosfärtryck intages ungefär 8 liter luft per minut. Syret utgör därav ca 1,5 liter. Av detta utnyttjas dock endast en femtedel, vilken ersätts med koldioxid i utandningsluften. Vid stor kroppsansträngning och under kort tid kan dock syreförbrukningen stiga till 4 liter per minut.

I ett öppet dyksystem får dykaren andningsgasen direkt från behållaren via en reduceringsventil. Utandad gas cirkulerar inte utan går ut i vattnet. Eftersom inandningsgasens tryck måste balansera det yttre trycket ökar gasförbrukningen med ökande djup. Detta kan i viss mån kompenseras genom att andningsgas tillföres genom en slang från ytan. Det medförda gasförrådet medger en total dyktid på ca 60 min. på 10 m djup och 30 min. på 40 m djup. De lätta andningsapparaterna med öppet system används vid sportdykning och vid yrkesmässig dykning av kortare varaktighet på djup mellan 0 och 40 m.

Det halvslutna systemet innebär att dykaren återandas en del av den gamla gasen samtidigt som han tillföres en del gas från gasförrådet. Gasen passerar först en reduceringsventil och förs därefter till en andnings säck från vilken dykaren andas. Dit går också utandningsgasen sedan den först passerat en koldioxidrenare. En viss mängd gas går också hela tiden ut i vattnet genom en övertrycksventil. Tillförseln av gas kan ske efter två metoder. I den ena är gasen färdigblandad i givna proportioner syrgas och utspädningsgas. Varje sådan blandning lämpar sig endast för ett visst djupintervall. Enligt den andra metoden regleras blandningen automatiskt i förhållande till djupet. De tekniska problemen att åstadkomma en tillräckligt robust och driftsäker automatblandare är ännu inte helt lösta. Den bättre gasekonomi som erhålles i ett halvslutet system innebär att varaktigheten för gasförrådet rör sig om en till

fyra timmar. Speciellt för Helioxblandning är detta väsentligt eftersom helium är förhållandevis dyrt.

Andningsapparater med slutet system har i princip samma uppbyggnad som de halvslutna. Skillnaden är att de endast tillföres ren syrgas i en mängd som svarar mot dykarens förbrukning. Aktionstiden kan därför bli så lång som 3 till 6 timmar. Någon gas avgår inte heller från apparaterna.

Friheten från röjande bubblor är en väsentlig fördel både i militär attackdykning med slutna syrgassystem och vid civil marinbiologisk forskningsverksamhet vilken nyligen betonats i samband med Tektite-experimenten.

*Dykardräkter* kan indelas i våta och torra dräkter samt konstantvolymdräkter. Den våta dräkten är en tätt åtsittande dräkt av cellgummi. Den är inte helt tät varför en del vatten läcker in. Detta uppvärms dock snabbt av kroppen. Den används vid all normal dykning på djup mellan 0 och 20 m. Med ökande dykdjup sammanpressas den i cellgummit ingående gasen vilket gör dräkten tunnare och minskar dess isoleringsförmåga.

Olika försök har gjorts att förbättra den våta dräkten i isoleringsavseende. I en typ utnyttjas inkompressibla celler vilket dock gör dräkten styv att hantera. I en annan har gasen i cellerna ersatts med isolerande olja. På grund av produktionssvårigheter har inte denna dräkt fått större spridning.

Den torra dräkten är en helt tät dräkt av gummerad väv försedd med ett underställ av ylle eller nylonpås. Den isolerar väl men är mindre smidig i vatten eftersom den inneslutna gasvolymen varierar med djupet och försvårar dykarens avvägning.

Konstantvolymdräkten är en utveckling av den torra dräkten som försetts med en utrustning som håller den inneslutna gasvolymen konstant. Isoleringsförmågan kan ökas ytterligare om dräkten förses med särskilda underställ avpassade för uppvärmning med varmvatten, elektricitet eller med kemiska metoder.

Utrustningen för tung dykning skiljer sig i flera avseenden från den lätta. Den är princi-

piellt uppbyggd för gasförsörjning från ytan. Den tunga dykarhjälmerna utgör en liten dykarklocka i vilken man blåser in andningsgas. Dykaren förflyttar sig gående på botten.

Konstruktionsprincipen daterar sig från mitten av 1800-talet. Den väsentliga nyheten ligger i gasförsörjningen som tidigare skedde med hjälp av handpumpar men som nu utföres i ett högtryckssystem som automatiskt avpassar gasblandningen till aktuellt dykdjup. Utrustningarna är mycket robusta till sin utformning och medger relativt tungt arbete under svåra förhållanden.

Den tunga utrustningen utvecklas mot längre expositionstider och mot större dykdjup där Helioxblandningar kommer till användning. Med optimala Nitroxblandningar kan mycket långa dyktider uppnås på djup ner till 20 m.

Den tunga utrustningen lämpar sig för mera långvarigt arbete inom ett begränsat område. Den har också stora fördelar från säkerhetssynpunkt eftersom dykaren inne i hjälmen befinner sig i en relativt skyddad miljö. Dekompression med etappuppstigning i vatten kan göras utan att man har så stora problem med köld och obekvämlighet som med lätt utrustning.

Dräkterna för tung dykning är mycket kraftigt utförda i gummerad väv. Då det är gott om plats i dräkten kan flera lager underställ användas vilket minskar behovet av separat uppvärmning. Vid djupa dykningar med Helioxblandningar uppstår dock uppvärmningsproblem eftersom helium är en relativt god värmeledare.

## Undervattensstationer

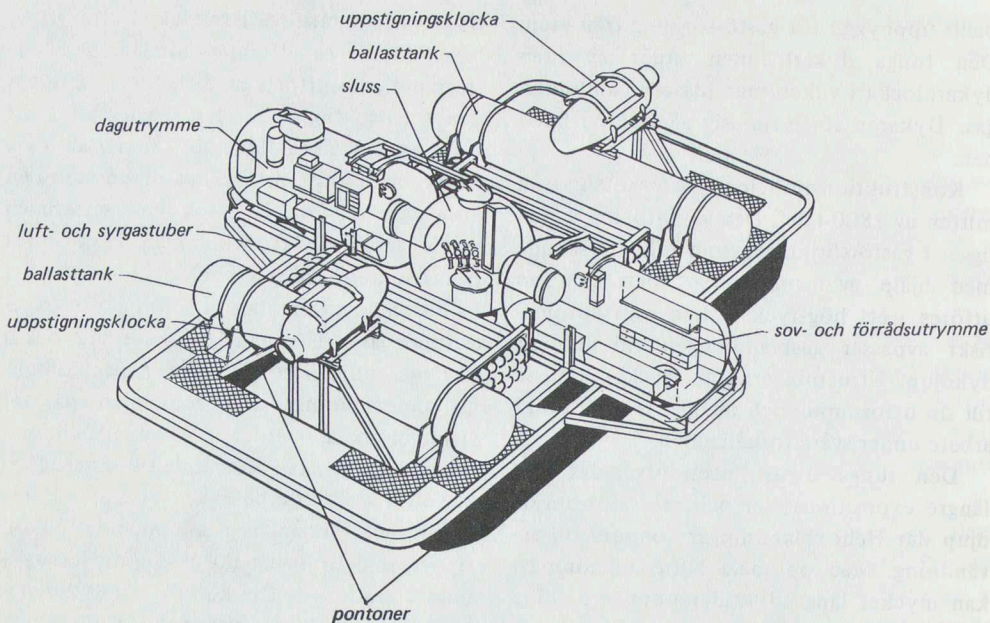
Mättnadsdykningsprincipen är ett viktigt utvecklingssteg för människans möjligheter att verka under vatten eftersom man därmed kan minska dekompressionstidens relativa andel av hela arbetstiden. Principen kräver att dykaren vistas under tryck även för vila och rekreation, vilket kan ske antingen i tryckkammare på stödfartyget eller i en

undervattensstation (habitat). Detta utgör basen för de ca 40 experiment med sådana stationer som utförts med flera syften under den senaste tioårsperioden. De fysiologiska och psykologiska faktorer som sammanhänger med existens i trånga utrymmen i en atmosfär av förhöjt tryck kan visserligen delvis simuleras i tryckkammare men kräver också undersökningar i realistisk miljö. Att ha en undervattensstation som bas för expeditioner av frisimmade dykare har också gett nya möjligheter för t. ex. marinbiologiska undersökningar eftersom man på det sättet är mera oberoende av väder och vind än då dykaren skall återvända till ett stödfartyg efter avslutat arbete.

En helt annan typ av undervattensstationer är de som har normalt atmosfärtryck inne i stationen. Dit hör bl. a. det tidigare nämnda produktionssystemet för djupa oljekällor, undervattensobservationer särskilt för mycket stora djup m. m.

Undervattensstationer av den första typen började användas 1962 med det första av tre experiment i den franska CONSHSELF- eller PRÉCONTINENT-serien och i USA med Man in the Sea som följdes av SEALAB I och II. Proven med SEALAB III som bygges för 180 m djup påbörjades 1969 men avbröts efter en dödsolycka under inledningskedet. Försöken har därefter inte återupptagits bl. a. på grund av nedskärningar i medelstilldelningen. I USA har dessutom experimenten TEKTITE I och II utförts. Dessa tre serier (PRÉCONTINENT, SEALAB och TEKTITE) är de mest omskrivna, men undervattensstationer har också byggts i Västtyskland, Italien, Cuba, Sovjet, Bulgarien, Polen, Rumänien m. fl. länder.

De flesta har ägt rum på relativt små djup, ca 30 m eller mindre, där andningsgasen kan utgöras av Nitroxblandningar. Större djup har också förekommit såsom i PRÉCONTINENT III (1965 100 m) i Frankrike och HABITAT II (1970 156 m) i USA. Vid dessa djup måste Helioxblandningar användas. Den tid som en och samma besättning har vistats i stationer har i allmänhet varierat mellan några dagar och några veckor.



Figur 14 HABITAT II, en undervattensstation på en katamaran (teckning efter foton från Makai Range, Inc., Hawaii).

Den längsta tiden hittills, 59 dygn, uppnåddes i TEKTITE I 1969, som låg på 15 m djup.

Nedsättning och upptagning av stationerna, deras försörjning med elkraft och andningsgas samt säkerhetshänsyn kräver en stor basorganisation. Under försöken med SEALAB II förankrades t. ex. stödfartyg med 100 mans besättning över stationen. Detta bidrar givetvis starkt till att göra experiment med undervattensstationer mycket dyra. Försöken med PRÉCONTINENT III under vilka sex män tillbringade tre veckor på 100 m djup 1965 kostade sålunda ca 3,5 milj. kr.

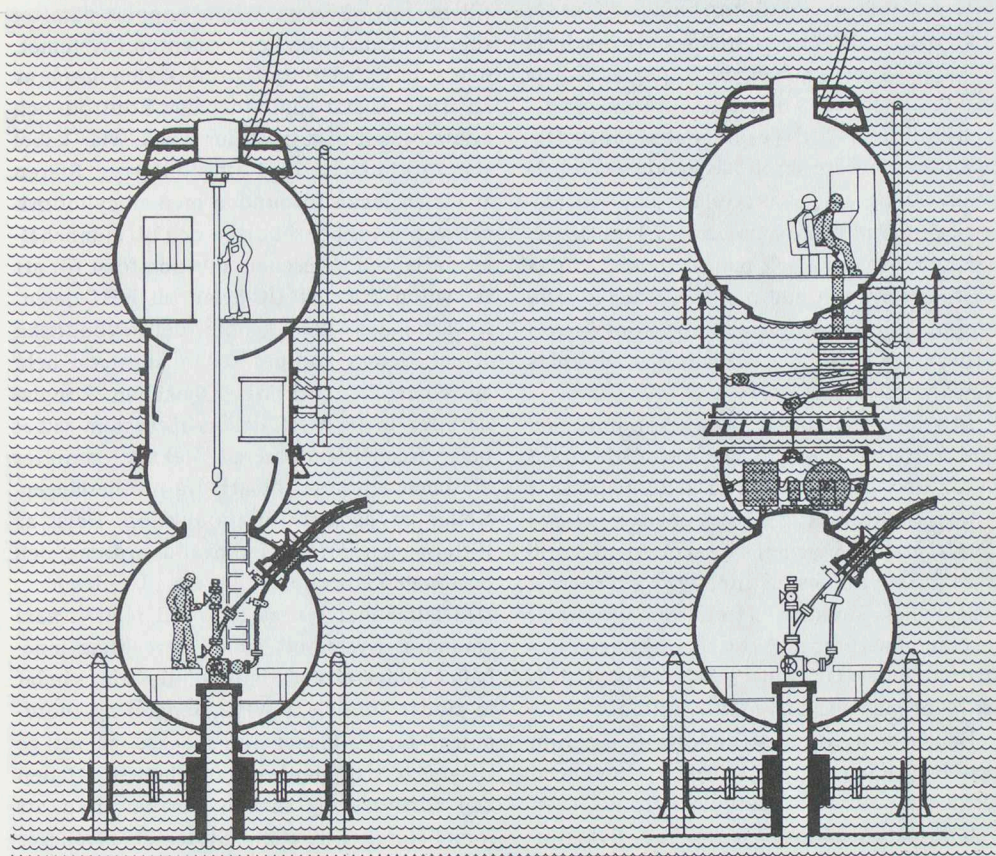
Det är då också förstäeligt att man vid flera tillfällen genom ett samordnat utnyttjande försökt minska kostnaden per delprojekt. I försöken med TEKTITE II som pågick under sju månader vid Jungfruöarna deltog ett femtiotal forskare från 25 industrier och akademiska institutioner fördelade på 10 lag, varav ett helt kvinnligt. De direkta driftskostnaderna för hela försöksperioden uppskattas till ca 10 milj. kr.

En viss utveckling har också varit inriktad

på att förenkla stödorganisationen. Den västtyska stationen UWL HELGOLAND som är byggd för 100 m djup försörjs från en boj på ytan. Bojen innehåller en diesलगenerator för kraftförsörjning och andningsgasförråd i flaskor samt radioantenn. Bojen är förbunden med stationen med ett antal kablar och slangar. Efter avslutade operationer tas dykarna upp i en dykarklocka under tryck till ett stödfartyg utrustat med dekompressionskammare.

Som säkerhetsåtgärd vid akuta sjukdoms- och olycksfall som kan tvinga en dykare att lämna stationen under pågående experiment är denna också utrustad med en trycksatt kapsel i vilken den skadade kan flyta upp till ytan. Kapseln bärgas sedan av en helikopter. Liknande kapslar, s. k. PTC (Personnel Transport Capsule) har också förekommit i bl. a. SEALAB-försöken.

Det närmare utförandet av en undervattensstation kan exemplifieras av HABITAT II (se fig. 14) eller AEGIR, som den också kallas. Den har utvecklats vid Makai Undersea Test Range på Hawaii under ledning av den svenska dykeriexperten G. Fahlman.



Figur 15 Principskiss av Lockheeds system för arbeten i anknytning till oljekällor i havsbotten.

Den här som tidigare nämnts provats på 156 m djup. Dess kostnads- och arbetsutrymmen består av en sfär med 3 m diameter som på två sidor är förenade med två 5 m långa cylindrar. Sfären innehåller också utsimningsluckor för dykarna. Stationen bogseras till försöksplatsen och flyter då på ett katamaranskrov bestående av två pontoner. När stationen sedan sänks vattenfylls dessa och utgör huvudballasttankar. Dessutom kan extra ballast tas in i andra tankar. Andningsgasen förvaras i flaskor ombord på stationen. Vid djupdykningen bestod atmosfären av 91 % helium, 7,2 % kväve och 1,8 % syre. Till utrustningen hör också två uppstigningsklockor. Stationen försörjs med elkraft via kabel från ett stödfartyg men har också batterier av säkerhetsskäl.

De hittills gjorda experimenten har haft en ren forskningsbakgrund och då gett goda resultat men syftar i ett längre perspektiv till att möjliggöra stora undervattensarbeten. På senare år har dock en viss kritik mot denna metod kommit fram. En av föregångsmännen på området, amerikanen Edwin A. Link, sade vid IVA:s jubileumskonferens i undervattenssteknologi 1969 att han betvivlade en utveckling mot bosättning på havsbotten under långa perioder. Han påpekade också att utvecklingen av forskningssubåtar utrustade med dykarlussar t. ex. den franska ARGYRONETE och den amerikanska BEAVER MARK IV minskar behovet av stationer.

Relativt få undervattensstationer har utvecklats för forskningsändamål i vilka besättningen verkar i en atmosfär av normalt

lufttryck. Tillgången till forskningsubåtar för olika djup synes vara en bidragande orsak till detta. I Amerika har dock några sådana stationer föreslagits och delvis utvecklats.

NEMO (Naval Experimental Manned Observatory) har ett skrov bestående av en helt genomskinlig sfär i akrylplast med tjockleken ca 65 mm och diametern 1,70 m. Den är avsedd att rymma två man och skall kunna vinschas upp och ned och förankras på 180 m djup. Uppbyggnadstekniken för skrov i plast av den typen har också börjat användas i forskningsubåtar.

Ett mera långsiktigt projekt är stationen BOTTOM FIX (se bild) som föreslogs i mitten av 1960-talet och då beräknades vara färdigt omkring 1980. Stationen är avsedd att placeras på botten av Atlanten på 3 600 m djup. Den tänkes bli uppbyggd av ett antal sinsemellan förenade sfärer, som inrymmer bostäder, laboratorier etc. Utvecklingen hittills har huvudsakligen omfattat materialexperiment med glas-keramik och titan.

En speciell form av undervattensstation med atmosfärtryck ingår i ett av Lockheed Petroleum Services utvecklat produktionssystem för oljekällor på stora djup. Bakgrunden till systemet är bl. a. att produktionskostnaderna med gängse plattformar ökar snabbt med djupet och att personalen skall kunna vara oljetekniker utan specialutbildning i dykeri. Det anses kunna bli ekonomiskt överlägset den konventionella tekniken för vattendjup större än 100 m. Det kan också tjäna som illustration till den avancerade systemteknik som utvecklas inom olje- och gasindustrin.

Systemet (se fig. 15) används för iordningställande av rör och slangar sedan själva borrningen och rördragningen i botten genomförts från en plattform eller ett fartyg. Det består av två delar varav en kallas WHC (Well-Head Cellar). Denna sänks ned längs linor från borrarplattformen och ansluts till en rörmynning i botten. WHC-n är sluten och trycktät och innehåller nödvändiga rör, ventiler och speciellt utformade genomföringar för oljeslangar till uppsamlingsplatser på ytan eller botten. En wire från WHC-n går

till en boj på ytan. Wiren kopplas därefter till den bemannade komponenten i systemet, den s. k. UC (Utility Capsule). Den består av en trycktät sfär som innehåller kontroll- och kommunikationsutrustning och via kabel står i förbindelse med ett stödfartyg. Sfären är via en lucka förbunden med en cylindrisk del som är öppen i botten och bl. a. innehåller en vinsch. Vinschen används först för att via wiren dra ned UC-delen till WHC-delen. Anslutningen sker genom den cylindriska delen. Denna pumpas sedan ur varvid hela systemet är trycktätt. Oljekällan kopplas därefter in på WHC-delens rörsystem vilket helt följer landbaserad teknik, varefter vinschen används för att dra in oljeslangen. Källan är då klar för produktion. Delar av förloppet upprepas i omvänd ordning och personalen återvänder till ytan i UC-delen.

I allmänhet borras flera hål relativt nära varandra. Systemets vidare utveckling innehåller undervattenskomponenter som samlar in flödet från flera WHC, separeringsanordningar m. m. Planer finns också på att ge UC-delen viss manövermöjlighet så att den kan förflytta sig mellan borrhål utan att först återgå till ytan. Systemet föreligger f. n. i prototyp som genomgått prov till sjöss.

## Kronologisk förteckning

---

1. Ämbetsansvaret II. Ju.
2. Svensk möbelindustri. I.
3. Personal för tyg- och intendenturförvaltning. Fö.
4. Säkerhets- och försvarspolitiken. Fö.
5. CKR (Centrala körkortregistret). K.
6. Reklam I. Beskattning av reklamen. U.
7. Reklam II. Beskrivning och analys. U.
8. Reklam III. Ställningstaganden och förslag. U.  
(Utkommer senare.)
9. Reklam IV. Reklamens bestämningsfaktorer. U.  
(Utkommer senare.)
10. Godsbefordran till sjöss. Ju.
11. Förenklad löntagarbeskattning. Fi.
12. Skadestånd IV. Ju.
13. Kommersiell service i glesbygder. In.
14. Revision av vattenlagen. Del 2. Ju.
15. Ny regeringsform • Ny riksdagsordning. Ju.
16. Ny regeringsform • Ny riksdagsordning. (Följdförfattningar) Ju.
17. Nomineringsförfarande vid riksdagsval • Riksdagen i pressen. Ju.
  8. Norge och den norska exilregeringen under andra världskriget. Ju.
19. Uppsökande verksamhet för cirkelstudier inom vuxenutbildningen. U.
20. Läs- och bokvanor i fem svenska samhällen. Litteraturutredningens läsvanestudier. U.
21. Svävarfartslag. K.
22. Domstolsväsendet IV. Skiljedomstol. Ju.
23. Högre utbildning — regional rekrytering och samhälls-ekonomiska kalkyler. U.
24. Vägfraktavtalet II. Ju.
25. Naturgas i Sverige. I.
26. Förskolan 1. S.
27. Förskolan 2. S.
28. Konsumentköplag. Ju.
29. Konsumentupplysning om försäkringar. H.
30. Bostadsanpassningsbidrag. In.
31. Lag om hälso- och miljöfarliga varor. Jo.
32. Kommunalt samlingsstyre eller majoritetsstyre? C.
33. Förhandlingsrätt för pensionärer. In.
34. Familjestöd. S.
35. Skogsbrukets frö- och plantförsörjning. Jo.
36. Samhälle och trossamfund. Slutbetänkande. U.
37. Samhälle och trossamfund. Bilaga 1—19. U.
38. Samhälle och trossamfund. Bilaga 20. Andra trossamfundets ekonomi. U.
39. Abortfrågan. Remissyttranden. Ju.
40. Konkurrens i bostadsbyggandet. In.
41. Familj och äktenskap I. Ju.
42. Vägtrafikbeskattningen. Fi.
43. Utnyttjande och skydd av havet. I.



# Statens offentliga utredningar 1972

## Systematisk förteckning

### Justitiedepartementet

Åmbetsansvaret II. [1]  
Godsbefordran till sjöss. [10]  
Skadestånd IV. [12]  
Revision av vattenlagen. Del 2. [14]  
Grundlagberedningen. 1. Ny regeringsform • Ny riksdagsordning. [15] 2. Ny regeringsform • Ny riksdagsordning (Följdförfattningar) [16] 3. Nomineringsförfarande vid riksdagsval • Riksdagen i pressen. [17] 4. Norge och den norska exilregeringen under andra världskriget. [18]  
Domstolsväsendet IV. Skiljedomstol. [22]  
Vägfrakttavlet II. [24]  
Konsumentköplag. [28]  
Abortfrågan. Remissyttranden. [39]  
Familj och äktenskap I. [41]

### Försvarsdepartementet

Personal för tyg- och intendenturförvaltning. [3]  
Säkerhets- och försvarspolitik. [4]

### Socialdepartementet

1968 års barnstugeutredning. 1. Förskolan 1. [26] 2. Förskolan 2. [27]  
Familjestöd. [34]

### Kommunikationsdepartementet

CKR (Centrala körkortsregistret). [5]  
Svävarfartslag. [21]

### Finansdepartementet

Förenklad löntagarbekattning. [11]  
Vägrafikbeskattningen. [42]

### Utbildningsdepartementet

Reklamutredningen. 1. Reklam I. Beskattning av reklamen. [6] 2. Reklam II. Beskrivning och analys. [7] 3. Reklam III. Ställningstaganden och förslag. [8] (Utkommer senare). 4. Reklam IV. Reklamens bestämningsfaktorer. [9] (Utkommer senare).  
Uppsökande verksamhet för cirkelstudier inom vuxenutbildningen. [19]  
Läs- och bokvanor i fem svenska samhällen. Litteraturutredningens läsvanestudier. [20]  
Högre utbildning — regional rekrytering och samhälls-ekonomiska kalkyler. [23]  
1968 års beredning om stat och kyrka. 1. Samhälle och trossamfund. Slutbetänkande. [36] 2. Samhälle och trossamfund. Bilaga 1—19. [37] 3. Samhälle och trossamfund. Bilaga 20. Andra trossamfunds ekonomi. [38]

### Jordbruksdepartementet

Lag om hälso- och miljöfarliga varor. [31]  
Skogsbrukets frö- och plantförsörjning. [35]

### Handelsdepartementet

Konsumentupplysning om försäkringar. [29]

### Inrikesdepartementet

Kommersiell service i glesbygder. [13]  
Bostadsanpassningsbidrag. [30]  
Förhandlingsrätt för pensionärer. [33]  
Konkurrens i bostadsbyggandet. [40]

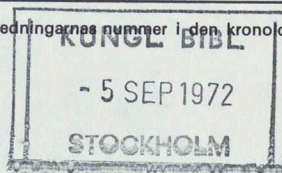
### Civildepartementet

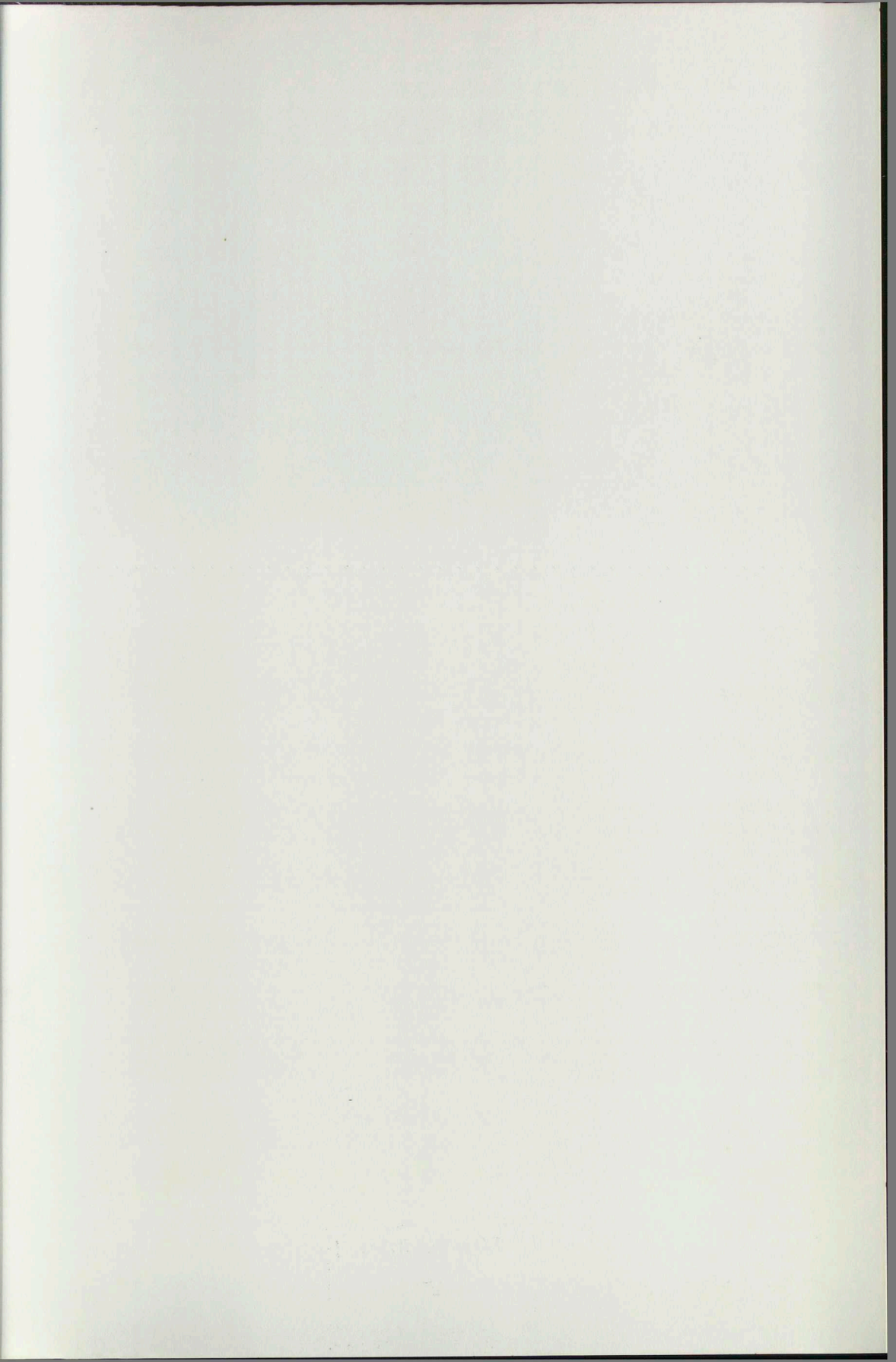
Kommunalt samlingsstyre eller majoritetsstyre? [32]

### Industridepartementet

Svensk möbelindustri. [2]  
Naturgas i Sverige. [25]  
Utnyttjande och skydd av havet. [43]

Anm. Siffrorna inom klammer betecknar utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen.





Havens naturresurser har tilldragit sig ett starkt ökat intresse över hela världen under senare år. Bakgrunden är att många traditionellt utnyttjade råvarutillgångar på land blivit knappa till följd av exploatering parallellt med att efterfrågan ökat. Samtidigt har modern teknik gjort det möjligt att i en helt annan utsträckning än tidigare arbeta till havs för att där utvinna resurser.

I vilken utsträckning kan och bör Sverige delta i exploateringen av haven? Detta har varit den grundläggande frågan för havsresursutredningen. I betänkandet behandlas ett flertal former för havsutnyttjande och förslag till åtgärder läggs fram. Speciellt stort utrymme ägnas åt möjligheterna att utnyttja haven som livsmedelskälla och som mineralkälla.

Utnyttjandet av haven kan i framtiden bli en avsevärt betydelsefullare verksamhet än idag — både hos oss och internationellt. Havsresursutredningen föreslår därför att en svensk delegation för havsresurser inrättas.