Roskilde University

Om økologi

En introduktionsbog

Agger, Peder Winkel; Brandt, Jesper

Publication date:
1976

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

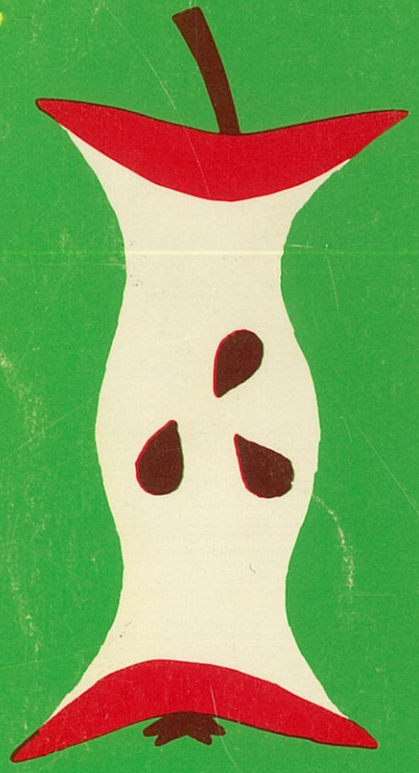
Citation for published version (APA):
Agger, P. W., & Brandt, J. (1976). *Om økologi: En introduktionsbog*. Hans Reitzels Forlag.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 26. Apr. 2024



ISBN 87 412 3405 7

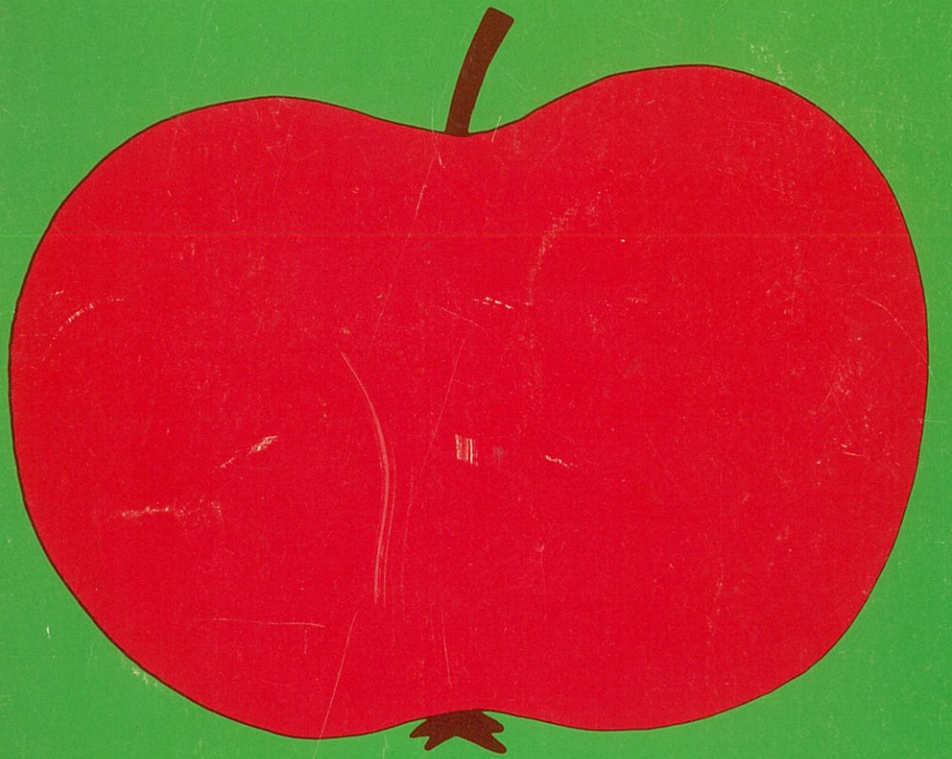
Om økologi

Peder Agger Jesper Brandt

Peder Agger Jesper Brandt

Om økologi

En introduktionsbog



Hans Reitzel

Økologi for alle

Af JESPER HOFFMEYER

Peder Agger og Jesper Brandt: Om økologi. En introduktionsbog. 242 s. Kr. 62,50. Reitzels Forlag.

I OM-SERIEN — den med det meget, meget røde æble på grønt omslag — er der nu kommet en bog »Om økologi«, som fortjener at blive introduktionsbogen til dette fagområde ikke blot for de HFere og gymnasieelever den direkte henvender sig til, men også for mange andre, som ikke nåede at lære noget om økologi.

Såvidt en forlæst anmelder kan bedømme det, er bogen skrevet i et sprog, som vil kunne fastholde også læsere med et mere vankelmodigt forhold til, hvad der står med sort på hvidt. Teksten præsenteres i overkommelige bidder efter en klar og begrundet disposition. Efter hver større bid er der en kortfattet opsummering af biddens næringsindhold. Dertil store typer og masser af illustrationer og figurer, der apellerer til den visuelle forståelse.

Men det bedste ved bogen er nu måden økologi er behandlet på. På jævn og praktisk vis bliver økologien på de første hundrede sider foldet ud for os, så vi forstår, hvad den kan bruges til, og især hvad den ikke kan bruges til, men misbruges til.

Den økologiske krise er det naturlige udgangspunkt, og det forklares, hvordan denne krise har at gøre med det e kle forhold, at mennesket i dag udnytter naturen på en anden måde end tidligere, uden at de naturmæssige konsekvenser heraf er blevet taget i betragtning. I særlig grad har vores produktionsfremmelige samfund haft glæde af at overse de to grundlæggende lovmæssigheder, der kan formuleres som 1) *alting er indbyrdes forbundet,* og 2) *intet forsvinder eller alt havner et eller andet sted.* Hvordan og hvor er bl.a. økologiens problemer.

DEN VIGTIGE forskel mellem biologiske processer og samfundsmæssige processer behandles med befolkningseksplosionen som eksempel. Det er velkendt, at befolkningseksplosionen ofte beskrives som en rent biologisk proces af samme art som den, man kan iagttage i en bakteriekultur, hvor cellerne deler sig og deler sig, således at deres antal med en naturlovs nødvendighed stiger eksponentielt. Pointen er så, at de ender med at forgifte hinanden med deres affald, hvis de ikke forinden er blevet kvalt af iltmangel. På samme måde skulle så den økologiske krise og ressourcemangel være et nødvendigt resultat af den nødvendige befolkningseksplosion. Ikke et ondt ord om samfundet.

Under et smukt billede af en husmandsfamilie fra 1921 med 12 børn får man en noget mere vedkommende forklaring end den med bakterierne. I et teknisk lavtudviklet landbrug er produktionen baseret på tungt legemligt arbejde, og et stort børnetal er den enkelte families middel til at sikre den nødvendige arbejdskraft. I de moderne industrisamfund har børnene ingen funktion, de er faktisk mest til besvær. Følgelig er børnetallet her lavt. Befolkningseksplosionen har at gøre med overgangen fra den ene slags samfund til den anden, og kan ikke forstås som en biologisk proces.

ØKOLOGISK INDSIGT er en grundlæggende betingelse for et hvilket som helst samfund. I et par spændende kapitler om det grønlandske fangersamfund i 1600-tallet og det færøske bygdesamfund i 1800-tallet belyses samspillet mellem samfundets indretning og de økologiske betingelser for dets eksistens. Man kan ikke undgå at blive imponeret over den konsekvens, hvormed de sociale strukturer i disse såkaldt primitive kulturer tjente til vedvarende at sikre det optimale udbytte af den hårde natur.

Tag f.eks. det færøske »fårebrev« fra 1298, som var en særlov der fastslog, at »Ingen skal have flere køer og får end efter rigtigt udregnet tal«. Baseret på generationers erfaring vidste man for hver enkelt bygd og hver enkelt græsningsareal, hvad der var det bedste tal. Var der for få får blev området ikke ordentligt udnyttet, og var der for mange, ville de blive for magre til at klare sig sikkert gennem vinteren. Det var en nødvendighed at »fårebrevet«s bud blev overholdt.

DEREFTER fortsættes der med en gennemgang af det materielle grundlag for de moderne samfund. Som et illustrativt eksempel på den verdensomspændende stofomflytning, som karakteriserer disse samfund, nævnes et stykke chokolades tilblivelseshistorie. Den fører os kloden rundt: Schweiz, Ghana, Brasilien, USA, Sicilien, Malaysia m..

Det er indlysende, at det enkelte mennesker i disse samfund mister overblikket over de økologiske kredsløb det indgår i. Med produktionens videnskabeliggørelse følger også nødvendigheden af økologiens videnskabeliggørelse.

At økologien imidlertid ikke er en løsning men kun et redskab, fremhæves mange steder i bogen. Det belyses bl.a. udmærket med rovdriften på hvalerne som eksempel. Den faretruende udtynding af hvalbestanden skyldes ikke menneskelig dumhed, i alt fald ikke hvalfangernes, og den skyldes ikke mangel på biologisk insigt. Men den forklares særdeles nemt med enkle økonomiske betragtninger. Den økologiske forståelse er en nødvendig, men ikke tilstrækkelig betingelse for problemets løsning.

PÅ DETTE GRUNDLAG følger nu i bogens 3. del en 60 siders gennemgang af økologiens grundbegreber med hovedvægt på energitransport, stofkredsløb og stabiliserende faktorer. Den praktiske dimension glemmes ikke, og vi får bl.a. aflivet den gængse myte om havene som et uendeligt føderesservoir.

4. del handler om økologiens anvendelse belyst med tre eksempler: nordsøsilden, luftforureningen og økologisk krigsførelse. Med fra 1-2 procent af sit areal omdannet til bombekratere og store skovområder destrueret af afløvningsmidler blev Vietnam ikke blot en krigsskueplads men også et økologisk eksperiment, som i brutalitet ikke overgås af noget andet i verdenshistorien.

Bogens 5. og sidste del handler om økologi og politik. Trods vidtgående enighed må jeg her komme med min eneste indvending. Det er befriende at den i grunden borgerlige vækstdiskussion ikke tages op. Men når det ligefrem bliver til, at »en forsvarlig udnyttelse af atomkraft (vil) kunne bringe umådelige fordele i et fremtidigt samfund« (s. 189), tror jeg nok, at vækstspørgsmålet er blevet afproblematiseret lidt for vupti.

Det er svært at adskille denne holdning fra den tendens til skamrosning af østlandene, som sidste afsnit tynges af. At Øst klarer disse problemer bedre end Vest er ingen løgn, men der er nu et par ord mere at sige om den sag. Men dem vil jeg overlade til læserne.

Information 18/5 1976.

I samme serie foreligger

Mogens Buch-Hansen m.fl.

Om geografi
En introduktionsbog, 2. oplag 1976

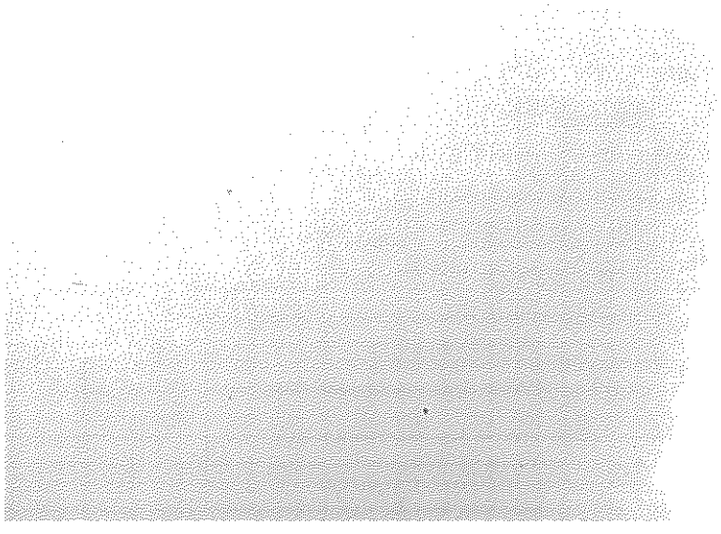
Agnete Diderichsen, Jesper Jensen
Allan Berg Nielsen

Om psykologi
En bog for begyndere, 4. oplag 1975

Arbejdsbogen, 2. oplag 1973

Hanne Reintoft

Om forsorg
En bog for begyndere, 3. oplag 1975



Peder Agger og Jesper Brandt

OM ØKOLOGI
En introduktionsbog

Hans Reitzels Forlag
København 1976

Alle rettigheder forbeholdes. Mekanisk,
fotografisk eller anden gengivelse af
denne bog eller dele deraf er uden
forlagets skriftlige samtykke forbudt
ifølge gældende dansk lov om ophavsret.
Undtaget herfra er korte uddrag til brug i
anmeldelser.
© Hans Reitzels Forlag A/S, København 1976.
Diagrammer, tabeller og kort uden kildeangivelse
© Jens Olesen, Mogens Skjoldager og forfatterne 1976.
Omslag Jan Trägårdh, IDD. Printed in Denmark
by Special-Trykkeriet Viborg a-s.

ISBN 87 412 3405 7

Indholdsfortegnelse

Forord *13*

I. Hvad er økologi? *15*

Kapitel 1. Økologiens muligheder *17*

Den økologiske krise. Menneskets udnyttelse af naturen har ændret karakter og omfang. De problemer, der følger med kaldes den økologiske krise *17*
Økologiens muligheder. Med økologien kan man beskrive, men i reglen ikke løse økokrisens problemer *18*
Verdens største dæmningsprojekt. Økologien er en ung videnskab, der oftest kun giver upræcise beskrivelser *19*
Interessen i den økologiske forskning har flyttet sig fra den enkelte organisme i dens omgivelser til idag at angå større dele af naturen *22*
Nogle grundlæggende økologiske begreber *23*
Økosystemet *24*
Økosystemet er en helhed af de enkelte elementer og deres gensidige påvirkninger *27*
Kort sagt *28*

Kapitel 2. Økologiens begrænsninger *29*

Mennesket er en organisme, der lever i komplicerede samfund *29*
Befolkningsproblemet - en biologisk proces i et menneskesamfund *30*
Børnetallet før og nu kan ses i sammenhæng med den måde man producerer på *30*
Med industriens udvikling blev det upraktisk at have mange børn, men tilpasningen til de nye tider gik langsomt *32*
Prævention har man også kendt til tidligere *33*
U-landenes befolkningsstigning kan ikke forklares biologisk, men hænger sammen med de voldsomme ændringer i samfundsstrukturen, der har fundet sted siden koloniseringen *33*
Menneskenes forhold til naturen kan beskrives økologisk. Men samfundets økologiske problemer kan kun forklares samfundsvidenskabeligt *38*
Kort sagt *40*

II. Økologiens udvikling *41*

Økologisk viden - forståelse for samspillet i naturen - har altid været nødvendigt for at et samfund kunne eksistere *42*

Kapitel 3. Det grønlandske fangersamfund i 1600-tallet *43*

Det grønlandske fangersamfund var først og fremmest baseret på sælfangst, men var iøvrigt nøje tilpasset de forskellige årstider *43*
Januar-maj boede man ved vinterbopladserne ved kysten og drev sælfangst ved åndehullerne i havisen *43*
Maj-juli drev man sælfangst fra kajak og hvalfangst fra konebåde *46*
August jagede man rener fra teltpladserne inde i de dybe fjorde *47*
September-december jagede man sæler og hvaler fra vinterbopladserne *48*
Opsamling af forråd var nødvendigt for at kunne modstå trange tider *49*
Kajakudstyret som eksempel på hvilke materialer der indgik i produktionen af redskaber *50*
Kort sagt *53*
De materielle forhold påvirkede arbejdsdelingen: Mændene forestod jagt og fangst, kvinderne sørgede for bolig, beklædning og madlavning *53*
Ejendomsforholdene var uskarpe. Fællesskabet var rådende i trangstider *54*
Grønlænderne opfattede den enkelte som underordnet samfundet, og samfundet som underordnet naturen *55*
Økologisk viden i det grønlandske fangersamfund. Grønlændernes kendskab til naturen blev anvendt til at lette fangersamfundets tilpasning til det naturlige økosystem *58*
Kort sagt *59*

Kapitel 4. Det færøske landbrugssamfund *60*

Indtil ca. 1850 levede færingerne af landbrug. Idag er Færøerne en fiskerination *60*
Naturforholdene vanskeliggør agerbrug *60*
Den færøske bygd består af en lille indmark »Bøen«, hvor der mest dyrkes græs. Bøen er omgivet af en udmark »Haugen«, der mest bruges til fåreavl *62*
Samspillet mellem bø og hauge sikrer den bedst mulige udnyttelse af bygdens samlede areal *63*
Kort sagt *68*
Fåregræsningen omkring Stórafjall på Sandoy - et eksempel på økologisk tilpasning. For at sikre en effektiv græsning i haugen blev fårene delt i små flokke, der havde hver sine bestemte græsgange, der vekslede med vejrforholdene *69*
Fåreavlens udvikling i vor tid. Den intensive udnyttelse af haugen er idag ophørt. Men takket være de tekniske fremskridt er udbyttet idag alligevel lige så stort som i gamle dage *70*
Økologisk tilpasning - for hvem? Der var økonomiske grunde til fåreavlens økologiske tilpasning. Fåreavlen gav vigtige eksportvarer *72*
Økologisk viden i det færøske landbrugssamfund. Landbruget krævede et indgående kendskab til dyrenes og planternes livscyklus og vækstbetingelser *76*
Kort sagt *77*

Kapitel 5. Det moderne samfunds materielle grundlag *78*

Det moderne samfund er baseret på en verdensomspændende stofomflytning *78*
Industrialismen. Udviklingen af industrialismen hang sammen med kapitalismens gennembrud. Stadig nye sider af naturen blev inddraget i produktionen, der steg kolossalt *79*
Naturressourcerne øges i takt med den teknologiske udvikling *83*
Rumskibsfilosofien. I det lange løb må også menneskets stofskifte med naturen indgå i et lukket stofkredsløb *84*
Kort sagt *86*
Teknologi og kapitalisme. Den teknologiske udvikling, stadige ændringer i forbrugernes »behov« og befolkningsvæksten kan ikke forklare produktionens vækst i sig selv og de mange sider af produktionen, der ikke har noget formål. Det er heller ikke nok til at forklare rovdriften på ressourcerne og de stadigt stigende affaldsmængder *87*
Hvilke interesser styrer hvalfangsten? Hvalernes udryddelse skyldes ikke menneskelig dumhed *88*
Udryddelsen af hvalerne hænger sammen med kapitalens stadige krav om forrentning *89*
Kort sagt *92*
Erhvervsformer i det moderne samfund. Produktionen i det moderne samfund er baseret på en stadigt stigende arbejdsdeling *92*
Arbejdsdelingen i det grønlandske fangersamfund og det færøske landbrugssamfund *94*
Økologisk viden i det moderne samfund. Med den moderne arbejdsdeling mister det enkelte menneske overblikket over de økologiske kredsløb, i hvilke det indgår. Samtidigt kræver de stadigt mere omfattende indgreb i naturen et øget overblik over konsekvenserne af disse indgreb. Dette overblik kan kun skabes gennem systematisk forskning i de problemer, der knytter sig til menneskets stofskifte med naturen. En del af denne forskning varetages af den økologiske videnskab *96*
Kort sagt *97*

III. Økologiens grundbegreber *99*

Indledning *100*

Kapitel 6. Energi *101*

Alle livsprocesser er ledsaget af energiomsætning. Fra solen optages energien af planterne, der opbygger energirigt organisk stof. Ved planternes nedbrydning frigøres energien gradvist og forlader kloden igen som varme *101*
Fotosyntesen *102*
Sekundærproduktionen: Planternes nettoproduktion kan enten bruges til deres vækst eller til planteæderes eller nedbryderes respiration og vækst *104*
Energi kan udføre arbejde, men kun en del omdannes til nyttigt arbejde. Resten vil uvægerligt blive omdannet til varme *106*
Kort sagt *107*
Via fødekæder strømmer energien gennem økosystemerne *108*
Højere oppe i fødekæden er der som regel færre dyr, mindre biomasse og altid mindre energiomsætning *112*
Kort sagt *113*
Produktionen i havet er stor og på mange måder mere overskuelig *114*
Især lys og næringssalte virker begrænsende for produktionen i havet *115*
Fødekæderne i havet er ret overskuelige. Forholdet mellem produktionen i et led og det næste er som 5:1 *117*
En begrænset forøgelse af fødeproduktionen fra havet er mulig *119*
Kort sagt *121*
Jordens energiregnskab *122*

Kapitel 7. Stofkredsløb *124*

Vandets kredsløb. Alle organismer er afhængige af vand. Der er næppe nogen miljøfaktor, der præger vegetationen på land så afgørende som vand *125*
Vand er en vigtig faktor i landbruget *127*
Kort sagt *130*
Kvælstof *130*
Fosfor *132*
Bioakkumulation. Når nogle stoffer optages lettere i organismen end de udskilles, taler man om bioakkumulation. Er det gifte, giver det problemer *135*
Kort sagt *139*

Kapitel 8. Stabilitet *140*

Tilbagekobling eller feed-back. Den gensidige regulering af antallet af byttedyr og antallet af rovdyr er et eksempel på tilbagekobling *140*
Stabilitet i økosystemer. De mange veltilpassede tilbagekoblingsmekanismer gør det ubelastede økosystem relativt stabilt *143*
Udvikling i økosystemer - succession. Overlades et belastet økosystem til sig selv, vil det undergå en række forudsigelige ændringer - en succession - frem mod en sluttilstand, klimakssamfundet *144*
Tolerance. Den enkelte organisme har en vis tolerance overfor pludselige ændringer i miljøet *148*
Tilpasning. Den enkelte organisme kan indenfor visse grænser lidt efter lidt tilpasse sit toleranceområde til ændrede ydre forhold *150*
Adaptation. Når de arvelige egenskaber i hele bestanden af organismer ændres som svar på en ydre (langvarig) påvirkning, taler man om adaptation *152*
Stabilitetsområde. Indenfor stabilitetsområdet er negative tilbagekoblingsmekanismer i funktion. Udenfor - positive tilbagekoblingsmekanismer *154*
Stabil - begrænset og dynamisk ligevægt. Biologiske systemer er i dynamisk ligevægt *156*
Kort sagt *157*

IV. Økologiens anvendelse *159*

Indledning *160*

Kapitel 9. Nordsøsilden - En fornyelig ressource *161*

Fangstudsigterne kan bedømmes på to måder *161*
Ved den direkte metode sammenholdes fangst med fiskeriindsats *162*
Ved den indirekte metode studeres vækst, dødelighed og rekruttering *163*
Når fiskeriindsatsen går op, går antallet i bestanden ned *165*
Væksten kan ændres, når fiskeriindsatsen stiger *166*
Fisken må have tid til at vokse *166*
Fisken må have tid til at formere sig *167*
Kort sagt *168*
Ved at regulere på maskevidde og antal af skibe kan vi bestemme, hvor stor silden er inden den fanges, og hvor stor en del af bestanden, der årligt tages *168*
Økonomi og politik. Der er mange tildels modstridende økonomiske interesser i sildefiskeriet *170*
Når der er færre sild må energistrømmen finde andre veje *172*
Havenes forurening er en trussel mod fremtidens fiskeri *174*
Kort sagt *174*

Kapitel 10. Luftforurening *175*

Luftens og dermed regnens tiltagende indhold af syre har bevirket, at tæringen på maskiner og bygninger er 4-5 doblet *175*
Når det regner med svovlsyre *176*
Svovldioxid skader luftvejene *176*
Indvirkningen på naturen *179*
Kort sagt *180*
Drivhuseffekt. Den kuldioxidholdige atmosfære beskytter jorden som glastaget på et drivhus *181*
Atomkraften er en mulig vej til luftforbedring, men skaber også problemer *184*
De radioaktive stoffer omdannes lidt efter lidt *186*
For - eller imod atomkraft? *186*
Uheld ved driften *187*
Affaldsproblemerne er uoverskuelige *187*
Kort sagt *189*

Kapitel 11. Økologisk krigsførelse *190*

Tropeøkologi *190*
Strategi *192*
Afløvning og destruktion af afgrøder *192*
Bulldozere og bombehuller *194*
Klimatologisk krig *195*
Samfundets nedbrydning *197*
Kort sagt *197*

V. Økologiske problemer og politik *199*

Kapitel 12. Økologiske problemer og politik *201*

Økologien er et redskab *201*
Indgreb i naturen giver ny viden, der kan føre til nye indgreb, der o.s.v., o.s.v. *202*
Vort stofskifte med naturen omfatter nu hele kloden *204*
Forureningen i forskellige dele af verden *205*
Miljøbeskyttelsen i Danmark *207*
Forureningsrådet sammensættes så erhvervslivet får gode kår *208*
Miljøloven *210*
Miljøteknologien - en ekspanderende branche *211*
Indenfor industrien er der forskellige interesser *213*
Kort sagt *214*
Man skal ikke bevare naturen for dens egen skyld, men for menneskets. Miljøbevægelsen i USSR *215*

Miljøproblemer i u-landene *217*
U-landene er fattige *218*
Det tropiske klima i u-landene giver særlige miljøproblemer *218*
Den grønne revolution *221*
Kort sagt *223*

Fremmedord og fagudtryk *225*
Forslag til videre læsning *233*
Vigtigste referencer *235*
Indeks *238*

Forord

»Om økologi« er en introduktion til økologien, skrevet så den skulle kunne læses af unge fra omkring 16-års alderen. Det har ved udarbejdelsen af bogen været et mål, at den skulle kunne anvendes i undervisningen i det danske gymnasium og HF. Ved valget af eksempler er der derfor taget hensyn til de krav, der fra Undervisningsministeriet stilles til gymnasiets biologi- og geografiundervisning samt til orienteringsfag i HF. Vi tror også at bogen skulle kunne anvendes på seminarier, højskoler, til studiekredse m.v. Vi håber desuden, at bogen i særlig grad på grund af de synspunkter den anlægger, vil kunne anvendes som inspiration for biologi- og geografilærere i folkeskolen.

Når man beskæftiger sig med økologiske problemer, støder man på en meget væsentlig hindring: Det fordrer nemlig en viden og en forståelse, der går på tværs af skillelinien mellem natur- og samfundsvidenskaberne. Vi har derfor lagt stor vægt på denne nødvendige tværfaglighed, først og fremmest ved at fremdrage forbindelsen mellem den biologiske økologi og den side af geografien, der ofte kaldes kulturøkologi.

Bogen tager udgangspunkt i det meget brede dagligdags økologibegreb, der omfatter såvel samspillet mellem de ydre (af mennesket påvirkede) miljøfaktorer, som egentligt biologiske processer.

1. del beskriver de muligheder studiet af disse sammenhænge indebærer for reguleringen af det ydre miljø, men påpeger samtidig også de begrænsninger, der gælder for anvendelsen af den økologiske betragtningsmåde. Efterhånden drejes økologibegrebet bevidst mere i retning af den afgrænsning, der er gængs indenfor den biologisk-økologiske videnskabstradition, der klart ligger til grund for bogens 3. del: økologiens grundbegreber. 2. del omhandler udviklingen af behovet for økologisk viden, mens 4. del omhandler eksempler på økologiens anvendelse. På denne måde har vi søgt at sætte den egentlige biologiske økologi ind i en historisk-samfunds-

mæssig sammenhæng, og bogens titel skal derfor tages bogstaveligt: »Om(kring) økologi«.

Hverken biologien eller geografien kan alene beskrive og forklare sammenhængen mellem miljøfaktorerne. Vi har derfor fundet det vigtigt at vise, at hvor biologien er et nødvendigt redskab for at kunne beskrive og forklare væsentlige sider af miljøproblemerne, er geografi et lige så nødvendigt redskab til at forklare mange af problemernes samfundsmæssige sider.

Vi har endvidere lagt vægt på at vise, at økologien begrænser sig til at fremstille og forklare miljøproblemerne. Økologien løser ikke problemerne, den kan højst beskrive de virkninger, forskellige løsninger måtte indebære. Selve problemernes løsning vil derimod altid kræve politisk stillingtagen.

Det er derfor ikke tilfældigt, at denne bog er blevet til ved et samarbejde mellem en geograf og en biolog. Også i illustrationerne har dette samarbejde vist sig nødvendigt og frugtbart, idet Mogens Skjoldager er geograf ved Vallensbæk statsskole og Jens Olesen biolog ved Odense universitetscenter. Vi har mange gange været tvunget til at gå ud til kanten og udover, hvad der egentlig kan betegnes som vores fag. Dette indebærer naturligvis en fare for at arbejdet bliver behæftet med fejl, og vi vil hilse enhver kritik og rettelsesforslag velkommen. Alligevel har vi ment det nødvendigt, at nogen vover pelsen.

Vores betingelser for at kunne udføre dette tværfaglige arbejde har været særdeles gunstige, idet forfatterne har haft til huse dør om dør på den naturvidenskabelige basisuddannelse ved Roskilde Universitetscenter. Dog har arbejdet i kortere og længere perioder måttet ligge stille på grund af andre presserende opgaver, hvilket ikke har kunnet undgå at påvirke det endelige resultat. Således har det været nødvendigt at udskyde et planlagt opgavesæt i forbindelse med de enkelte kapitler. Netop i forbindelse hermed vil vi være meget interesserede i at få kontakt med så mange som muligt af dem, vi håber vil anvende bogen i undervisningsøjemed.

For at gøre bogen så anvendelig som muligt i den danske skole har vi fortrinsvis valgt eksempler, der er relevante i denne forbindelse (Grønland, Færøerne, Nordsøens fiskeri, luftforureningen over København).

Marts 1976 Forfatterne

I. DEL

HVAD ER ØKOLOGI?

Kapitel 1

ØKOLOGIENS MULIGHEDER

Den økologiske krise

Menneskets udnyttelse af naturen har ændret karakter og omfang. De problemer der følger med kaldes den økologiske krise

For 5 år siden var der her i landet næppe mere end 1 ud af 1000, der kendte ordet økologi. Idag er det et ord, der anvendes dagligt i presse, radio og TV. Dér bruges det mest som en samlebetegnelse for en række erkendte problemer omkring samfundets forhold til naturen.

Menneskeheden har, så længe den har eksisteret, øvet indgreb på naturen. Man har drevet jagt, ryddet land til dyrkning, opgravet råstoffer af jorden o.s.v. Disse indgreb er simpelthen en forudsætning for menneskehedens overleven.

Men i vore dage er vore muligheder for at øve indgreb så store, at det har afgørende indflydelse på den natur, der omgiver os. Og disse muligheder har udviklet sig hurtigere end vores viden om, hvad de kan medføre af uønskede bivirkninger.

Skove og græsningsområder udnyttes på stadigt flere måder. Landbruget udvikles mere og mere i retning af mekaniseret stordrift. Skadedyrskontrol og kunstig dyrknings- og gødningsteknik får større og større betydning. Samtidig er væksten i verdens befolkning stadigt stigende. Fiskeressourcerne er i store dele af verden overudnyttede, og i verdensmålestok er man ved at nå den maximale grænse for, hvad der kan fiskes af de traditionelle fiskearter. Den industrielle udnyttelse af vandressourcer, mineraler og energiressourcer stiger eksplosivt. Dette indebærer truslen om, at visse ikke-fornyelige forekomster (som olie, tin og kviksølv) snart vil være udtømte. Og det betyder, at vi er på vej mod den øvre grænse for, hvad man løbende vil kunne udnytte af de fornybare ressourcer

(vand, landbrugsproduktion m.v.). Derudover er der med den ændrede og voksende industriproduktion fulgt et hav af nye naturfremmede stoffer. De vil i større eller mindre udstrækning være en trussel mod naturen, når de ender som affald. I det hele taget er det vanskeligt at forudsige hvilke konsekvenser for naturens balance, landbrugets og industriens forurening vil have på længere sigt. Dermed påføres det naturgrundlag som menneskelivet hviler på ukendte risici.

Hvilke farer indebærer alt dette?

Det er disse problemer, der har fået den samlede betegnelse *den økologiske krise,* og som frygtes at ville føre til en *økokatastrofe.*

Dermed hentydes til, at der skulle være tale om så omfattende problemer, at de skulle kunne true selve menneskehedens fremtid.

Økologiens muligheder
Med økologien kan man beskrive, men i reglen ikke løse økokrisens problemer

Gennem pressens og TV's behandling af de økologiske problemer er økologien kommet til at stå som den videnskab, der kan løse den økologiske krise. Også blandt fagfolk er denne opfattelse af økologien udbredt. Således udkom for et par år siden en bog om økologi skrevet af nogle af Sveriges førende økologer. Den bar titlen: »Derfor økologi - videnskaben om vor overlevelse«.

Vi der har skrevet denne bog, mener, at det er en forkert synsmåde. Vi mener, at det svarer til, at en fabriksejer, hvis virksomhed kørte med underskud, troede, at fabrikkens økonomi alene kunne rettes op gennem et dybtgående studium af regnskabslære. Selv om regnskabslære er både god og nyttig og vil kunne bidrage til at give fabriksejeren et overblik over virksomhedens økonomi, kan det ikke løse hans problemer, ligeså lidt som det behøver at rumme selve årsagen til problemerne.

Vi finder, at økologien er et vigtigt redskab for menneskene, ganske som matematik, geografi, historie eller psykologi. Men vi finder det samtidig vigtigt at understrege, at læren om økologi og læren om den økologiske krise er to forskellige ting. Økologi er læren om naturens husholdning. Den økologiske krise drejer sig om en række samfundsskabte problemer. Disse kan *beskrives* ved hjælp af økologien, som derved kan bidrage til en kortlægning af

problemerne. Men det betyder ikke, at økologien dermed også kan løse problemerne. For løsningerne kræver, at der tages beslutninger, og beslutninger påvirkes stærkt af de samfundsmæssige forhold.

Næsten alle former for produktion har større eller mindre bivirkninger. Økologien kan medvirke til at kortlægge disse bivirkninger, således at beslutninger vedrørende produktionen kan foretages på et bedre grundlag.

Lad os se på et eksempel på, hvorledes økologien har haft betydning for sådanne beslutninger.

Verdens største dæmningsprojekt
Økologien er en ung videnskab, der oftest kun giver upræcise beskrivelser

I 1966 blev der i Sovjetunionen fremsat lovforslag om en gigantisk plan, der ville være blevet verdens største dæmningsprojekt, såfremt planen var blevet gennemført.

Man ville lægge en kæmpedæmning på tværs af Ob-floden i Sibirien dels for at kunne lede vandet til de tørre områder i det sydlige Sibirien dels for at kunne udnytte vandkraften til elektricitetsfremstilling. Det vandreservoir, der ville danne sig bag dæmningen, ville dække et område på størrelse med Tjekkoslovakiet eller tre gange Danmarks areal.

Planens offentliggørelse medførte mange protester. En gruppe geografer påpegede, at man, hvis dæmningen blev placeret højere oppe ad floden, ville kunne nøjes med et langt mindre reservoir. Og mange af de nedenfor liggende sumpområder ville kunne afvandes og derefter blive taget i anvendelse. En anden forsker påpegede, at der sandsynligvis var olie under jorden i det område, man ville oversvømme. En undersøgelsesgruppe fandt, at der i det truede område fandtes brunkul og tørv nok til at forsyne tre kraftværker med samme kapacitet som det planlagte vandkraftanlæg. Og ikke mindst blev det fra mange sider anført, at når skoven forsvandt, der hvor den store sø ville blive skabt, ville træernes læ-givende effekt forsvinde, og dette ville medføre, at det sydlige Sibirien ville blive mere udsat for kolde nordenvinde.

Men dæmningsbyggerne holdt hårdnakket på deres plan. Efter at diskussionen havde bølget frem og tilbage i 19 måneder besluttede Sovjets Nationale Planlægningskommission, at dæmningsbygge-

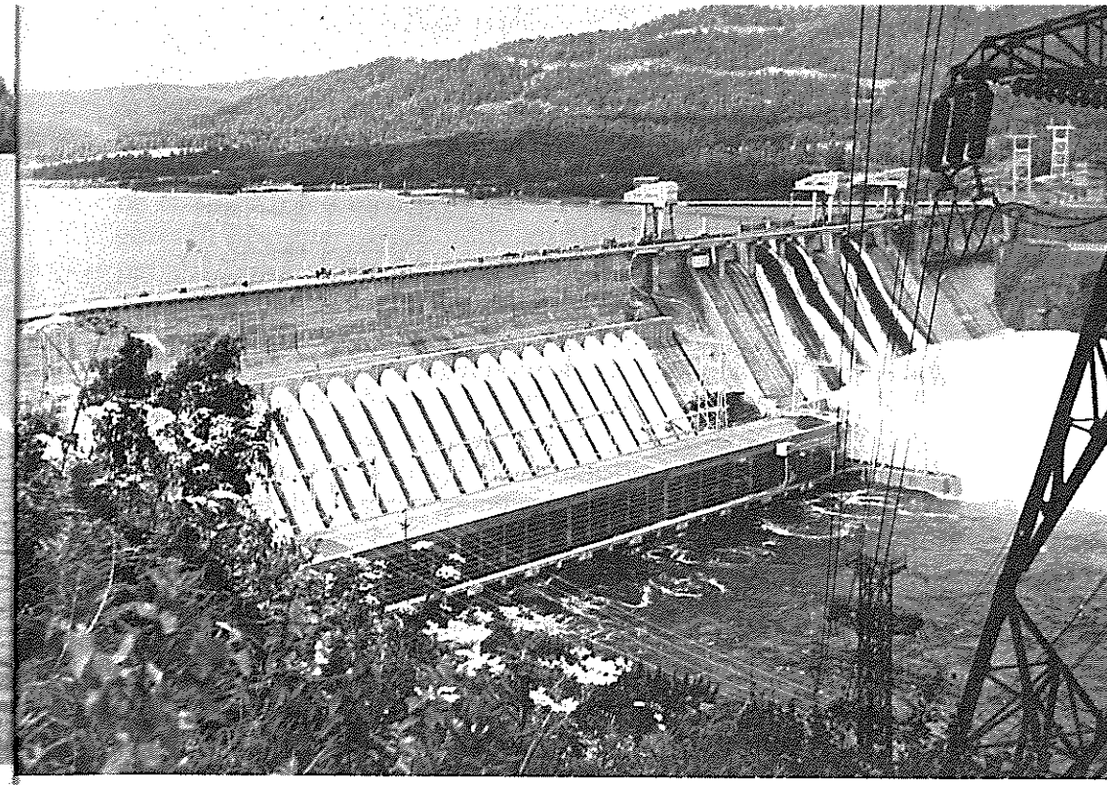
(Foto: Landsforeningen Danmark-Sovjetunionen)

Fig. 1. Den 5.300 km lange Ob er en af verdens længste floder. Fra Obs biflod Irtysj har man planlagt at anlægge en mere end 3.000 km lang vandvej sydpå. Ved byen Tobolsk vil man ved hjælp af kraftige pumpestationer hæve vandet op til 80 meters højde, hvorpå det af sig selv kan strømme gennem et kanalsystem ned gennem Kazakhstan. Herfra vil kanalen føre øst om Aral-søen gennem Uzbekistan og munde ud i floden Amurdarja. Det antages, at floderne Ob og Irtysj ialt kan tappes for 4,5 mia. kubikmeter vand årligt, uden at det vil øve indflydelse på naturforholdene i Sibirien. Dette svarer til ca. 0,5% af flodernes samlede vandføring.

riet ikke kunne igangsættes. Kommissionen mente ikke, man vidste tilstrækkeligt om, hvilke konsekvenser det ville få, at man fældede skovene og oversvømmede formodede olie- og gasfelter. Man forlangte en ny undersøgelse.

Først nu, ca. 10 år senere efter lange og omhyggelige undersøgelser, er man ved at udføre planerne om at tappe vand fra de sibiriske floder, men foreløbigt kun i meget beskeden målestok.

Eksemplet viser, hvor tilbagestående den økologiske videnskab er, når den skal anvendes i forbindelse med så store og vigtige projekter. Man kunne sige noget generelt om, at klimaet ville blive koldere men ikke hvor meget. Man kunne heller ikke nærmere



(Foto: Landsforeningen Danmark-Sovjetunionen)

Fig. 2. Opdæmningen af floder har ikke blot til formål at lede vand til landbrugsproduktionen i mere nedbørsfattige områder. Det har også stor betydning for kraftforsyningen. På billedet ses verdens største vandkraftværk, der ligger ved Krasnoyarsk i Sibirien. Kraftværket har en kapacitet på 6 mill kW, hvilket er mange gange større end selv de største atomkraftværker idag.

angive konsekvenserne for dyre- og plantelivet. Det var kun muligt at gisne om den betydning det vil have for de atmosfæriske forhold. Og næsten intet kunne siges om konsekvenserne for andre områder, f.eks. de sydligere beliggende, tørre stepper. Vil nedbørsmængden stige der, og hvordan vil temperaturen blive?

Men konklusionerne fra økologisk hold bliver ofte af typen: »Vi kan se risikoen for nogle måske meget ubehagelige konsekvenser, men vi kan ikke overskue dem i detaljer. Vi kan kun meget vagt beskrive konsekvenserne. Og vi ved ikke særligt præcist, hvor overhængende faren er.«

Hvad beslutningstagerne derfor bliver stillet overfor, er ikke en afvejning af om de ubehageligheder et projekt medfører, opvejes af de fordele det vil indebære. Det bliver i stedet et spørgsmål, om man tør tage den risiko, det kan påvises, at der ligger i projektet. Det

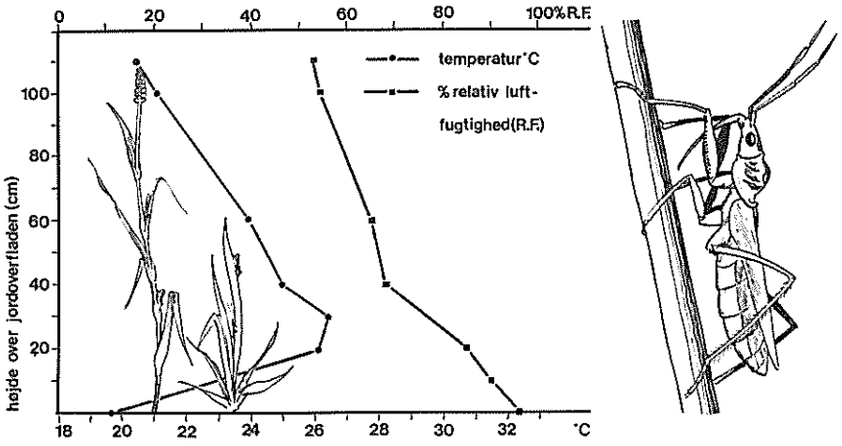


Fig. 3. Tidligere beskæftigede hovedparten af den økologiske forskning sig med studier af den enkelte dyre- eller plantearts forhold til omgivelserne. Her er vist et eksempel på et sådant autøkologisk studie: En tægearts forekomst i relation til temperatur- og fugtighedsforhold. Arten forekommer ikke i de tørre øvre lag af vegetationen, men findes kun længere nede, hvor luftfugtigheden er højere og temperaturen også er høj.

bliver med andre ord et spørgsmål om, hvor forsigtig man vil være, når man tager beslutning om omformning af naturen.

Interessen i den økologiske forskning har flyttet sig fra den enkelte organisme i dens omgivelser til idag at angå større dele af naturen

Hidtil har økologien i væsentlig grad beskæftiget sig med, hvad vi kan kalde mikro-niveauet. Det vil sige, at man for eksempel har studeret en enkelt dyrearts vekselspil med sine omgivelser (f.eks. en tægearts afhængighed af temperatur og fugtighed se fig. 3).

Nu hvor menneskets muligheder for at foretage omfattende indgreb i naturen er vokset betydeligt, er også behovet for studier af større økologiske sammenhænge i naturen øget. Da vi yderligere nu med billeder nedtaget fra satellitter og med elektroniske regnemaskiner er blevet i stand til at overvåge store områder og til at behandle meget store datamængder, spiller studier af større og mere komplekse forhold en stadigt større rolle.

Man kan håbe på, at økologien i fremtiden vil kunne levere mere præcise forudsigelser af, hvad f.eks. et stort dæmningsprojekt vil betyde for dyre- og plantelivet. Men dermed er problemerne nok beskrevet, men ikke løst. Hvilken løsning der vælges, afgøres af dem, der styrer, udfra en afvejning af fordele og ulemper ved det ene eller det andet valg. Men som det er idag, kommer de økologiske argumenter ofte til kort, fordi de er så upræcise. Og i et land som Danmark har argumenter med kroner og øre langt mere slagkraft i den politiske diskussion end vage udsagn om en eventuel fremtidig svækkelse af befolkningens sundhed eller af miljøets forskellige kvaliteter.

At udfaldet af det omtalte dæmningsprojekt blev, som det blev, kan formentlig ses i sammenhæng med landets politisk-økonomiske system, hvilket vi vil komme tilbage til senere. Her skal vi se lidt nøjere på nogle vigtige økologiske begreber (økosystem og biosfære), som kan være til støtte for forståelsen af det følgende.

Nogle grundlæggende økologiske begreber

Ordet økologi er sammensat af de to græske ord oikos og logos, som betyder henholdsvis hus og lære. Vi kan sige, at økologi er naturens husholdningslære. Denne husholdningslære omfatter både huset og alle dets beboere. Det, der holdes hus med, er den fra solen kommende energi og de fra kloden kommende stoffer. Økologien er således en meget omfangsrig videnskab, og den er da også delt op i mange underafdelinger: efter miljøet (f.eks. ferskvandsøkologi, jordbundsøkologi, marinøkologi), efter organismerne man studerer (f.eks. botanisk økologi, mikrobiel økologi), eller efter hvilke sammenhænge man studerer, d.v.s. om man studerer den enkelte arts forhold til omgivelserne (autøkologi se fig. 3), eller man studerer større komplekse sammenhænge med andre arter (synøkologi se fig. 4). I denne bog vil vi ikke skelne mellem den ene eller den anden slags økologi - det er kun den økologiske forskning, ikke naturen, der er opdelt i disse videnskabelige discipliner. Vi vil begrænse os til at behandle en række grundlæggende lovmæssigheder, der gælder for arternes vekselvirkning med hinanden og med den omgivende døde natur og belyse det med korte eksempler (i III. Del). Men inden da vil vi bruge megen tid på at diskutere, hvorfra behovet for en videnskab som økologien stammer (i II. Del). Og endelig vil vi undersøge, hvorledes den økologiske viden anvendes idag (i IV. Del).

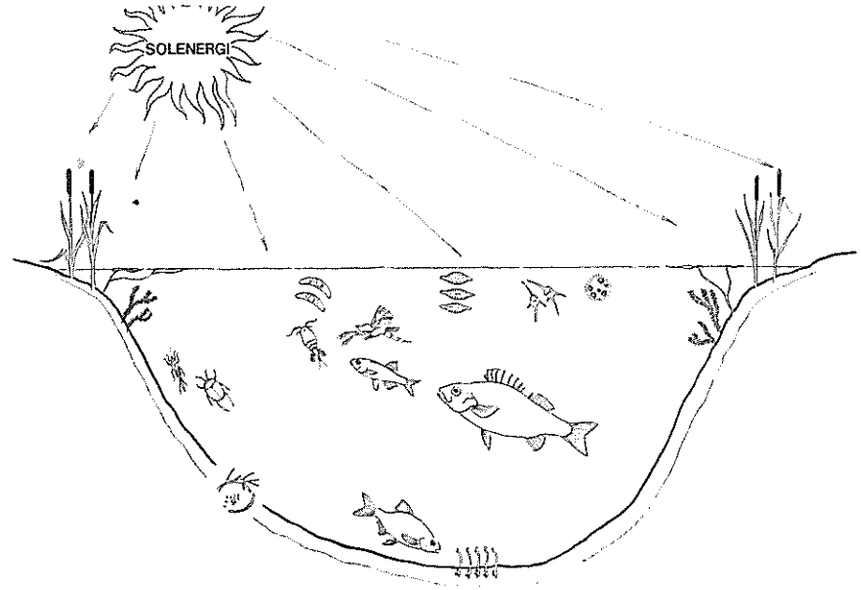
Når det overhovedet idag er blevet »in« at snakke så meget om økologi, skyldes det, som vi allerede har nævnt, at en lang række problemer i menneskets forhold til naturen har vundet større offentlig opmærksomhed. Det er blevet vigtigt at få svar på spørgsmålet om, hvordan produktionen af nyt stof foregår, hvor meget jorden kan bære af forurening, og om hvordan balancen i naturen holdes. Dette har ført til, at man i stigende grad erkender, at jordkloden har en endelig størrelse, landmasserne en endelig udstrækning, og atmosfæren og havet et endeligt rumfang. Der er grænser for, hvor mange vi kan være, grænser for, hvor mange råstoffer vi kan grave op af jorden og grænser for, hvor meget affald vi kan hælde ud igen.

Jorden kan betragtes som et rumskib, hvor man må holde hus med de ressourcer man har med, og den energi man kan opfange fra solen. Denne rumskibsfilosofi kan udtrykkes som
1) alting er indbyrdes forbundet,
2) intet forsvinder eller alt havner et eller andet sted.

Økosystemet

Når man skal beskrive, hvad et hus er, så er det ikke nok at fortælle, at det består af så og så mange mursten, vinduer, døre o.s.v. Med disse materialer kan der laves mange forskellige slags huse. Husets *struktur* skal med andre ord også beskrives. Endvidere bør en beskrivelse af huset også indeholde noget om de omgivelser huset er beliggende i. Men herudover må der siges noget om, hvad huset bruges til: Det er en bolig for mennesker. Det skal værne mod regn og kulde. Det er rammen om en række menneskelige aktiviteter: Der spiser de, der tager de mod besøg, der sover de. Men det kunne også være, at huset havde en anden funktion. Det kunne måske være blevet indrettet til ungdomsklub. Huset ville stadig bevare den samme struktur, men dets funktion ville være helt anderledes.

Vi ser med andre ord, at et hus er mere og andet end summen af de elementer (mursten, døre o.s.v.) der indgår i det. Dette princip gælder alle vegne og er en vigtig bestanddel af økologien: Overalt i naturen finder man, at helheden udviser egenskaber, som ikke blot er summen af de indgående elementers egenskaber. Derfor studerer man ikke bare de enkelte dyre- og plantearters udbredelse eller konkurrence om forskellige faktorer i naturen. Man prøver også at se på hele det kompleks, som udgøres af de forskellige arter, samt



(Efter E. P. Odum: Fundamentals of Ecology)

Fig. 4. En sø er et eksempel på et nogenlunde velafgrænset økosystem. Grænserne udgøres af undergrunden, søbredden og vandoverfladen. Systemet står i forbindelse med omgivelserne dels ved stofudveksling f.eks. af vand (fordampning, regn, til- og afstrømning), dels ved energiudveksling (f.eks. modtager solstråling og afgiver varme ved stråling).

den måde hvorpå de vekselvirker med hinanden og med det fysisk-kemiske miljø.

Miljøet består af levende (biotiske) og døde fysisk-kemiske (abiotiske) faktorer, som er uadskilleligt koblede til hverandre, og som påvirker og ændrer hinanden.

Det udsnit af naturen man vælger at studere på denne måde kaldes et *økosystem.*

Lad os som eksempel tage Sortedamssøen i København. Det er et nogenlunde velafgrænset økosystem: Søen rummer en bestand af karusser, skaller, ænder, myggelarver, orme i bunden, større planter på bunden og de fritsvømmende mikroalger oppe i vandet, hvor de svæver rundt mellem dafnier og andre smådyr. Alt dette er de biotiske faktorer. De abiotiske faktorer udgøres af det indkommende sollys, bundslammet, de opløste stoffer i vandet stammende blandt andet fra regnvandet med dets indhold af svovl, benzin-os og andre former for luftforurening.

(Fra NOAH: Nogle oplysninger om den jord, vi sammen lever på)

Fig. 5. Hele den del af kloden, hvor der eksisterer liv (biosfæren), kan betragtes som et gigantisk økosystem.

Sortedamssøen er et smukt eksempel på et økosystem, der er skarpt afgrænset fra omverdenen. Der lever ikke karusser, skaller eller dafnier og mikroalger rundt om søen, men kun i den. Men helt afgrænset er den nu heller ikke. For eksempel afgives og modtages der vand og ilt fra omverdenen (se fig. 4).

Hvad man vælger at afgrænse som et økosystem er altså i høj grad op til økologen. Den skarpe opdeling af verden i økosystemer foretages af økologerne, ikke af naturen selv. Ret beset er en skarp adskillelse ikke mulig, idet alting er indbyrdes forbundet. Men da man jo ikke altid kan studere hele kloden på én gang, er det praktisk

at afgrænse sit undersøgelsesområde. Er det i rimelig grad skilt ud fra omgivelserne kan det betegnes som et økosystem.

Er man ferskvandsbiolog er det i reglen praktisk at betragte en hel sø som et økosystem. Studerer man indholdet af mikroorganismer i koens maver, kan hver enkelt ko praktisk betragtes som ét økosystem. Og er det den globale spredning af miljøgifte eller atmosfærens tiltagende indhold af kuldioxyd man ønsker at studere, er det upraktisk og vanskeligt at komme til en forståelse af problemerne, hvis man for eksempel betragtede et enkelt mindre område alene. Her vil det være mere praktisk at betragte hele den beboede del af kloden under et som ét gigantisk økosystem - *biosfæren* (se fig. 5).

Et økosystem kan defineres som en enhed, der indeholder alle de levende organismer (samfundet) i et givent område, koblet med de abiotiske faktorer, således at en strøm af energi fører til en klart afgrænset struktur af dyre-plantesamfundet og af stofkredsløbet indenfor systemet.

Økosystemet er en helhed af de enkelte elementer og deres gensidige påvirkninger

Stadig flere økologer studerer således, hvordan økosystemerne er opbygget, og hvordan de fungerer. Disse studier omfatter både de levende dyre- og plantesamfund som helhed og de enkelte organismer, og processerne de indgår i: energistrømmen, kredsløbene og de balancemekanismer, der sikrer systemet en vis stabilitet (naturens balance).

Det er vigtigt at understrege, at økosystemet er en helhed. De enkelte elementer og de hændelser, de kommer ud for, kan ikke forstås til bunds, hvis man betragter dem isoleret. Den rolle, som en eller anden dyre- eller plantebestand indtager i et økosystem, er ikke alene et resultat af, hvad dens medlemmer er »født til« ved en arv fra forældrene. Men den er resultat af et *samspil* mellem bestandens nedarvede egenskaber og de muligheder, som miljøet byder på.

Et plantefrø rummer i sig arvelige egenskaber, der f.eks. gør, at det kan udvikle sig til en plante, der kan tåle at leve under et vist antal forskellige lysmængder. Når planten så spirer frem, har den altså mulighed for at kunne tilpasse sig et vist interval af lysmængder. Hvilket af de mulige intervaller, der bliver virkeliggjort, afhænger af miljøet, især hvor mange og hvor store de

omkringstående planter er. Gennemfører denne plante at vokse op og sætte frø, vil ikke alle planterne i næste generation have de samme nedarvede egenskaber. Nogle vil passe bedre ind i systemet end andre. De vil få bedre chancer for selv at formere sig og blive forældre til en tredje generation - dette vil efterhånden føre til, at denne plantebestands arvelige egenskaber ændres under påvirkning fra miljøet.

Samspillet mellem arv og miljø sker altså på to trin: 1) Miljøet vil være bestemmende for, hvilke af de nedarvede egenskaber hos det enkelte individ, der kommer til udfoldelse. 2) Miljøet vil påvirke bestandens arvemasse ved at påvirke, hvilke af bestandens individer, der får mest afkom.

Ligesom miljøet påvirker den enkelte organisme og bestanden af organismer, så virker disse tilbage på omgivelserne. Således har hvert træ i skoven sin egen måde at påvirke jordbunden kemisk på, og sin egen måde at påvirke fordelingen af lys og skygge på jordbunden på. Men det er ikke det enkelte træ, derimod kun de mange træer tilsammen, der formår på afgørende måde at ændre områdets jordbund og lokalklima (f.eks. muldlagets tykkelse, fugtigheden, vind og temperatur).

Kort sagt

Mennesket udnytter idag naturen på en anden måde end tidligere. Dermed er der opstået en række problemer, der samlet kan kaldes den økologiske krise.

Økologien er som videnskab et redskab, vi kan bruge til at beskrive, hvad der sker i naturen, men den er kun et redskab og rummer ikke i sig selv løsning på økokrisens problemer. Løsningen er et politisk spørgsmål.

Den økologiske forskning har haft svært ved at følge med denne udvikling. Økologien kan endnu kun give os meget upræcise oplysninger om, hvad der sker, når vi gør indgreb i naturen.

Den omfattende udnyttelse af naturen og de deraf opståede problemer har tvunget økologien til at interessere sig mere for større helheder, økosystemer, fremfor blot at beskæftige sig med den enkelte organisme i relation til sine omgivelser.

Kapitel 2

ØKOLOGIENS BEGRÆNSNINGER

Mennesket er en organisme, der lever i komplicerede samfund

Vi har i det foregående set på nogle vigtige økologiske grundbegreber. En mere præcis afgrænsning af den biologiske økologi vil vi komme tilbage til i III. Del.

Her skal vi beskæftige os lidt med den allervanskeligste form for økologi, nemlig den der omfatter menneskelivet.

Også mennesket er en organisme, hvis eksistens afhænger af, hvorledes det forholder sig til omgivelserne. Vort stofskifte med naturen er i princippet underkastet de samme evige naturmæssige betingelser som alle andre organismer. For at kunne overleve kræver også mennesket luft, vand, varme og en mangesidig næringstilførsel. For at kunne sikre sig disse ting må det forholde sig aktivt såvel til de fysiske omgivelser som til de andre mennesker, det er nødt til at samarbejde med for at kunne overleve.

Det er derfor ikke mærkeligt, at mange har følt sig fristet til direkte at overføre de lovmæssigheder, man har fundet frem til gennem studiet af dyrs og planters forhold til deres omverden, til det menneskelige samfund. Men selv om mennesket er afhængigt af naturen, ganske på samme måde som alle andre organismer er det, så er de love, der styrer det menneskelige samfund, uendeligt meget mere komplicerede end dem, der gælder i »naturlige« samfund. Og de økologiske lovmæssigheder, som videnskaben har fundet frem til gennem studiet af naturen, er så grove og generelle, at de stort set er uanvendelige som redskaber, når man vil beskrive menneskesamfundet.

Befolkningsproblemet
- en biologisk proces i et menneskesamfund

Lad os som eksempel se på økologiens anvendelse i beskrivelsen af verdens befolkningsproblemer.

Den befolkningseksplosion, der kendetegner verden idag, betragtes af visse økologer som en rent biologisk proces, som iøvrigt skulle være den vigtigste årsag til »den økologiske krise«.

Vi finder det vigtigt at understrege, at dette ikke er tilfældet. Befolkningsudviklingen er ikke en selvstændig biologisk proces, løsrevet fra det økonomiske liv.

Børnetallet før og nu kan ses i sammenhæng med den måde man producerer på

De færreste familier i Danmark sætter idag mere end 2-3 børn i verden. Det er ikke, fordi forældrene ikke holder nok af hinanden. Det er i reglen heller ikke fordi, de ikke er i stand til at give børnene mad nok. Men det er først og fremmest, fordi det ikke er særligt praktisk at have mange børn i det samfund vi lever i. Får man mere end et par børn, betyder det ofte, at man må flytte til en større og dyrere bolig. Og flere børn er ofte uforeneligt med ønsket om, at begge ægtefæller skal kunne arbejde. Kravet til en længerevarende uddannelse er svært at forene med ønsket om at få børn, mens man er ung.

Det så anderledes ud for bare 100-150 år siden herhjemme. Dengang var det praktisk at have mange børn. (Vi ser her bort fra forholdene i den talmæssigt lille overklasse). Landbruget var ikke særligt teknisk udviklet. Og produktionen var nødvendigvis baseret på tungt legemligt arbejde. Det gjaldt derfor om, at familien rådede over så megen arbejdskraft som muligt. Det var samtidigt den bedste måde at sikre sin alderdom på. Jo tidligere man stiftede familie, des flere børn kunne man forvente at få.

Mange børn var også nødvendigt på grund af den høje dødelighed. For lidt regn eller for megen nedbør kunne føre til hungersnød (og død). Både produktionen og indkomsten var for størstedelen af befolkningen uhyre lav. Mange led af underernæring. Dette medvirkede til at nedbryde modstandskraften mod

(Foto: Nationalmuseets billedarkiv, nr. 11.681/64)

Fig. 6. I gamle dage var det vigtigt, at landbrugsfamilien rådede over så stor en arbejdskraft som muligt. Børnene behøvede ikke at være ret gamle, før de kunne hjælpe med i markarbejdet eller være med til at passe husdyrene. Billedet der er fra 1921 viser en husmandsfamilie med 12 børn fra landsbyen Dons nord for Kolding.

sygdomme, og epidemier var udbredte. De gode gamle dage var ikke så gode, som nogle gerne vil gøre dem til.

Vi kan altså sige, at antallet af børn har været planlagt både i gamle dage og i vor tid. De mange børn i gamle dage var planlagt ud fra de krav, som lå i det daværende landbrugssamfund. De få børn idag planlægges ud fra de krav, som ligger i den industrielle produktion.

Vi kan altså generelt sige, at antallet af børn er bestemt af den måde, samfundet producerer på.

(Foto: Gregers Nielsen)

Fig. 7. Den ideelle kernefamilie har idag to børn.

Med industriens udvikling blev det upraktisk at have mange børn, men tilpasningen til de nye tider gik langsomt

Med kapitalismens og industrialismens gennembrud skete der store omvæltninger i den måde man producerede på. Beskæftigelsen i industri- og serviceerhverv tog til på bekostning af landbruget. Befolkningen koncentreredes i byerne. Udviklingen af teknikken øgede produktiviteten af arbejdet. Det var kun en lille del af denne produktivitetsstigning, der i begyndelsen tilfaldt den arbejdende befolkning. Alligevel betød de økonomiske, tekniske, medicinske og sociale fremskridt efterhånden et fald i dødeligheden.

Efter hvad vi fandt ud af før, skulle vi umiddelbart tro, at der allerede på dette tidspunkt måtte ske et fald også i antallet af fødsler. Det gjorde der ikke. Faldet i fødsler blev »forsinket«. Nødvendigheden af mange børn i gamle dage var cementeret godt fast i bevidstheden som moral, religion og ideer.

Når den måde man producerer på - og dermed samfundet - ændres, så er det ikke mærkeligt, at tankerne ikke umiddelbart følger med. Det man har lært i sin barndom og ungdom som værende rigtigt, tror man i reglen på gennem hele livet, også selv om verden udenom forandrer sig. Der bliver en brydningstid med generationskløfter, en tid hvor de ændrede produktionsforhold påvirker tankerne og ideerne, og hvor tankerne og ideerne igen virker tilbage på produktionens udvikling. Men i sidste instans virker udviklingen i produktionen og den måde man producerer på afgørende ind på, hvilke ideer man har, herunder også hvor mange børn man anser det for godt at have.

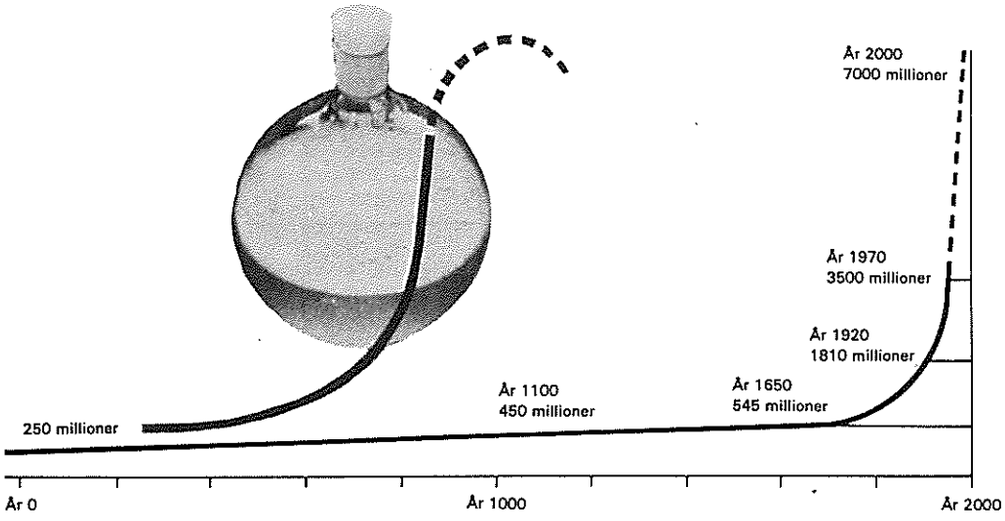
Prævention har man også kendt til tidligere

Som forklaring på at der fødes færre børn idag end tidligere angiver man ofte opdagelsen - og indførelsen af præventive midler, først og fremmest kondomet, i de allerseneste år også p-pillen. Men man må ikke overvurdere betydningen af dette. Også i gamle dage har man kendt til præventive midler og metoder, selvom de har været af en noget mere usikker karakter end idag.

I områder hvor man ikke med den eksisterende teknologi har været i stand til at udvide landbrugsproduktionen, har man på forskellige måder løst problemet med befolkningens vækst. Visse primitive stammer i Australien vides at have foretaget en operation på manden, således at sæden forlod sædstrengen ved roden af penis. Ville man have et barn, sørgede man for at holde åbningen lukket med en finger. På Færøerne anvendte man i gamle dage fåretarme som kondomer. I Finland har de varme saunabade fungeret som prævention, idet sædcellerne bliver dræbt ved opvarmning af pungen. Andre steder har man anvendt mere barske metoder som spædbørnsdrab.

U-landenes befolkningsstigning kan ikke forklares biologisk, men hænger sammen med de voldsomme ændringer i samfundsstrukturen, der har fundet sted siden koloniseringen

Befolkningsstigningen i de fleste u-lande er meget stor, mellem 2 og



(Efter NOAH: Nogle oplysninger om den jord, vi sammen lever på)

Fig. 8. Befolkningsvæksten sammenlignes ofte med den formering, der kan iagttages, når man dyrker mikrober i en glaskolbe med en gunstig næringsblanding.

3% om året (mod 1% i Europa). Det er u-landenes befolkningstilvækst, man først og fremmest tænker på, når man taler om »befolkningseksplosionen«. Det er denne vækst, der ofte sammenlignes med den formering, der kan iagttages, når man dyrker mikrober i en glaskolbe med en gunstig næringsblanding. Formeringen foregår langsomt i begyndelsen, men efterhånden sker øgningen hurtigere og hurtigere. Men på et tidspunkt bliver forsyningerne knappe. Og mængden af de spildprodukter, der dannes ved mikrobernes stofskifte, stiger, da de ikke fjernes fra kolben. Efterhånden vil de virke som en gift, der hæmmer den videre formering - og kulturen går ind i sin dødsfase (se fig. 8).

Men den sammenligning er vildledende. For mennesket formerer sig ikke som fluer eller mikrober. Vi har lige set, hvordan befolkningsudviklingen herhjemme afhang af den økonomiske udvikling. Vi må betragte befolkningsudviklingen i u-landene udfra den samme synsvinkel. Og vores første spørgsmål må her være: Foregår den økonomiske udvikling i u-landene på samme måde, som den har gjort i i-landene bare ca. 100 år forsinket?

Svaret er både ja og nej.

Vi kan genkende visse træk: Nedgangen i dødelighed på grund af

medicinske fremskridt. En vis nedbrydning af de isolerede landsbysamfund. En stigende afhængighed af lønnet arbejde. En flugt til byerne. Et stigende behov for uddannelse. - Altsammen ting der skulle skabe mulighed for en nedgang i antallet af fødsler. Men det er endnu kun sket i ringe grad. For denne udvikling går langsomt.

Og her må vi fremhæve det, der adskiller u-landenes udvikling fra i-landenes: Nemlig at praktisk taget alle u-landene har været i-landenes kolonier. Det har været en udbredt opfattelse, at jo mere forbindelse u-landene havde med i-landene des bedre. For så ville den industrielle udvikling sprede sig fra i-lande til u-lande som ringe i vandet. Historien har vist, at det er gået lige modsat. De vestlige industrilandes fremgang har oftest ført til tilbagegang i kolonierne. De varer, der blev produceret i kolonierne, var ikke beregnet på et købedygtigt marked i u-landene. Men derimod på i-landenes voksende marked. Samtidig var produktionen baseret på billig arbejdskraft i kolonierne. Man havde ingen interesse i at hæve lønningerne i kolonierne, således som det efterhånden blev tilfældet i i-landene (ellers var der jo ingen, varerne kunne sælges til).

At kolonierne har fået deres »selvstændighed«, har i det store og hele ikke ændret disse forhold. Udviklingslandene er nu som før først og fremmest landbrugslande, hvor den overvejende del af befolkningen er bønder (se fig. 9). Teknikken er gennemgående tilbagestående, og produktiviteten er som før lav. Den økonomiske baggrund for nedgang i antallet af børn er derfor heller ikke til stede i særlig høj grad. Og derfor kan man tale om en befolkningseksplosion i u-landene.

Der snakkes meget om nødvendigheden af at indføre familieplanlægning i u-landene. Anvendelsen af svangerskabsforebyggende midler kan da også være et godt og nødvendigt hjælpemiddel i forbindelse med regulering af befolkningens størrelse. Men det er fejlagtigt at tro, at anvendelsen af disse midler i sig selv vil kunne gøre stort ved overbefolkningsproblemerne. Deres succes vil, som vi har set, afhænge af de sociale og økonomiske forhold, der råder i samfundet. Dette har tydeligt vist sig gennem de talrige forsøg på at indføre familieplanlægning, der har været gjort i Indien i de senere år (se fig. 10). Det er for enkelt at sige, at de er slået fejl. Navnlig blandt den bedrestillede del af befolkningen, dem der har en højere uddannelse og tilhører de finere kaster, har man i en vis udstrækning været modtagelig for propagandaen. Disse samfundsklasser har nemlig haft en økonomisk interesse i at begrænse antallet af børn. Men for størstedelen af befolkningen er dens eneste chance for at overleve at sætte så mange børn i verden som muligt.

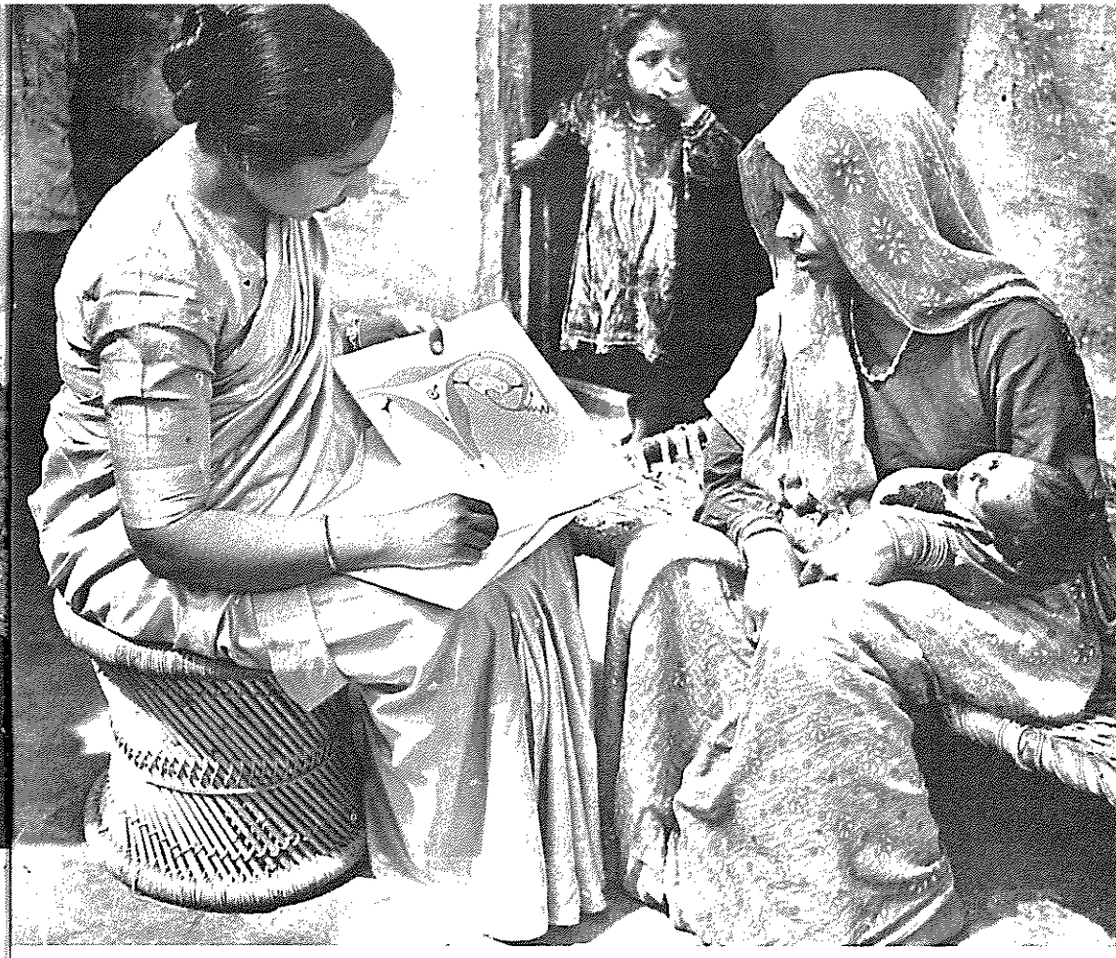
(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 9. Pløjning med okser i Mysore, Indien. Af de ca. 350 millioner landbrugsfamilier, der findes i verden, anvender 250 mill. primitive redskaber med mennesker som trækkraft, 90 mill. anvender dyr som trækkraft, mens kun 10 mill. benytter maskinelle produktionsmidler (traktorer m.v.). Kun en meget lille del af disse 10 mill. befinder sig i u-landene.

Deres indstilling til familieplanlægningsprogrammerne er naturligt nok udpræget mistænksomhed. For færre børn gør ganske enkelt disse mennesker endnu fattigere.

Vi har med dette eksempel villet vise, hvor kompliceret befolkningsproblemet er. Formålet med dette har været at påvise, hvorledes »menneskesamfundets økologi« ikke kan forklares med rimelighed udfra de grove naturvidenskabelige lovmæssigheder, som den økologiske videnskab beskæftiger sig med.

Vi kan derimod anvende økologien til at beskrive nogle konsekvenser af menneskets udnyttelse af naturen, herunder de dele af naturen, som mennesket gennem sin virksomhed omformer. Den



(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 10. Undervisning i familieplanlægning i en indisk landsby.

kan for eksempel anvendes til at beskrive konsekvenserne af, at vi fortsat sender kuldioxid op i atmosfæren. Og den kan fortælle os, hvor længe endnu, der vil være økologisk fornuft i at øge verdens fiskeflåder.

Men vi kan ikke tage økologien ind »fra oven« og bruge den som politisk vejledning for, hvorledes vi løser »den økologiske krise« i dette tilfælde den del, der hedder »befolkningseksplosionen«. At økologien kan fortælle os, at verdens befolkning (som mikroberne i kolben) vil ende i undergang, hvis væksten fortsætter, er en ligegyldig meddelelse, som vi nok kendte i forvejen. Det der er det interessante, er at få at vide, hvordan vi undgår det - og det fortæller økologien os ikke.

Menneskenes forhold til naturen kan beskrives økologisk. Men samfundets økologiske problemer kan kun forklares samfundsvidenskabeligt

Efter nu at have set på nogle af økologiens begrænsninger skal vi her se lidt på forholdet mellem økologi og samfund i almindelighed, inden vi i næste kapitel går over til at se på, hvorledes behovet for økologisk viden har ændret sig gennem tiderne.

Vi er vant til at betragte mennesket som en del af samfundet, der i sin kamp for tilværelsen står overfor sin fjende og modpol, naturen. Men når vi beskæftiger os med økologiske problemer, kan denne opfattelse let føre os på vildspor. Fra et økologisk synspunkt er det mere hensigtsmæssigt at se på mennesket som en del af den natur, menneskesamfundet befinder sig i.

Vi er også på samme måde vant til, når vi taler om naturen, at tænke på skovene, havene, søerne og bjergene som »den uberørte natur«. Heller ikke det er særlig hensigtsmæssigt. For det er jo netop den »berørte« natur, vi er mest optaget af: hele kulturlandskabet med landbrugsarealerne, byerne og alle de andre tydelige udtryk for menneskenes omformning af naturen.

Vi vil altså betragte mennesket som en del af naturen - en organisme - der for at overleve altid bearbejder sine naturmæssige omgivelser, der i større og større udstrækning i forvejen er blevet omdannet til en mere eller mindre menneskeskabt natur - kulturlandskabet.

Det er således forholdet mellem mennesket som organisme og dets naturmæssige omgivelser, økologien som videnskab er optaget af, når den beskæftiger sig med menneskesamfundet. Den er som sådan en naturvidenskab. Men studiet af denne sammenhæng må ikke isoleres fra samfundsforholdene, fra de økonomiske og politiske kræfter, der bestemmer, hvordan forholdet mellem menneske og natur er. Når vi derfor beskæftiger os med de konkrete »økologiske« problemer, må vi dreje vores synsvinkel væk fra det videnskabeligt økologiske og mere over i retning af et studium af økologiske problemer og kriser, og hvorledes disse samfundsmæssigt set opstår, reguleres eller afskaffes.

Det kan lyde lidt indviklet, lad os derfor slutte med et eksempel: Lad os tænke os en sø, hvis vand indvindes til drikkevand af en nærliggende storby. Det viser sig, at søen nu indeholder så meget industrielt spildevand, at det skader de mennesker, der drikker det. Det fører til bestemte sygdomme, hvis oprindelse efterhånden kan siges at være medicinsk set helt klarlagt. Dermed har man erkendt et

(Foto: NOAH: Fra NOAH: Nogle oplysninger om den jord, vi sammen lever på)

Fig. 11. »Badning og sopning fra fri strand frarådes - Sundhedskommissionen«. Er det et økologisk problem? Økologien kan bidrage til en naturvidenskabelig analyse og beskrivelse af problemet. Samfundsvidenskaberne kan undersøge, hvem der har haft magt og mulighed for at ødelægge badevandet, og hvilke overvejelser, der har ligget bagved. Problemets løsning vil oftest være et politisk spørgsmål.

økologisk problem. Det kan fastslås og beskrives rent naturvidenskabeligt: Mængden af forskellige stoffer i vandet har overskredet en tærskelværdi, som gør at vandet tydeligt skader den menneskelige organisme.

Men dermed har vi ikke angivet den egentlige årsag til problemet - ligeså lidt som vi har fundet løsningen. For den naturvidenskabelige påvisning og beskrivelse af det økologiske problem er blot indledningen til den samfundsmæssige, den politiske og økonomiske problemstilling, som lyder sådan her: Hvilke samfundsbetingelser har forårsaget forureningen af drikkevandet? Eller mere præcist: Hvilke politiske og økonomiske samfundskræfter er væsentlige, hvilke samfundsklasser har haft magt og mulighed for at ødelægge drikkevandet, d.v.s. skabe et økologiske problem?

Kort sagt

Økologien er en videnskab, der beskæftiger sig med forhold i naturen. De lovmæssigheder, som økologien har fundet frem til, er imidlertid endnu alt for grove til at kunne beskrive forhold i menneskesamfundet. Prøver man for eksempel at beskrive befolkningsproblematikken som en biologisk proces, når man i bedste fald blot frem til en ligegyldig konstatering af noget, man kunne have sagt sig selv i forvejen. Det bliver en gold konstatering, som ikke bringer os videre, fordi den ikke anviser os nogle anvendelige løsningsmuligheder.

Et økologisk problem i samfundet kan fastslås og beskrives rent naturvidenskabeligt ved hjælp af økologien. Men det kan kun forklares samfundsvidenskabeligt. Og dets løsning vil som regel indebære politiske beslutninger.

II. DEL

ØKOLOGIENS UDVIKLING

Økologisk viden - forståelse for samspillet i naturen - har altid været nødvendigt for at et samfund kunne eksistere

Vi har i forrige afsnit med udgangspunkt i »økokrisen« beskrevet nogle grundlæggende begreber indenfor den økologiske videnskab. Vi har set på de muligheder økologien indebærer, og vi har set på de begrænsninger, der ligger i dens anvendelse.

I denne del skal vi forsøge at sætte økologien i et historisk perspektiv. Definerer vi økologisk viden som »forståelse for samspillet i naturen«, bliver det tydeligt, at behovet for økologisk viden er grundlæggende i et hvilket som helst samfund. Men det er ligeså klart, at den økologiske viden er forskellig fra samfund til samfund, alt efter hvorledes samfundet tjener til livets opretholdelse, og at denne viden skifter i takt med de produktionsmæssige ændringer, der finder sted op gennem den historiske udvikling.

Dette vil vi illustrere ved en gennemgang først af det gamle grønlandske fangersamfund i 1600-tallet, dernæst af det færøske landbrugssamfund i 1700-tallet, for tilsidst at vende øjnene mod det moderne industrisamfund.

Kapitel 3

DET GRØNLANDSKE FANGERSAMFUND I 1600-TALLET

Det grønlandske fangersamfund var først og fremmest baseret på sælfangst, men var iøvrigt nøje tilpasset de forskellige årstider

Sælfangsten var den næringskilde, der var grundlaget for størstedelen af det gamle grønlandske fangersamfund. Men ligesom man ikke kan udpege et enkelt tandhjul i et urværk til at være det vigtigste, kan man heller ikke sige, at sælfangsten var vigtigst. For med de redskaber fangersamfundet rådede over, var sælfangsten kun sikker på bestemte tider af året. Det var derfor nødvendigt at have flere andre næringskilder, såsom rensdyrjagt, hvalfangst, fiskeri, fuglefangst og indsamling af æg, bær, muslinger o.s.v. Altsammen næringskilder hvis udnyttelse også skiftede med årstiderne.

På figur 13 er vist, hvorledes udnyttelsen af disse forskellige næringskilder vekslede gennem året i den nordvestlige del af Grønland. De tykke streger viser, hvornår næringskilden har været særlig meget udnyttet.

Januar-maj boede man ved vinterbopladserne ved kysten og drev sælfangst ved åndehullerne i havisen

Om vinteren er havet udfor Nord-Grønland mange steder frosset til is, der først bryder op ud på foråret. Sælen er som pattedyr afhængig af, at den hele tiden må have adgang til at få ny luft ved overfladen. Den holder derfor vinteren igennem åndehuller åbne i isen på faste steder.

(Foto: Jette Bang Copyr. Arkt. Inst. Fra Trap: Danmark XIV)

Fig. 12. Fangererhvervet indtager en beskeden plads i den moderne grønlandske økonomi. Mindre end 10% af befolkningen lever idag af fangst.

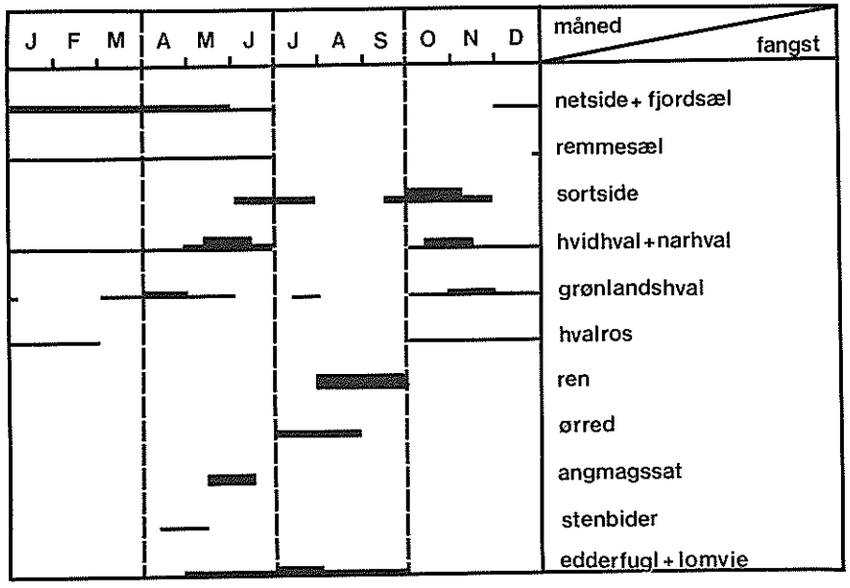
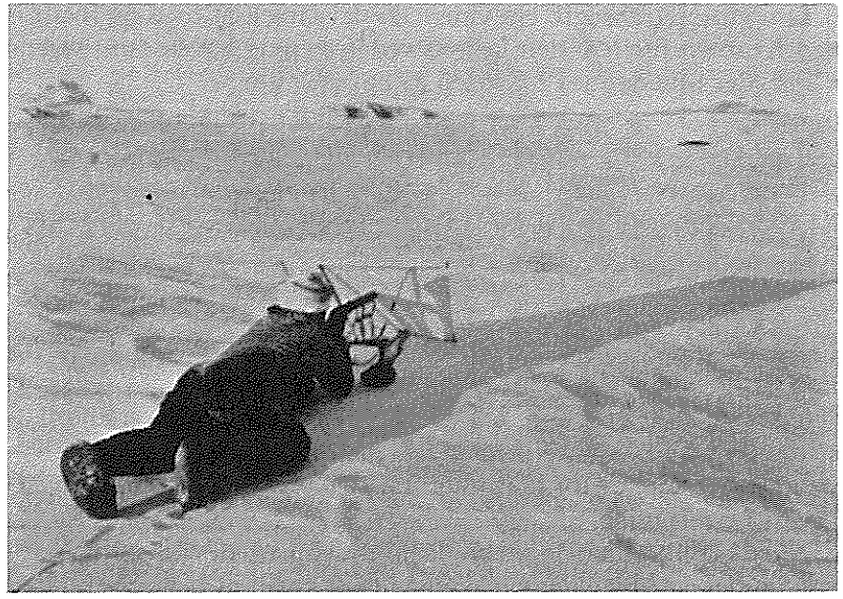


Fig. 13. Næringskilderne i det grønlandske fangersamfund vekslede med årstiderne. Figuren skitserer, hvornår de forskellige næringskilder normalt blev udnyttet i den nordvestlige del af Grønland. Liniernes tykkelse angiver, hvor intensiv udnyttelsen var.



(Foto: Jette Bang. Fra Trap: Danmark XIV)

Fig. 14. Moderne forårsjagt med skydesejl. Med geværets indførelse lettedes isfangsten betydeligt. I stedet for at skulle snige sig tæt ind på sælen for at kunne harpunere den uden at blive opdaget, kunne man nu skyde den på længere afstand under dække af et hvidt sejl. Men samtidig var faren for at byttet gik tabt langt større.

I denne periode drev grønlænderne sælfangst fortrinsvis ved at dræbe sælerne med harpun, når de dukkede op i åndehullerne. Undertiden fangedes de ved, at fangeren sneg sig ind på en sæl, når den sov på isen. Det er vanskeligere end man skulle tro. Åndehulsfangsten krævede kendskab til is- og strømforhold og evne til at klare forhindringer såsom pludselige opbrud og bevægelser i fastisen. At snige sig ind på en sovende sæl uden at blive opdaget krævede en omfattende øvelse i at kunne efterligne sælens bevægelser og lyde, medens man mavede sig frem med anorakken trukket ned over ansigtet (se fig. 14).

Isfangsten blev ofte drevet af flere fangere i fællesskab. De spredte sig over et større område. På denne måde kunne man være mere sikker på god fangst end ellers. Man kunne også øge fangsten ved at nogle fangere besatte åndehullerne over et større område, medens andre fangere omkredsede og ved hjælp af lyde drev sælerne ind mod midten. Her var de så tvunget til at søge mod et af de besatte åndehuller.

Om vinteren foregik endvidere en del fangst af hval og hvalros ved iskanten mellem den faste is ved kysten og havet, samt ved de våger, der ofte dannes i fastisen af havstrømmene.

Maj - juli drev man sælfangst fra kajak og hvalfangst fra konebåde

I april/maj bryder fastisen op. Sælfangsten måtte derefter foregå fra kajak.

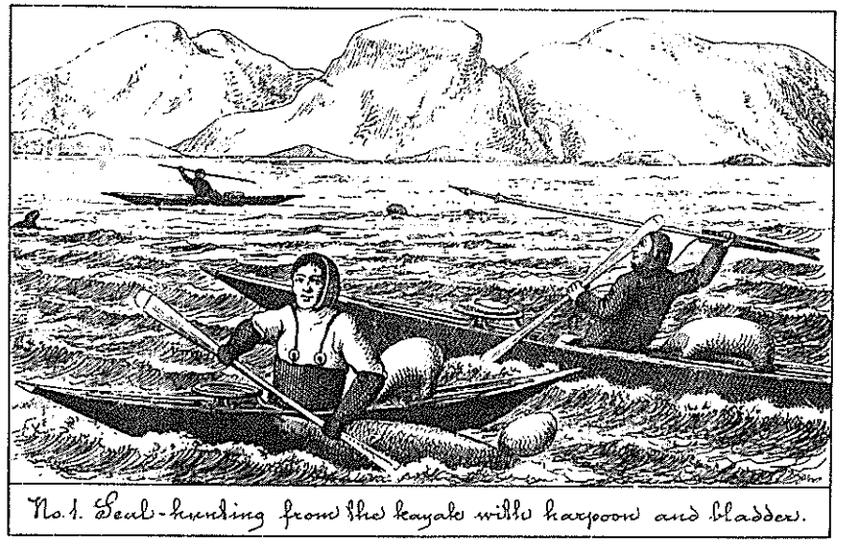
Ved kajakfangst sendte fangeren en harpun eller en blærepil af sted mod sælen ved hjælp af et kastetræ (se fig. 15 og 18). Den største kastelængde var for harpunen ca. 18 m, hvilket også var fangstlinens hele længde.

Når harpunen havde sat sig fast i dyret, kastedes fangstblæren i vandet. Derved blev det vanskeligere for sælen at bevæge sig, den trættedes hurtigere. Blæren sikrede at sælen ikke sank til bunds, samtidig med at den viste hvor dyret befandt sig. Efter harpuneringen såredes sælen yderligere ved hjælp af en lanse. Den blev ikke som harpunspidsen eller blærepilen siddende i dyret med modhager, men gled selv ud igen, og kastedes ofte mange gange mod sælen. Til sidst roede fangeren helt ind på dyret og gav det dødsstødet med en langskaftet kniv.

Kajakfangsten stillede store krav til sine udøvere: krav om en vis ro- og kastekraft, præcision, hurtighed, udholdenhed, balanceevne, fornemmelse for sælernes vaner og trækruter, fornemmmelser for klimatiske faktorer som vejrlig, strøm- og isforhold o.s.v. Selv den bedste fanger kom på et eller andet tidspunkt ud for vanskeligheder, som han på grund af de primitive redskaber og sit trods alt begrænsede naturkendskab ikke kunne kæmpe sig ud af alene (f.eks. var hans muligheder for vejrforudsigelser begrænsede, ligesom han ikke kunne telegrafere efter hjælp). Han blev derfor umiddelbart afhængig af hjælp fra andre fangere. Derfor drev man oftest fangst i et større fællesskab.

Også fangst af hval og hvalros kunne foregå fra kajak. Men for det meste anvendtes de store konebåde til fangst af større dyr.

Omkring den tid hvor fastisen forsvandt om foråret forlod alle den faste vinterbolig. Man slog sig ned i telte på steder, hvor man erfaringsmæssigt vidste, at sælerne sædvanligvis indfandt sig under deres vandringer, når de i maj-juni i store flokke trak tæt ind under land.



(Efter H. Rink: Danish Greenland, its People and Products)

Fig. 15. »Sælfangst fra kajakken, med harpun og blære.«

Nogle eskimoer flyttede til særlige pladser, hvor store forekomster af stenbider og angmagssat skabte grundlag for fiskeri.

August jagede man rener fra teltpladserne inde i de dybe fjorde

Om sommeren drev man endvidere en del ørredfiskeri og eventuelt også jagt på ryper og harer. Det havde navnlig betydning som næringskilde, indtil renjagten for alvor kom igang i august. Også jagten på edderfugl og lomvie kunne være af betydning på dette tidspunkt.

Hen mod august begav man sig ind i bunden af fjordene og drog ind i landet på jagt efter ren. Jagten foregik først og fremmest med bue og pil og oftest i fællesskab. Derved sikredes et større jagtudbytte, og hjemtransporten af fangsten blev lettere. Ikke mindst det sidste var vigtigt, da jagten ofte foregik langt fra teltpladsen (se fig. 16).

Jagten kunne foregå på mange måder: Man kunne snige sig ind på renen og nedlægge den med bue og pil. Men det var en usikker metode, og jagten blev derfor ofte istedet foretaget som klapjagt,

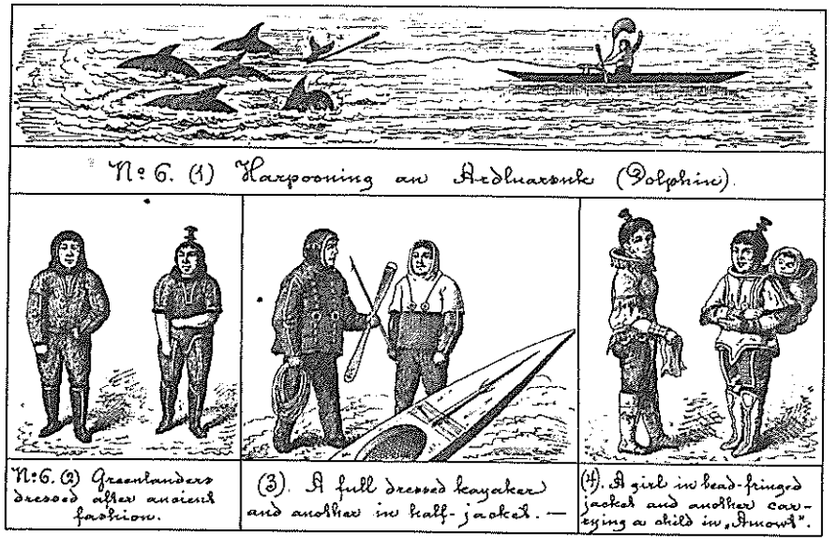
(Foto: Chr. Vibe. Fra Trap: Danmark XIV)

Fig. 16. Renjægere på vej mod indlandet, hvor august-september tilbringes med jagt. Udbyttet for renjagten har svinget meget i Grønland. Allerede før 1800 var renen forsvundet fra sydøstkysten. I første halvdel af 1800-tallet øgedes bestanden i det centrale og nordlige Vestgrønland, hvorefter den svandt kraftigt ind. Fra 1950 har renbestanden igen været i fremgang - i de seneste år så meget, at den væsentligste jagt nu foregår nær fjordene.

hvor dyrene blev drevet ind i trange pas eller kunstige indhegninger. Det hændte også, at man jog renerne ud i søer eller fjorde, hvor de så fra kajak blev nedlagt med harpun og spyd. I sjældne tilfælde kunne man simpelthen jage dyrene udover fjeldskråninger, således at de blev dræbt uden anvendelse af jagtredskaber.

September - december jagede man sæler og hvaler fra vinterbopladserne

I løbet af september flyttede befolkningen tilbage til vinterbopladserne, der ofte var placeret i nærheden af steder, hvor sortsidesælen trækker forbi om efteråret.



(Efter H. Rink: Danish Greenland, its People and Products)

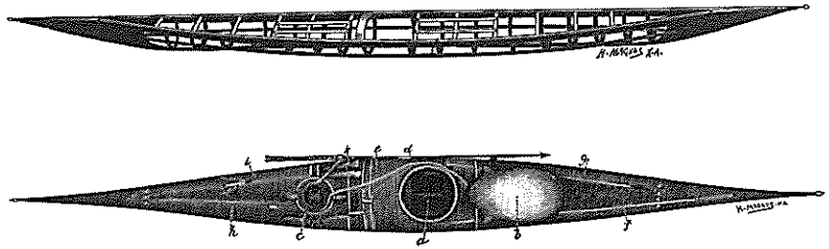
Fig. 17. Øverst: »Harpunering af sæler«. Nederst: »Grønlændere klædt på på gammeldags facon. En fuldt påklædt kajakroer og en anden i halvlang jakke. En pige i jakke med kuglefrynser, og en anden der bærer et barn i Amaut«.

I oktober og november foregik desuden en intensiv hvalfangst. I november-december dannes den første fastis, og dermed kunne isfangstsæsonen begynde igen.

Vi har her kun omtalt de vigtigste næringskilder. Herudover indgik en lang række mindre betydningsfulde dyr og planter i føden. Således fiskedes også efter ulk, torsk, rødfisk og hellefisk. Og der blev om sommeren indsamlet en del bær.

Opsamling af forråd var nødvendigt for at kunne modstå trange tider

Livet i det grønlandske fangersamfund var på mange måder usikkert. Ikke alene kunne dårligt vejr skabe langvarige og næsten uoverstigelige vanskeligheder for de forskellige former for produktion. Men også den naturlige forekomst af sæler, rener o.s.v. kunne i perioder svigte. Det var derfor vigtigt, at man var i stand til at samle forråd i perioder med overskudsproduktion til forbrug i trange tider. Men mulighederne for oplagring var begrænsede: Jagten



foregik over store områder, og det kunne være vanskeligt at transportere fangsten hjem. Selvom der i perioder var mad i overflod, eksisterede faren for hungersnød til stadighed.

Men en del forråd opbyggedes trods alt gennem året. Forårsjagten på sæl og hval gav mulighed for en vis overproduktion af kød, spæk, skind, sener, tand, tarme, barder og ben. Overskud af kød og spæk henholdsvis tørredes og hældtes i store sælskindsposer, og blev derefter gemt væk til vinteren.

Også stenbider- og angmagssatfiskeriet kunne i reglen give en pæn overskudsproduktion, der tørredes og henlagdes til vinterforråd.

Renjagten om sommeren gav igen mulighed for overskudsproduktion af kød, skind, sener, tak, tælle og ben. Men ikke alt kødet kunne udnyttes, da renerne ofte nedlagdes langt fra bopladsen. Blodet og maveindholdet spiste man på stedet, mens en del af kødet, benene og de andre produkter blev taget med til bopladsen. Det kød, der her ikke blev spist med det samme, blev enten tørret eller bragt med til vinterbopladsen i rå tilstand. Her blev det gravet ned i sneen.

Også i de tidlige vintermåneder, oktober og november, kunne hval- og sælfangst give et overskud, som begravedes i sneen til vinterforråd. En del af de bær, man kunne samle om sommeren, blev tørret og gemt i skindposer.

Kajakudstyret som eksempel på hvilke materialer der indgik i produktionen af redskaber

Grønlænderne hentede deres føde mange steder fra og var ustandselig på rejse. Det var derfor nødvendigt at have gode og effektive transportmidler. Og det var et krav, at redskaber og andet

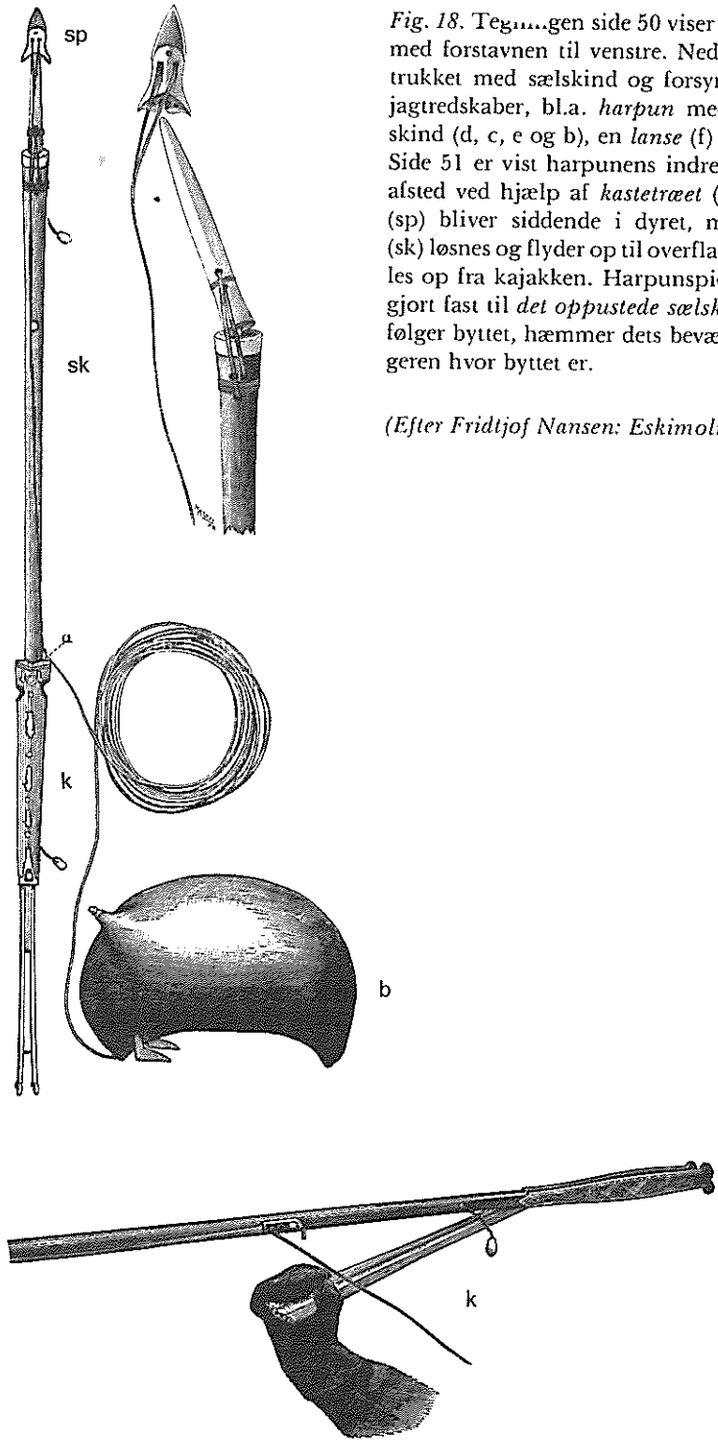


Fig. 18. Tegningen side 50 viser skelettet af en kajak med forstavnen til venstre. Nedenunder er den betrukket med sælskind og forsynet med forskellige jagtredskaber, bl.a. *harpun* med line og oppustet skind (d, c, e og b), en *lanse* (f) og et *fuglespyd* (i). Side 51 er vist harpunens indretning. Den slynges afsted ved hjælp af *kastetræet* (k). *Harpunspidsen* (sp) bliver siddende i dyret, mens *harpunskaftet* (sk) løsnes og flyder op til overfladen, så det kan samles op fra kajakken. Harpunspidsen er ved en line gjort fast til *det oppustede sælskind* (b), der således følger byttet, hæmmer dets bevægelser og viser fangeren hvor byttet er.

(Efter Fridtjof Nansen: Eskimoliv)

udstyr var så let som muligt. Kajakken havde den egenskab både at være et hurtigt og manøvredygtigt transportmiddel, og samtidigt at være så let, så det også kunne transporteres over land.

Lad os se på de materialer, der krævedes til fremstilling af en kajak. Skelettet består af vidjegrene og drivtømmer. Det beklædes med et stramt og vandtæt betræk af sælskind. De nødvendige syninger er udført med ren- eller hvalsener. Stolen er lavet af drivtømmer og rentak eller eventuelt ben. Den er beklædt med forskelligt skind, helst bjørneskind, men ellers hare-, hunde-, ræve- eller renskind. Beslagene er lavet af hvalribben. Endvidere hører der til kajakudstyret en åre, lavet af drivtømmer, samt en af-isningskniv bestående af rentak eventuelt ben eller tand.

Kajakfangerens klæder består af flere lag pels lavet af sælskind, renskind, edderfugle- eller lomvieskind, hareskind, ræveskind og hundeskind og varierer iøvrigt efter sæson og vejrlig. Denne dragt kan være tæt som en moderne dykkerdragt (se fig. 17).

Også i harpunudstyret indgår der mange materialer: Et skaft af drivtømmer, et forskaft og en spids af narhval- eller hvalrostand, en od bestående af sten, ben eller meteorjern, et kastetræ (for at kunne kaste længere) af drivtømmer, styrevinger af hvalben, fangstline af sælskind, fangstblære af sælskind og ren- eller hvalsener m.m.

Vi ser således, at der indgår mange materialer i disse redskaber. Men også fremstilling af disse redskaber forudsætter, at man har en række materialer, som indirekte bliver nødvendige for fødevareproduktionen. Det drejer sig om de materialer, der indgår i værktøj som ildbor, buebor, økse, sav, hammer, kiler, hvæssesten, snittekniv o.s.v., altsammen ting der i det grønlandske fangersamfund blev fremstillet lokalt.

Visse ting er lettere at få fat i end andre. I Syd-Grønland, hvor fiskeriet i perioder er livsvigtigt til dannelse af vinterforråd, tog man ofte på lange rejser til Diskobugtområdet efter hvalbarder fra grønlandshvalen. Barderne af pukkelhvalen, der findes i Syd-Grønland, er nemlig ikke anvendelige til fiskeliner og lignende. Til gengæld forekom fedtsten, der anvendtes til at lave tranlamper og kogekar, ikke i god kvalitet nord for Godthåbsfjorden. Det var den vigtigste »handelsvare« fra Syd-Grønland. Det største og rigeste udbud af drivtømmer forekom også i det sydlige Grønland. Mangel på visse arter af sælskind, jern fra meteorer m.v. gav ligeledes ofte anledning til længere rejser frem og tilbage langs kysten. Det dannede også til dels grundlag for en indbyrdes handel, der dog ikke på nogen måde hvilede på en egentlig arbejdsdeling.

Kort sagt

Det grønlandske fangersamfund i 1600-tallet er et eksempel på et humant økosystem, hvor menneskene har tilpasset sig et naturligt økosystem uden at regulere eller omforme dette særlig meget.

Næringskildernes spredte forekomst og anvendelsen af forskellige næringskilder på forskellige årstider har nødvendiggjort udviklingen af gode transportmidler og lette fangstredskaber og andre redskaber som kajak, konebåd, harpunudstyr, telte, lette skindposer til opbevaring m.m.

De fleste materialer fremskaffedes lokalt, men nogle ting, som jern fra meteorer, fedtsten, visse arter af sælskind og drivtømmer måtte tilvejebringes gennem længere rejser langs kysten.

De materielle forhold påvirkede arbejdsdelingen: Mændene forestod jagt og fangst, kvinderne sørgede for bolig, beklædning og madlavning

Den primitive teknik og den lave grad af naturbeherskelse, der følger med denne, gjorde, at naturforholdene fik en meget direkte indflydelse på det grønlandske fangersamfund. Dette gjaldt ikke bare de materielle forhold, som vi lige har beskrevet, men også de sociale strukturer såsom arbejdsfællesskabernes størrelse, bosætningen og, som vi senere skal se, hele grønlænderens måde at tænke på.

Gruppernes dannelse var først og fremmest bestemt af de samarbejdsformer, der eksisterede i produktionen. Vi har allerede omtalt, hvorledes sælfangst og renfangsten ofte foregik i et samarbejde for at øge effektiviteten og for at mindske den betydelige risiko, fangsten udgjorde for den enkelte. Men her var der ikke tale om nogen form for permanent arbejdsdeling mellem de enkelte fangere. Alle kunne alt. Og hvem, der gjorde hvad, kunne variere fra den ene jagt til den næste.

Den arbejdsdeling, der fandtes i det grønlandske fangersamfund, var først og fremmest køns- og aldersbestemt. Foruden at forestå jagten fremstillede og vedligeholdt mændene de redskaber og det værktøj, som indgik i fangstarbejdet. De tog sig også af den grovere

del af bearbejdningen af fangsten. Kvinderne fremstillede og vedligeholdt boliger og beklædning og tilberedte føden.

Denne arbejdsdeling var bestemt af kvindernes hyppige graviditet og amningen de første år af barnets liv. I det grønlandske fangersamfund var kvinden således i langt højere grad end manden afskåret fra at deltage i det vedvarende fysisk krævende arbejde langt fra boligen. Derimod kunne hun godt deltage i fiskeriet, der foregik i nærheden af bopladsen. Hun kunne også deltage i hvalfangsten, da bugsering, indsamling og transport af produkterne fra hvalerne foregik fra konebådene, hvor børnene kunne medbringes i en sele på ryggen, og om nødvendigt ammes i båden.

Denne naturtilpassede kønsbestemte arbejdsdeling styrkede mændenes position i det sociale liv, fordi mændenes arbejde i langt højere grad end kvindernes krævede et fællesskab. Og fordi det var mændene, der fremstillede de vigtigste produktionsredskaber.

Ejendomsforholdene var uskarpe. Fællesskabet var rådende i trangstider

Vi kan skelne mellem fire forskellige ejendomsformer i det grønlandske fangersamfund: Ejendomsretten kunne besiddes af 1) de enkelte fangere, 2) familie- og slægtskabsgrupperne, 3) husfællernes gruppe eller 4) bopladsgruppen.

1) Mændene ejede hver især de fangst- og jagtredskaber de benyttede, ligesom kvinderne ejede de forarbejdningsredskaber, som de brugte i deres arbejde. Det vil dog være rigtigere at sige, at hver havde en *særlig brugsret* til sine redskaber. Man ejede ikke sine ting mere, end at andre havde lov til at bruge dem frit, hvis man ikke selv benyttede dem. Dermed sikrede samfundet sig den bedst mulige udnyttelse af redskaberne.
2) Indenfor hver familiegruppe (som regel 1-3 beslægtede familier) ejede man 1 konebåd, 1 telt, 1-2 hundeslæder, det vinterforråd som familiegruppen i sommerens løb producerede (bl.a. i kraft af konebåden og teltet) samt hovedparten af den daglige produktion.
3) Husfællerne, som regel 3-4 eller flere familier opførte, vedligeholdt og ejede i fællesskab en vinterbolig. De enkelte familier indgik indbyrdes en étårig aftale. Kontrakten omfattede desuden fællesskab om en del af vinterens produktion og forrådet.

4) Bopladsgruppen, der bestod af flere vinterboliger eller telte, ejede i fællesskab produktionsterritoriet og om vinteren en del af kød- og spækproduktionen.

Ligesom for den enkelte fanger var det også for fællesskaberne så som så med ejendomsretten. I trange tider var man forpligtet til at dele. Så sålænge nogen i bopladsgruppen havde overskud af føde, havde alle føde.

Det produktionsmæssige fællesskab havde indflydelse på andre forhold mellem de enkelte familier og slægter. Således udvikledes et vist kollektivt seksualmønster navnlig i perioder, hvor ugunstige vejrforhold gjorde, at bopladsgruppen var den dominerende ejendoms- og produktionsenhed. Dog var der strenge regler for, hvem man måtte have seksuel omgang med. Blodskam var ganske utænkeligt, og ægteskab med slægtninge - selv ud i 3. led - var heller ikke tilladt. Det var en regel, at en ung mand fandt sig en kone uden for bopladsgruppen. Nye familiedannelser var derfor også et vigtigt formål for den stadige kontakt, der var mellem familier fra forskellige vinterbopladser i sommerperioden.

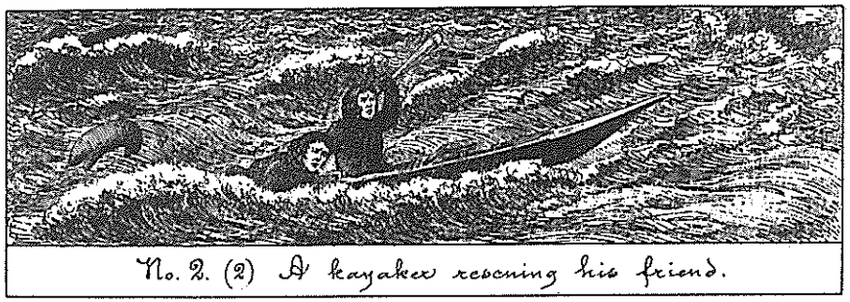
Grønlænderne opfattede den enkelte som underordnet samfundet, og samfundet som underordnet naturen

Det gamle grønlandske fangersamfund kan beskrives på mange forskellige måder, alt efter hvilken synsvinkel man anlægger. En forfatter skriver:

> »Mange gange kan det være hårdt nok at bjærge livet, men til gengæld er det frit og ubundet. Eskimoen er sin egen herre.«

Når forfatteren skriver, at eskimoen er sin egen herre, hænger det sammen med, at han anser eskimoen for at være herre over de arbejdsredskaber, der danner grundlaget for hans tilværelse. Han kan for eksempel ikke fyres og gå arbejdsløs, ligesom den moderne lønarbejder, der kun råder over sine hænder og sin hjerne, men ikke over de redskaber eller maskiner han arbejder med. Alligevel er det så som så med eskimoens »frihed«. En anden forfatter skriver:

> »Usikkerheden for dagen imorgen kunne være mere forbigående, måske blot skyldes et øjeblikkeligt dårligt vejr eller et uheld i



(Efter H. Rink: Danish Greenland, its People and Products)

Fig. 19. Fanger redder sin ven.

jagten. Men der kunne også opstå langvarige trangstider, der bragte bopladsens overlevelsesmuligheder i fare. Under de vilkår blev reglen om gensidig hjælp noget livsnødvendigt og indiskutabelt. De ydre fysiske betingelser skabte de indre sociale former i eskimosamfundet.«

Her kunne vi ligesågodt tale om, at eskimoerne er hinandens slaver. Den »stolte og selvstændige« kajakfanger kan hurtigt forvandles til en hjælpeløs stakkel, hvis der ikke i nærheden er andre kajakfangere, som kan træde hjælpende til for at sikre byttet, ja måske fangerens eget liv.

Ligeledes kunne man udfra begge citater få det indtryk, at grønlænderne var »slaver af naturen«, fordi de på alle mulige måder måtte tilpasse sig den ydre natur for at overleve. Men det ville være det samme som at påstå, at det moderne menneske er slave af naturen, fordi det skal have mad og husly og derfor må arbejde. Naturafhængigheden er en evig betingelse for menneskets eksistens. Men i det grønlandske fangersamfund greb denne naturafhængighed på grund af den primitive teknik afgørende ind i den enkelte fangers livsførelse.

Det kan være svært for os idag, at sætte os ind i den indstilling til samfundet og naturen, som var gældende i det grønlandske fangersamfund.

Mens den måde, man producerer på i vort samfund, har ført til individualisme og opfattelsen af, at det enkelte menneske altid bedømmer omgivelserne udfra sig selv og sin egen situation, så er eskimoernes opfattelse stort set stik modsat.

I vores samfund tillægger man enkeltindividerne identitet og meninger, mens de sociale enheder som for eksempel nationen,

(Foto: Chr. Vibe. Fra Trap: Danmark XIV)

Fig. 20. Fangere på udkig efter strømsteder, hvor sæl og hvalros holder til. (Thule distriktet 1940).

Danmark, stort set kun besidder identitet som summen af individerne (altså alle der bor i Danmark, eller taler dansk, eller er danske statsborgere). Politisk kommer denne individualisme til udtryk gennem det repræsentative demokrati, hvor hvert enkelt individ kan stemme efter hvad der betegnes som en personlig interesse og overbevisning. Den offentlige mening fremstår så som flertallets. Og overfor dette flertal står en større eller mindre opposition.

I den daglige kamp for at overleve var eskimoerne helt afhængige af hinanden. Den enkeltes identitet var ganske udvisket, mens kun de sociale grupper som helhed kunne tillægges en identitet. Derfor er det i overensstemmelse med samfundets krav, når de tænkte og handlede kollektivt. For en grønlandsk fanger ville snakken om repræsentativt demokrati med flertal og opposition være det rene nonsens: Kun samfundet, d.v.s. fællesskabet besidder identitet for ham, mens hans personlige interesse eller overbevisning ganske er underlagt fællesskabet. For ham hersker der heller ingen »oppositi-

on« i samfundet: har man diskuteret sig frem til en mening eller en beslutning i fællesskabet, er den fælles for alle, og det giver ingen mening at skulle have nogen anden. For ingen kunne overleve at stå udenfor fællesskabet.

I den daglige kamp for at overleve var det grønlandske fangersamfund stærkt afhængigt af naturen. Man måtte tilpasse sig i en sådan grad, at man klart opfattede sig selv som en del af naturen. Kampen for tilværelsen opfattedes ikke som en kamp *mod* naturen, men tværtimod som en underkastelse under naturen.

Det enkelte menneske var kun en brik i naturen og evigheden, og havde ingen mening i sig selv.

Økologisk viden i det grønlandske fangersamfund. Grønlændernes kendskab til naturen blev anvendt til at lette fangersamfundets tilpasning til det naturlige økosystem

De grønlandske fangere har haft et betydeligt kendskab til naturen. De mange og ofte lange fangstrejser har gjort det nødvendigt at studere vejr- og strømforhold indgående og finde frem til metoder, der kunne bruges til forudsigelse af vejret. Blev man overrasket af en storm langt ude på havet i kajak eller til fods på fastisen, kunne det koste en livet. Var man på sælfangst på fastisen, kunne det være skæbnesvangert, når en mildning i vejret eller en mindre ændring i strømforholdene fik isen til at bryde op.

Naturligvis måtte man også have et nøje kendskab til jagtdyrenes levevis. Man måtte kende deres trækruter. Og ved jagten var kendskabet til dyrenes vaner, deres døgnrytme, sanseevner og hurtighed af afgørende betydning. Men herudover var kendskabet til dyrenes fysiske og biologiske miljø vigtigt som informationskilde. Forekomsten af visse dyr kunne fortælle noget om andre. Vegetationen kunne fortælle noget om chancerne for at finde ræv eller hare. Vejr- og strømforholdene kunne måske sige noget om variationerne i sælernes trækruter.

Men kendskab til naturforholdene har kun været anvendt til at lette samfundets tilpasning til det naturlige økosystem. Man har kun i ringe udstrækning benyttet denne viden i en bevidst regulering eller omformning af naturen, (hvad man f.eks. gør, når man dyrker jorden eller tæmmer dyrene). Man har således ikke kunnet regulere fødevaretilgangen. Mindre svingninger i hyppigheden af enkelte fangstarter har man i nogen grad kunnet imødegå ved opbygningen af forråd. Og når fangsten af een art slog fejl, havde man andre arter, man kunne jage i stedet. Man satsede således ikke ensidigt på sælen, men fangede også hvalros og hvaler. Man supplerede fangsterne med fiskeri, der kunne udvides kraftigt i perioder med svigtende sælfangst. I sommertiden kunne fangsterne af ren suppleres med harer, ryper, andre fugle og plukning af bær.

Overfor længerevarende nedgang i bestanden af de vigtigste jagtdyr stod man dog magtesløs. I perioder, hvor sælfangsten og renjagten var god, kunne befolkningen forøges betydeligt. Men udeblev sælerne eller svigtede renjagten over længere tid, måtte befolkningen indskrænkes. Det gik først ud over de ikke-produktive, børnene, de gamle og folk, der havde mistet den fulde førlighed. De kunne bukke under af sult, eller de kunne blive dræbt for at sikre fællesskabets overleven.

Disse svingninger i befolkningen har i første række været bestemt af klimatisk fremkaldte svingninger i jagtdyrenes forekomst. Men det kan ikke udelukkes, at rovdrift på sæler og rener i perioder med stor befolkningstæthed har medvirket til at formindske bestanden af jagtdyr afgørende.

Kort sagt

Den primitive teknik og den lave grad af naturbeherskelse, der følger med denne, gjorde, at naturforholdene fik en meget direkte indflydelse på ikke bare de materielle forhold, men også på de sociale forhold i det grønlandske fangersamfund. Der herskede en køns- og aldersbestemt arbejdsdeling, hvor mændene mest tog sig af jagten, mens kvinderne og børnene mest sørgede for bolig, beklædning og tilberedning af føden. Dette styrkede mændenes position i det sociale liv. De forskellige former for samarbejde i produktionen bestemte ejendomsforholdene, der for den enkelte hovedsageligt indskrænkede sig til at være en brugsret. I trange tider blev den mest kollektive ejendomsform, bopladsgruppen, dominerende. Det enkelte individ var ganske underlagt fællesskabet, ligesom fællesskabet var underlagt naturforholdene, da man ikke kunne regulere fødetilgangen.

Kapitel 4

DET FÆRØSKE LANDBRUGSSAMFUND

Indtil ca. 1850 levede færingerne af landbrug. Idag er Færøerne en fiskerination

Det grønlandske fangersamfund var en jægerkultur med kun meget få forbindelser til omverdenen. Det samfund, vi nu skal beskrive, er et førindustrielt landbrugssamfund med mange forbindelser til omverdenen. Landbrugsproduktion kræver på mange måder mere bevidste økologiske indgreb i de naturlige økosystemer, end vi finder det i et fangersamfund. Det præger i høj grad også dette landbrugssamfund.

Færøerne er idag en fiskerination. Ved hjælp af en moderne fiskerflåde tjener man til livets ophold ved et fiskeri, der i stor udstrækning foregår langt væk fra Færøerne, særlig ved Island og Grønland.

Men dette er en ret ny foreteelse. Indtil for ca. 100 år siden var der intet færøsk skibsfiskeri. Og fiskeri fra åbne både var dengang kun en bibeskæftigelse i forhold til øernes egentlige hovederhverv, landbruget.

Naturforholdene vanskeliggør agerbrug

Naturforholdene har sat snævre grænser for den landbrugsmæssige udnyttelse af Færøerne. Af de 17 beboede øer er den største, Streymoy, på 374 km² eller kun 10 km² større end Mors, mens Færøernes samlede areal (1397 km²) udgør lidt mere end Lollands.

Størstedelen af øerne består af højtliggende fjeld-områder, hvis naturlige vegetation veksler fra de frodigste græsgange til de bare stenørkner. Skov forekommer ikke, bortset fra nogle få ubetydelige

(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 21. I dag er Færøerne en fiskerination, hvor størstedelen af befolkningen er direkte eller indirekte afhængige af fiskeriet. Billedet viser stabling af saltfisk til eksport.

plantager. Endvidere ligger øerne ved den klimatiske nordgrænse for kornavl, som derfor kun finder sted i de lavtliggende dalstrøg.

Kun i et fåtal af de færøske bygder udgør det opdyrkelige areal mere end 100 ha ialt. I de fleste bygder ligger det samlede dyrkede areal mellem 25 og 50 ha, hvilket svarer til størrelsen af en dansk gennemsnitsgård.

Naturforholdene har, sammen med forskellige historiske forudsætninger betydet, at det færøske landbrug ikke har gennemgået så drastiske ændringer op gennem historien, som dem vi kender fra Danmark. Da de små arealer i det ujævne og stenfyldte terræn med det tynde muldlag har umuliggjort indførelsen af plov, har man helt op til vore dage behandlet jorden ved hjælp af en form for spade, en »haki«, som man »væltede« jorden med. Og der har derfor op gennem tiden udviklet sig et bygdesamfund, hvis produktionsmæssige og sociale indretning i høj grad er blevet tilpasset de naturmæssige forhold.

(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 22. Bygden Dalur. Som alle færøske bygder ligger Dalur ved havet, omgivet af den dyrkede indmark, bøen, omkring hvilken et højt stengærde markerer en skarp overgang til den omliggende hauge. Smlg. med fig. 24.

Den færøske bygd består af en lille indmark »Bøen«, hvor der mest dyrkes græs. Bøen er omgivet af en udmark »Haugen«, der mest bruges til fåreavl

Alle færøske bygder er beliggende ved vandet, omgivet af det dyrkede areal, bøen. Græs, der som hø anvendes til køernes vinterfoder, dækker langt den største del af arealet. I gamle dage dyrkedes endvidere byg i skifte med græs. I slutningen af 1700-tallet indførtes kartoflen. Selvom den kun indtager nogle få procent af det dyrkede areal, er den en meget vigtig afgrøde. Indførelsen af kartoflen er måske den vigtigste forudsætning for de ændringer, der er sket i det færøske landbrugssamfund i nyere tid. Herudover dyrkedes i gamle dage forskellige former for roer og kål, samt kvan, der havde en vis betydning som C-vitaminkilde.

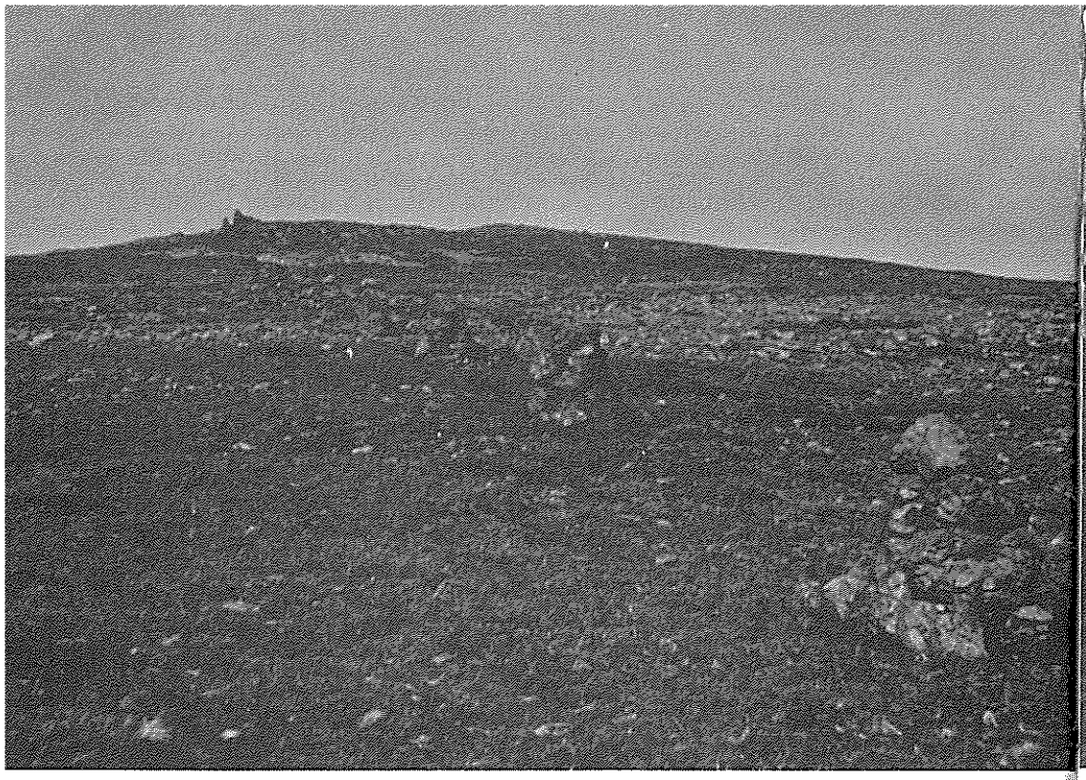
Bøen er omgivet af et højt stengærde, uden for hvilket den ikke opdyrkede udmark, haugen, er beliggende. Her græsser fårene. Endvidere har man skåret tørv til brændsel i haugen, ligesom man har skåret græstørv til tætning af tage. Nogle steder holder man gæs, og i visse bygder har haugen også betydning ved at være hjemsted for store mængder fugle, navnlig der hvor stejle fjeldsider vender direkte ud mod havet. Den færøske fuglefangst er vidt berømt, men i virkeligheden har den kun i ganske få bygder haft økonomisk betydning, og ingen steder samme betydning som landbrug og senere fiskeri.

Samspillet mellem bø og hauge sikrer den bedst mulige udnyttelse af bygdens samlede areal

De to vigtigste sider af det færøske landbrug er kvæghold og fårehold. Almindeligvis siger man, at bøen udgør grundlaget for kvæget og haugen grundlaget for fåreavlen. Men så enkelt er det ikke. Om sommeren drives fårene nemlig helt op på fjeldet til græsning, mens køerne får lov til at gå i den bedste del af haugen, der kaldes hushaugen. Om vinteren, navnlig når der ligger sne, kommer fårene ned på de lavereliggende dele af haugen, og gærderne til bøen bliver åbnet, så fårene også kan gå ind på bøen. Her får de lov til at gå indtil midten af maj, mens køerne står på stald og fodres med det hø der er høstet på bøen den foregående sommer. På denne måde udnyttes arealerne på bedst mulig måde (optimalt).

Den bedst mulige udnyttelse af arealerne sikres også på andre måder. Her skal vi specielt se på et meget vigtigt grundprincip i det færøske landbrug, det såkaldte »skipan«.

Gennem generationers erfaring har man fået et ganske præcist kendskab til, hvor mange får, der skal gå i haugen for at sikre det størst mulige udbytte. Går der for få, bliver græsningsarealerne ikke udnyttet godt nok. Går der for mange, bliver fårene for magre og kan have svært ved at klare sig gennem vinteren. Derfor har man fra gammel tid for alle hauger haft et bestemt tal, »skipan«, der angav, hvor stort antallet af får skulle være. Det er betegnende, at det ældste færøske kildeskrift man kender, »Fårebrevet«, der er en færøsk særlov fra 1298, netop drejer sig om reglerne for fåreholdet. I det står bl.a.: »Ingen skal have flere køer og får end efter rigtigt udregnet tal«.



(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 23. Der er stor forskel på de forskellige græsningsområders bæreevne og kvalitet. Til venstre ses toppen af Stórafjall med varderne, der markerer grænsen mellem Húsavík og Dalur. Græsset højt til fjelds er af god kvalitet men vokser sparsomt. Mange områder er her dækket af ren stenmark, som det fremgår af fig. 24. Til højre ses Áannadal, den frodige cirkusdal midt mellem Húsavík og Dalur, det vigtigste græsningsområde for flokkene Heimari Seydur og Hoygimbrarnar. Dalen anvendes også til sommergræsning for køer fra Húsavík.

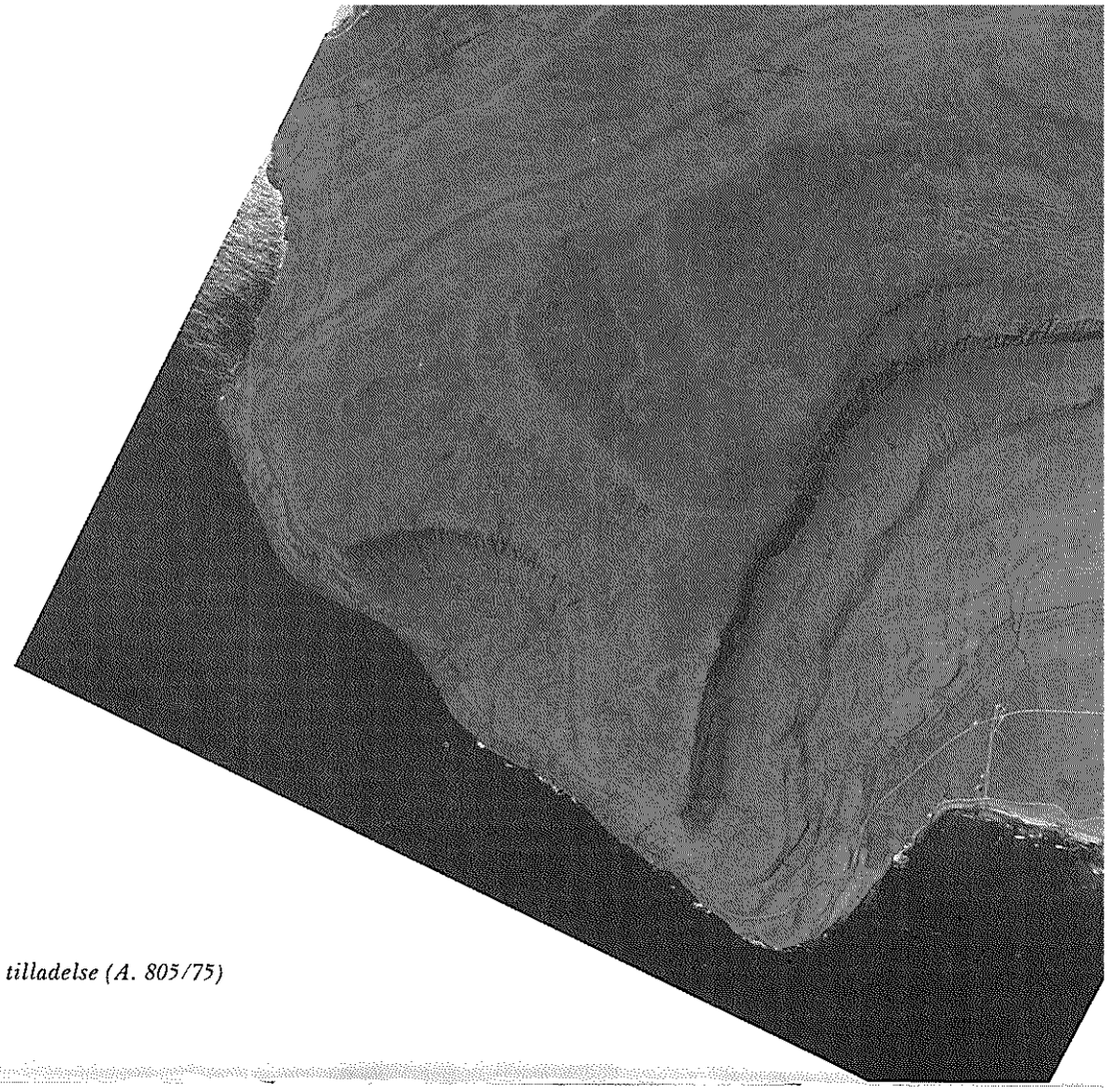
Når det ved lov var påbudt at overholde skipan, hang det i høj grad sammen med det forhold, at man i gamle dage på grund af mangel på egnede materialer ikke kunne lave hegn over store afstande i markskellene mellem bygderne. Hvis man holdt for mange får i en bygd, viste det sig tydeligt ved, at fårene af nød søgte ind i nabobygdens hauge. Det skete navnlig sidst på vinteren og om foråret, hvor der i forvejen var sparsomt med føde. Derfor kunne det være ligeså galt at have for få får som for mange. En lille besætning ville efterlade bedre græs end i nabobygden, og det lokkede så fremmede får til.

Som det er angivet i Fårebrevet, havde man også en ko-skipan, ligesom der var ganske faste regler for, hvor mange heste og hunde hver bygd måtte have.

(Foto: Jesper Brandt)

Også ejendomsforholdene har udviklet sig, således at de sikrede den bedste udnyttelse af arealerne. Ejendomsretten var ikke i første række knyttet til bestemte jordstykker, således som vi kender det i Danmark idag, men man ejede derimod en bestemt andel af den samlede bygd. Hver bygd har fra gammel tid et såkaldt »marketal«, som udtrykker den samlede produktionsmæssige værdi af bygden. Således er bygden Dalur på Sandoy på 23 marker. En bonde, der ejer 1 mark i Dalur, råder altså over 1/23 del af bygden, hvilket betyder, at han råder over:

1. Nogle ganske bestemte stykker jord i bøen, svarende til 1/23 del af bøen.
2. En bestemt andel af de eventuelle nyopdyrkninger af haugen.
3. 1/23 del af udbyttet af bygdens samlede fåreavl.
4. Ret til sommergræsning for et nærmere fastsat antal køer i haugen.
5. Andel i de til bygden liggende såkaldte »*herligheder*«, herunder fuglebjerge, drivtømmer o.s.v.



(Reproduceret med Geodætisk Instituts tilladelse (A. 805/75)

Haugegrænse med varder (fig. 23)

Omtrentlig grænse for flokkenes græsningsområder

»Uskarp« grænse mellem to flokke med tildels fælles græsningsområde i den nedre hauge

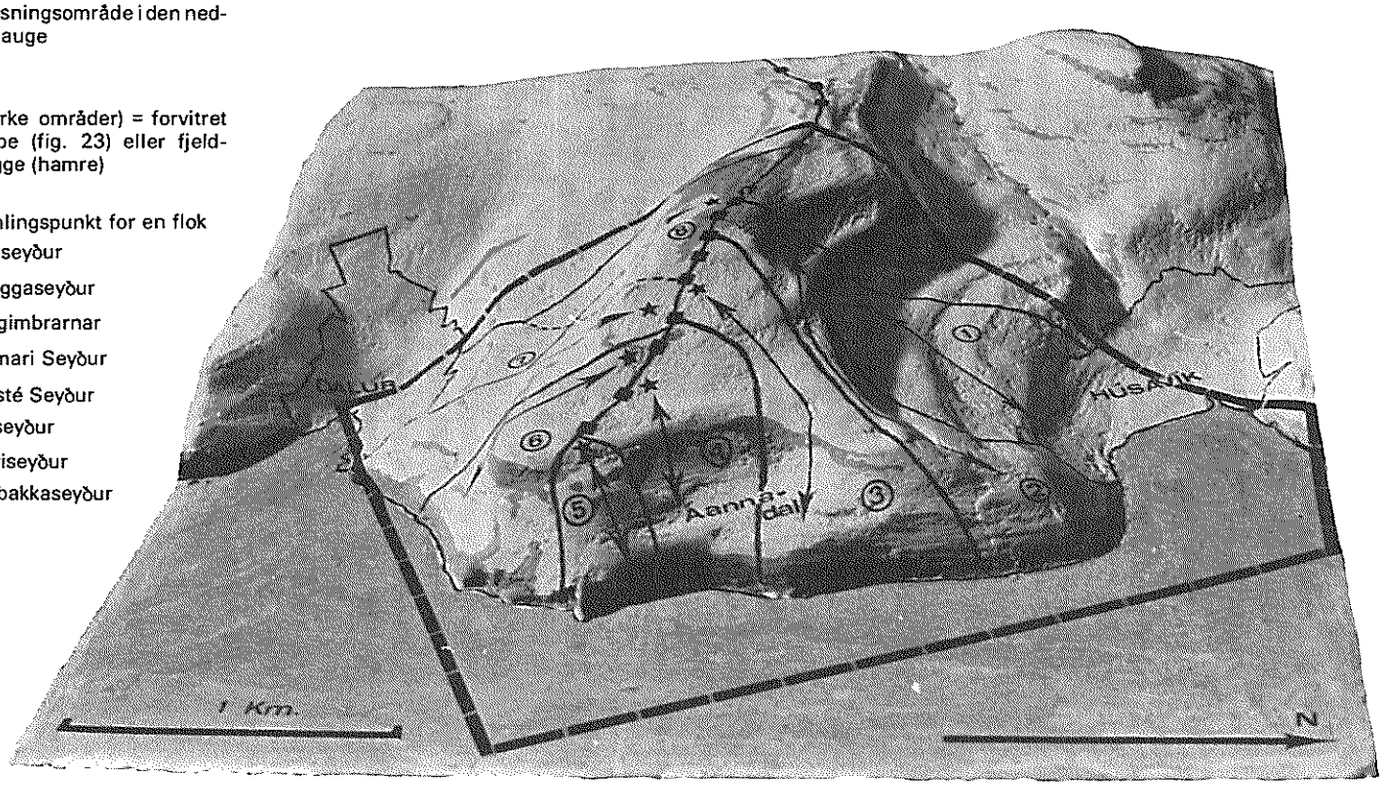
DALUR Bø

(Mørke områder) = forvitret klippe (fig. 23) eller fjeldvægge (hamre)

★ Samlingspunkt for en flok

① Liðaseyður
② Knaggaseyður
③ Hoygimbrarnar
④ Heimari Seyður
⑤ Syðsté Seyður
⑥ Oðiseyður
⑦ Kyrriseyður
⑧ Molbakkaseyður

Fig. 24. Fåregræsningen vest for Stórafjall på Sandoy. Fårene græsser i flokke på mellem 10 og 70 får, der hver har sine ganske bestemte græsningsområder. Når fårene skulle drives sammen, var de enkelte flokke trænet op til at samle sig i bestemte samlingspunkter, angivet på figuren.



6. Ret til at skære en nærmere fastsat mængde tørv i haugen til brændsel.
7. Ret til at holde et nærmere fastsat antal heste og hunde.

Endvidere var der visse indskrænkninger i ejendomsretten. Således havde man ret til at lade fårene gå frit i hele bøen om vinteren fra mikkelsdag, 22. oktober til 15. maj.

Reglerne for ejendom og rettigheder var således meget komplicerede. Som en gammel fårehyrde fortalte os: »Mange tror, at alt var så simpelt i gamle dage, men det passer ikke. Det var meget indviklet at leve af landbrug, og mere indviklet jo mindre man ejede«.

Vi skal ikke her gå nøjere ind på disse mere eller mindre indviklede bestemmelser, der alle har taget sigte på at få det størst mulige vedvarende udbytte af bygdens forskellige arealer. Men for at give et indtryk af, hvor forfinet samspillet med naturen var, og give et indtryk af den store økologiske forståelse, som den færøske bonde har været i besiddelse af, vil vi se lidt nærmere på de foranstaltninger, der blev truffet for at sikre det størst mulige udbytte af fåreavlen.

Kort sagt

Det meste af Færøerne består af højereliggende fjelde, der kun kan udnyttes til græsning, mens dyrkning af jorden i gamle dage kun kunne finde sted på de begrænsede arealer i dalbundene. Naturen har således lagt snævre bånd på de landbrugsmæssige muligheder. For at sikre den nødvendige produktion er der gennem tiden udviklet et system, der gennem en intim forbindelse mellem de forskellige dele af landbruget - først og fremmest hø- og korndyrkningen, kvægbruget, og fåreavlen - tilstræber en så effektiv udnyttelse af landbrugsarealerne som muligt.

Fåregræsningen omkring Stórafjall på Sandoy - et eksempel på økologisk tilpasning

For at sikre en effektiv græsning i haugen blev fårene delt i små flokke, der havde hver sine bestemte græsgange, der vekslede med vejrforholdene

Fristelsen til at holde flere får i haugen, end den kunne bære, har været stor. Fastsættelsen af skipan var et af midlerne til at sikre, at besætningen blev holdt på et rimeligt niveau. Men man havde yderligere bestemmelser til at sikre, at de enkelte ejere ikke udnyttede haugen til egen fordel på bekostning af de andre ejere.

Et af de vigtigste midler hertil var et indtil for 100 år siden gældende krav om, at man ikke måtte eje nogle bestemte får, men at disse var bygdens fælleseje. Til gengæld fik man den andel i slagte- og uldudbyttet af fårene, der svarede til ens marketal-andel. (Kunne man f.eks. i bygden Dalur et år slagte 300 får, ville en mand, der ejede 1/2 mark dér få et udbytte på 300 : 23 × ½ = ca. 6 1/2 får). Havde man nemlig sine egne får, kunne den ihærdige, ofte fattige ejer sørge for, at hans får holdt til på de gode græsningssteder, og derved sikre sig et højt slagteudbytte på bekostning af de andre ejere. Derfor var det ved lov påbudt, at der hvert år skulle vælges en eller flere fårehyrder, der forestod alt arbejde i haugen. Fårehyrdens beslutninger vedrørende fåreavl skulle alle andre efterkomme. Han sørgede for, at alle arealer blev afgræsset, at de bedste væddere blev valgt ud som fædre til næste års lam, og han forestod slagtning og klipning af fårene. Reglerne var endda så skrappe, at det ikke var tilladt nogen person, heller ikke ejerne, at færdes i haugen uden tilladelse eller uden ledsagelse af fårehyrden.

Dette hang sammen med en anden ting, nemlig den måde fårene græssede på i haugen. De vandrede ingenlunde tilfældigt rundt. Fårene var delt op i flokke på mellem 10 og 70 stykker, der hver havde sine ganske bestemte græsningsområder. Hver flok havde sit eget navn (se fig. 24).

Generelt sørgede man for at holde fårene så langt oppe på fjeldet som muligt om sommeren, for derved at spare den lavereliggende del af haugen til koldere perioder. Men græsningen måtte hele tiden tilpasses det skiftende vejrlig. Lad os som eksempel tage flokken, Knakkaseydur, i Húsavík (seydur betyder - fårene). Den gik om vinteren hver dag op til fjeldvæggen helt op mod Stórafjall. Hvis den var ordentligt røgtet, blev den deroppe, når vejret var godt. Den kom normalt ikke ind på Dalshaugens område, idet den blev holdt i

skak af en anden fåreflok, Molbakkaseydur fra Dalur, der netop var så stor, at de to flokke ikke havde anledning til at hjemsøge hinandens græsningsområder. Man siger, at de to flokke »røgtedes mod hinanden«.

På Sandoy havde hver fåreflok et eller flere steder, hvor de var blevet trænet op til at samles, når de blev drevet til fjelds. Almindeligvis var fårene sky og flygtede, når man nærmede sig, men var de røgtet ordentligt, flygtede de altid hen til samlingspunktet, hvor de blev stående, næsten uanset hvor tæt man kom dem. Dette lettede naturligvis arbejdet, når man skulle drive fårene sammen til klipning eller slagtning. Samlingspunktet kunne desuden være valgt et sted, hvor fårene ellers ikke af sig selv ville komme og græsse. Man sikrede sig således også på denne måde en bedre udnyttelse af græsningsarealerne.

Blev vejret dårligt, faldt det ind med storm eller sne, søgte fårene ly, enten hvor der var naturligt læ eller bag nogle hesteskoformede stengærder, såkaldte »snestød«. Muligheden for at søge ly afhang naturligvis af vejrforholdene. Således havde Knakkaseydur svært ved at finde ly, når vinden kom fra nord og nordvest. Så søgte den enten helt over på østsiden af Stórafjall eller søgte over i Dalshaugen. Omvendt kunne fårene fra Dalur i tilfælde af søndenvind søge ly i Húsavíks hauge. Dette var fuldt ud tilladt. Således står der i en dom fra 1753, der fastslår det rette markskel mellem Húsavík og Dalur, at »hvad angår snestøden... som henhører til Húsavíks hauge, da bør det af kristen kærlighed tåles, når Dals får af sig selv driver derhen, og de bør lades stå fri, indtil de uden fare ved første lejlighed kan komme derfra. Således bør også Dals-mænd tåle, når Húsavíks får imod deres vilje driver ind i Dalurs hauge, og begge parter skal hente deres får tilbage til deres egen hauge ved førstkommende lejlighed.«

Fåreavlens udvikling i vor tid

Den intensive udnyttelse af haugen er idag ophørt. Men takket være de tekniske fremskridt er udbyttet idag alligevel lige så stort som i gamle dage

Vi har set, hvordan man på mange måder gennem et nøje kendskab til de økologiske forhold har forstået at udnytte græsningsområderne på Færøerne med de midler man nu havde til rådighed i ældre

(Foto: Mogens Skjoldager)

Fig. 25. Fårefolden »rætten« i Húsavíks sydlige hauge, hvor flokkene 1-5 (se fig. 24) drives sammen til klipning og slagtning.

tid. Idag anvendes græsningsarealerne ikke nær så intensivt. Slagteudbyttet er dog nogenlunde det samme, takket være opførelse af fårehuse, udstrakt anvendelse af fodring med hø og importeret kraftfoder i vintermånederne og takket være de fremskridt, der er sket indenfor sygdomsbekæmpelsen. Røgtningen af fårene er faldet bort og med den den rationelle udnyttelse af græsningsarealerne. Samtidigt er fårene i de senere år mere og mere overgået til privat eje. Dette har medført, at haugen er blevet splittet mere og mere op i privatejede, indhegnede »haugeparter«. Dermed har man løst problemerne omkring det at »røgte fårene imod hinanden«. Det krævede ikke blot dygtige fårehyrder, men også at disse kunne og ville samarbejde. Det har også gjort det lettere at drive fårene sammen til klipning og slagtning, noget, der før i tiden krævede mange mænds deltagelse. Men samtidigt har det givet ringere mulighed for en smidig udnyttelse af de forskellige arealtyper.

Mange steder holder fårene op med at vokse, når de efter en vinter på kraftfoder om foråret kommer ud i haugen. Derved får de

vanskeligt ved at klare sig igennem den følgende vinter. Kvaliteten af kødet er også blevet ringere.

Hvorfor nu denne ændring?

Hvorfor har man forladt den næsten perfekte økologiske tilpasning, hvor økosystemet udnyttedes så det gav den maksimale produktion af fårekød og uld?

Økologisk tilpasning - for hvem? Der var økonomiske grunde til fåreavlens økologiske tilpasning. Fåreavlen gav vigtige eksportvarer

Både dengang og idag må mennesket tilpasse sig naturen. Og både dengang og idag er denne tilpasning blevet påvirket af økonomiske samfundsmæssige forhold.

Det var en økonomisk nødvendighed for det færøske landbrugssamfund at tilpasse sig naturforholdene så godt som muligt. Men de store anstrengelser, der blev lagt for dagen for at gøre fåreavlen så effektiv som muligt, kan og skal ikke forklares »økologisk«:

At specielt fåreavlen blev drevet på en økologisk optimal måde hang sammen med uldproduktionens altdominerende betydning som eksportvare. »Færø-uld er færø-guld«, hed det i gamle dage. I 1700-tallet udgjorde uld og uldprodukter over 90% af eksporten.

Det færøske samfund var dengang som idag et klassesamfund. Det bestod af storbønder (heriblandt præsterne og andre øvrighedspersoner), småbønder og endelig de ejendomsløse, der tjente til livets ophold som tjenestefolk eller daglejere på de større gårde.

Det var naturligvis først og fremmest de større bønder, der havde interesse i fåreavl med henblik på eksport af uld. De var også interesseret i, at der var et vist antal småbønder og besiddelsesløse, som kunne sikre dem arbejdskraft til forarbejdning af ulden, der eksporteredes som strømper og trøjer.

Men det var ikke blot storbønderne, der havde interesse i uldeksporten. Den største magtfaktor på Færøerne var den danske konge. Han ejede halvdelen af al jorden på øerne. Den var forpagtet ud til fæstebønder. Fra 1709 til 1856 havde han endvidere eneret (monopol) på al handel på Færøerne. Da således ulden dannede grundlaget for hans handelsindtægter, og da ulden havde stor betydning for hans muligheder for at pålægge befolkningen skatter og afgifter, var han direkte interesseret i, at uldproduktionen var så stor som mulig.

Fig. 26. Janus Sørensen, der har været fårehyrde i Húsavík siden sin barndom. Området er et af de få steder på Færøerne, hvor den beskrevne form for fårerøgt stadig praktiseres.

(Foto: Mogens Skjoldager)

Den færøske lovgivning fastsattes formelt af den enevældige konge. Men på grund af øernes specielle forhold, forhold som man ikke havde meget begreb om i Kongens København, havde de færøske storbønder og øvrighedspersoner reelt stor indflydelse på udformningen af lovene.

Mange af kongens fæstebønder var præster. De forstod at udnytte situationen ved at klage til kongen over deres »dårlige« forhold. På den måde opnåede de privilegier, sikrede sig mere jord, og fik gennemført en lovgivning, der var særdeles gunstig for dem.

Loven om at det var forbudt at have fårene i særeje, og at de skulle røgtes sammen, var klart dikteret af kongens og storbøndernes fælles interesse: Kongen var interesseret i den størst mulige uldproduktion, og storbønderne var interesserede i, at småbønderne ikke sørgede for deres egne får på bekostning af storbøndernes. Derfor havde man fællesdrift, og derfor var det forbudt ejerne at gå i haugen. Fårehyrderne valgtes nemlig ikke ved simpel flertalsafgørelse mellem ejerne, men ved flertalsafgørelse mellem ejernes

marketal-andele. Ejede en bonde f.eks. halvdelen af en bygds marketal, talte hans stemme således ligeså meget, som alle de andre ejeres tilsammen.

Efter kartoflens indførelse gav retten til at holde fårene på bøen i vinterhalvåret vanskeligheder, navnlig for de små jordejere, der var helt afhængige af kartoffelavlen. Fårene gik ofte i kartoffelbedene, og det var forbudt at have hegn omkring.

Da eksportprisen på strømper og trøjer steg i 1700-tallet, fik man vanskeligheder, fordi de besiddelsesløse kunne tjene en større dagløn ved at strikke, end de fik ved at arbejde som tjenestefolk på gårdene. Det eneste, der krævedes, var et par strikkepinde og uld. I den anledning blev der vedtaget en lov, der forbød unge mennesker at gifte sig, hvis de ikke havde lovligt erhverv eller havde tjent mindst 5 år som tjenestefolk på en gård. Som lovligt erhverv regnedes naturligvis ikke tilvirkning af hoser og trøjer. På den måde søgte man at fastholde den billige arbejdskraft på landet. Det lykkedes også delvist i perioden indtil det færøske fiskeri for alvor kom igang. De fattiges indtjening ved selvstændigt fiskeri holdtes også i ave ved hjælp af en lov, hvorefter de rige bønder havde ret til at udskrive folk til bemanding af deres både til forårsfiskeriet.

Mange har ment, at befolkningstallet på Færøerne holdt sig nogenlunde konstant på omkring 4.000 indbyggere op til slutningen af 1700-tallet. Og man har taget det som udtryk for den største befolkning, Færøerne kunne brødføde gennem landbrug. Men uanset den smidige tilpasning har det næppe været tilfældet netop på grund af de herskende klasseforhold. Dette sandsynliggøres af den kendsgerning, at der mange steder på Færøerne er spor efter tidligere opdyrkninger på lavtliggende områder, der ikke har været opdyrket i nyere tid. Det kan netop tænkes at hænge sammen med ønsket om at optimere fåreavlen på bekostning af kvægholdet og korndyrkningen. - Jo færre køer og jo mindre korn des flere får og des større indtægter.

Det viser sig da også, at kornavlen dalede kraftigt i 1700-tallet, hvilket gav anledning til en konflikt mellem kongen og storbønderne: Da handelspriserne på korn netop på den tid steg kraftigt gjorde monopolhandelens faste priser eksport af korn til Færøerne urentabel for kongen. Han søgte derfor at fremme korndyrkningen på Færøerne, dog uden særligt held. Disse forhold førte ofte til regulær hungersnød blandt den fattige del af befolkningen.

Situationen lettedes dog ved indførelsen af kartoffelavl. Kartoffelen kunne give et stort udbytte år efter år på samme lille jordstykke, ofte dårlig sandjord, blot der blev gødet tilstrækkeligt. Kartoffelavlen kom som nævnt ovenfor i konflikt med andre dele af landbruget, men samtidig kunne den gøre folk mindre afhængige af bygdelivets snævre rammer. På den måde hjalp den med til at løsne storbøndernes greb om den fattige del af befolkningen.

Vi ser her, hvordan man har gennemført en delvis økologisk optimering ikke udfra økologiske, men udfra økonomiske målsætninger. Og vi ser, hvorledes vi ikke kan adskille den økologiske tilpasning fra samfundets indretning, specielt klasseforholdene.

(Foto: Københavns Universitets geografiske Instituts billedarkiv)

Fig. 27. Kartoffellægning ved Tórshavn i 1898. Med skibsfiskeriets udvikling i slutningen af forrige århundrede svækkedes storbøndernes magt i det færøske samfund. Herigennem åbnedes muligheden for at udstykke jord til fiskerne og arbejderne. Navnlig omkring Tórshavn blev større områder udstykket. Kartoffeldyrkningen kunne passes ind i fiskeriets sæsoner, og således kunne skibsejernes udgifter til lønninger mindskes. Den udvikling var altså af interesse for den nye herskende klasse: De store handelsforetagender, der ganske dominerede den færøske økonomi fra slutningen af 1800-tallet.
Bemærk det tynde muldlag og den stenede jordbund.

Økologisk viden i det færøske landbrugssamfund. Landbruget krævede et indgående kendskab til dyrenes og planternes livscyklus og vækstbetingelser

Ligesom vi så det hos grønlænderne, har også færingerne for at overleve måttet tilegne sig et indgående kendskab til naturen. Den største indsigt fik de gennem deres hovederhverv, landbruget, men også gennem fuglefangsten og fiskeriet, der foruden kendskabet til de mange men små fiskepladser, navnlig krævede indsigt i de indviklede tidevandsstrømme omkring øerne.

Men den egentlige økologiske forståelse kom klarest til udtryk gennem landbrugsproduktionen, fordi denne fordrer et indgående kendskab til dyrenes og planternes livscyklus og vækstbetingelser. Lad os først se på produktionen i bøen. Dyrkning af jorden betyder, at man griber ind i naturen ved at erstatte et plantesamfund med et andet. Vi har nævnt, at man i gamle dage dyrkede korn. Det foregik under meget vanskelige forhold. På grund af klimaet var det som regel kun byg, der kunne nå at modnes. Det stejle og ujævne terræn gjorde det umuligt at bruge plov og harve og gjorde det vanskeligt at bringe gødning ud på markerne. Endvidere faldt den bedste tid for fiskeriet sammen med forårs-»pløjningen« og såning. Behandlingen af det høstede korn var uhyre tidkrævende, bl.a. fordi det regnfulde klima ofte gjorde det nødvendigt at tørre kornet kunstigt. Og det var ofte vanskeligt at skille kernerne fra avnerne på det ikke altid helt modne korn.

Derfor kunne det mange steder økonomisk set bedre betale sig at købe kornet fra den kongelige handelsbod med de penge, man tjente ved at sælge uld, fårekød, smør og fisk. Når man alligevel dyrkede korn, hang det sammen med, at korndyrkning var godt for jorden. Den øgede græsvæksten. Kornet dyrkedes derfor ikke det samme sted hvert år, men markerne forrykkedes, således at der i gennemsnit blev dyrket korn overalt i bøen hvert 7.-10. år.

Om det græs, der voksede op, efter at der var dyrket korn, skriver Jørgen Landt, der var sognepræst på Færøerne fra 1792-98:

»I det første og andet år efter dyrkningen giver ageren den største mængde græs, men det er groft og fuldt af syrestilke, så det ikke kan anses for godt hø. Det bedste græs kommer først det tredje og påfølgende år. Det kommer an på jordens beskaffenhed og beliggenhed, hvor mange år en ager efter dyrkningen kan bære godt græs; på nogle steder ikke længere end 6 til 7 år, men på andre steder i 8 til 10 år. Jo længere en ager ligger udyrket, desto finere bliver vel

græsset, men også desto mindre i kvantitet, thi det mere og mere overhåndtagende ukrudt kvæler græsset.«

Hvad man her har gjort har således blot været en praktisk udnyttelse af kendskabet til økologisk succession (se kap. 7) og problemerne omkring udpining af jorden. (Se kap. 6).

Også græsvæksten i haugen var genstand for påvirkning i det færøske landbrug. Navnlig gennem dræning af de sumpede dele af haugen ændrede man vegetationen, således at den stemte bedre overens med de krav som fårenes og køernes græsning stillede.

Hvor man skar tørv i haugen, sørgede man for først forsigtigt at fjerne det øverste græslag. Efter endt tørveskær lagde man græsset på plads igen, således at jorden ikke kom til at ligge bar til ingen nytte og udsat for regn og blæst med udvaskning og udtørring til følge.

Begrebet skipan, der som omtalt var et udtryk for den optimale besætning, gjaldt ikke blot fårene men også køerne, hestene og hundene (der brugtes ved fårerøgtningen). Det viser tydeligt forståelsen for, hvorledes en rationel udnyttelse af et område hænger intimt sammen med en afbalanceret påvirkning af alle de faktorer, der indgår i systemet.

Kort sagt

For at sikre så stort et udbytte af fåreavlen som muligt røgtedes fårene på en sådan måde, at alle græsningsarealerne udnyttedes så effektivt som muligt. Dette sikredes gennem fælleseje af fårene, gennem kravet om overholdelse af skipan, gennem retten til fri vintergræsning på bøen, gennem god vedligeholdelse af haugen og gennem en effektiv røgtning af fårene. Denne økologiske tilpasning var imidlertid økonomisk bestemt og fremmedes gennem de høje priser på uldprodukter.

Befolkningstallet kunne sandsynligvis have været øget og de fattiges kår bedre, hvis man i større udstrækning havde lagt vægt på korndyrkningen og ko-holdet, men de herskende klasseforhold hindrede dette.

Landbrugsproduktionens krav om godt kendskab til dyrenes og planternes livscyklus og vækstbetingelser betød en omfattende økologisk forståelse hos den færøske bonde.

Kapitel 5

DET MODERNE SAMFUNDS MATERIELLE GRUNDLAG

Det moderne samfund er baseret på en verdensomspændende stofomflytning

Vi har set, hvordan det grønlandske fangersamfund helt og holdent hvilede på et grundlag, der ikke gik udover Grønlands grænser.

Vi har beskrevet det færøske bondesamfund, som kun var delvist selvforsynende, idet navnlig korn, træ, salt og isenkram måtte importeres. Til gengæld fandt der en eksport sted, især af uldvarer. Således var altså det materielle økologiske grundlag for det færøske bondesamfund betydeligt bredere, end hvad Færøerne kunne byde på fra naturens hånd, eftersom øernes »humane økosystem« strakte sig udover store dele af det nordlige Europa.

Også vores moderne samfund hviler nødvendigvis på et materielt grundlag. Dette grundlag omfatter efterhånden hele jordkloden, hvilket viser sig selv i de mindste dagligdags ting.

Følger vi for eksempel en plade chokolades tilblivelse kommer vi mange steder hen (se fig. 28). Den kan måske være importeret fra Schweiz. Det kakaosmør, der er anvendt til fremstillingen, er lavet af kakaobønner, der muligvis er importeret fra Ghana. Sukkeret kan komme fra Brasilien. Mælkepulveret stammer måske fra køer, der har græsset i Alperne om sommeren, og som om vinteren har fået fodertilskud bestående af soyakager fremstillet i USA. Mandlerne kan stamme fra Sicilien og rosinerne fra Californien. Endvidere indeholder chokoladen en del kunststoffer, der dels har betydning for chokoladens konsistens (f.eks. stoffet lecithin), dels virker som smags- og farvestoffer. Disse industriprodukter kan igen komme mange steder fra. Chokoladen er pakket ind i aluminiumfolie, hvori bl.a. indgår aluminium, der måske er udvundet af bauxit fra Malaysia. Og papiremballagen er måske baseret på træ fra de canadiske skove.

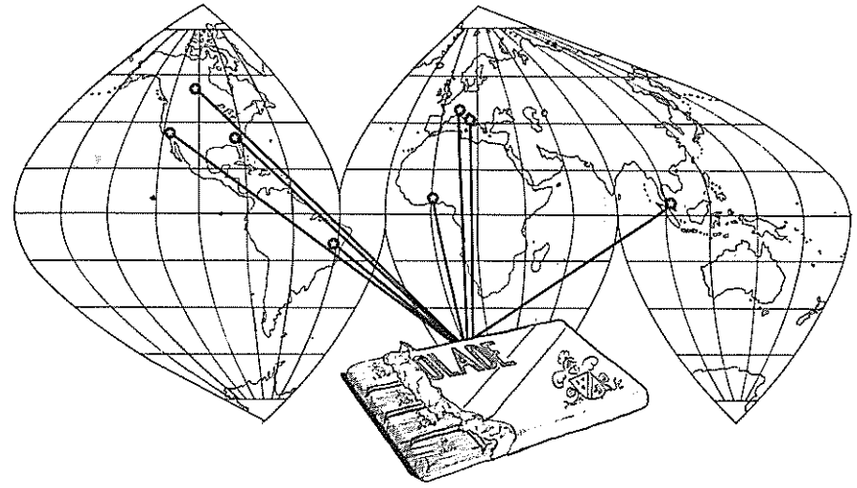


Fig. 28. Følger man en plade chokolades tilblivelse kommer man mange steder hen. På figuren er vist ophavsstederne for nogle af de stoffer, der kan indgå i det færdige produkt. Eksemplet viser, hvorledes det materielle grundlag for det moderne samfund spreder sig over hele jordkloden.

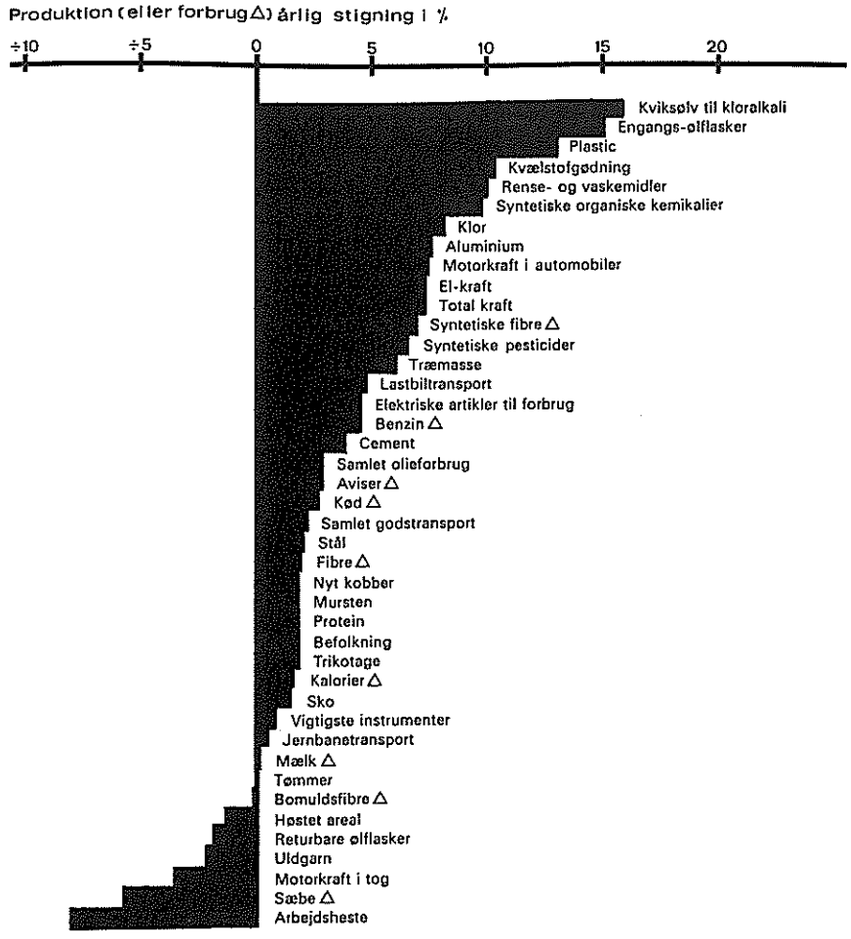
Hvis vi går et led længere tilbage i produktionen og ser på oprindelsen af de maskiner og den energi, der er nødvendig for chokoladeproduktionen, vil vi komme atter andre steder hen.

På denne måde sker der en verdensomspændende stofomflytning, hvis omfang bliver større og større, for hver dag der går. Den vigtigste forudsætning for dette finder vi i den teknologiske udvikling, der har fundet sted navnlig siden midten af forrige århundrede.

Industrialismen

Udviklingen af industrialismen hang sammen med kapitalismens gennembrud. Stadig nye sider af naturen blev inddraget i produktionen, der steg kolossalt

Før industrialismens gennembrud fandt produktionen i Europa sted under de faste og stive ejendomsforhold, der kendetegnede feudalismen. De store jordbesiddere havde magten og ejendommen,



(Efter: Barry Commener: The environmental costs of economic growth. Chemistry in Britain. VOL 8, no. 2, feb. 1972.)

Fig. 29. Figuren viser USA's årlige vækst i forbrug og produktion af en række produkter. Det fremgår af figuren, at den største vækst finder sted indenfor den ikke-biologiske produktion, særligt indenfor den del af produktionen, der er baseret på den kemiske industri.

og de, der kun ejede lidt eller slet intet, var i realiteten jordbesiddernes slaver. Med industrialismens udvikling »frigjordes« bønderne. De kunne nu tage arbejde i industrien, men i realiteten var deres stilling ikke forbedret, snarere forværret. For de var nu helt afhængige af, om de kunne sælge deres arbejdskraft.

I samfundets top var der ligeledes sket en markant ændring. Det var nu ikke længere godsejerne alene, men i stigende grad borgerskabet - kapitalisterne - der havde magten. Begge disse klasser lukrerede på de lave klasser, men ikke på samme måde. Hvor godsejeren udbyttede fæstebønder og besiddelsesløse med det formål at forøge sit eget *forbrug* og sin egen rigdom, så udbyttede kapitalisten lønarbejderne med det formål at investere sit overskud i ny produktion. Dette skyldtes ikke sparsommelighed eller godgørenhed fra kapitalistens side, men derimod nødvendighed. Han var nemlig ikke økonomisk sikret på samme måde som godsejeren, der havde sine faste ejendomme og fæstebønder. Af konkurrencemæssige årsager stod han hele tiden i fare for at miste sin kapital. Han måtte derfor til stadighed producere endnu bedre og endnu billigere ved at produktiviteten øgedes og ved at finde nye konkurrencedygtige ting at producere.

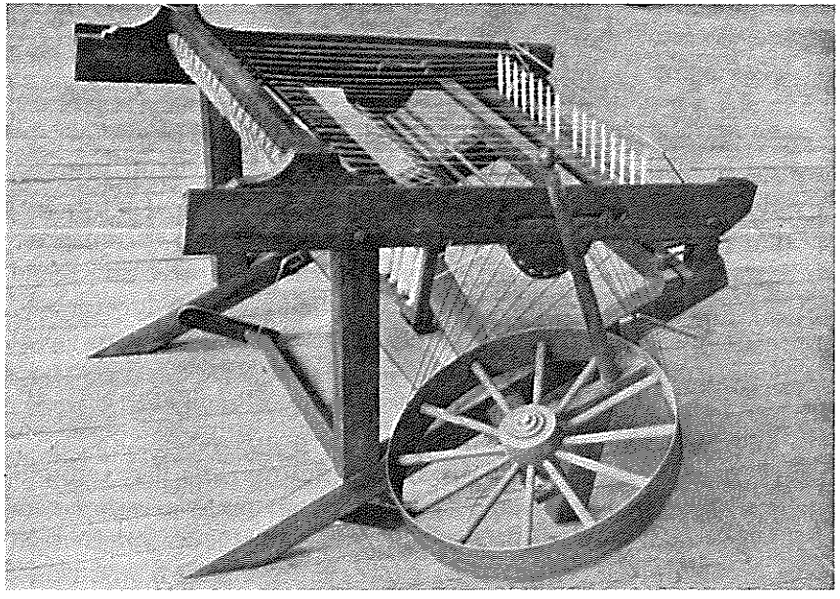
Dette har betydet, at produktionen er steget kolossalt, men samtidigt også, at produktionen til stadighed har ændret karakter: Dels har man opfundet nye og mere arbejdsbesparende måder at udvinde og forarbejde allerede udnyttede former for naturstoffer på, og dels har man taget helt nye sider af naturen i anvendelse.

Således har de forskellige former for spinde- og vævemaskiner, der udvikledes i England i første halvdel af 1800-tallet, gjort det muligt at producere langt mere klæde med langt mindre arbejdsindsats, end det tidligere havde været tilfældet (se fig. 30).

En mere indirekte form for produktivitetsforøgelse lå i transportmidlernes udvikling, hvorved produkterne i højere grad end tidligere kunne produceres der, hvor de naturmæssige forhold gjorde det mest gunstigt. Industrialismens og kapitalismens vækst skyldes således i høj grad udviklingen af sø- og jernbanetransporten, der f.eks. muliggjorde import til Europa af billig hvede fra Rusland og USA, hvorved landbruget i Europa svækkedes.

Hvad angår inddragelse af nye sider af naturen, der ikke tidligere har været udnyttet, behøver vi her blot at tænke på ting som anvendelsen af elektricitet og atomkraft, og opfindelsen af kunststoffer til erstatning af »naturlige« produkter. For landbrugsproduktionens udvikling har næppe nogen enkeltfaktor betydet mere end udviklingen af kunstgødning som erstatning for og supplement til naturgødningen. På fig. 29 er vist, hvorledes produktionen af forskellige syntetiske produkter har udviklet sig i forhold til naturprodukterne.

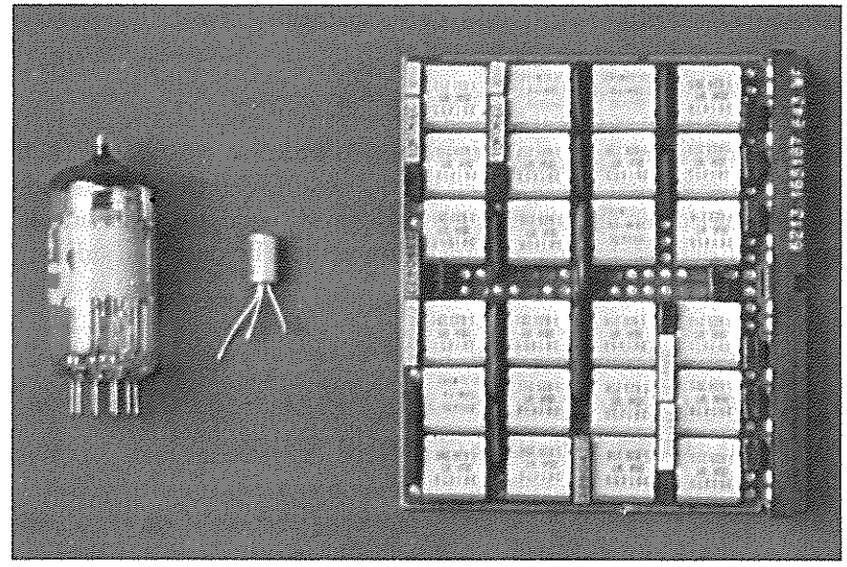
A



B

(Efter A. Jensen og B. Kledal: Den industrielle revolution i England 1780-1850)

Fig. 30. A) Spinding med håndten. Manden og kvinden spinder, mens barnet vinder den spundne tråd. Stik fra det 16. århundrede. B) Moderne rekonstruktion af den første spinde-jenny fra 1766. Med denne kunne nu én person spinde så megen tråd, som der før havde været 12-16 personer om. Da netop spindeprocessen på dette tidspunkt var blevet flaskehalsen i forarbejdningen af bomuld, fik udviklingen af spindemaskiner stor betydning for udviklingen af tekstilindustrien.



(Efter: Teknisk Leksikon III)

Fig. 31. Datamaskinernes udvikling viser hvorledes den teknologiske udvikling også kan betyde ressourcebesparelser: Figuren viser, hvorledes den centrale enhed i en datamaskine er blevet langt mindre gennem de seneste år: Fra elektronrøret over dens afløser transistoren til den integrerede kreds til højre, der indeholder flere hundrede transistorer.

Naturressourcerne øges i takt med den teknologiske udvikling

Ganske vist anvendes der med produktionsstigningen større og større mængder råstoffer. Men samtidig hermed betyder den teknologiske udvikling, at nye hidtil ikke udnyttede sider af naturen kan tages i menneskets tjeneste. Hvis vi definerer naturressourcer som de dele af naturen, det er teknisk muligt at anvende i produktionen, kan vi sige, at de samlede ressourcer stiger i takt med den teknologiske udvikling, selv om det kan være vanskeligt at gøre det op i tal.

Anvendelsen af nye sider af naturen kan også resultere i forurening, endda i større udstrækning end tidligere. Den moderne produktion er i høj grad baseret på anvendelse og produktion af kunststoffer, der er vanskelige at nedbryde og dermed vanskelige at få til at indgå i naturen igen (se fig. 29).

Teknisk er der store muligheder for genanvendelse af spildstoffer fra produktionen. Men 100% genbrug vil der næppe kunne blive

tale om. Rensning vil i praksis aldrig kunne blive 100% effektiv. Derfor er problemet med forureningen og de begrænsede råstofressourcer til stadighed aktuelt.

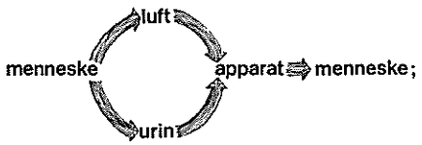
Forureningen er dog ikke blot et spørgsmål om at skaffe plads til spildprodukterne og om at spare på knappe ressourcer. Når forureningsgraden når op på en vis størrelse, er den til direkte skade for produktionen ved at ødelægge ressourcer (vand, luft, jordbund), og ved at den ødelægger arbejdskraften (lønarbejdernes sundhed).

Rumskibsfilosofien
I det lange løb må også menneskets stofskifte med naturen indgå i et lukket stofkredsløb

I de seneste år er produktionen generelt steget enormt, og kravet om vækst i produktionen er blevet et grundlæggende økonomisk krav, der også har præget det enkelte menneske i det moderne industrisamfund. Der er nu ved at ske en reaktion på denne indstilling. Mange har gjort opmærksom på den indlysende sandhed, at jorden er begrænset, at »vi lever i et rumskib«.

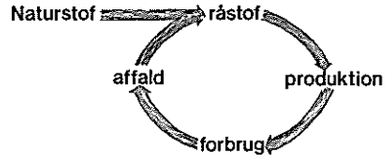
Sammenligningen er ved første øjekast slående. I et rumskib med begrænset plads er det yderst vigtigt, at man kun medtager det allernødvendigste udstyr. For proviantens vedkommende sker dette bedst ved at sikre, at alt stof genanvendes (recirkuleres), mens den nødvendige gennemstrømning af energi fås i form af solenergi. I et sådant system kan der kun blive tale om vækst, forsåvidt som en forøget tilførsel af energi kan få kredsløbene til at forløbe hurtigere.

Man kan for at illustrere dette eksempelvis tænke på rumskibets destillationsapparat, der ved at opfange vandmolekylerne fra rumpiloternes udåndingsluft og ved at rense deres urin, kan fremstille drikkevand. Lad os tænke os, at det kan producere 10 liter vand i døgnet, når det er indstillet normalt. Derved forbruger det en vis mængde energi. Drejer vi op for apparatet, vil det kunne producere måske 20 liter i døgnet, men vel at mærke med et højere energiforbrug. Den samlede mængde vand i rumskibet er den samme, men kredsløbet



forløber hurtigere.

Overført på jorden betyder det, at produktionen må betragtes på følgende måde:



Normalt overlades nedbrydningen af affaldet i vores samfund til naturen.

Tænk på en by, der får sit drikkevand fra den samme sø, som benyttes som modtager for byens spildevand.

Vokser produktionen og dermed vandforbruget i byen fra år til år, øges også spildevandsmængden. På et tidspunkt vil spildevandsmængden være så stor, at søvandets kvalitet som drikkevand er blevet for ringe. En videre forøgelse af vandforbruget er da afhængig af, at man enten renser søvandet inden det bruges (forrenser), eller renser spildevandet inden det ledes ud i søen (efterrenser). Begge rensningsformer er energikrævende, direkte ved opvarmnings- og omrøringsprocesser, og indirekte ved at fremstilling af renseanlæggene kræver energi.

Kredsløb, hvor affaldet i naturen nedbrydes til naturstof, der igen kan anvendes som råstof for produktionen, kendes fra mange former for produktion. Det gjaldt for eksempel hele den produktion, der fandt sted i det grønlandske fangersamfund, som vi beskrev tidligere. Vi genfinder det også i landbrugets anvendelse af staldgødning i kornproduktionen.

Ved anvendelsen af gammelt jern i stålproduktionen, og anvendelsen af aviser og andet papiraffald i papirindustrien, har man derimod »skudt genvej« ved direkte at anvende affaldet som råstof for den videre produktion. Dette er råstofbesparende, men energikrævende.

Men en stor del af den produktionsforøgelse, der har fundet sted siden industrialismens gennembrud, er dog ikke indgået i noget kredsløb. I stedet har stoffet hobet sig op som affald. Ophobet affald kaldes forurening.

Problemet har også en anden side. Når stoffet ikke vender tilbage som anvendeligt stof for den videre produktion, betyder det, at råstofressourcerne står i fare for at slippe op. Forurening og ressourceknaphed er netop to centrale temaer i debatten om økokrisen.

Kort sagt

Det moderne samfund er baseret på en verdensomspændende stofomflytning, der navnlig siden kapitalismens gennembrud er blevet mere og mere omfattende. Samtidigt er nye sider af naturen blevet inddraget i produktionen i takt med den teknologiske udvikling. Den enorme produktion, dette har givet anledning til, ender som affald. Det medfører forurening og råstofmangel, hvis man ikke sørger for efterhånden at sikre, at affaldet indgår igen som råstof i produktionen. Vi kan sammenligne dette med den stadige genanvendelse, der finder sted i et rumskib.

FORNYELSER SKAL DER TIL

Bliv ikke forskrækket, når jeg tør vove at påstå, at tingene ikke skal vare evigt. I fremtiden bliver levetiden endda kortere og kortere. Det er simpelthen en samfundsøkonomisk nødvendighed, da produktionen skal holdes i gang. Hvorfor skal et komfur eller en vaskemaskine kunne holde længere end bilen? Udskiftes den ikke tit, fordi der er kommet en ny type med flere raffinementer, større tophastighed o.s.v.? Hvorfor så ikke udskifte husholdningsapparaterne, når nye opfindelser gør dem mere velegnede i brug?

Fig. 32. »Vi bliver en smidig og homogen forbrugermasse, der følger pengenes søgen efter produkter med hurtig fortjeneste«. (Noah 1970).- eller sagt lidt tørt udspringer artiklens tale om »en samfundsøkonomisk nødvendighed« ikke af samfundsmæssige behov, men af den kapitalistiske produktions ønsker.

Teknologi og kapitalisme

Den teknologiske udvikling, stadige ændringer i forbrugernes »behov« og befolkningsvæksten kan ikke forklare produktionens vækst i sig selv og de mange sider af produktionen, der ikke har noget formål. Det er heller ikke nok til at forklare rovdriften på ressourcerne og de stadigt stigende affaldsmængder

Vi har ovenfor givet en skildring af betydningen af den teknologiske udvikling, men vi mangler at uddybe en vigtig side af problemet. Den teknologiske udvikling er et resultat af den stigende menneskelige forståelse for naturens indretning og opbygning. Men den har som nævnt også i høj grad været fremprovokeret af kapitalismens fremkomst. Tager man ikke dette med, forstår man ikke de mange sider af produktionen, der ikke har noget fornuftigt formål. De stadigt skiftende modeller af biler koster fantastiske summer i omlægning af produktion og udgifter til planlægning og reklame. Indenfor kosmetikbranchen er der et helt urimeligt forhold mellem den indsats, der bliver gjort for at producere de kosmetiske stoffer, og den indsats, der bliver ydet til emballage, udformning og i reklame. Dette skal ikke opfattes som en modstand mod biler og kosmetik, eller mod at man gør varerne tiltrækkende, men blot som en konstatering af, at den massive indsats på dette område ikke kan forklares ud fra stadige ændringer i »behovet«.

Befolkningstilvæksten er ofte angivet som årsag til den store vækst i produktionen (og dermed forureningen). Set i historisk belysning er befolkningen i de industrialiserede lande da også vokset meget siden industrialismens barndom. Men den kan kun forklare en lille del af produktionsstigningen. Og det kan endnu mindre forklare den kolossale stigning i affaldsmængderne, som samtidig har fundet sted. For at forstå produktionens stadige vækst må vi derimod sætte den i forbindelse med vort økonomiske system. Vi vil som eksempel på, hvordan denne mekanisme fungerer, anvende udviklingen i den moderne hvalfangst.

Dette er valgt, fordi udviklingen af hvalfangsten netop er et eksempel på, hvorledes den økologiske forskning har kunnet forudsige konsekvenserne af en rovdrift på ressourcerne.

Rovdriften på hvalbestandene er blevet forelagt den internationale hvalkommission, og man har gang på gang kunnet dokumente-

re, hvordan hvalerne ville blive overfiskede og udryddet, hvis man ikke indskrænkede fangsterne væsentligt. Alligevel kunne man ikke blive enige om at begrænse fangsten til den mængde, økologerne foreslog.

Hvilke interesser styrer hvalfangsten? Hvalernes udryddelse skyldes ikke menneskelig dumhed

Udviklingen i den moderne hvalfangst beskrives ofte som en endeløs række af menneskelige dumheder. I bogen »Grænser for Vækst« beskrives udviklingen således:

»Først dræbte hvalfangerindustrien de store hvaler - blåhvalerne. Men da bestanden i 40'erne svandt ind, begyndte de på finhvalerne, og efterhånden som også bestanden af disse blev mindre, slog de sig på sejhvalerne, og nu bliver kaskelothvalerne fanget i et ubegrænset antal - den endelige dumhed. Alligevel bliver mennesket tilsyneladende ikke klogere af at støde på jordens åbenbare grænser. Historien om hvalfangerindustrien viser, for et lille område, det uundgåelige resultat af forsøg på at vokse evigt i et begrænset miljø.« (Se fig. 33 og 34.)

Men hvem er det, der handler dumt?

Det kan ikke være hvalfangerne. Hvis de skulle nedsætte deres fangstrate, ville det blot forringe erhvervets rentabilitet. Så ville investeringerne ophøre, kapitalen overgå til andre erhverv, og fangerne ville dermed gøre sig selv arbejdsløse. - Ville det ikke snarere være dumt?

Det kan heller ikke være dem, der ejer hvalflåden. De ejer den jo netop, fordi det er den måde de hurtigst kan tjene investeringerne ind på.

Det kan heller ikke være de politikere, der repræsenterer de store hvalfangernationer, for disse politikere ville blive afsat, hvis de gik imod deres »lands økonomiske interesser«.

Det kan heller ikke være repræsentanter for alle de nationer, der ikke driver hvalfangst, men som gerne vil have hvalerne bevaret af andre grunde. - For de har ingen stemmeret i den internationale hvalkommission.

Endelig kan det heller ikke være videnskabsfolkenes skyld. For de

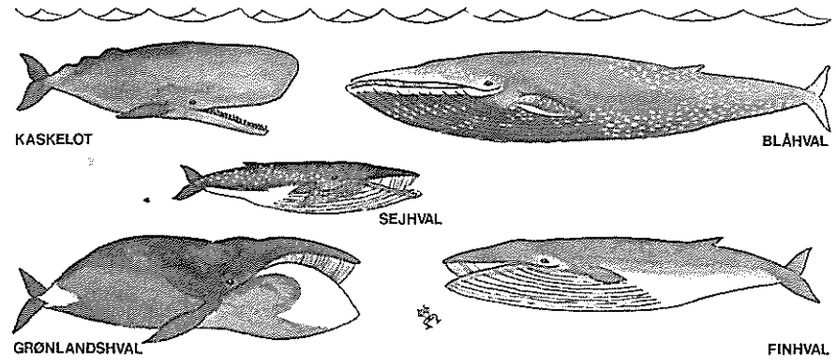


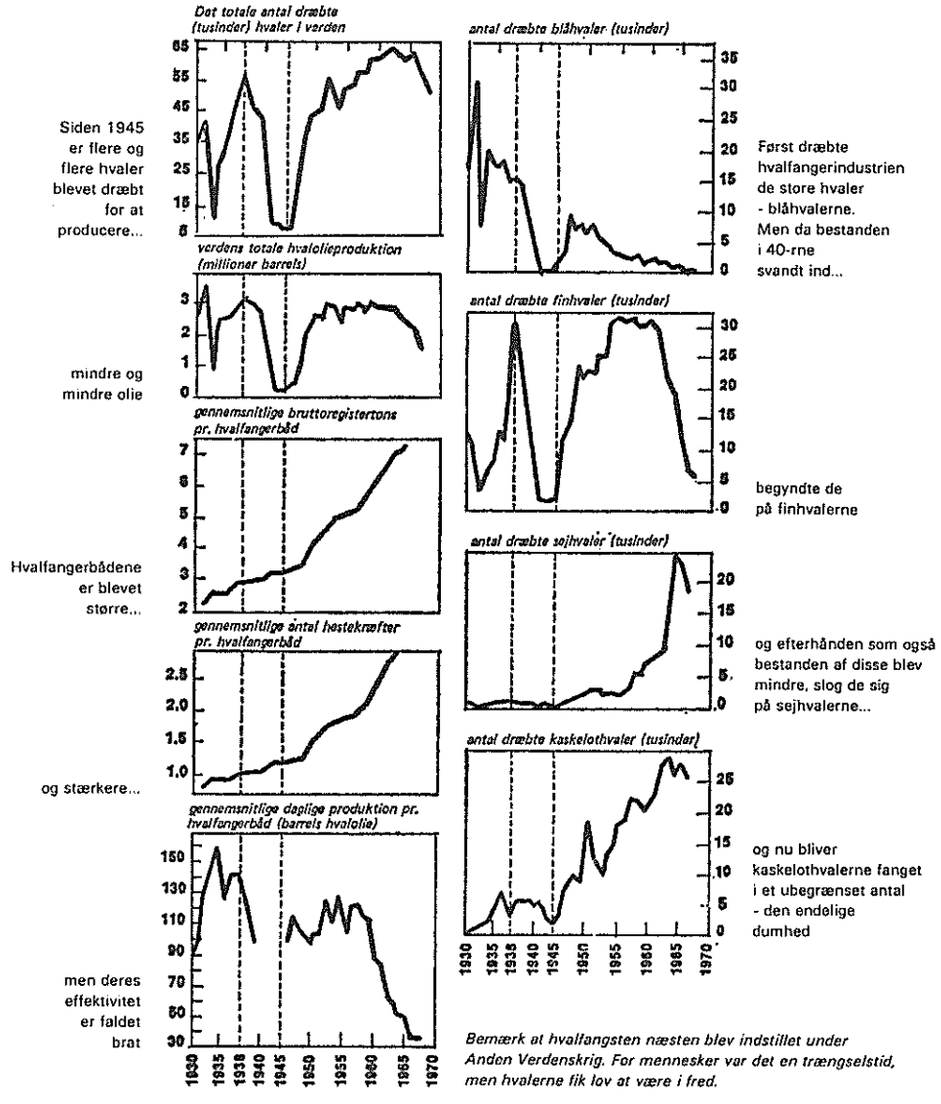
Fig. 33. Blåhvalen, finhvalen, sejhvalen og kaskelotten er de vigtigste arter for hvalfangsten omkring antarktis. De trues idag med udryddelse. På den nordlige halvkugle fangede man tidligere grønlandshvalen; den er idag yderst sjælden og ligesom blåhvalen totalfredet.

har i mange år påpeget, hvad rovdriften på hvalerne ville betyde for hvalbestanden. De biologiske konsekvenser er for længst blevet forudset og forelagt den internationale hvalkommission, så ingen kan have været i tvivl om den side af sagen.

Udryddelsen af hvalerne hænger sammen med kapitalens stadige krav om forrentning

Skal vi kunne forstå »dumheden«, må vi tage udgangspunkt i den måde hvalfangererhvervet drives på økonomisk: Hvalfangsten drives primært for at forrente den kapital, der er investeret i fangsten. Det følgende er en forsimplet forklaring på disse forhold:

Lad os tænke os en bank, der står for at skulle investere 100 millioner kroner. Forudsætningen for at den vil investere i hvalfangst er, at den kan regne med, at kapitalen vil forrente sig ligeså godt i dette erhverv, som hvis den blev investeret i andre erhverv. Lad os i dette eksempel sætte den gennemsnitlige rente - profitraten - for investeringer i erhvervslivet til 10%. Det betyder, at forrentningen af de 100 millioner skal være 10 millioner kr. det første år. Næste år skal forrentningen være 11 millioner (10% af 110 millioner kr.), 2 år efter 12,1 mill. kr. (10% af 121 mill.kr.). Således skal altså profitten stige for hvert år, der går, hvis investeringen skal kunne betale sig. Så med mindre priserne på hvalprodukter stiger,



(Efter Meadows et al.: Grænser for vækst)

Fig. 34. Er udryddelsen af de store hvaler blot et udtryk for menneskelig dumhed? (Se teksten).

må man nødvendigvis øge fangsten eller nedsætte omkostningerne år efter år. Og da det sidste kun kan lade sig gøre indtil en vis grænse, kan man ikke i længden tillade sig at holde fangsten konstant. Eksemplet er som sagt meget forsimplet. Således kunne

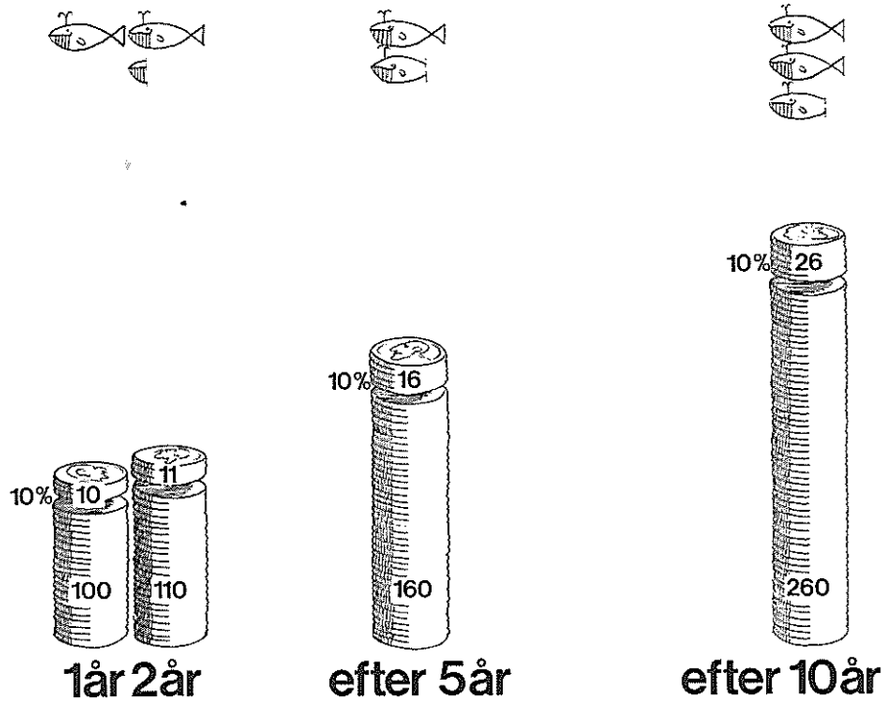


Fig. 35. Skal den kapital, der er investeret i hvalfangsten, give en forrentning, der er lige så god, som den der kan fås over en bankkonto (her ansat til 10%), er det i reglen nødvendigt, at fangsterne øges år for år.

man godt tænke sig, at profitten investeredes i andet end hvalfangst. Herved skulle fangsten kunne holde sig på et konstant stade. Når det alligevel ikke er sket, hænger det bl.a. sammen med, at fangstteknikken har udviklet sig med en sådan hast, at man på grund af konkurrencen har følt sig tvunget til at investere i den nye teknik. Ellers ville man nemlig ikke kunne få del i fangsten af de færre og færre hvaler, der var tilbage (se fig. 35).

Derfor er det vanskeligt at gennemføre faste kvotaordninger, selvom man kan forudse, at den øgede fangst ikke kan fortsætte.

Vi har set, hvorledes en ressource er blevet ødelagt som følge af de lovmæssigheder, der gælder for produktionen under kapitalismen. Vi kunne også have hentet et eksempel fra den »modsatte« ende af produktionsprocessen, nemlig hvor affalds- og forureningsproblemerne er blevet så store, at de i sig selv virker hæmmende for en fortsat produktion enten ved at ødelægge ressourcer (vand, luft, agerjord) eller ved at ødelægge arbejdskraften (arbejderens sundhed) eller begge dele.

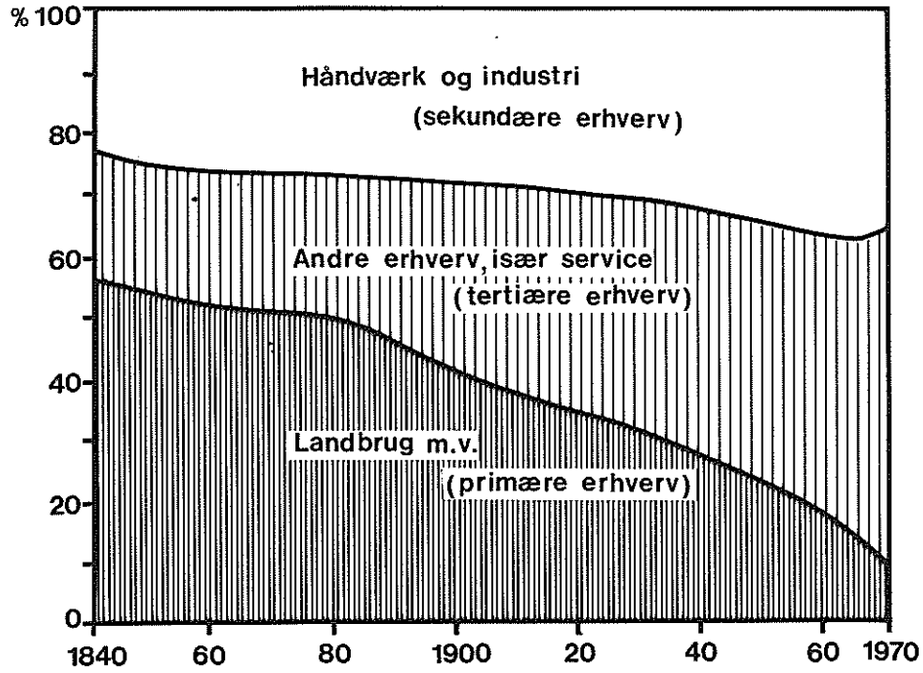
Men i begge tilfælde ser vi, at produktionens stadige vækst under kapitalismen indebærer nogle miljømæssige konsekvenser, der kan være vanskelige at overskue og modvirke.

Kort sagt

Den teknologiske udvikling, stadige ændringer i forbrugernes behov og befolkningstilvæksten er ikke tilstrækkeligt til at forklare produktionens vækst og stigningen i produktionen af ting, der ikke har noget fornuftigt formål. Det kan heller ikke forklare den stadigt stigende forurening og rovdriften på ressourcerne. Således viser hvalfangerindustriens udryddelse af de store hvaler tydeligt, at det ikke er menneskelig dumhed, der ligger bag dette. Rovdriften er derimod blevet fremmet af den økonomiske »fornuft«, der ligger i det kapitalistiske system.

Erhvervsformer i det moderne samfund
Produktionen i det moderne samfund er baseret på en stadigt stigende arbejdsdeling

Udviklingen til det moderne industrisamfund beskrives ofte gennem en skildring af erhvervenes udvikling. Her er det almindeligt at skelne mellem *primære, sekundære og tertiære erhverv.* Til *de primære erhverv* hører landbrug, skovbrug, fiskeri og minedrift, altså de erhverv der direkte er tilknyttet udvindingen af naturressourcerne. (Ofte henregnes minedrift dog til den sekundære sektor, fordi den på grund af den stærke mekanisering tit har et meget »industrielt« præg, og fordi der i forbindelse med udvindingen ofte også er knyttet en vis forarbejdning til udvindingen af råstoffer). *De sekundære erhverv* omfatter de erhverv, der forarbejder naturressourcerne, det er først og fremmest de forskellige industrigrene. *De tertiære erhverv* omfatter alle de erhverv, der ikke direkte er tilknyttet udvindingen og forarbejdningen af naturressourcerne, men som er nødvendige for, at den materielle produktion kan opretholdes og fordeles. Det drejer sig om alle de erhverv, der knytter sig til distributionen af varer, herunder transport, en gros- og detailhandel samt serviceerhverv (mekanikere, læger, jurister, offentligt ansatte i administrationen, undervisningssektoren og den sociale sektor).



(Delvis efter V. Hansen: Danmarks kulturgeografi)

Fig. 36. Erhvervsudviklingen i Danmark 1840-1970.

Ser man historisk på udviklingen indenfor disse tre former for erhverv, kan man konstatere, hvorledes en stadigt faldende andel af de beskæftigede befinder sig i de råstofudvindende erhverv, medens på den anden side flere og flere bliver beskæftiget i servicesektoren. Fig. 36 viser erhvervsgruppernes udvikling, udtrykt ved den andel af de erhvervsbeskæftigede, der befinder sig indenfor de forskellige grupper fra 1840 til 1970.

Alene i betegnelserne primære, sekundære og tertiære erhverv ligger en opfattelse af, at de primære erhverv er de oprindelige, de mere uudviklede, de der mest umiddelbart er knyttet til naturen.

Med industrialismens udvikling blev de sekundære erhverv, først og fremmest de forskellige industrigrene, i højere grad betragtet

som samfundets økonomiske grundlag. Idag taler man om service-samfundet, hvor nu også antallet af arbejdspladser i industrien svinder ind.

Man kunne på denne måde fristes til at tro, at mennesket i højere og højere grad »lagde naturen fra sig« - at det i sit arbejde var mindre og mindre knyttet til naturen. Men som vi har set i forrige afsnit er dette ikke rigtigt. Når en mindre del af befolkningen i vore dage er tilknyttet de primære erhverv, hænger det sammen med den øgede *arbejdsdeling* i samfundet.

Lad os tænke os en dansk bonde i forrige århundrede. Han ville ifølge statistikken være tilknyttet de primære erhverv. Alligevel lavede han meget andet end at dyrke jorden. Han fremstillede selv mange af sine redskaber, ligesom han selv foretog de fleste reparationer på dem. Dette er funktioner, som idag varetages af henholdsvis industri og service-erhverv. Selvom det var andre redskaber og dermed andre reparationer dengang, var det principielt de samme *funktioner,* der blev varetaget.

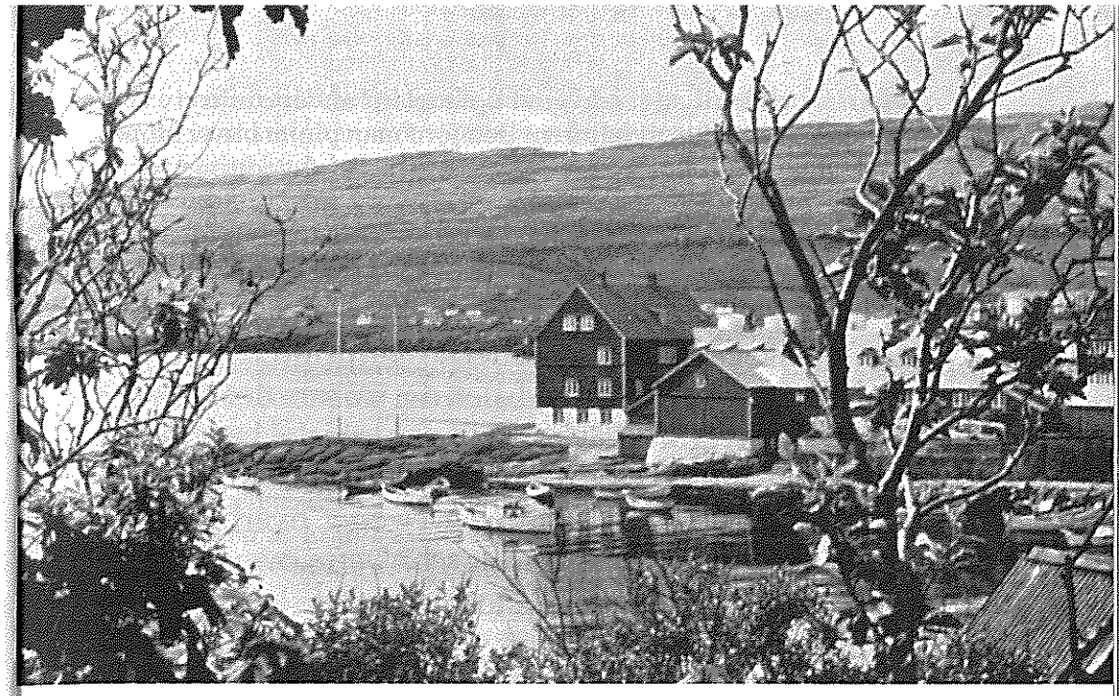
Vi ser dermed, at det, der ligger bag erhvervsopdelingen, blot er en opdeling i samfundsmæssige funktioner. En opdeling i udvindelsen af naturressourcerne (primære funktioner), deres bearbejdning til menneskelig anvendelse (sekundære funktioner) og distributionen af produkterne samt det arbejde, der ikke direkte har tilknytning til den materielle produktion, men som alligevel er nødvendig for at samfundet kan opretholdes (tertiære funktioner).

Men hvordan så denne funktionsopdeling ud i det grønlandske og færøske samfund?

Arbejdsdelingen i det grønlandske fangersamfund og det færøske landbrugssamfund

Skal man groft skitsere situationen i det grønlandske fangersamfund, må vi sige, at mændene mest forestod primære funktioner, mens kvinderne tog sig af de sekundære. Men samtidigt må vi også huske på, at der var store overlapninger, og at både mænd og kvinder også forestod tertiære funktioner.

Allerede i beskrivelsen af den færøske bygd og den færøske erhvervsudvikling støder vi på problemer. I det gamle bygdesamfund ville man umiddelbart sige, at de fleste var tilknyttet landbruget, det primære erhverv, og næsten alle havde da også en nær tilknytning til det. Men faktisk var en stor del af tiden afsat til sekundære funktioner: Først og fremmest strikkede man strømper



(Foto: A. Poulsen. Fra Jørgen-Frantz Jacobsen: Færøerne. Natur og folk)

Fig. 37. Halvøen Tinganes i Tórshavn. På dette »ting« (jvf. »Folketinget«) har færingerne i snart 1.000 år afgjort retssager og ført folkelig kontrol med øvrighedspersonerne, d.v.s. kongens foged, den kongelige handelsbestyrer m.fl., dog ikke altid med lige stort held. Tinget samledes hvert år i slutningen af juli, og Tórshavn blev samtidig centrum for en hektisk handelsaktivitet. På disse dage samledes således nogle vigtige samfundsmæssige tertiære funktioner.

til eksport. Med udviklingen af fiskeriet kan vi sige, at der skete en ændring af de færøske erhvervsfunktioner fra sekundære henimod primære funktioner. Denne ændring sker først og fremmest, fordi Færøerne bliver inddraget i verdensøkonomien på en anden måde end tidligere. I begyndelsen var forskellen egentlig ikke så stor. I stedet for at eksportere strømper og trøjer, forarbejdet af uld man selv producerede, eksporterede man nu klipfisk, tilvirket af fisk færingerne selv fangede. Men efter århundredskiftet gik man i højere grad over til at eksportere fisk, som ikke blev forarbejdet til klipfisk hjemme på Færøerne, men i modtagerlandene, først og fremmest Portugal, Brasilien og Italien. På denne måde blev den primære funktion mere og mere isoleret fra de sekundære funktioner, der fandt sted uden for Færøerne.

Det samme er sket i alle andre moderne samfund. Det vi idag kalder landbrug er noget andet og langt mere specialiseret, end det var før i tiden. Med den stigende mekanisering af landbruget

forsvinder endda i stigende grad opfattelsen af dette erhverv som noget knyttet direkte til naturen. Den jord man pløjer bliver blot én blandt mange produktionsfaktorer på linie med gødning, vand, traktorbenzin, foderblandinger, medicin o.s.v.

Økologisk viden i det moderne samfund

Med den moderne arbejdsdeling mister det enkelte menneske overblikket over de økologiske kredsløb, i hvilke det indgår. Samtidigt kræver de stadigt mere omfattende indgreb i naturen et øget overblik over konsekvenserne af disse indgreb. Dette overblik kan kun skabes gennem systematisk forskning i de problemer, der knytter sig til menneskets stofskifte med naturen. En del af denne forskning varetages af den økologiske videnskab

I beskrivelsen af det grønlandske fangersamfund og det færøske landbrugssamfund fandt vi, at det naturkendskab man besad var et resultat af de krav og de erfaringer man havde indhøstet gennem den daglige produktionsmæssige omgang med naturen gennem århundreder. For det grønlandske fangersamfund betød det et indgående kendskab til vejr- og strømforholdene samt jagt- og fangstdyrenes vaner og tilbøjeligheder. Men da fangersamfundet *ikke selv organiserede produktionen* af deres føde, men blot *tappede på det naturlige økosystem,* havde de ikke megen brug for egentlig økologisk viden. Økologisk viden, i form af kendskab til organismernes livscyklus og vækstbetingelser, finder vi derimod i det færøske landbrugssamfund, hvor denne viden var nødvendig for *organiseringen af produktionen i det kunstige menneskeskabte økosystem:* den færøske bygd.

Også produktionen i det moderne samfund er baseret på udnyttelsen af delvist kunstige menneskeskabte økosystemer. Med industrialismens gennembrud og den øgede arbejdsdeling blev det enkelte menneske i stigende grad gjort fremmed for den kendsgerning, at samfundets produktion til stadighed er bundet til et naturmæssigt grundlag. Det blev almindeligt at tro, at mennesket gennem den tekniske udvikling kunne »frigøre sig fra naturen«. Kapitalismens økonomiske lovmæssigheder, der kun nødtvunget tager hensyn til de økologiske forhold ud over, hvad der kan betale sig på kort sigt, har virket fremmende på denne udvikling.

Men samtidigt har de stadigt øgede indgreb i naturen gjort det nødvendigt at kunne overskue de naturmæssige konsekvenser af indgrebene.

For at kunne det, er det nødvendigt at foretage en systematisk forskning, herunder økologisk forskning, baseret på eksperimenter med kunstige såvel som naturlige økosystemer, og udviklingen af en videnskabelig teoribygning.

En sådan forskning har længe stået på. Men de eksperimenter, den økologiske videnskab hidtil har kunnet foretage, har været uhyre forenklede i forhold til de meget komplicerede økologiske sammenhænge, der gælder i virkeligheden. Imidlertid har navnlig udviklingen af EDB-teknikken og den videnskabelige måleteknik åbnet tekniske muligheder for at efterligne forholdene i virkeligheden (simuleringsteknik).

Økologien er dog stadigvæk en ung videnskab, der stiller langt flere spørgsmål, end den besvarer.

Kort sagt

Grundlaget for den moderne industrielle produktion er en stadig øget arbejdsdeling. Denne medfører, at en stadig mindre del af befolkningen er direkte tilknyttet den primære udvindelse af råstofferne i naturen. Dette kan konstateres i udviklingen af befolkningens erhvervssammensætning.

Udviklingen af økologien som videnskab kan også betragtes som et resultat af den øgede arbejdsdeling og specialisering. Allerede i det færøske landbrugssamfund kan vi konstatere et kendskab til egentlige økologiske forhold. Men først med udviklingen af den økologiske forskning, baseret på eksperimentelt arbejde og videnskabelig teoribygning bliver studiet af økologiske sammenhænge egentlig videnskabeliggjort. Denne udvikling er blevet fremmet af de miljømæssige problemer, som det øgede stofskifte med naturen har medført.

III. DEL

ØKOLOGIENS GRUNDBEGREBER

Indledning

Vi har i forrige kapitel set, hvorledes produktionen har givet anledning til, at man har høstet erfaring om naturens indretning. Med den industrielle udvikling fremmedes arbejdsdelingen, og erfaringerne om naturen samledes i systematisk ordnede videnskaber, deriblandt økologien.

I det følgende vil vi beskrive nogle af de lovmæssigheder og arbejdsprincipper, man idag er nået frem til indenfor den økologiske forskning. Endnu i vore dage er fødevareproduktionen den vigtigste kilde til forståelsen af de økologiske mekanismer. Vi har derfor fundet det naturligt at tage udgangspunkt i denne, specielt i landbruget og fiskeriet.

Såvel landbrug som fiskeri kan betragtes som en udnyttelse af økologiske systemer. Hvad enten vi betragter en mark eller en ørreddam, har vi at gøre med økologiske systemer med mange fællestræk. Vi har i begge tilfælde at gøre med systemer, der gennemstrømmes af *energi*, hvilket betinger en række *stofkredsløb*. Bliver marken eller dammen forsømt, sker der en række ændringer i systemerne, der har visse lighedspunkter. Marken gror til med skov, og dammen dækkes af andemad. Men derefter indtræder der en vis *stabilitet*, som kun igen kan ændres gennem indgreb udefra.

Beskrivelsen er bygget op om disse tre centrale emner: Energi, stofkredsløb og stabilitet, alle med udgangspunkt i fødevareproduktionen begyndende med beskrivelsen af en kornmark.

Kapitel 6

ENERGI

Alle livsprocesser er ledsaget af energiomsætning Fra solen optages energien af planterne, der opbygger energirigt organisk stof. Ved planternes nedbrydning frigøres energien gradvist og forlader kloden igen som varme

Det korn, der høstes på marken, er ikke kommet af ingenting. Det består af mineraler og næringssalte, der opløst i vand er blevet suget op i planten i årets løb, samt af kuldioxid og vand, som er indtaget fra luften. Men for at denne proces overhovedet kan finde sted, kræves der endvidere *energi*.

Alle livsprocesser er ledsaget af energiomsætning. Ved nogle processer (som f.eks. kornproduktionen) opbygges der energirige organiske forbindelser udfra uorganiske bestanddele og energi. Da alle andre livsprocesser er afhængige af den energi, der bindes ved denne produktion, kaldes den for *primærproduktionen*.

Den energi, der bindes ved primærproduktionen, kan igen frigøres i andre organismer (eller organismen selv) ved at det organiske stof bliver nedbrudt (forbrændt) under tilførsel af ilt. Disse nedbrydningsprocesser kaldes *respiration* (ånding). Er der ikke ilt tilstede, kan der ske en delvis nedbrydning gennem processer, der kaldes *gæringer*.

Eksempel: Ved primærproduktion kan der dannes sukker i druer. En kondiløber kan få tilført ny energi ved at spise druesukker. Den energi, der er indeholdt i sukkeret frigøres, når det nedbrydes ved løberens respirationsprocesser. Var druesukkeret gæret (som det sker ved vinfremstilling), var kun en del af energien blevet frigjort. Resten ville befinde sig i den alkohol, der var dannet ved gæringen.

De organismer, der kan foretage opbygning af organisk stof udfra energi + uorganiske stoffer (vand og salte) kaldes for *primærprodu-*

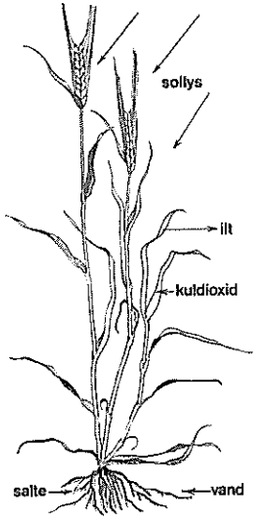


Fig. 38. De grønne planter kan ud fra vand og kuldioxid ved sollysets hjælp danne organisk stof. Ved denne proces, der kaldes fotosyntese, afgives der ilt.

centerne eller de *autotrofe* organismer. Disse adskiller sig grundlæggende fra de organismer, der må have organisk stof tilført for at kunne eksistere, de *heterotrofe* organismer. Til disse hører først og fremmest alle dyr, herunder mennesket.

Fotosyntesen

Langt den største del af det energirige stof, der dannes ved primærproduktionen, dannes med lyset som energikilde. I de grønne planter (herunder også træer og buske) kan sollyset absorberes af det grønne stof klorofyl. Klorofylet er i stand til at sammenkoble to af det abiotiske miljøs hovedkomponenter: energi og stof. Energien kommer fra solen i form af stråling. Stoffet tages fra jordbunden (næringssalte og vand) og fra luften og vandet f.eks. ilt, kuldioxid, kvælstof, fosfor, svovl o.s.v. (se fig. 38). Udfra simple forbindelser er planten i stand til at danne kompliceret sammensatte stoffer med stort energiindhold, som udgør næring dels for planten selv, dels for de heterotrofe organismer. Denne proces kaldes fotosyntesen (af foto = lys og syntese = sætte sammen).

Det stof, der i første omgang dannes ved fotosyntesen, er sukker, og processen kan skrives som:

ENERGI + KULDIOXID + VAND → SUKKER + ILT + VAND

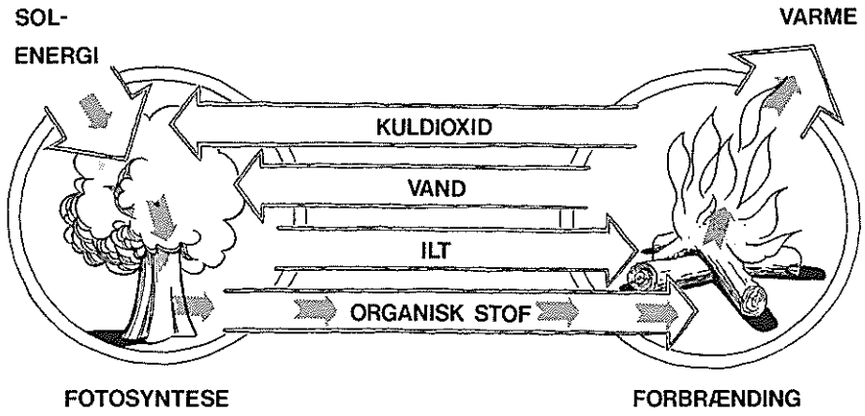


Fig. 39. Ved fotosyntesen opbygges udfra solenergi, kuldioxid og vand organiske stoffer (sukker), og der frigøres ilt. Ved forbrænding kan den bundne energi atter frigøres. Under forbrug af ilt afgives varme, kuldioxid og vand.

Stofferne i den levende natur kan deles op i tre hovedtyper, kulhydrater (sukker, stivelse, cellulose), fedtstoffer (bl.a. olie og talg) og proteinstoffer (bl.a. i kød og ærter). Planterne kan ret let omdanne det sukker der dannes ved fotosyntesen til andre kulhydrater. I korn oplagres ikke sukker, men stivelse. Men for at kunne danne proteiner og visse af fedtstofferne må planten udover kuldioxid og vand også have tilført andre stoffer, f.eks. kvælstof.

Den energi, der er bundet i sukkeret, kan igen frigøres ved en forbrændingsproces. Det sker, når planten ædes af et dyr, (som kondiløberen indirekte gør det) eller når planten selv har brug for energi til sine øvrige livsprocesser (vækst, optagelse af vand og salte, blomstring o.s.v.) (se fig. 39).

De grønne planter er nok specielle, derved at de kan foretage fotosyntese, men de ligner alle andre organismer ved at også planterne er nødt til at frigøre energi ved respiration døgnet rundt. Hvis vi således måler, hvor meget sukkermængden i en plante er forøget i løbet af et døgn, finder vi ikke den mængde sukker, der virkelig blev dannet i døgnets løb (*bruttoproduktionen*), men kun den del af bruttoproduktionen der er blevet tilovers efter at en del er blevet brugt til respiration. Dette overskud (bruttoproduktionen ÷ respirationen) kaldes *nettoproduktionen.* Derimod er bruttoproduktionen meget svær at måle.

Vender vi tilbage til vores kornmark, ser vi, at nettoproduktionen kan måles som det »sukkeroverskud«, der er dannet i planterne i årets løb. En del heraf er omdannet til andre former for kulhydrat såsom cellulose i strå, avner, rødder og stivelse inde i kernerne. Også

i kernerne finder vi en lille, men for næringsværdien vigtig mængde proteinstoffer. Landmanden indhøster kun en del af denne produktion: rødderne og kornstubbene bliver ladt tilbage på marken, og det samme gælder i stor udstrækning stråene. Gennem tærskningen skilles avnerne fra kernerne, som er det væsentligste udbytte. Derfor er man indenfor landbruget i højere grad interesseret i at måle denne *nytteproduktion*, end nettoproduktionen.

Dermed skal ikke forstås, at den øvrige produktion har været »unyttig«. Opbygningen af rod, stængel og blade og forløbet af de stofskifteprocesser, der ikke direkte leder til dannelse af stivelse i kernerne, er jo en forudsætning for at en nytteproduktion overhovedet kan forekomme.

Sekundærproduktionen: Planternes nettoproduktion kan enten bruges til deres vækst eller til planteæderes eller nedbryderes respiration og vækst

Vi har nu set på fotosyntesen, hvorved der opbygges energirige organiske forbindelser. Vi har nævnt, hvorledes en del af den samlede primærproduktion forbruges af planten selv gennem en række processer, som samlet kaldes respirationen.

Vi skal nu se på den del, der bliver til overs (nettoproduktionen) efter at respirationen først har taget sin del. Normalt udgør nettoproduktionen ca. halvdelen af den mængde stof, der er dannet ved bruttoproduktionen. Men det kan variere meget alt efter klimaet, og plantens art og alder. Urter som græs og korn, har således en nettoproduktion, der udgør 4/5 af bruttoproduktionen, mens der for eksempel hos gamle udvoksede træer kun bliver ganske få procent tilovers til nettoproduktionen.

Det dannede sukker kan oplagres som stivelse eller omdannes til andre stoffer (proteiner, fedstof, cellulose o.s.v.), som indgår i plantens legeme. Herfra kan det vandre videre enten ved at plantedelen eller hele planten ædes i levende live af dyr (de kaldes græs- eller planteædere) eller ved at plantedelen eller hele planten dør, hvorefter den ædes eller opløses af dyr, svampe eller bakterier (der kaldes nedbrydere). Det betyder, at den energimængde, som var bundet i nettoproduktionen hos den autotrofe organisme, nu overføres til heterotrofe organismer, der ligesom planten vil bruge

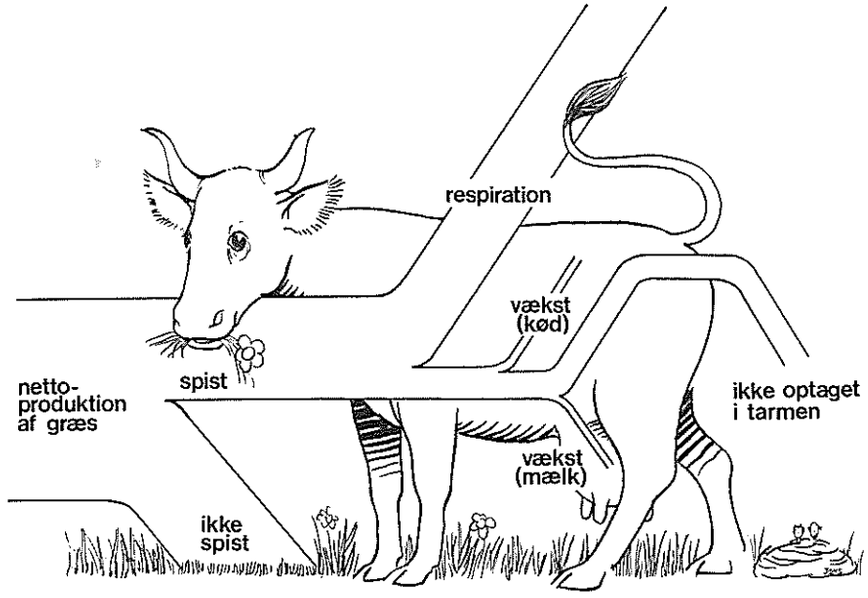


Fig. 40. Skematisk energiregnskab for en planteæder. Af den tilgængelige primærproducentbiomasse er det kun en mindre del, der ædes. Af det der ædes er der en del, der ikke optages, men afgives med ekskrementerne. Af den del, der optages gennem tarmen, vil størstedelen gå til respirationsprocesserne (der holder dyret i live). En mindre del vil gå til ny produktion (sekundærproduktion) af kød, knogler og mælk.

en væsentlig del til respiration og en mindre del til vækst. Denne sidste del kaldes også for *sekundærproduktionen* (se fig. 40).

Det stof, der ved sekundærproduktionen er dannet enten hos en nedbryder eller hos en planteæder, kan igen optages enten af en kødæder, der tager den levende, eller en ny nedbryder, der går i lag med den døde organisme. Som beskrevet før vil også nu en væsentlig del anvendes ved respiration og en mindre del vil kunne indgå i opbygningen (af ny biomasse). Denne kan igen kanaliseres videre til rovdyr eller nedbrydere o.s.v.

Energi kan udføre arbejde, men kun en del omdannes til nyttigt arbejde. Resten vil uvægerligt blive omdannet til varme

Energi kan forekomme i forskellige former. Man kan tale om beliggenhedsenergi, bevægelsesenergi, kemisk energi, strålingsenergi etc. Energi kan omdannes fra en form til en anden.

Under visse *ideelle betingelser,* f.eks. i mekaniske systemer uden gnidningsmodstand, kan energien skifte form (fra bevægelsesenergi til beliggenhedsenergi eller omvendt) uden at der går nogen energi til spilde. I sådanne tilfælde kan systemet bringes til at udføre arbejde på omgivelserne, således at systemets energi formindskes svarende til størrelsen af dette arbejde. Omvendt kan man forøge et systems energi ved at udføre et positivt arbejde på det. I mange fysikbøger om mekanik defineres energi derfor som evnen til at udføre arbejde.

I virkelige systemer (hvor der optræder gnidningskræfter, varmestrømme og processer, som kun kan forløbe i en retning) er det imidlertid sådan, at kun en del af systemets energi kan omdannes til nyttigt arbejde. Resten vil uvægerligt blive omdannet til varme.

Lad os som eksempel tænke på et ideelt kukkeur. Her vil pendulet, når det én gang er sat igang, være i besiddelse af energi, som skifter mellem beliggenhedsenergi og bevægelsesenergi i en uendelighed. Men virkelige kukkeure går i stå, hvis de ikke trækkes op. Det skyldes, at selv i et velsmurt ur vil der på grund af gnidningsmodstand i lejerne og ved pendulets gnidning mod luftens molekyler ske det, at en del af bevægelsesenergien omdannes til varme. Varmen fordeler sig i uret og videre ud i dets omgivelser, hvor vi vanskeligt kan drage nytte af den ved at få den til at udføre mere arbejde (her pendulsving).

Kukkeurets energi formindskes altså langsomt. Kun når vi så trækker loddet op og derved udfører et positivt arbejde på systemet, øges systemets energi igen. Uret bliver så igen i stand til at udføre arbejde: at svinge pendulet selvom der er forskellig slags gnidningsmodstand og arbejde med at dreje viserne.

Ved fotosyntesen omdannes strålingsenergi til kemisk energi. Det dannede sukker er mere energirigt end de stoffer (vand og kuldioxid), som medgik til dets dannelse. Den kemiske energi i sukkeret kan overføres til cellulose, hvorfra den igen kan frigøres til varmeenergi, når vi med brænde fyrer op under en dampmaskine. Dampmaskinen kan omdanne noget af denne energi til bevægelsesenergi, når den driver et lokomotiv eller en dampturbine o.s.v. Sukkerets energi kan også frigøres, når det ædes og forbrændes i et dyr. Her kan det enten overføres til andre kemiske forbindelser, når dyret vokser, eller til bevægelsesenergi når hele dyret eller dele af det (f.eks. blodet) sættes i bevægelse. På samme måde som vi så det med pendulet i det virkelige kukkeur, vil der ved hver energiforandring ske det, at en del af energien omformes til varme, som ikke uden videre igen kan omdannes til nyttig energi. Til sidst er al energien blevet til varme.

Alle biologiske (og mange geologiske) processer, der foregår på kloden, er betinget af, at der foregår en stadig gennemstrømning af energi. Betragtet under ét modtager biosfæren fra solen en stadig strøm af strålingsenergi, som så undergår en række omdannelser til andre energiformer - for til sidst at udsendes til verdensrummet igen i form af varmestråling. Gennem opvarmning og fordampning af jord, luft og vand holdes havstrømme og vinde igang. Klipper forvitrer og materialer spredes. Gennem fotosyntesen opbygges og vedligeholdes de biologiske organismer. På denne måde udnyttes den »arbejdsevne«, som repræsenteres ved solstrålingen til at opretholde biosfærens struktur og funktion.

Kort sagt

Jorden modtager energi fra solen. Når energien strømmer gennem biosfæren vil en lille del opfanges og bindes ved fotosyntesen. Herved opbygges energirige organiske forbindelser, først sukker og herudfra andre kulhydrater, fedtstoffer og proteiner. En del af den samlede produktion (bruttoproduktionen) forbrændes ved plantens egen respiration, resten (nettoproduktionen) er tilgængelig for andre organismer (planteædere og nedbrydere). Her vil igen en del gå til respiration og resten til produktion af ny biomasse (sekundærproduktion). Til sidst afgives energien igen som varmestråling til verdensrummet.

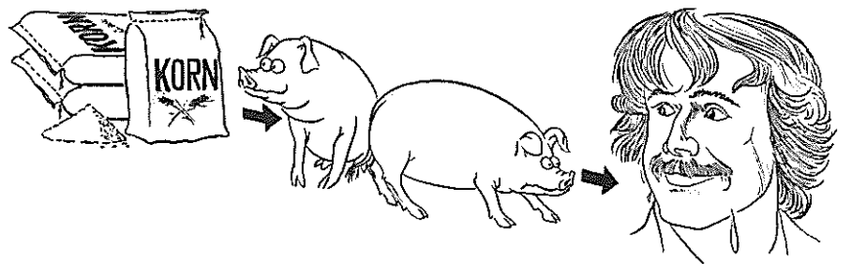


Fig. 41. Fødekæde: Korn - svin - menneske.

Via fødekæder strømmer energien gennem økosystemerne

Det generelle mønster er altså, at en lille del af den energi, der kommer ind med solstrålingen, indbygges i organiske forbindelser ved fotosyntesen. Fra denne primærproduktion nedbrydes stoffet og energien frigives og forbruges ved respiration på forskellige såkaldt *trofiske niveauer.*

Den række af organismer, der kan være indblandet i en sådan nedbrydning, kaldes en *fødekæde,* hvor kædens enkelte led svarer til de trofiske niveauer.

Lad os som eksempel se, hvad der blev af det korn, der blev høstet på marken. Vi så ovenfor, hvorledes kun en lille del af den solenergi, der blev bundet ved fotosyntesen blev tilbage i det høstede korn. Anvendes kornet i svineproduktionen, går størstedelen af den energi, der er bundet i kornet tabt gennem respiration hos svinet. Kun en mindre del går til forøget vækst, d.v.s. dannelse af svinekød. Kødet spises af mennesker, som igen frigør størstedelen af energien, blandt andet gennem *arbejde.* Men heller ikke hele sekundærproduktionen bliver spist af mennesker. Nogle af svinene dør, inden de bliver slagtefærdige, og kun en del af det slagtede svin anvendes til menneskeføde. Resten: huder, børster, tarme, indvolde m.m. nedbrydes eller anvendes på anden måde.

Vi har her set en fødekæde med tre led: korn - svin - menneske. Det svarer til 3 trofiske niveauer: første trofiske niveau (primærproducent), andet trofiske niveau (planteæder) og tredje trofiske niveau (kødæder) (se fig. 41).

Denne form for fødekæde kaldes en *græsningsfødekæde.* Kornet kunne være gået en anden vej og dermed være indgået i en anden

græsningsfødekæde: det kunne være blevet spist af en mus, der så igen var blevet ædt af en kat - en anden fødekæde, men de samme trofiske niveauer.

Men det kunne også være gået helt anderledes. For det er jo kun en ringe del af planten, der optages af planteædere. På samme måde om end i ringere grad må man regne med, at det højere oppe i fødekæden kun er en del af den samlede mængde levende stof, biomassen, der overføres til næste trin. En meget stor del af både planter og dyr vil i stedet dø og blive nedbrudt af bakterier, svampe og andre organismer, der lever af dødt organisk stof, ditritus, i det vi kan kalde en *nedbryderkæde.*

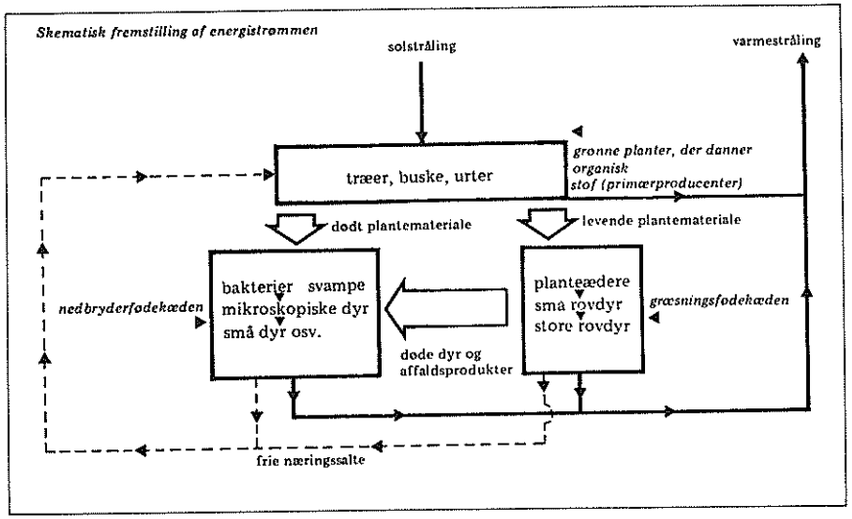
I skovøkosystemer går i reglen langt den største del af nettoproduktionen til nedbryderkæden. Lad os som eksempel se på en bøgeskov.

Selv om der hvert efterår falder nye mængder blade ned på skovbunden forsvinder de hurtigt. Som regel ligger kun et tyndt lag svarende til et års bladfald tilbage. For i den fugtige skovbund angribes bladene af bakterier og svampe. De udskiller forskellige stoffer, der opløser bladene, hvorefter de kan optages af mikroorganismerne, der frigør den energi, der er bundet i bladene eller anvender den til selv at vokse (sekundærproduktion). Slutproduktet er som ved græsningskæden det samme, som var udgangspunktet for fotosyntesen, nemlig kuldioxid, vand, salte. Endelig er energien frigjort som varme.

Nedbrydningen i skovbunden fremskyndes kraftigt af, at en lang række smådyr for at udnytte de mikroorganismer, der sidder på overfladen, bider bladene i stykker. På den måde mørnes bladmassen, og nye mikroorganismer får lettere ved at komme til.

Når vi skelner mellem græsnings- og nedbryderkæder, skal det ikke tages alt for bogstaveligt. Der er jo både hos planteæderne og nedbryderne tale om, at de organiske stoffer, der er dannet i den autotrofe plante, enten nedbrydes for at frigøre energi, eller omdannes til andre stoffer, der indgår i den heterotrofe organismes legeme. Betegnelsen nedbrydere er lidt uheldig, da også planteæderne nedbryder stoffet.

På samme måde er beskrivelsen af »en fødekæde« også kun en meget forsimplet model for en betydeligt mere indviklet virkelighed. Ser vi nemlig på et enkelt individ eller en samling af ens individer, så vil det i reglen vise sig, at de henter deres føde fra flere forskellige trofiske niveauer på samme tid. Tag f.eks. os selv. Selvom mennesket overvejende er planteæder, kan der for os i samme måltid indgå ingredienser fra mange trofiske niveauer. En madpakke kan indeholde produkter fra første trofiske niveau: Brød,



(Efter NOAH 14/15)

Fig. 42. Skematisk fremstilling af energistrømmen gennem et naturligt økosystem. De brede pile viser overførsel af (energirigt) organisk stof, de sorte af strålingsenergi, de punkterede af uorganisk stof.

grøn salat, tomat, plantemargarine. Fra andet trofiske niveau: Pølse, margarine (lavet på basis af sildeolie), leverpostej. Fra tredje niveau: Æg (af høns, der spiser fiskemel), torskerogn. Og endelig fra fjerde niveau: Tunfisk (der hovedsagelig lever af fisk, som igen lever af andre fisk).

Ligesom en organisme på samme tid kan hente energi fra flere forskellige trofiske niveauer, kan det gennem sit liv ændre sine fødevaner. I én periode af sit liv henter den føden fra ét niveau, i en anden periode fra et andet niveau. De fleste unger har brug for meget proteinrig kost, da de vokser meget, hvorimod dette er mindre nødvendigt, når dyret er udvokset og ikke mere skal bygge kroppen op, men blot vedligeholde den (og evt. formere sig). Børns proteinbehov er således større end voksnes. Mange frø- og bærspisende fugle giver deres unger orme og insekter, medens de selv overvejende lever som planteædere.

Fordi dyrene på samme tid kan hente føde fra mange trofiske niveauer og fordi de gennem deres liv ofte ændrer spisevaner, får man et mere realistisk billede af energistrømmen gennem økosystemet ved i stedet for at forestille sig fødekæder at se på forholdene som et *fødenet* (se fig. 43).

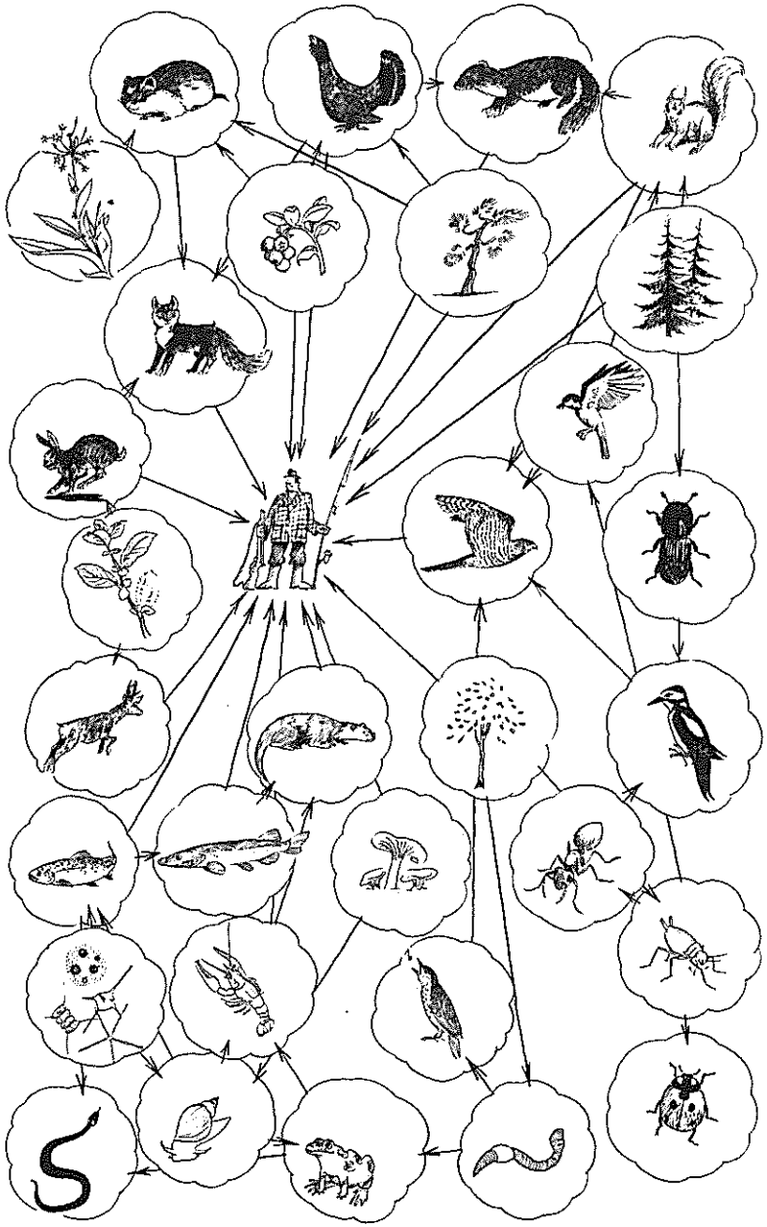


Fig. 43. Eksempel på fødenet hentet fra en svensk skov. Nettet er opbygget af mange fødekæder. Billedet er dog ret simplificeret, bl.a. mangler alle de mikroskopiske organismer (der især er nedbrydere).

Højere oppe i fødekæden er der som regel færre dyr, mindre biomasse og altid mindre energiomsætning

Vi har nu beskrevet, hvorledes der ved overgangen fra det ene led til det næste hvergang tabes noget energi som respirationsvarme efterhånden som energien spredes gennem fødenettet. Det er meget vanskeligt at få målt præcist, hvor meget der overføres, og hvor meget der tabes ved overgangen fra et trofisk niveau til et andet.

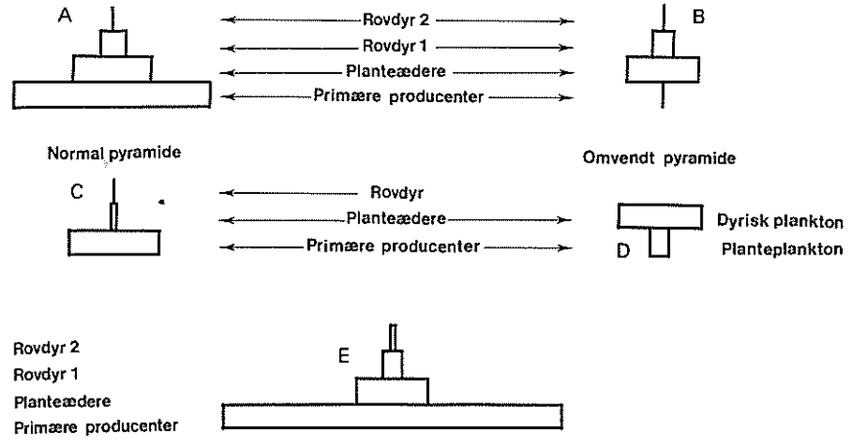
Et groft udtryk for økosystemernes energiforhold kan dog opnås ved, at man tæller antallet af organismer på hvert af de trofiske niveauer, man finder i det økosystem, man ønsker at undersøge.

Optæller vi antallet af organismer på det ene trofiske niveau efter det andet i forskellige økosystemer, vil vi kunne finde en generel tendens til, at antallet af individer aftager, jo højere trofisk niveau man kommer op på. Denne tendens er tydelig i de højere led af de typiske græsningsfødekæder. På den afrikanske savanne er der langt flere individer blandt planteæderne (antiloper, giraffer, zebraer) end blandt de rovdyr, der lever af dem (løver). I vore skove ses den samme tendens. Der er mange planteædere (forskellige insekter), færre insektædere (sangfugle) og få rovfugle (spurvehøg og musvåge). Selvom sprøjtning med miljøgifte og mange års forfølgelse af rovfugle kan have fordrejet billedet lidt visse steder, er der også i mere uberørte økosystemer den samme tendens til, at planteæderne er talrige og rovdyrene sjældne.

I fig. 44a er de vandretliggende søjler proportionale med antallet af individer. Søjlen for andet niveau er lagt ovenpå den for første, søjlen for tredje ovenpå den for andet o.s.v. Den før omtalte tendens til aftagende individtal opad, vil da give figuren en pyramideform, og denne figur har da også fået navnet *antalspyramiden*. Men når det drejer sig om at beskrive de energetiske forhold i naturen, er modellen alligevel uhensigtsmæssig, fordi den alt for ofte er misvisende. En enkelt lille bladlus vil her tælle ligeså meget som en kronhjort eller som hele det bøgetræ, hvorpå der kan leve tusinder af bladlus. Netop i skovøkosystemer vil en sådan antalspyramide ofte i sin nederste del være »for smal« (se fig. 44b).

For at komme dette problem til livs, kan man istedet for at optælle antallet af individer prøve at måle vægten af den samlede biomasse på hvert niveau. I fig. 44c er vist en sådan *biomassepyramide*.

I reglen er således biomassen af primærproducenterne større end planteædernes biomasse, der på sin side er større end rovdyrenes o.s.v. I fødevareproduktionen spiller denne sammenhæng en vigtig



(Efter Phillipson: Ecological Energetic)

Fig. 44. Økologiske pyramider. A og B er antalspyramider i økosystemer med henholdsvis små og store primærproducenter (f.eks. en eng og en skov). C og D er biomassepyramider (C f.eks. fra en eng, D fra havet). E er en energipyramide som den i princippet tager sig ud for alle økosystemer.

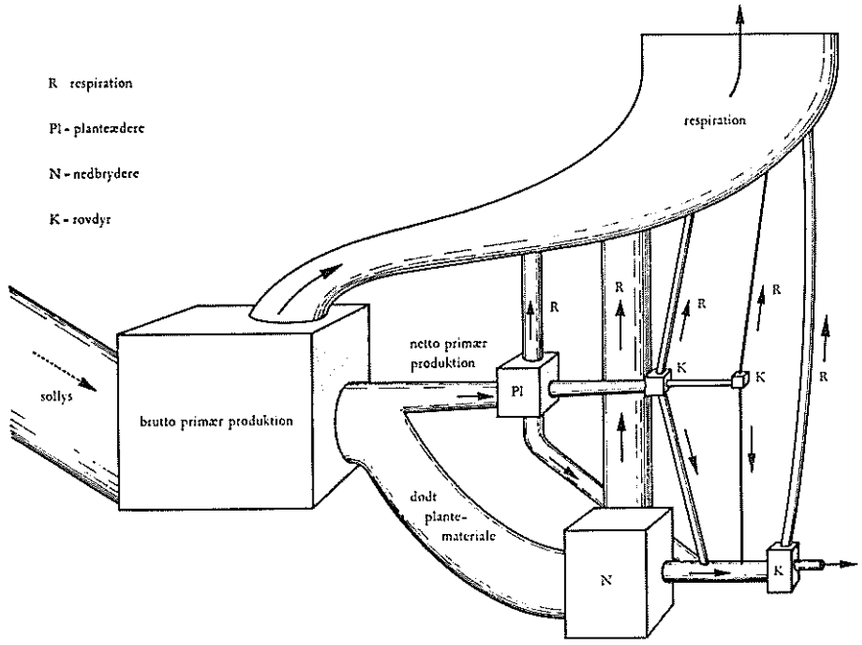
rolle: Det betyder f.eks., at den mængde korn, der kan vokse på en mark, vil kunne brødføde mange flere mennesker, hvis de lever direkte af kornet, end hvis kornet anvendes til opfodring af husdyr, der siden slagtes og anvendes til menneskeføde. Dette fænomen vil vi komme tilbage til under omtalen af fødekæder i havet.

Men heller ikke en biomassepyramide vil i alle tilfælde vise den samme tendens til, at biomasse aftager med stigende trofisk niveau. For eksempel vil biomassen af primærproducenterne i visse havmiljøer ofte være væsentlig mindre end planteædernes biomasse (se fig. 44d).

Den eneste pyramide, der med garanti altid vender rigtigt, er *energipyramiden* (se fig. 44e). Til gengæld er den som nævnt vanskelig at få målinger til. I fig. 45 er givet en grafisk fremstilling af energiforholdene, der tager højde for både biomassefordelingen og for energistrømmen gennem de forskellige trofiske niveauer.

Kort sagt

Energioverførslen fra et trofisk niveau til de næste kan beskrives som fødekæder (græsningskæder og nedbryderkæder) eller som fødenet. Økosystemets trofiske struktur og den effektivitet,



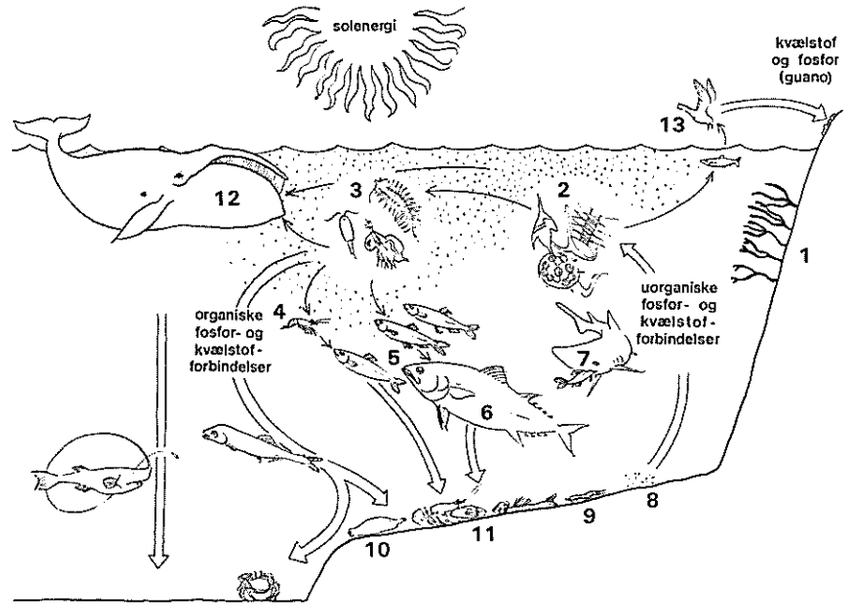
(Efter R. L. Smith: Ecology and Field Biology og B. Overgaard Nielsen: Stof og energi i naturen)

Fig. 45. En lidt mindre skematisk fremstilling af energistrømmen gennem et naturligt økosystem. Her svarer kassernes størrelse til størrelsen af biomassen på de enkelte trofiske niveauer. Rørenes tykkelse svarer til størrelsen af den energistrøm, der foregår mellem de dele af systemet som rørene forbinder.

hvormed energien overføres fra et niveau til det næste, kan beskrives med økologiske pyramider: antalspyramiden, biomassepyramiden og energipyramiden.

Produktionen i havet er stor og på mange måder mere overskuelig

I havet er den trofiske struktur på mange måder mere overskuelig. Bl.a. finder man især i vandige økosystemer lange fødekæder. Derfor skal vi supplere eksemplet med marken ovenfor med en omtale af havets fødekæder. En anden grund til at en sådan omtale er rimelig i vores sammenhæng er, at den har en vis betydning for verdens fødevareproduktion, en betydning som måske vil tiltage med tiden.



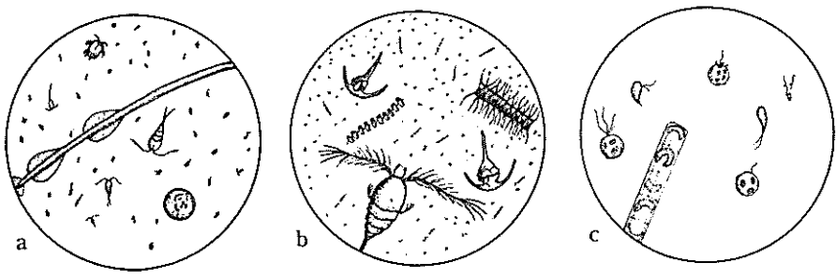
(Efter B. Overgaard Nielsen: Stof og energi i naturen)

Fig. 46. Skematisk fremstilling af havet som økosystem. 1. Større alger. 2. Plante plankton. 3. Dyrisk plankton. 4. Lyskrebs. 5. Sild. 6. Tun. 7. Sildehaj. 8. Nedbrydere (bakterier). 9. Børsteorm. 10. Søpølse. 11. Hummer. 12. Hval. 13. Måge.

Især lys og næringssalte virker begrænsende for produktionen i havet

Ihvertfald fire betingelser må være opfyldt for, at fotosyntesen kan forløbe: Der må være tilstrækkeligt med kuldioxid, vand, lys og næringssalte. De to første krav er sjældent eller aldrig noget problem i havet. Men manglen på lys og næringssalte, særlig uorganiske fosfat- og nitratholdige forbindelser, kan være afgørende begrænsninger for produktionen.

Verdenshavet, der dækker 71% af klodens overflade har gennemsnitligt en dybde på 4 km. - En enorm vandmasse, som for størstedelens vedkommende henligger i evigt mørke. Sollysets nedtrængen gennem vandmassen begrænses nemlig af, at en stor del af det lys, der rammer overfladen reflekteres. Det, der trænger ned i vandet, spredes og kastes tilbage i en sådan grad, at der allerede



(Efter J. Møller Christensen: Havet som næringskilde)

Fig. 47. Planktonprøve forstørret henholdsvis 4, 40 og 400 gange. I fig. a. ses et stykke af en pilorm, et fiskeæg og forskellige små krebsdyr. I fig. b. ses en af vandlopperne (med fjerformede antenner) og forskellige planktonalger. I fig. c. ses et stykke af en algetråd og forskellige encellede mikroorganismer.

i en dybde af 100-200 meter kun er 1% tilbage af det lys, der faldt på vandoverfladen. Dette har betydning for fotosyntesen.

Ved højlys dag vil der være mere end rigeligt lys tilstede for fotosyntesen i overfladen. Men hen under solnedgang, eller når vi bevæger os dybere ned i vandet, vil lyset blive den faktor, der begrænser produktionen. Vi har tidligere omtalt, hvorledes kun en del af bruttoproduktionen, (det stof, der dannes ved fotosyntesen), kunne danne basis for livet på højere trofiske niveauer, fordi der også skulle bruges energi til at opretholde plantens egne livsfunktioner (respirationen). Når lysmængden er nede på godt 1% af, hvad den er ved overfladen om dagen, vil fotosynteseprocesserne være så hæmmede, at den energi, der bindes ved bruttoproduktionen, kun lige netop kan dække energiforbruget ved respirationen. Ved mindre lysintensiteter kan respirationen ikke opretholdes, og den smule lys, der trænger ned, kan derfor ikke danne basis for vedvarende planteliv.

Således er fotosyntesen i havet begrænset til de øverste 200 meter af vandmassen. Inde under land spiller de store fastsiddende tangplanter en rolle, men da langt størstedelen (93%) af havbunden er beliggende på større dybder end 200 meter, er de mikroskopiske alger, der svæver i overfladen, det såkaldte *planteplankton*, langt vigtigere for produktionen i havet som helhed.

Den anden faktor, der på afgørende vis begrænser produktionen i havet, er tilførslen af næringssalte. Vi så før, hvorledes stofferne på marken og i skoven blev optaget af de fotosyntetiserende planters rødder og indbygget i organiske forbindelser. Herfra kunne de igen frigøres og vende tilbage til jorden efter at de organiske forbin-

delser var nedbrudt i græsnings- og nedbryderfødekæderne. I havet udgør det imidlertid et problem, at en stor del af de døde dyre- og planterester med deres indhold af næringssalte daler ned på store dybder, hvorfra de har vanskeligt ved at vende tilbage til overfladen og påny optages af planktonalgerne og indgå i organiske forbindelser. Af denne grund opstår der mangel på næringssalte i overfladevandet i store dele af havet, og det i en sådan grad, at vi kan tale om, at store områder henligger som »ørkener«. Altså områder, der er fattige på liv, ikke som på land på grund af vandmangel, men på grund af mangel på næringssalte. Stor planteproduktion - og dermed også stor fiskeproduktion - er i havet bundet til områder, der enten modtager næringsstoffer med flod- og spildevand fra land, eller områder hvor næringsrigt bundvand strømmer op til havoverfladen. Til sådanne områder hører f.eks. farvandene udfor Senegal, Syd Afrika og Peru.

For at komme længere ind i diskussionen om havet som fødekilde for menneskeheden vil vi se lidt nærmere på, hvorledes fiskeriet hænger sammen med planteproduktionen.

Fødekæderne i havet er ret overskuelige. Forholdet mellem produktionen i et led og det næste er som 5:1

En fødekæde i havet kunne starte med en mikroskopisk grønalge, der ædes af en vandloppe. Vandloppen kan ædes af en sild, der selv ædes af en makrel. Makrellen kan ædes af en tun, der fanges, lægges i dåse, og siden spises af et menneske. Dette er eksempel på en meget lang fødekæde med seks trofiske niveauer (det primære: planktonalgen, planteæderen: vandloppen, og 4 kødæderniveauer (sild, makrel, tun, menneske).

Det er klart, at det kun vil være en ringe del af den energi, der bindes af planktonalgerne, der vil kunne nå frem til toprovdyrene (mennesket i vores eksempel). Dels vil en stor del af det producerede stof gå til nedbryderne, fordi det ikke er alle algerne, der ædes af vandlopperne, ikke alle lopper, der tages af sild o.s.v. Dels vil en stor del af den energi, der dog overføres fra et niveau til det næste nedbrydes ved respirationsprocesser.

Spørgsmålet, om hvor stor en del af den energi en organisme optager, der går til respiration, og hvor stor en del, der går til den sekundære produktion, er, når vi ser bort fra vores husdyr, temmeligt dårligt undersøgt. Det er nemlig svært at opstille

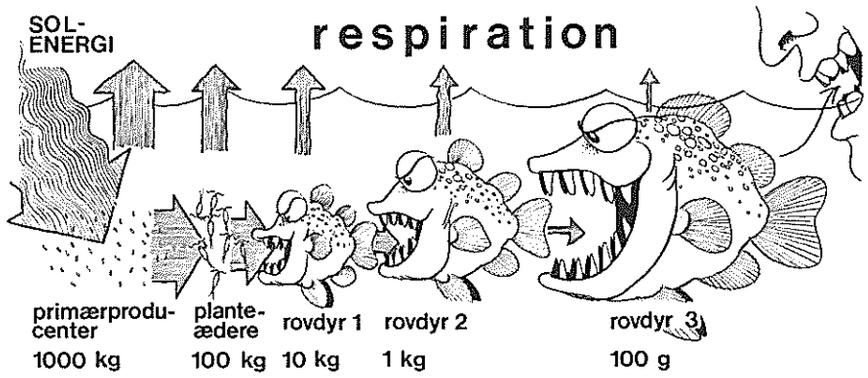


Fig. 48. Størstedelen af den energi en organisme indtager vil i reglen gå til respirationen og kun en mindre del vil blive anvendt til opbyggelse af nyt stof (sekundærproduktion). I denne marine fødekæde er regnet med forholdet 10/1 mellem fødeindtagelse og produktion i kædens enkelte led. NB: Forholdet mellem pilenes tykkelse angiver kun antydningsvis energistrømmenes størrelsesforhold.

eksperimenter, hvor dyrene opfører sig, som de ville gøre i naturen.

Et af de heldigst gennemførte forsøg på at få bestemt forholdet mellem, hvor stor en del af føden, der går til respiration og hvor stor en del, der går til vækst af dyret selv, er gennemført på små ferskvandsdafnier. Dette forsøg viste, at dafnierne for at vokse 1 milligram i gennemsnit måtte have tilført 10 milligram føde. Det vil sige, at forholdet mellem fødeindtagelse og sekundærproduktion var som 10 til 1.

Lad os antage, at dette forhold gælder generelt på de forskellige trofiske niveauer i havet. Vender vi så tilbage til vores fødekædeeksempel, vil det sige, at 1 ton alger vil kunne omsættes til 100 kilo vandlopper. Disse vil igen kunne omsættes til 10 kilo sild, der omsat til makrel vil blive til 1 kilo. Makrellerne vil give basis for 100 gram tunkød, der skulle kunne forøge vægten hos et menneske med 10 gram. Der kan rettes mange indvendinger mod dette regnestykke (bl.a. at mennesket har et betydeligt større respirationstab end en fisk), men det tjener til at vise, hvorledes energien forbruges op gennem fødekæden: Af 1 ton alger bliver der på 6. trofiske niveau kun nogle få gram tilbage (se fig. 48).

Regnestykket var baseret på laboratorieiagttagelser af ferskvandsdafnier. Undersøgelser over, hvor megen biomasse, der rent faktisk findes i havet på de forskellige trofiske niveauer, tyder på, at overførselseffektiviteten er noget større end det vi opererede med ovenfor, måske er den snarere i nærheden af 5 til 1.

En begrænset forøgelse af fødeproduktion fra havet er mulig

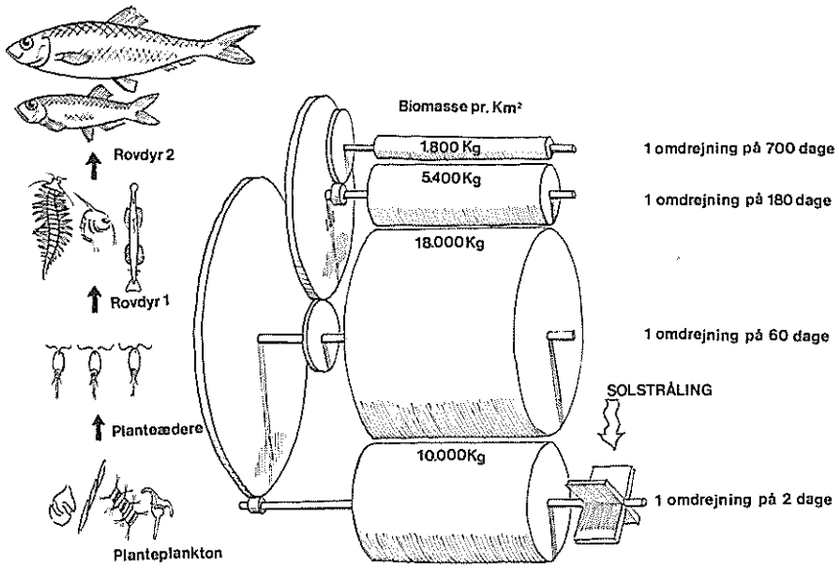
Det er regnestykker som dette over energitabet op gennem de forskellige trofiske niveauer, der har givet anledning til mange fantastiske beregninger over, hvor meget menneskeheden vil kunne forøge fangsterne fra havet ved at gå ind på de allerførste trin i fødekæden, i stedet for som hidtil stort set at begrænse fiskeriet til arter stående på tredje og fjerde trofiske niveau. Der er dog flere forhold der gør, at forestillingerne om havet som fremtidens enorme spisekammer må betragtes som temmelig urealistisk fremtidsmusik.

For det første må man gøre sig klart, at en forudsætning for at en bestand af organismer vil blive gjort til genstand for fiskeri er, at de er koncentreret i rimelig mængde således at omkostningerne ved at fiske dem op kan konkurrere med, hvad det koster at fremstille føde ved landbrug. Det er således ikke alle fiskearter, der er genstand for fiskeri, men netop især dem, der danner stimer. Disse arter fiskes navnlig på de årstider, hvor stimerne er tættest (ofte i gydetiden). Planktonet er i modsætning til stimefiskene mere spredt udover store havområder.

Derudover finder man i havets plankton det uventede, at biomassen af primærproducenterne (planteplanktonet) i reglen er betydeligt mindre end mængden af planteædere (vandlopper o.a.). Dette kan forklares ved, at produktionen af alger foregår meget hurtigt, samtidigt med at det der produceres, hurtigt ædes bort (se fig. 44d og fig. 49).

Dette vil sige, at selvom vi udfra teoretiske overvejelser kommer frem til, at fiskeriet burde kunne 5-10 dobles for hvert trin vi kan gå ned i fødekæden, så er det yderst tvivlsomt i hvor høj grad det er teknisk muligt at gennemføre. For at kunne udnytte mulighederne skal man nemlig udvikle en fiskeriteknologi, hvor man som vandlopperne simpelthen er på stedet dag for dag året rundt for til stadighed at kunne høste en del af primærproduktionen efterhånden som den produceres. Alle de mest oplagte muligheder for at udnytte en »af sig selv« akkumuleret biomasse er allerede udnyttet med fiskeriet på stimefiskene.

Man kunne så tænke sig, at havets produktion kunne øges ved at man ligesom på land gav sig til at manipulere med naturen - indføre havbrug - hvor man gøder, sår o.s.v. Men også dette er stort set fantasier uden altfor stor forbindelse med virkeligheden. Også hvad angår havbrug i form af at oprette dambrug i laguner og

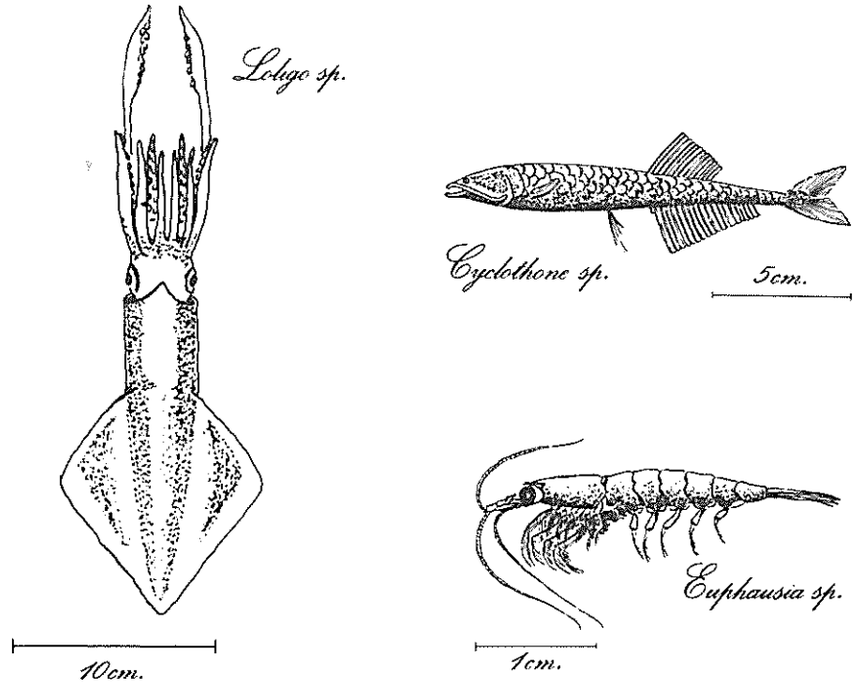


(Efter B. Stuggren: Grundlagen der Allgemeine Ökologie)

Fig. 49. Mekanisk model over energiforhold i havet. Modellen illustrerer årsagen til, at man finder så forholdsvis store biomasser på højere trofiske niveauer, selvom produktionen her er lavere. Den gennemsnitlige generationstid (omsætningstid) er 700 dage på fjerde niveau (rovdyr 2). I samme tidsrum har der været knap 4 generationer på tredje, godt 12 på andet og ikke mindre end 350 på første trofiske niveau.

inddæmmede fjorde er alle de mest oplagte muligheder allerede taget i brug. En videre udbygning vil for det meste hæmmes af store ingeniørmæssige og dermed økonomiske krav, der sjældent vil gøre dem konkurrencedygtige med den produktivitetsforøgelse, man ville kunne opnå ved at investere pengene i landbrug i stedet. Derfor vil disse muligheder, selvom de kan have stor lokal betydning, ikke i overskuelig tid kunne påvirke den samlede fødeproduktion fra havet nævneværdigt.

Verdens samlede fiskefangster ligger idag på knap 70 millioner tons. Lykkes det i fremtiden at undgå rovfiskeri regner man med, at de fiskearter, der befiskes idag, vil kunne yde yderligere godt 40 millioner tons om året. Lykkes det også at udvikle fangstmetoder for et fiskeri på blæksprutter, dybhavssild og lyskrebs (også kaldet krill) (se fig. 50) skulle det samlede verdensfiskeri kunne yde af størrelsesordenen 400 millioner tons, bedømt med den store usikkerhed som vi må operere med idag. Til sammenligning kan nævnes, at den samlede kødproduktion på land i 1973 lå på 550



(Efter Fisk og hav, 73)

Fig. 50. Med forbedret fangstteknologi vil det i fremtiden være muligt at udnytte de store forekomster af små men talrige dyr som små blæksprutter, dybhavssild og lyskrebs.

millioner tons, og den samlede høst (hvoraf en stor del anvendes til foderbrug) var 2 1/2 milliard tons.

Set i relation til menneskehedens ernæringssituation er der på kort sigt utvivlsomt mest at hente ved at undgå at forringe fiskebestandens produktionsevne ved rovfiskeri og ved at undgå spild p.g.a. sløseri med fangsterne og endelig ved at udnytte en større del af fangsterne direkte til menneskeføde fremfor at bruge dem til fremstilling af husdyrfoder.

Kort sagt

Den trofiske struktur i havet er særlig overskuelig. Energiregnskabet viser, at det er mellem 4/5 dele og 9/10 dele af energien, der tabes til respiration og nedbrydning, hver gang energien passerer ét led i

fødekæden. Fiskefangsterne vil kunne øges ved, at man retter fiskeriet mod fangstobjekter, der står på lavere trin i fødekæden. En sådan omlægning af fiskeriet støder dog på store tekniske vanskeligheder. Man skønner idag, at fangsterne på de kendte fiskeriobjekter vil kunne øges med godt 60%. Inddrages utraditionelle arter såsom dybhavssild, blæksprutter og lyskrebs kan fangsterne formentlig 5-6 dobles.

Jordens energiregnskab

Vi har nu set på, hvorledes der ved fotosyntesen opbygges energirige stoffer, der enten igen kan nedbrydes ved plantens respiration eller kan indgå i opbygningen af plantens biomasse, hvorfra det kan kanaliseres videre til græsningsfødekæder og nedbryderkæder. Her danner det dels basis for en sekundærproduktion, dels leverer det energi til sekundærproducenternes respirationsprocesser.

Økosystemerne er altså gennemstrømmet af energi.

Her skal vi prøve at se på, hvor meget energi, der tilføres kloden under ét, i et forsøg på at opstille et groft regnskab for jordens energiforhold.

Af al den energi, der daglig afgives fra solen, er det kun 1/2 milliardedel, der rammer den ydre atmosfære. Af denne energi vil halvdelen kastes tilbage til verdensrummet med det samme. 1/4 vil reflekteres fra atmosfæren eller jordoverfladen eller vil blive absorberet af atmosfæren, som herved bliver opvarmet. 1/4 optages af jordens overflade. Denne sidste del vil opvarme jord og vand og en del vil medgå til at fordampe vand. En ubetydelig del rammer de grønne planter, absorberes og indbygges i de organiske fotosyntese-produkter.

For den samlede jordklode viser det sig, at det faktisk kun er ca. 0.1% af den energi, der modtages fra solen, der bindes ved fotosyntesen.

Det er ikke kun de 0.1%, der bindes direkte, som har betydning for fotosyntesen. Opvarmningen af jord, luft og vand sætter stoffer i bevægelse. Vinden har stor betydning som en faktor, der modificerer klimaet forskellige steder på kloden. Havstrømme tjener ligeledes til at udjævne de store temperaturforskelle, der ellers ville være mellem sommer og vinter. Vandet på jord- og havoverfladen fordamper, stiger op, danner skyer, der kan drive ind over andre egne, hvor det igen kan falde ned som regn, der siver ned gennem jordlagene til grundvandet eller løber tilbage til havet via floder og

søer. Uden et sådant vandkredsløb, der jo er betinget af jordoverfladens daglige opvarmning, ville størstedelen af alle landområder henligge som ørkener på grund af vandmangel. Også produktionen i havet ville være stærkt nedsat, fordi der ikke til stadighed ville blive tilført nye næringssalte med floderne fra land, eller med strømme fra havbunden.

I det følgende kapitel skal vi komme nøjere ind på stofkredsløbenes betydning, især for produktionen af fødevarer.

Kapitel 7

STOFKREDSLØB

Det vand, der på sin vej mod havet får en vandmølle til at løbe rundt, passerer kun møllen én gang. Vandhjulets enkelte dele, der bliver sat i bevægelse, drejer derimod om navet igen og igen.

Som vandet i vandmøllen strømmer energien gennem økosystemerne, hvor det sætter stofferne i kredsløb. Fra planterne vandrer stof op gennem fødekæderne, hvorfra det igen via nedbryderkæder eller som ekskrementer før eller siden vender tilbage til en form, hvor det pånyt kan optages af planterne.

Men stoffernes kredsløb i økosystemerne foregår ikke bare ved, at organismerne lidt efter lidt optager stof, som så afgives igen til miljøet ved organismens død og forrådnelse. Den enkelte organisme står i en stadig stofudveksling med sine omgivelser. Alene gennem hvert åndedræt modtages og afgives store mængder molekyler af ilt, kuldioxid og vand. Så kraftig er denne stofudveksling med omgivelserne, at et menneskelegeme gennemsnitligt skifter alle sine atomer ud hver fjerde måned. Når man tænker på, at menneskekroppen indeholder 5 000 000 000 000 000 000 000 000 000 atomer, er det sandsynligt, at hver nulevende i sig bærer nogle af de samme atomer, som på et eller andet tidspunkt passerede gennem for eksempel filosoffen og økologen Heraklit, der levede i Grækenland 500 år før vor tidsregning.

Heraklits berømte ord »panta rei« - alting flyder - kan passende anvendes, når man taler om stofferne i økosystemerne. For næsten alle stoffer i økosystemerne gælder, at de mere eller mindre udtalt befinder sig i lukkede kredsløb. Dette er der ikke noget mærkeligt i. De systemer, der har kunnet bestå gennem lang tid, må jo netop være sådan indrettet, at de til stadighed kan få erstatning for det stof, der mistes. Ingen lagre er uendelige. Derfor vil det økosystem, hvor der sker et forbrug, men ingen fornyelse af et eller andet stof, før eller siden bukke under.

Lad os se på hvilke stoffer det drejer sig om. Af de 103 grundstoffer, der kendes idag, findes de 90 i naturen. Men det er kun mellem 30 og 40 af disse, der er nødvendige for de levende organismer. Nogle stoffer kræves i store, andre kun i ganske små mængder (makro- og mikronæringsstoffer). Nogle stoffer forekommer i alt levende, andre kun i ganske bestemte organismer. De vigtigste er ilt, brint, kulstof, kvælstof og fosfor.

Selv om alle stoffer er i et evigt kredsløb, betyder det ikke, at alt stof hele tiden indgår som komponent i de biologiske systemer. I kredsløbene indgår altid større eller mindre *reservoirer*, hvor stoffet er oplagret gennem længere eller kortere tid. Verdenshavene er således et kæmpereservoir for størstedelen af det vand, der indgår i det globale vandkredsløb. Atmosfæren er hovedreservoir for det kvælstof, der indgår i alle levende væsener, og de geologiske aflejringer udgør det største reservoir for den fosfat, der gennem forvitringsprocesser i jorden (eller via kunstgødningsindustrien) kan blive frigjort som næringssalt, der med vandets hjælp kan tilføres primærproduktionen.

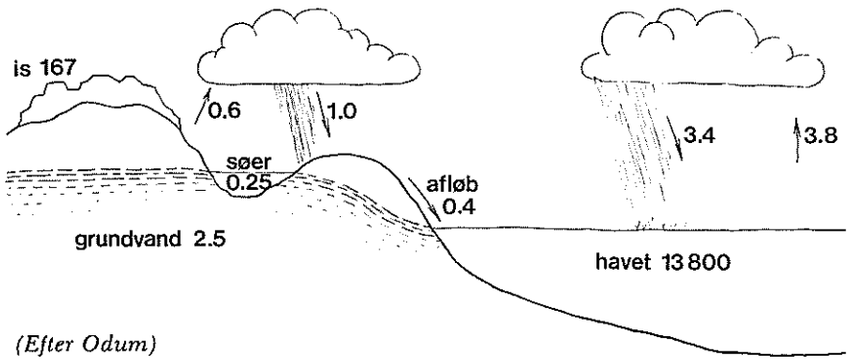
Vi kan slet ikke her gennemgå alle eksisterende kredsløb (for så vidt som de overhovedet er kendte). I stedet har vi valgt kort at beskrive kredsløbet for tre stoffer, der i særlig grad har vist sig at være af betydning for fødevareproduktionen, nemlig vand, kvælstof og fosfor.

Vandets kredsløb

Alle organismer er afhængige af vand. Der er næppe nogen miljøfaktor, der præger vegetationen på land så afgørende som vand

Vandets globale kredsløb er skitseret i fig. 51. Tallene angiver dels ressourcernes størrelse, dels hvor stor den årlige vandcirkulation er for kloden som helhed.

Det ses af figuren, at havet udgør den helt dominerende vandreserve (99%) her på kloden. Godt 1% af jordens samlede reserver er bundet som is og sne ved polerne. Grundvandsreserven, og i endnu højere grad ferskvand i søer og floder, udgør i denne forbindelse helt ubetydelige mængder (tilsammen udgør de kun 0.02% af jordens vandreserve). Af tallene ved pilene kan man også se, at der årligt fordamper mere vand over havet, end der falder ned som regn i havet. Dette giver omvendt landområderne et årligt nettooverskud, der muliggør en stadig overflade- og grundvandsafstrømning til havet.



(Efter Odum)

Fig. 51. Vandets globale kredsløb, tallene angiver geogram. 1 geogram = 10^{20} gr eller 100 billioner tons.

Det er den lille vandmængde, der udgøres af ferskvand, der har den afgørende betydning for produktionen på landjorden.

Alle levende organismer er afhængige af vand. Planterne har specielle problemer, fordi de ikke kan bevæge sig og dermed ikke kan opsøge vand, når det behøves. I planteriget kan man se to principielt forskellige løsninger på vandproblemet.

Det ene, som man ser hos mosser og laver, er at planterne kan tåle at tørre ud i længere tid uden at dø. De er således helt afhængige af nedbøren og vækst kan kun foregå, når luftfugtigheden er høj, og vandtabet dermed lavt.

Hos de højere planter, der ikke kan tåle denne udtørring, findes der til gengæld flere indretninger, der tjener til at give plantens aktive celler en jævn vandforsyning. Dels er de yderste cellevægge beklædt med vandstandsende og fordampningshæmmende lag, dels er planterne i besiddelse af rødder, der gør dem i stand til at udnytte den noget mere stabile vandforekomst længere nede i jorden. Herved kan de højere planter i modsætning til mosser og laver vokse også udenfor nedbørsperioder og perioder med høj luftfugtighed.

Mange planter er i stand til at kunne modstå tørke over meget lange perioder, fordi de har en tyk overhud og en tæt hårbeklædning. Og frø kan bevare deres spiringsevne gennem århundreder ved at nedsætte deres vandafgivelse (og respiration) til noget nær nul.

Men når planter skal vokse og biomassen dermed forøges, bruges der vand, både når frø spirer i jorden, og når de grønne planter foretager fotosyntese.

Yderligere - og det er nok så vigtigt - må kuldioxid fra luften kunne finde vej frem til de fotosyntetiserende dele af planten. Men når der åbnes vej for at kuldioxiden kan slippe ind, er der dermed også åbnet for, at vand kan slippe ud. Dette transpirationstab sker hos de højere planter, når de med nogle små læbeceller åbner for de små spalteåbninger på bladenes overflade. I kritiske situationer, når der er fare for udtørring (ved at luftens fugtighed for eksempel på grund af kraftigt solskin daler), kan planterne modvirke faren ved at lukke for spalteåbningerne. Men dermed lukker de også af for kuldioxiden og fotosyntesen bremses. Vand er også derfor vigtigt for planteproduktionen.

Vand er en vigtig faktor i landbruget

De forskellige landbrugsplanters evne til at klare tørkeperioder varierer. For eksempel er de fleste grøntsager meget vandkrævende, hvorimod kornarterne (bortset fra ris) er relativt nøjsomme med vand.

Det er især i kornets vækstperiode, at vandtilførslen må være rigelig. Hvorimod modningen forløber bedst i tørke.

Selvom der også hos højere planter kan foregå en vandoptagelse fra blade og kviste, er det optagelsen af vand fra jordbunden, der er den afgørende. Her findes vandet i to former. Dels er der, hvad man kalder det *fri vand,* d.v.s. vand, der er i bevægelse på grund af tyngdekraften. Det drejer sig både om overfladevand i pytter, og om vand under nedsynkning og om grundvandet. Derudover findes der det såkaldt *bundne vand:* Dels noget, der hænger ved de små jordpartikler, dels vand, der er optaget af stofferne i jordbunden.

Jordbundens evne til at holde på vandet varierer meget alt efter hvilken størrelse jordpartiklerne har og alt efter, hvad de består af. Således vil det fri vand i sandede jorde hurtigt synke ned til grundvandet, mens det i lerede (finkornede) jorde kun langsomt vil trænge ned. Sandede jorde er kun i stand til at binde relativt lidt vand i modsætning til lerjorde eller jorde, der er rige på organisk stof (muld), der kan binde meget vand.

Udover at indgå direkte i planternes stofskifte gennem fotosyntesen og ved planternes transpiration har vandet indirekte stor betydning som bærer (transportør) af stof.

I områder, hvor nedbøren er større end den samlede fordampning fra jordoverfladen og plantedækket (evapotranspirationen), vil der ske en udvaskning af jordbundens indhold af opløselige næringssalte. I landbruget betyder det altså, at der fjernes stoffer fra systemet

(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 52. Halmafbrænding ved Roskilde. (Samme område før afbrændingen er vist i fig. 61).

ikke alene gennem høsten, men også med det afstrømmende og nedsivende vand. Størrelsen af denne udvaskning afhænger foruden af nedbørens størrelse også i høj grad af plantedækkets og de øverste jordlags tilstand. Fra et økosystem, som for eksempel en bøgeskov med træer, urter, mos og et tykt muldlag vil udvaskningen være nær nul. Mulden og planterødderne kan som en svamp holde på vandet, hvorved afstrømningen bliver mindre. Endvidere vil det tætte rodsystem have tid til at optage langt størstedelen af de salte, der måtte være opløst i vandet. Fælder man skoven og fjerner beskyttende trækroner, udtørres jordbunden, så urter og mos får vanskeligere ved at klare sig, hvorefter udvaskningen vil tage voldsomt til, indtil et nyt plantedække, der kan tåle de ændrede forhold, er etableret.

Når plantedækket af den ene eller anden grund fjernes, vil der udover udvaskningen af de opløselige stoffer også kunne ske en direkte bortskylning af jordbundens partikler. Fænomenet, der kaldes erosion kan fuldstændig spolere et områdes egnethed som

(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 53. Også i Danmark kan det være påkrævet med kunstvanding for at sikre landbrugsproduktionen. Således har tørken i sommeren 1975 truet planteproduktionen meget alvorligt på de brug, der ikke har haft rådighed over vandingsanlæg. Billedet viser anvendelse af vandkanoner i brug nordvest for Ribe, hvor der næsten ingen nedbør faldt i perioden maj-juli 1975.

landbrugsland for bestandigt. Hvis den blotlagte jord først udtørres, kan de finere jordpartikler føres bort med vinden. Denne vinderosion har altid været et problem herhjemme.

I det moderne danske landbrug spiller anvendelsen af staldgødning på markerne en stadig mindre rolle (se også s. 132). Yderligere er man gået over til at afbrænde halmen, der ligger tilbage på marken efter høsten (se fig. 52). Derved hindrer man jorden i at få tilført organiske stoffer i form af planterester, som kunne danne grundlag for dannelse af muld, der jo har stor betydning for markens evne til at holde på vandet. Nu udtørres jordbunden lettere. Og især i de tørre blæsende forårsmåneder, hvor marken ligger bar, sker der en udtørring og derefter en vinderosion, den såkaldte muldflugt.

Manglen på vand er mange steder en hindring for landbruget.

Den vigtigste modforholdsregel er kunstvanding. Det kan ske på mange måder: ved opdæmning af floder, ved udnyttelse af grundvandet (oppumpning) eller ved opstemning af regnvand i regnrige perioder. Kunstvandingen er ikke blot vigtig i områder, hvor gennemsnitsnedbøren er minimal. I områder med ringe nedbør er denne nemlig samtidig ofte usikker: Det nytter ikke noget at gennemsnitsnedbøren er stor nok, hvis nedbøren i enkelte år er helt utilstrækkelig. Men også selv om nedbøren er tilstrækkelig til f.eks. kornavl, vil man ofte bruge kunstvanding for at sikre en større høst eller for at kunne dyrke mere vandkrævende afgrøder, f.eks. grøntsager. I gartnerier herhjemme sætter man ikke blot temperaturen kunstigt op (i drivhuse), man kunstvander også i stor stil.

Man kan også gå en anden vej: Hvor det ikke er muligt eller det ikke kan betale sig at skaffe kunstvanding, kan man anvende afgrøder, som kun kræver meget lidt vand. Gennem speciel jordbearbejdning kan man selv i næsten ørkenagtige områder sikre jorden tilstrækkelig fugtighed til at den kan anvendes som landbrugsjord (dry-farming).

Kort sagt

Alle organismer er afhængige af vand. Vand er en meget vigtig faktor for primærproduktionen på land. Vand forbruges direkte ved fotosyntesen. Indirekte er det vigtigt, fordi planten for at beskytte sig mod for stort transpirationstab kan hæmme sin egen fotosyntese. Vand har stor betydning som transportør af næringssalte. Jordarternes evne til at holde på vandet er meget varierende. Den kan forringes ved uhensigtsmæssig jordbehandling, der kan medføre udvaskning og erosion.

Kvælstof

Vi skal i det følgende se, hvorledes stofkredsløbet for nogle næringssalte former sig. Vi har valgt kvælstof og fosfor, fordi mangel på begge disse ofte er en begrænsende faktor for planteproduktionen. De spiller således begge en væsentlig rolle som kunstgødning.

Skønt atmosfæren for 4/5 vedkommende består af frit kvælstof er

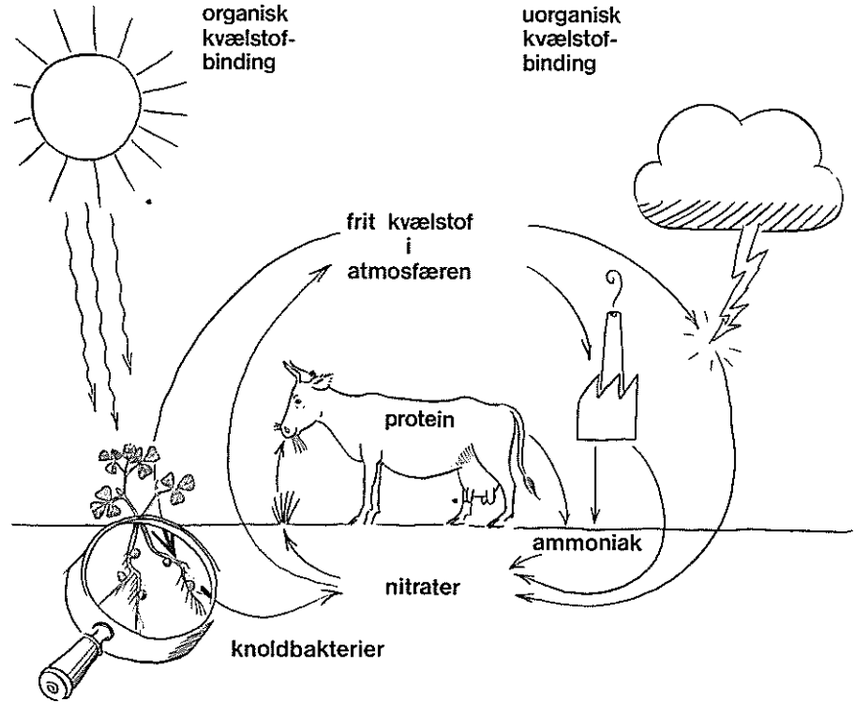


Fig. 54. Kvælstofskredsløb.

mangel på kvælstofforbindelser en begrænsende faktor for produktionen i mange økosystemer. Det skyldes, at der er forholdsvis få og snævre passager mellem den del af kvælstofreserven, der findes frit i atmosfæren og den del, der er bundet i jord og biomasse. Frit kvælstof omdannes til en bunden vandopløselig form ved kvælstof-bindende mikroorganismers aktivitet i jorden, men det kan også ske i forbindelse med de elektriske udladninger ved lynnedslag. Endelig sker der idag en udstrakt produktion af syntetisk fremstillet kvælstofgødning til landbruget. Denne produktion er femdoblet indenfor de sidste 20 år, således at der idag bindes ligeså meget kvælstof ad kunstig vej i gødningsindustrien, som der bindes ved naturlige processer.

Planterne kan optage kvælstoffet i form af ammoniak eller nitrat. Inde i planten indgår det i produktionen af proteinstoffer.

Når planten angribes af andre organismer (nedbrydere eller planteædere), kan kvælstofforbindelserne enten indgå i nye proteinstoffer eller det kan nedbrydes og vende tilbage til jorden som urinstof. I jorden omdannes det videre af forskellige mikroor-

ganismer, der er i stand til yderligere at udnytte noget af den energi, der endnu er bundet i kvælstofforbindelsen.

Når forbindelsen er omdannet til nitrat, kan dette dels optages af planterne i vandopløselig form og igen indgå i opbygningen af protein. - Eller det kan yderligere nedbrydes af bakterier, hvorefter kvælstoffet vender tilbage til atmosfæren (se fig. 54).

Hos visse bælgplanter (f.eks. ærter, bønner og lucerne) foregår der et samarbejde til gavn for begge parter - en symbiose - mellem planter og nogle kvælstof-bindende bakterier. Bakterierne sidder i små knolde på bælgplantens rødder. Her foretager de den energikrævende proces, hvor frit kvælstof bindes i form af ammoniak, som bælgplanten kan benytte. Energien til processen leveres af bælgplanten i form af kulhydrater dannet ved fotosyntesen. Dette forhold har længe været udnyttet i landbrugsproduktionen, hvor man har foretaget jordforbedring (tilførsel af kvælstof) ved med passende mellemrum at dyrke bælgplanter på marken i skifte med andre afgrøder. Andre former for sædskifte, f.eks. mellem korn og græs, kan også have en jordforbedrende virkning. (se s. 76).

I det danske landbrug spiller anvendelsen af staldgødning som jordforbedringsmiddel en stadig mindre rolle. Dels er antallet af husdyr faldet noget, dels er den importerede kunstgødning kommet ind som konkurrent til staldgødningen. Kunstgødningen er lettere at arbejde med og dermed også på kort sigt billigere ihvertfald for den enkelte landmand. Men dermed er det tidligere næsten lukkede stofkredsløb i det danske landbrug brudt. Tidligere gjorde man alt for at bevare næringsstofferne i kredsløbet. Man havde meget fine regler for, hvorledes ajlen skulle opbevares i lukkede beholdere, og for hvorledes staldgødningen skulle placeres og tildækkes på møddingen for at flest muligt af næringsstofferne blev bevaret, indtil den tid på året hvor det var mest hensigtsmæssigt at sprede gødningen ud på markerne. Idag gør man mindre ud af at passe på møddingen og ajlen, så meget af næringsindholdet tabes inden det spredes ud på markerne.

Fosfor

Fosfors kredsløb er simplere end kvælstofkredsløbet. Også fosfor indgår i alle levende organismer. Er det én gang optaget i en organisme kan det vende tilbage til jordbunden, enten med ekskrementerne eller når organismen dør og nedbrydes. I modsætning til kvælstof, der fandtes frit i atmosfæren findes fosfor ikke frit, men bundet til ilt og metal som fosfat i geologiske aflejringer, hvor det er i forbindelse med andre stoffer. Disse aflejringer nedbrydes og opløses i vand, hvorfra det kan optages af planterne. Meget af fosfatet skylles imidlertid ud i havet, hvor det enten kan optages af havets planter eller aflejres på bunden for at indgå som bestanddel i nye geologiske aflejringer.

Med det voldsomme opsving, som anvendelsen af kunstgødning har taget, er man imidlertid kommet i en situation, hvor udvaskningen af fosfor til havet er steget kraftigt. Da reserverne af fosforaflejringer på land er begrænsede kan man derfor forudse, at der indenfor en overskuelig tid kan opstå en mangelsituation, med mindre det lykkes at udvikle en teknik, der muliggør udvinding af havbundens store fosfataflejringer.

De for øjeblikket vigtigste problemer i forbindelse med anvendelsen af fosfat som kunstgødning er dog ikke ressourceknapheden, men forureningen.

(Foto: Bent Lauge Madsen. Fra Økologiske grundlove, 7.-9. skoleår)

Fig. 55. Idag spiller tilførslen af kvælstofkunstgødning en afgørende rolle for landbruget.

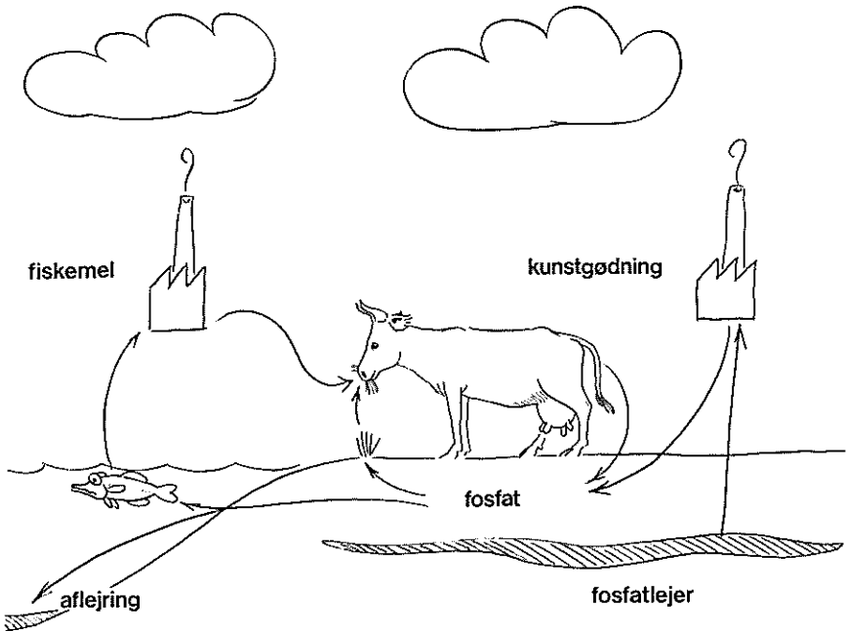


Fig. 56. Fosfors kredsløb.

Manglen på fosfat kan være den begrænsende faktor for planteproduktionen. Det er derfor, man gøder markerne med det. En del af det fosfat, der spredes ud på markerne vil imidlertid udvaskes og føres ud i søer, fjorde og bugter. Her vil det sammen med det fosfat, der stammer fra det nedbrudte husspildevand virke gødende på planteproduktionen. Indtil en vis grænse kan dette være meget godt, da en øget primærproduktion også vil betyde en øget sekundærproduktion, altså flere fisk.

Men det kan være svært at styre denne situation. Ofte er tilførslen så stor, at planteproduktionen helt tager overhånd. Vandoverfladen dækkes af et grønt og frodigt alge-tæppe, der imidlertid lukker lyset ude for de planter, der måtte vokse på bunden. De dør, og sammen med døde dele af overfladens alger går de i forrådnelse, hvorved ilten i bundlagene opbruges og fiskene dør.

Fænomenet, der er meget almindeligt, kaldes overgødning eller eutrofiering. Det optræder hver eneste sommer i mange af vore søer, damme og lukkede farvande. Eutrofieringen kan fremkaldes ved tilførsel af både fosfor, kvælstof o.a.

Medvirkende til, at vi har kunnet opleve så mange overgødningstilfælde er det forhold, at moderne vaskemidler er tilsat store mængder fosfor. Dette kan have en gunstig indvirkning på vasken, men ikke altid på det økosystem, der må modtage vaskevandet.

Bioakkumulation

Når nogle stoffer optages lettere i organismen end de udskilles, taler man om bioakkumulation. Er det gifte, giver det problemer

I forbindelse med stoffernes kredsløb er det relevant at omtale 2 typer problemer, som produktionen i menneskesamfundet kan føre med sig. For det første kan reservoiret, man udnytter, være så begrænset, at man kan forudse en snarlig udtømning - at der altså viser sig en *ressourceknaphed.* For det andet kan der opstå problemer i den anden ende af produktionsprocessen, ved at stoffer ledes ud og ophobes på uønskede steder, som *forurening.* Der kan her enten være tale om stoffer, der er helt fremmede for naturen (som DDT og plastic), eller det kan dreje sig om udledningen af stoffer, der er kendte for naturen, men som udledes i helt »unaturlige« mængder.

I omtalen af makronæringsstoffet fosfor var vi inde på problemet med fosfatlejernes begrænsede størrelse og den forurening, fosfatgødningen giver anledning til. Her skal vi gennemgå kviksølv som eksempel på, hvilke problemer, der kan opstå, når man udleder et for naturen sjældent, men »kendt« stof i unaturligt store mængder.

Det meste af det kviksølv, der fremstilles, anvendes indenfor produktionsområder, hvor det kun i små mængder slipper ud i miljøet (f.eks. fremstilling af elektriske apparater). Derfor er disse anvendelsesområder et relativt lille problem i naturen i sammenligning med de områder, hvor kviksølvet sendes med luften eller spildevandet direkte ud i miljøet. (Men de arbejdsmiljømæssige problemer for denne industri kan være alvorlige).

Kviksølvforbindelser er giftige, og dette er grunden til deres anvendelse ved produktion af mange former for bekæmpelsesmidler mod bakterier. Ligeledes kan man forbedre papirs holdbarhed ved at behandle det med kviksølv. Derudover slipper der kviksølv ud i naturen som biprodukt. For eksempel indeholder olieprodukter ganske små mængder kviksølv, der frigøres og slipper ud i atmosfæren, når olien afbrændes. Fra atmosfæren kan kviksølvet så spredes ud i økosystemerne.

Man ved meget lidt om, hvad der sker, når et stof som kviksølv slipper ud i naturen. Tidligere videnskabelige jordbundsundersøgelser har været koncentreret om enten kviksølvs betydning som mikronæringsstof for planternes vækst i landbruget, eller også omkring forsøg på at finde frem til kviksølvforekomster, der er

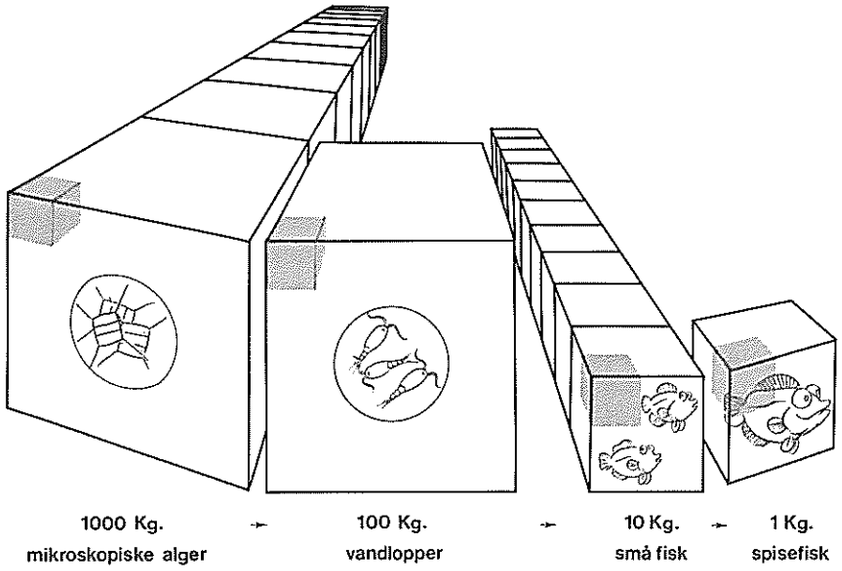


Fig. 57. Bioakkumulation.

egnede til minedrift. Først i de allerseneste år, hvor den kraftige stigning i forbruget har medført uforudsete skader på miljøet, er en øget forskning kommet igang. Men en medvirkende årsag til at problemerne med kviksølv er så uafklarede er, at det simpelthen er vanskeligt at studere stoffer, der i svage koncentrationer spredes på mange og indviklede måder.

Ikke alle kviksølvforbindelser er lige skadelige. Men i naturen findes der bakterier, der kan omdanne en næsten hvilken som helst kviksølvforbindelse til den farlige form (methylkviksølv), der kan optages af forskellige organismer.

Methylkviksølv kan optages i organismer, men vanskeligt udskilles. Derfor vil selv udledninger af spildevand med kun forsvindende koncentration af kviksølv alligevel kunne gøre skade i økosystemet. Lidt efter lidt vil det ophobes i den enkelte organisme. Og når den ædes af sine fjender på det næste trofiske niveau, vil det yderligere kunne koncentreres. Denne proces kaldes bioakkumulation. Derfor er det de rovdyr, som står på det højeste trofiske niveau, der vil være mest udsatte for at komme til at indeholde store kviksølvmængder. Dette volder navnlig problemer, når disse toprovdyr har betydning for mennesket (se fig. 57).

Der, hvor kviksølvforureninger har voldt de foreløbigt største skader herhjemme, har været i forbindelse med fiskeri. Allerede i 1972 kunne man konstatere, at man på 16 forskellige lokaliteter

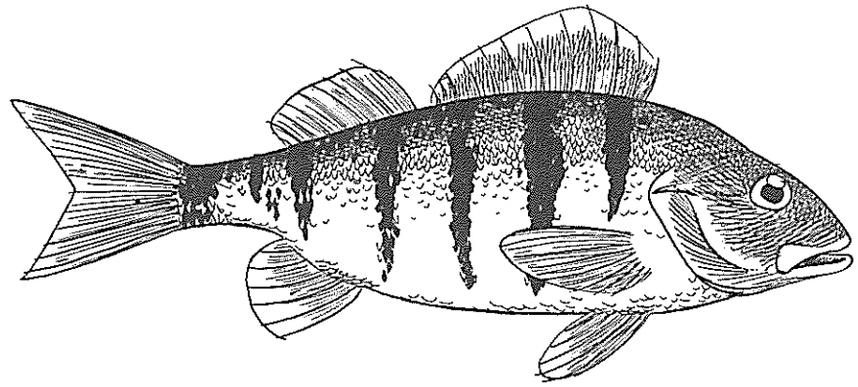


Fig. 58. Den indtil videre anerkendte danmarksrekord i kviksølvindhold i fisk indehaves af en 10 år gammel hanaborre, der blev fanget i Grindsted Å, januar 1971. Den indeholdt 15.8 mg kviksølv pr. kilo, hvilket er mere end 15 gange faregrænsen.

spredt over hele Danmark fanger fisk med tydeligt forhøjet kviksølvindhold. To steder er forureningen så kraftig, at man fra Sundhedsstyrelsens side er trådt ind med restriktioner overfor fiskeriet. Her overskred indholdet 1 milligram kviksølv pr. kilo fiskekød, som er den grænse man hidtil har ladet gælde for, hvor meget kviksølv i menneskeføde, man vil tolerere, idet man ved, at kviksølvforbindelser kan skade nervesystemet og forvolde ændringer af de arvelige egenskaber (se fig. 58).

Denne grænse er meget omdiskuteret og bl.a. i Sverige og USA, hvor man er langt med disse undersøgelser, har man nu indført lavere sikkerhedsgrænser. Dette er sket i bekymring over de ukendte virkninger, det kan have for folkesundheden, når man over længere perioder udsætter hele befolkninger for en svag, men dog konstant forhøjet tilførsel af kviksølv.

Mange naturlige økosystemer er idag truet af kviksølvforureningen (og forurening med andre lignende stoffer). Det er idag næsten uforudsigeligt, hvilke virkninger det vil få på længere sigt. Men følgende står fast: 1) kviksølv *har* skadende effekt, hvad der allerede er gået hårdt ud over både frøædende fugle (såsæden) og rovfuglebestanden. 2) kviksølvforureningen i Danmark er meget udbredt. Udover de 16 lokaliteter, hvor forureningen er indiskutabel, tyder det generelt højere kviksølvindhold i danske fisk (f.eks. i forhold til fisk fra afsides liggende svenske søer) på, at Danmark som helhed er udsat for en *jævn kviksølvforurening*.

	Antal undersøgt	PCB	DDE	Aldrin
And	12	3,6	1,3	
Lomvie	5	12,9	3,5	
Skarv	3	26,2	10,3	
Rype	5	10,2	3,3	
Ravn	3	37,1	13,9	
Sæl	15	1,8	0,30	0,170
Marsvin	2	6,7	0,32	0,036
Bjørn	1	21,0	1,25	3,060
Ræv	2	2,8	0,14	0,038
Får	1	1,2	0,19	0,410
Ialt analyseret	49			

(Efter Jørgen Clausen)

Indhold af miljøgiftene PCB, DDE og Aldrin i grønlandske pattedyr og fugle. Samtlige 49 undersøgte dyr indeholdt noget af de nævnte stoffer, der her gives gennemsnitligt. Tallene angiver indhold i tusindedele gram pr. kilo fedt. PCP stammer fra industriaffald, maling o.a., DDE er det stof, som DDT ændres til under sin langsomme nedbrydning. Stoffet er farligt. Aldrin og DDT anvendes i landbruget og kan således ikke stamme fra Grønland selv. De er muligvis kommet til Grønland via den forurenede Golf-strøm, der passerer op langs USA's østkyst. Noget er formentlig spredt via atmosfæren. Selv om tallene er ret små i sammenligning med, hvad vi finder i tættere befolkede egne, viser det med al tydelighed miljøforureningens globale omfang.

Hvornår den er begyndt og hvordan den udvikler sig, ved vi såre lidt om, da det som sagt først er indenfor de allerseneste år, at nogen har interesseret sig for problemet. 3) vi ved ikke så meget om spredningsmekanismerne i naturen, men vi ved at der går år, fra kviksølv slippes ud i naturen til man ser skaderne i toppen af fødepyramiden. Omvendt vil der gå årevis fra vi standser en udledning af kviksølv, til skaderne holder op. Kviksølvskader i naturen viser sig således med en vis *forsinkelse,* hvorfor man må operere med en vis *opbremsningstid,* når man vil beskytte sig mod sådanne problemer. Man har idag fra myndighedernes side i Danmark sat ind på at begrænse brugen af kviksølv i produktionen, bl.a. ved at tage andre ikke kviksølvholdige midler i anvendelse ved behandlingen af såsæd og papir.

Man har dog ikke lukket af for alle forureningens kilder. Og vi ved ikke, men kan håbe på, at »opbremsningen« er sket så betids, at de værste skader vil kunne undgås.

Kort sagt

»Alting flyder« - næsten alle stoffer er i en eller anden form for kredsløb, der mere eller mindre direkte drives af den fra solen indkommende energi. Mennesket kan gribe ind i disse kredsløb med større eller mindre held. Kredsløbene kan afbrydes eller hæmmes så meget, at der opstår stofmangel, som ved moderne jordbehandling i det danske landbrug. Kredsløbene kan accelereres, så der kan opstå ophobning med skader til følge, som ved eutrofieringsfænomener og ved bioakkumulation af miljøgifte.

Kapitel 8

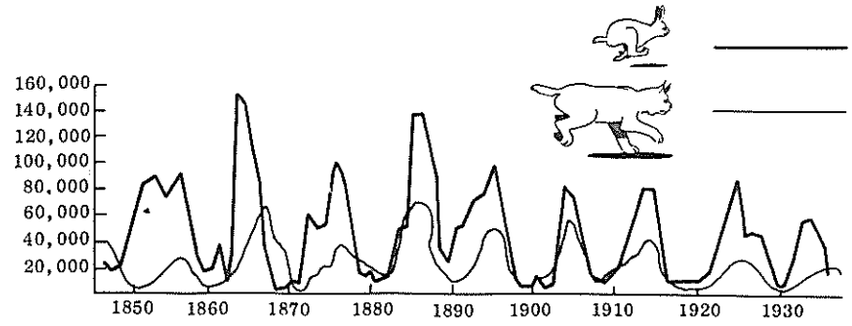
STABILITET

Hvis man fjerner græsset fra en naturlig eng ved at pløje grønsværen ned, så vil græsset i reglen komme igen, hvis man lader jorden i fred. Det sker dog ikke med det samme. De første år vil der indfinde sig forskellige former for ukrudt. Høet man kan høste vil være »groft og fuldt af syrestilke«, som Jørgen Landt beskrev det fra Færøerne (se side 76). Men lidt efter lidt vil den oprindelige vegetation indfinde sig, så engen igen ser ud, som den gjorde før pløjningen. Dette er udtryk for det man i daglig tale kalder »naturens balance«. Hvis vi gør indgreb i naturen, forsøger at ændre den, så vil den have en evne til at modvirke vores indgreb, således at indgrebet udviskes igen. Men denne evne til at modstå indgreb har sine begrænsinger. Sluttilstanden efter indgrebet bliver altid lidt anderledes end situationen før. Og mange af de indgreb, vi idag gør på vores omgivelser, medfører så væsentlige forandringer, at naturen aldrig kommer til at ligne sig selv igen. For at forstå dette skal vi i det følgende lidt nøjere studere de mekanismer, der er baggrunden for »naturens balance«.

Tilbagekobling eller feed-back
Den gensidige regulering af antallet af byttedyr og antallet af rovdyr er et eksempel på tilbagekobling

Lad os begynde beskrivelsen af naturens stabilitet med at se på et simpelt eksempel, hvor to elementer virker tilbage på hinanden - og dermed kontrollerer hinanden.

Hvis der på et år på grund af særligt gunstige vejrforhold modnes usædvanligt megen olden i en bøgeskov, vil det give gode livsbetingelser for skovens bestand af mus. De får lettere ved at klare sig gennem den fødeknappe periode hen på vinteren. Et godt



(Efter D.B. Sutton and N.P. Harmon: Ecology)

Fig. 59. Bestandsvingninger hos los og dens bytte, snehare i Canada. Tallene er antal skind indbragt til Hudson Bay Company 1845-1937. Selvom tallene kun udtrykker de relative svingninger fra år til år, og selvom tallene for los er relativt højere end for hare, fordi los har dyrere skind og derfor jages mere, er figuren enestående fordi 1) den viser nogle cykliske svingninger (over mange år) og 2) den viser hvorledes store årgange for los og hare følges ad. Gode årgange af los synes at være et par år »forsinkede« i forhold til de gode år for snehare, ligesom det var tilfældet i det tænkte eksempel med ræve og mus i teksten.

oldenår resulterer i mange mus. Men på samme måde vil et godt museår resultere i, at bestandene af musenes fjender, heriblandt ræve, vokser. Men ræve formerer sig langsommere end mus. De får normalt kun 4-5 unger pr. år, mens et musepar kan få 25. I gode museår kan rævens kuldstørrelse imidlertid vokse til næsten det dobbelte.

Året efter det gode oldenår vil således være præget af 1) en stor musebestand, og 2) en stærkt voksende rævebestand. Er oldenmængden dette år igen normal, bliver det en vanskelig vinter for musene. Ikke blot er de nu flere om mindre mad, men de er nu også udsat for større efterstræbelse fra de mange ræve. Resultatet bliver, at musebestanden daler, endog ned under det, som var normalt inden det gode oldenår.

Med en vis forsinkelse vil også rævebestanden møde problemer, fordi de vil få stadigt sværere ved at finde føde. De vil svækkes - måske omkomme af sult, eller de bliver et let bytte for jægere.

Med rævebestandens fald vil tiderne bedres for musene. Bestanden vil igen kunne vokse op til den normale størrelse, hvilket også med tiden lidt efter lidt vil blive tilfældet for rævebestanden.

Den måde, hvorpå musebestanden og rævebestanden kontrollerer hinanden, kan beskrives som en *tilbagekoblingsmekanisme.* Tilbagekoblingskontrol finder sted, når resultatet af en proces (outputtet) virker tilbage på det, der satte den i gang (in-puttet).

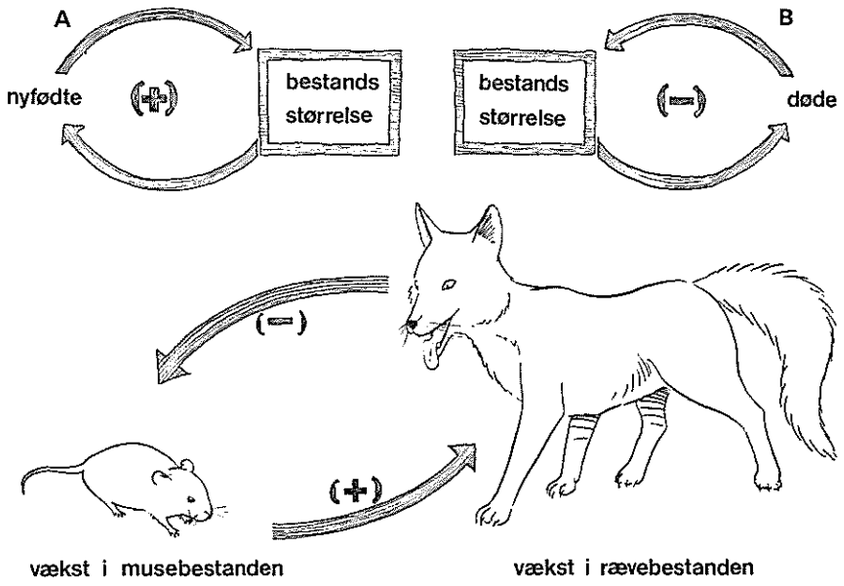


Fig. 60. Eksempler på positiv og negativ tilbagekobling (A og B). Nederst et eksempel på en kombination af henholdsvis positiv og negativ tilbagekobling.

Et eksempel på positiv tilbagekobling er forholdet mellem en bestands størrelse og antallet af nyfødte. Vokser antallet af fødsler, øges bestanden, hvilket igen (efter nogen forsinkelse) vil få antallet af fødsler til at vokse yderligere. En bankbog, hvor man sørger for at renterne bliver stående, kan beskrives på samme måde. Omvendt er der tale om en negativ tilbagekobling mellem bestandenes størrelse og antallet af dødsfald.

Forholdet mellem ræve og mus i eksemplet kan beskrives som en kombination af positiv og negativ tilbagekobling. En vækst i bestanden af byttedyr virker positivt ind på bestanden af rovdyr, hvis vækst på sin side virker negativt tilbage på bestanden af byttedyr.

De negative tilbagekoblingsmekanismer spiller en stor rolle i den levende natur, og er af afgørende betydning for stabiliteten i økosystemerne - for »naturens balance«.

Stabilitet i økosystemer
De mange veltilpassede tilbagekoblingsmekanismer gør det ubelastede økosystem relativt stabilt

Lad os nu gå til et langt mere kompliceret eksempel. Lad os sammenligne en skov med den rationelt opdyrkede kornmark.

Det uberørte økosystem, der ikke er udsat for belastning i form af opdyrkning eller forurening, vil sammenlignet med det belastede være karakteriseret ved sine mange dyre- og plantearter. Skoven (så uberørt som den nu engang findes hos os) har bestået længe sammenlignet med en mark. Derfor har »næringsspecialister« af den ene og den anden art haft tid til at indfinde sig. Og de forskellige bestande har haft tid til at tilpasse sig til hinanden og til miljøets abiotiske faktorer (om tilpasning: se s. 152). Den trofiske struktur er præget af mange og indviklede fødenet. Næsten intet stof går tabt for systemet, idet næsten alt bliver benyttet af en eller anden »specialist«. Derfor fungerer økosystemet meget »økonomisk«, idet næsten al den indkomne energi udnyttes i systemet og stofkredsløbene er sluttede. Alt i alt giver dette systemet en relativ *høj grad af stabilitet.*

Hvis vi nu fælder træerne, pløjer jorden og sår byg på arealet, vil antallet af dyre- og plantearter reduceres drastisk. Bøg, eg, ahorn, hassel, anemoner, skovsyre, laver o.s.v. erstattes af én enkelt planteart, byg. Dermed fjernes også eksistensgrundlaget for de fleste af skovens dyr. Mejser, sangfugle, spurvehøg, barksnegle, stankelben o.s.v. kan ikke trives længere. Og når halmen afbrændes og jorden pløjes fortrækker også størstedelen af jordbundens liv, bl.a. regnormene. Det belastede økosystem, bygmarken, bliver således præget af stor artsfattigdom. Enkelte arter, der nu mangler deres naturlige fjender eller konkurrenter, kan nu brede sig og blive besværlige. De bliver så kaldt skadedyr eller ukrudt. Der er få og dårligt tilpassede tilbagekoblingsmekanismer. Og den trofiske struktur bliver reduceret til få og simple fødekæder (byg - gris - menneske, f.eks.). Også energispildet for systemet er stort, idet høsten fjernes og halmen afbrændes. Alt i alt er det belastede system præget af *ringe stabilitet.*

Ønsker mennesket nu at opretholde en balance i den belastede »natur«, må det træde til som formidler af erstatninger for de mange tilpassede tilbagekoblingsmekanismer, som gav det ubelastede system dets store stabilitet, men som nu mangler. Skoven kunne stort set være den »samme« gennem århundreder. Men ønsker man, at det der er en mark i år, også skal være mark næste år, er det

(Foto: Lennart Larsen. Fra Danmark Natur, bd. 6)

nødvendigt at gribe ind utallige steder med gødning, pløjning, vanding og skadedyrs- og ukrudtsbekæmpelse.

Men hvorfor da alt dette besvær med kunstige tilbagekoblingsmekanismer for at sikre en stabilitet, som naturen kan klare meget bedre, hvis den bliver ladt i fred af menneskene? Fordi mennesket til gengæld for sin møje opnår at kunne tilegne sig en stor del af den energi, der er bundet i sæsonens løb af systemet, nemlig nytteproduktionen, kornet. Det skal vi belyse nærmere i næste afsnit.

Udvikling i økosystemer - succession

Overlades et belastet økosystem til sig selv, vil det undergå en række forudsigelige ændringer - en succession - frem mod en sluttilstand, klimakssamfundet

Tænker vi os nu, at vi lader vores bygmark fra før ligge brak, hvad ville så ske?

(Foto: Jesper Brandt)

Fig. 61. Hvis jorden i Danmark blev overladt til sig selv, ville der de fleste steder udvikle sig bøgeskovssamfund iblandet eg, el og ask m.m. I 1973 var imidlertid 32% af Danmarks overflade dækket af en eneste plante - byg.

Det første år ville man som beskrevet side 76 kunne konstatere, at hele marken groede til med ukrudt - syre, tidsler, kvikgræs o.s.v. I beskrivelsen fra Færøerne så vi, at der senere udvikledes plantesamfund domineret af forskellige græsser. I det varmere Danmark ville også træer og buske lidt efter lidt vinde indpas. Først ville de arter komme, der har de mest effektive spredningsmekanismer, såsom hyld og kirsebær, hvis frø spredes med fugle, samt ahorn og birk, der har vindspredning.

Sammen med planterne ville efterhånden også de forskellige dyrearter, der er karakteristiske for skoven, indvandre. Økosystemets udvikling ville lidt efter lidt føre frem til en forholdsvis stabil tilstand - frem til en artssammenhæng og individtæthed typisk for det pågældende områdes klima og beliggenhed. Det samfund betegnes som klimakssamfundet. Om hele denne udvikling siger man, at systemet har udviklet sig fra et umodent (ungt) til et modent (gammelt) stadium. Det klimakssamfund, de fleste danske land-

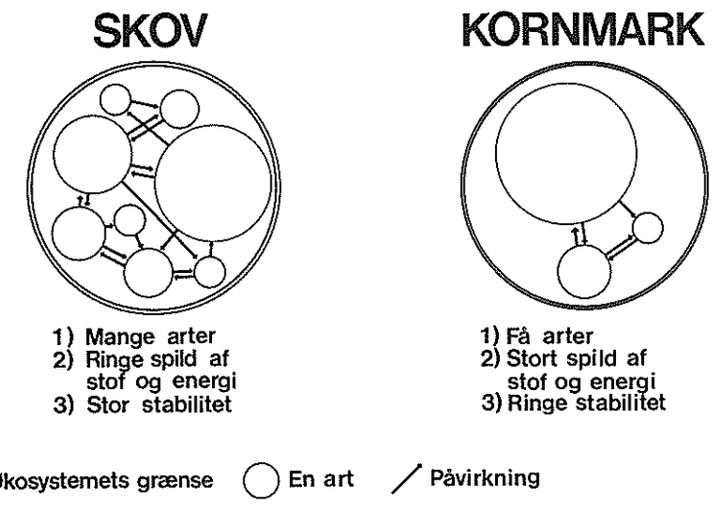


Fig. 62. Sammenligning mellem et »naturligt« ubelastet økosystem (skov) og et belastet (opdyrket) system (kornmark).

brugsområder ville udvikle sig henimod, hvis man opgav dyrkningen, er en bøgeskov, iblandet andre arter, f.eks. eg, el og ask.

En udvikling som den beskrevne kaldes for økologisk succession. I vort tætbebyggede og opdyrkede land er det kun sjældent at successionen får lov at udvikle sig frem til klimakssamfundet. Når landbrugsjord opgives i Danmark, bliver den idag enten inddraget til bymæssig bebyggelse, sommerhusområder eller bliver plantet til med gran. Og en sådan beplantning adskiller sig ikke meget fra en kornmark, når det gælder artsrigdom eller rettere artsfattigdom.

En anden type økologisk succession, der ikke fører frem til noget klimakssamfund, men som også forløber efter nogenlunde forudsigelige »programmer«, kan herhjemme i mindre målestok iagttages i en kokasse eller i et ådsel. Her vil den ene generation af forskellige nedbrydere afløse den anden på en karakteristisk måde, hvor den ene generation forbereder den næstes ankomst, efter et forudsigeligt mønster.

Successionen foregår altså ikke tilfældigt, men efter et bestemt mønster, der er en karakteristisk egenskab for hver type økosystem.

Man må dog ikke forestille sig, at successionen altid gennemløber præcist de samme tilstande. Og går man i detaljer er der ikke to klimakssamfund, der er ens. Man finder heller ikke noget klimakssamfund, der er det samme i år, som det var sidste år. Der er nemlig en vis portion tilfældighed med i spillet. Det er ikke sikkert, at en solsort får smidt et hyldefrø på den plet i økosystemet, der lige

(Efter Strandkvalitet og fritidsbebyggelse)

Fig. 63. I det tætbebyggede Danmark er det kun sjældent, at successionen får lov at udvikle sig frem til klimakssamfundet. Når landbrugsjorden opgives bliver den enten inddraget til bymæssig udnyttelse eller bliver plantet til med gran eller som her udlagt til sommerhusområder.

netop er blevet parat til at modtage det. Går der for lang tid, vil måske en ahorn tage pladsen, så hyldefrøet ikke har nogen overlevelseschance, når det endeligt indfinder sig. Ahornen vil påvirke det øvrige økosystem i en lidt anden retning end hylden ville have gjort. Den udnytter stofferne i jordbunden i et lidt andet forhold, og den giver livsmuligheder for andre dyr end hylden ville have gjort. For eksempel ville hylden i modsætning til ahornen kunne give føde til fugle, der æder bær, mens flere insektarter vil kunne eksistere sammen med ahorn, men ikke med hyld.

Dermed er vi igen inde på det vigtige forhold, at vi ikke kan forstå processerne i økosystemet (naturen), hvis vi bare studerer de enkelte arter hver for sig. Helheden (økosystemet) er ikke bare lig med summen af de enkelte dele. De enkelte bestande af dyr og planter påvirkes af det miljø, de lever i (fjender, føde, gemmesteder, næringssalte o.s.v.), men de virker selv tilbage på miljøet og

omformer dette. Det omformede miljø virker igen tilbage på bestanden o.s.v. i et stadigt vekselspil.

Det, der sker, når et økosystem modnes, er, at nye arter vandrer ind, og at nogle (ikke nødvendigvis alle) af de arter, der var der i forvejen, forsvinder. Samtidigt vil de enkelte dyre- og plantebestande i systemet påvirke og påvirkes af miljøet. Som helhed vil udviklingen gå i retning af, at stofkredsløbene vil blive stadigt mere »lukkede«. Fødenettet vil blive mere og mere komplekst. Biomassen og respirationen vokser, jo ældre systemet er, og dermed aftager også nettoproduktionen for at nærme sig nul i det modne økosystem.

Det man gør, når man opdyrker en mark, er således at underkaste systemet en kunstig foryngelse for derved at opnå en stor nettoproduktion, som udnyttes af én enkelt konsument, mennesket.

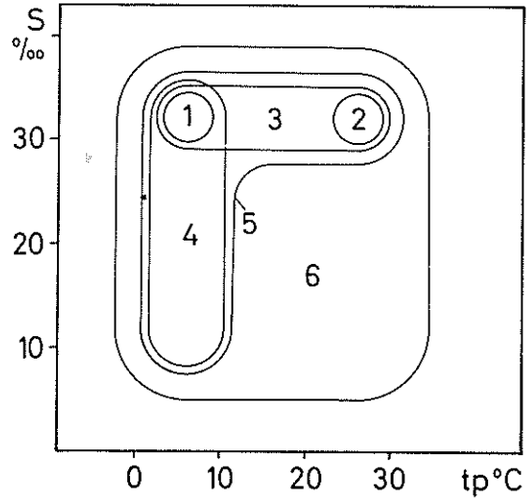
Også forurening af økosystemerne vil kunne virke som en »tvangsforyngelse« af systemet. For eksempel vil udledningen af giftigt spildevand i en sø kunne slå en stor del af det eksisterende dyre- og planteliv ihjel. Efter at giften er nedbrudt eller ført bort, vil det oprindelige dyre- og planteliv kunne indvandre igen lidt efter lidt.

Men ofte er det enkelte bestemte dyre- eller plantearter i økosystemerne, der har vores hovedinteresse. Det kan være, fordi vi udnytter dem direkte i jagt eller fiskeri, eller det kan være fordi de generer os som skadedyr eller ukrudt. Derfor skal vi inden vi forlader spørgsmålet om stabilitet i naturen, se lidt nøjere på, hvordan det enkelte individ og en enkelt bestand af organismer kan reagere på indgreb udefra.

Tolerance
Den enkelte organisme har en vis tolerance overfor pludselige ændringer i miljøet

Ligesom hele økosystemet er i stand til indenfor visse grænser at modvirke ændringer, der påføres systemet udefra (det vi kalder økosystemets stabilitet), således er også den enkelte organisme i stand til at modvirke ydre påvirkninger og dermed at eksistere under ændrede forhold.

Men der er naturligvis grænser for, hvor store ændringer i miljøet organismerne kan tåle. For eksempel er der både en øvre og nedre grænse for, under hvilke temperaturer ferskvandsfisk kan trives.



(Efter: Meddelelser fra Danmarks fiskeri- og havundersøgelser. Ny Serie 5, nr. 1)

Fig. 64. Også overfor saltholdighed har fisk forskellige tolerancegrænser. Figuren viser hvorledes man kan inddele forskellige marine dyrearter i grupper efter deres tolerance overfor temperatur (tp°C) og saltholdighed (S 0/00). Gruppe 1 er nogle arktiske arter og gruppe 2 omfatter de fleste af de arter, der lever omkring de tropiske koralrev. Begge disse grupper har begrænset tolerance, men lever samtidig i meget stabile miljøer (med hensyn til temperatur og saltholdighed). Gruppe 3 omfatter dyrene i den nordlige tidevandszone, hvor saltholdigheden ligger konstant på ca. 32 0/00, mens temperaturen kan svinge meget. Gruppe 4 omfatter nogle arktiske arter, der kan leve f.eks. i flodmundinger med tidevand, hvor saltholdigheden svinger meget. Gruppe 5 omfatter f.eks. rødspætten, mens gruppe 6 er toleranceområdet for egentlige brakvandsarter, der har stor tolerance både overfor svingninger i saltholdighed og i temperatur.

Dette kan man for eksempel studere ved at holde fisk i akvarier med forskellig vandtemperatur. Hvis man sørger for, at fiskene får lige meget føde, vil man efter nogen tid kunne konstatere, at fiskene i de meget kolde akvarier slet ikke er vokset, hvis de da ikke ligefrem er dræbt af kulden. Heller ikke fiskene i de meget varme akvarier vokser. Men fiskene i de akvarier med moderate temperaturer er vokset ganske godt. Den temperatur, under hvilken fiskene ikke kan klare sig, kaldes den *nedre tolerancegrænse*. Den, over hvilken fiskene dør, kaldes den *øvre tolerancegrænse*. Forskellen mellem øvre og nedre tolerancegrænse kaldes toleranceområdet eller bare tolerancen. Den temperatur, ved hvilken væksten har været stærkest, benævnes den optimale temperatur eller *optimum* (se også fig. 64).

Tilpasning
Den enkelte organisme kan indenfor visse grænser lidt efter lidt tilpasse sit toleranceområde til ændrede ydre forhold

Imidlertid viser det sig, at man ikke nødvendigvis vil få samme tolerance og samme optimale temperatur fra det ene forsøg til det andet, selvom man arbejder med den samme art. Det er der flere grunde til.

For det første er optimum og toleranceområdets bredde ikke det samme for én og samme fisk livet igennem. For fisk og de fleste andre organismer gælder, at perioden omkring formeringstidspunktet og den tidlige opvækst er særligt følsom. For eksempel er der voksne fisk der kan leve indenfor et temperaturområde på ca. 20 grader, mens æggene kun kan udklækkes indenfor et snævert temperaturinterval på to-tre grader.

For det andet vil udfaldet af vores akvarieforsøg i en vis udstrækning være bestemt af, ved hvilken temperatur fiskene har levet, inden de blev anvendt som forsøgsdyr. De fysiologiske processer i organismerne tilpasses nemlig lidt efter lidt de forhold, som miljøet byder på. Er forsøgsdyrene i vort forsøg hentet fra 15 grader varmt vand, vil de formentlig have optimum ved 15 grader. Var de hentet fra 20 graders vand ville optimum kunne forventes ved 20 grader. Dette kan dog ikke varieres i det uendelige. Nærmer vi os tolerancegrænserne kan tilpasningen ikke slå til længere.

Vi er her kommet til et meget vigtigt og alment princip: Organismerne har fra fødslen nedarvet en vis bredde af muligheder (eksempelvis muligheden for som voksne at kunne leve et eller andet sted indenfor temperaturintervallet 15-30 grader). Men ikke alle mulighederne realiseres. Hvilken del, der bliver realiseret, bestemmes af de ydre forhold, der bydes de opvoksende organismer.

Organismerne vil også kunne tilpasse sig helt fremmedartede stoffer, hvilket bl.a. er af betydning idag, hvor mange typer gifte fra produktionen slipper ud i miljøet. Velkendt er det for eksempel, hvorledes et menneske lidt efter lidt kan vænnes til stadigt større doser af en eller anden gift (nikotin, koffein, forskellige former for medicin, narkotika o.s.v.) i så stærke doser, at det ville kunne slå en ikke-tilvænnet ihjel.

For visse stoffer gælder det, at der skal en dosis af en vis størrelse til, før der sker nogen skade. Man taler om, at der er en tærskelværdi for, hvornår stoffet optræder som gift. Skal man beskytte mennesker

og miljø er det med den slags gifte klart, at man må lave bestemmelser om, at giften ikke må tilføres i doser over tærskelværdierne.

Det man normalt gør, når man skal finde en tærskelværdi er, at man ved hjælp af forsøg med dyr finder frem til den laveste værdi, der kan forventes at ville skade et menneske, og man fastsætter så faregrænsen ved en tiendedel eller en hundrededel heraf.

Men der findes også stoffer, for hvis skadevirkning der ikke eksisterer nogen tærskelværdi. Her kan ingen give nogen sikkerhed i absolut forstand, med mindre man simpelthen stopper forureningen. Sundhedsmyndighedernes dilemma afspejles også af, at man bestandigt nedsætter grænseværdierne. For eksempel accepterede man oprindeligt, at føden kunne indeholde 5 mg kviksølv pr. kilo. Siden er grænsen nedsat til 1mg/kg i Danmark. I USA er man nu nede på 0.5 mg/kg. Og i Sverige taler man om at sænke den yderligere til 0.2 mg/kg.

Men ét er, hvilke tolerancegrænser og tærskelværdier man kan måle ved kontrollerede laboratorieforsøg. Her holder man alle faktorer konstante, mens man varierer den faktor, hvis tærskelværdi man ønsker at finde. Går man ud i naturen, vil det ofte vise sig, at der sker noget andet. Den *økologiske effekt* er ofte anderledes, end man umiddelbart ville forvente udfra sine laboratorieforsøg. Tolerancegrænser kan ikke fastsættes entydigt, fordi den økologiske effekt er et samspil af mange faktorer. For eksempel kan den nedre tolerancegrænse for muslingers krav til vandets indhold af stoffet calcium sænkes, hvis der er rigeligt med grundstoffet strontium til stede i vandet. For karper er den nedre tolerancegrænse for iltmængden i vandet 0.8 mg/liter ved en temperatur på 1 grad, ved 30 grader er den 1.3 mg/liter.

Også for giftstoffers virkning kan den økologiske effekt være en anden, end den man måler i laboratoriet. Særlig kedeligt er det i situationer, hvor den endelige virkning af flere giftstoffer sammen bliver større end summen af de enkelte giftes virkning. Dette kaldes for *synergi*. Synergi er naturligvis særlig ondskabsfuld, hvor flere stoffer er ledt ud i harmløse koncentrationer, men hvor summen af dem alligevel bliver skadelig. Et eksempel på en sådan effekt har man i forbindelse med to stoffer i bilers udstødningsgas. Når nitrogenoxid og uforbrændte kulbrinter udsættes for sollys, vil der dannes det, der kaldes photokemisk smog. Det giver mennesker åndenød, og får øjnene til at løbe i vand. Men det er desuden stærkt giftigt for planter, idet det dels forhøjer respirationen, dels nedsætter fotosyntesen, således at planten »sulter«. Et andet eksempel på synergi, som vi vil komme nærmere ind på i kapitel 10,

opstår, når svovlforbindelser (svovloxider) efter forbrænding af olie frigøres i en atmosfære, hvor det kommer i forbindelse med støv. Føres støvet med svovloxidet hen på en fugtig overflade (som for eksempel i svælg og lunger) dannes svovlsyre.

Udover tilpasning og synergi skal vi omtale endnu et fænomen, der kan gøre den økologiske effekt anderledes end forventet, nemlig *adaptation.*

Adaptation

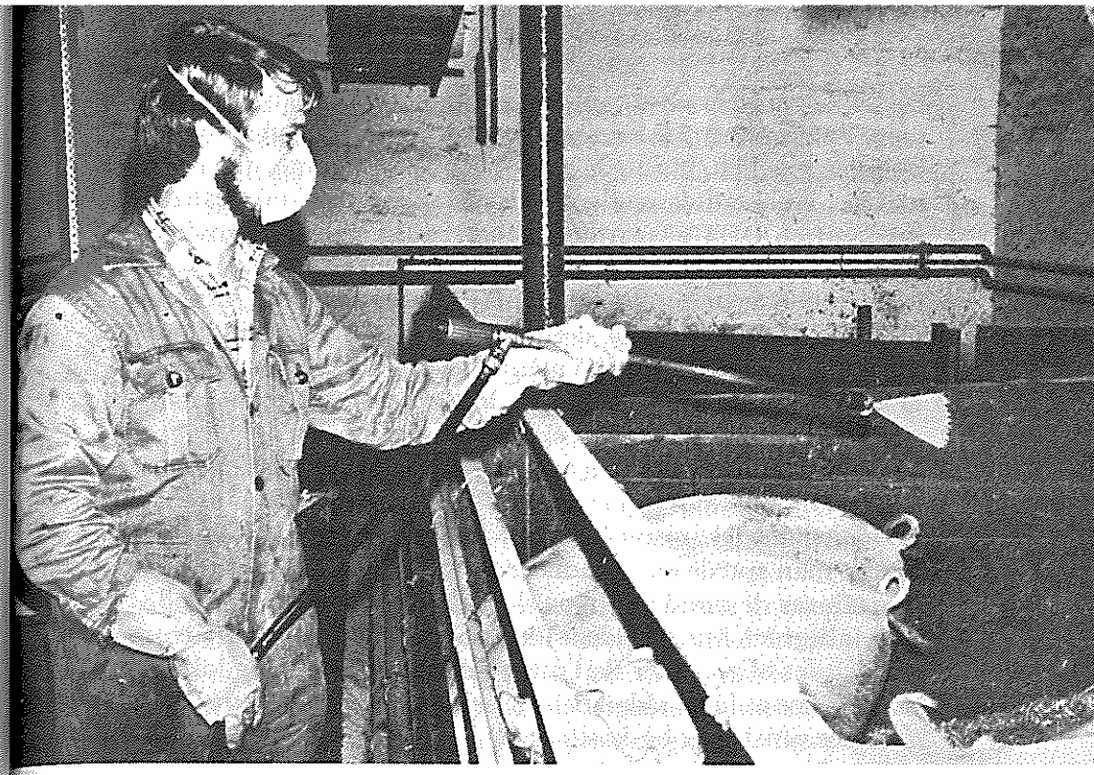
Når de arvelige egenskaber i hele bestanden af organismer ændres som svar på en ydre (langvarig) påvirkning, taler man om adaptation

Herhjemme begyndte man i slutningen af fyrrerne at anvende insektgiften DDT i kampen mod fluer. Efter få år så man gang på gang eksempler på, at giften ikke var tilstrækkelig effektiv. I begyndelsen mente man, at det var, fordi landmændene havde anvendt for svage doser. Og man indskærpede betydningen af ikke at spare på giften. Først senere blev det klarlagt, at den manglende effektivitet ikke skyldtes for svage doser, men derimod »for modstandsdygtige« fluer.

Der var opstået det, man kalder modstandsdygtige (*resistente*) *stammer.* Dannelsen af resistens er et eksempel på den proces, der kaldes adaptation. I modsætning til den fysiologiske tilpasning vi så på før, er det ved adaption ikke det enkelte individ, der tilpasser sig de ændrede forhold, men derimod bestanden som sådan. Det kræver en lidt nøjere forklaring.

Udsætter man en eller anden bestand af organismer, for eksempel fluer, for et giftstof således at ikke alle de påvirkede fluer slås ihjel (ikke alle får doser over tærskelværdien), vil de mest hårdføre (overfor giften) overleve og formere sig. Gentager man behandlingen på de efterfølgende generationer således, at langt størstedelen dør, mens kun de allermest hårdføre overlever, så vil man efterhånden kunne fremelske en bestand, der kan tåle endog meget store doser af giftstoffet - man har fået fremelsket en resistent stamme ved at ændre bestandens arvelige egenskaber (se fig. 65).

Denne udvikling har gentaget sig næsten hver gang, man har taget en ny gift i anvendelse i landbruget. Først viser den meget lovende resultater, hvorefter virkningen lidt efter lidt forsvinder. Idag har fluerne dannet resistente stammer overfor næsten alle kendte insektgifte.



(Foto: Statens skadedyrlaboratorium)

Fig. 65. Fluebekæmpelse i en svinestald ved sprøjtning af fluernes opholdssteder med et langtidsvirkende middel (dvs. et middel der gennem uger eller måneder virker dræbende på fluer, der opholder sig på de sprøjtede flader). Denne metode har i mange år (siden 1945) været den vigtigste til bekæmpelse af fluer på danske gårde. Hvis sprøjtningen udføres rigtigt, vil langt de fleste af fluerne komme i berøring med giften, og man kan få en meget effektiv bekæmpelse, så længe flertallet af fluerne er følsomme for giften; men man får også en grundig udsortering (selektion) af de modstandsdygtige (resistente) fluer. Fluerne på de danske gårde hører til de mest resistente i verden.

Problemer med resistente stammer kan virke ekstra ondartet i de tilfælde, hvor man ved at sprøjte sin afgrøde mod skadedyr samtidigt får dræbt de »nyttedyr«, der er skadedyrenes naturlige fjender. Hvor skadedyret formerer sig hurtigere end dets fjender, vil det også have de bedste muligheder for hurtigt at danne resistens. Den begyndende resistens hos skadedyret vil få landmanden til at øge doseringen, hvorved de naturlige fjender definitivt forsvinder. Slutresultatet bliver, at man får et skadedyr frem, som hverken kan trues af insektgifte eller af naturlige fjender, hvorfor dets skadevirkning øges.

Problemerne omkring giftsprøjtning mod skadedyr er mangfoldige. På samme måde som kviksølvforureningen kan sprede sig og ophobes på helt uventede måder i økosystemerne, udviser også mange insektgifte tendens til bioakkumulation. Således er insektgiften DDT ansvarlig for en alvorlig nedgang i rovfuglebestanden, og en uforudset spredning af DDT er årsag til, at der er forbud mod at forhandle frisk (DDT-holdig) lever fra torsk fanget omkring Bornholm. Når dertil kommer, at mange af giftene har øjeblikkelig giftvirkning på mennesker, og tildels langtidseffekter, man kun ved meget lidt om, er det ikke sært, at man leder efter alternativer til den kemiske skadedyrsbekæmpelse.

Det, der ofte nævnes som et alternativ, er *biologisk bekæmpelse,* hvor man i stedet for syntetiske insektgifte anvender »naturens egne bekæmpelsesmekanismer«. Fremfor at sprøjte en mark med DDT, kunne man sprede en portion fjender af det skadedyr man ville til livs udover de områder, hvor skadedyrsangrebet var sat ind. Når man alligevel kun sjældent har anvendt biologisk bekæmpelse skyldes det bl.a., at der skal megen økologisk viden og lokalkendskab til, for at få en sådan bekæmpelse til at lykkes. Dette kan både gøre det vanskeligt og kostbart.

Det, der idag ser mest lovende ud, er det, man kalder *integreret kontrol,* hvor man dels forebygger skadedyrsangreb ved at dyrke særligt modstandsdygtige typer afgrøder, dels behandler jorden på en sådan måde, at det bliver vanskeligt for skadeorganismerne at klare sig. Man sørger for forskellige afgrøder fra mark til mark og fra år til år. Det gør det vanskeligt for skadedyrene at spredes. Og hvis et skadedyrsangreb så alligevel sætter ind, kan man enten kunstigt udsætte nogle af dets fjender eller i nødstilfælde sprøjte med en gift, der ikke spredes for meget.

Problemer med resistens kendes også indenfor andre felter end landbrug og gartneri. I bekæmpelsen af infektionssygdomme hos mennesker har man således ufrivilligt fået fremelsket penicillinresistente bakterier.

Stabilitetsområde

Indenfor stabilitetsområdet er negative tilbagekoblingsmekanismer i funktion. Udenfor - positive tilbagekoblingsmekanismer

I dette kapitel om stabilitet i naturen har vi dels set på, hvorledes to bestande, mus og ræve, kan regulere hinandens størrelse, hvorved der sikres en vis stabilitet i bestandenes størrelse. Dernæst har vi set mere generelt på stabiliteten i økosystemer ved at sammenligne en uberørt skov med en opdyrket kornmark. Endelig har vi set, hvorledes den enkelte organisme kan tilpasse sig nye forhold, og hvordan bestande af organismer ved at ændre deres arvelige egenskaber kan adapteres til ændrede betingelser. Her skal vi inden vi forlader spørgsmålet om stabilitet i naturen, fremhæve et almindeligt princip for stabiliteten, et princip, der gælder både når vi taler om enkeltindivider, bestande af individer og om økosystemer.

Et eksempel på individniveau kan være et dyr, som vi udsætter for forskellige temperaturer. Indenfor stabilitetsområdet vil fald i temperaturen kunne imødegås med forøget respiration, der frigør varme i kroppen.

På samme måde vil stigende temperaturer kunne imødegås med nedsat varmeproduktion og forøget varmeafgivelse fremkaldt af svedfunktioner. Men kun indenfor et vist område vil disse reguleringsmekanismer kunne slå til. Stiger temperaturen udover den øvre tolerancegrænse vil en yderligere temperaturstigning blot svække varmeafgivelsen, og derved vil situationen yderligere forværres. Under den nedre tolerancegrænse vil dyret efterhånden sløves, hvilket yderligere forværrer situationen ved at sænke varmeproduktionen i kroppen.

Et andet eksempel på det samme generelle fænomen kan være en sø, der modtager varierende mængder næringssalte. Indenfor stabilitetsområdet vil stigninger og fald i næringsstoftilførslen blive mødt med stigninger og fald i individtætheden uden at økosystemets karakteristiske artssammensætning ændres. Sænkes næringssalttilførslen under et vist niveau, vil visse af de eksisterende planter kunne udkonkurreres af andre mindre næringskrævende arter, hvorved også vilkårene for de dyr, der er i systemet vil ændres afgørende. Også de vil blive erstattet med andre arter. Stiger næringsstoftilførslen udover den øvre grænse (se omtalen af overgødning s. 134), vil der på samme måde ske en drastisk udskiftning af de arter, der kan trives i systemet.

Dette er det generelle fænomen, at et biologisk system har et givet stabilitetsområde, hvor stabiliteten opretholdes af en række negative tilbagekoblingsmekanismer. Udenfor dette område ophører de at fungere og kan eventuelt erstattes af *positive* tilbagekoblingsmekanismer.

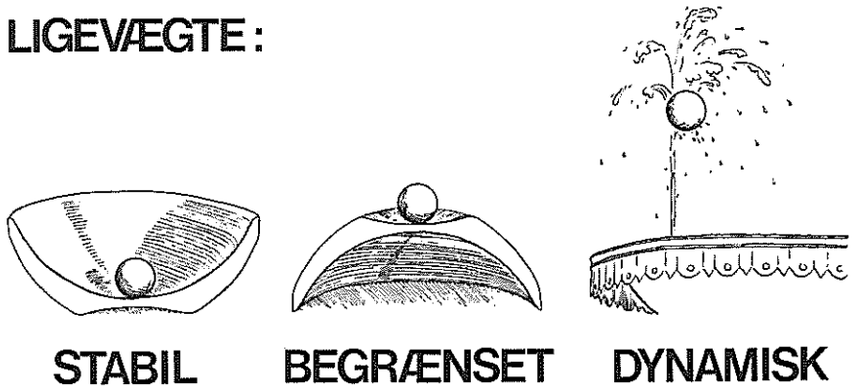


Fig. 66.

Stabil - begrænset og dynamisk ligevægt
Biologiske systemer er i dynamisk ligevægt

Dette, at systemerne kun har en stabilitet, der ligger indenfor et afgrænset stabilitetsområde, udtrykkes ved at sige, at systemet er i *begrænset ligevægt* i modsætning *til stabil ligevægt.* Dette er illustreret i fig. 66, hvor man kan tænke sig en kugle liggende henholdsvis i bunden af en dyb skål og i en lille hulning på toppen af en bakke. Kuglen i skålen kan man skubbe til så meget man vil; den vil alligevel altid rulle tilbage til udgangspositionen. Kuglen på bakketoppen derimod kan kun tåle påvirkninger af en vis størrelse (indenfor toleranceområdet). Bliver påvirkningerne for store, får vi en situation, hvor systemet (kuglen) blot vil svare på yderligere påvirkninger ved at accellerere væk fra udgangspositionen. På engelsk betegnes dette som »run away« effekten.

Vi har i dette kapitel gentagne gange været inde på, hvorledes alt liv, og dermed alt, hvad der sker i økosystemerne, er betinget af en stadig strøm af energi gennem systemet. Ligevægten i naturen opretholdes under et stadigt forbrug af energi og en stadig cirkulation af stof - det er kun tilsyneladende, at naturen er uforanderlig. Den skov, du ser idag, er ikke den samme som den, du så i fjor. Små ændringer er sket. Molekylerne er stort set skiftet ud i alle individer, du møder igen, og mange af de dyr og planter, du så sidst, er væk og erstattet af deres afkom. Som Heraklit sagde: »Alting flyder«, sat i gang af en stadig strøm af energi. Derfor er det mere beskrivende at tale om en *dynamisk ligevægt,* som vi bedre end med kuglen i en hulning på en bakketop kan illustrere med et guldæble i et springvand. Æblet er i ligevægt, men hele systemet er betinget af, at der til stadighed kommer en kraftig vandstrøm nedefra.

Kort sagt

Biologiske systemer har en evne til at modstå indgreb udefra, således at tilstanden, som systemet var i før indgrebet foretoges, genoprettes. Dette gælder økosystemer såvel som bestande og individer.

Økosystemerne vil ved en såkaldt succession udvikle sig henimod en sluttilstand, som kaldes klimakssamfundet, der er typisk for pågældende områdes klima og beliggenhed.

Det enkelte individ har en vis tolerance overfor ændringer i de forskellige miljøfaktorer. Tolerancen kan ændres ved, at der sker en tilpasning lidt efter lidt.

En hel bestands tolerance kan ændres ved, at bestandens arvelige egenskaber ændres. Dette kaldes adaptation. Adaptation til en gift resulterer i, at der opstår resistente stammer (eller bestande).

Biologiske systemer er i dynamisk ligevægt, nærmere betegnet en ligevægt, der bl.a. er afhængig af systemet tilføres en jævn energistrøm

IV. DEL
ØKOLOGIENS ANVENDELSE

Indledning

I Del I forsøgte vi med befolkningsproblemerne som eksempel at vise, hvorledes man kun når frem til en ufuldstændig forklaring på økokrisens problemer, hvis man udelukkende holder sig til biologien. Disse problemer er af en sammensat natur, hvori der indgår både biologiske, sociale, økonomiske og politiske elementer. Dette tog vi op i Del II. Til dels med historiske eksempler søgte vi at vise, hvorledes behovet for viden om menneskets sammenspil med naturen altid har eksisteret, samtidigt med at det har ændret karakter i takt med ændringerne i den måde samfundet producerer på. Vi startede med den umiddelbare og stærke naturafhængighed i det grønlandske fangersamfund. Og vi sluttede i kapitel 5 med at beskrive, hvordan kendskabet til samfundets vekselspil med naturen i det moderne industrisamfund er blevet videnskabeliggjort. Der er sket en udskillelse af en selvstændig biologisk videnskabsdisciplin, økologien. I Del III blev økologiens vigtigste elementer gennemgået med udgangspunkt i fødevareproduktionen.

Vi skal her se tre eksempler på, hvordan denne videnskab anvendes. Det første er hentet fra fiskeriet, og drejer sig om styring af ressourceudnyttelsen. Dernæst vil vi gennemgå et eksempel fra luftforureningsforskningen. Og endelig til sidst bringes et ganske specielt eksempel på, hvorledes økologisk viden, udviklet teknologi og politisk beslutsomhed kan kombineres - den økologiske krigsførelse.

Kapitel 9

NORDSØSILDEN - EN FORNYELIG RESSOURCE

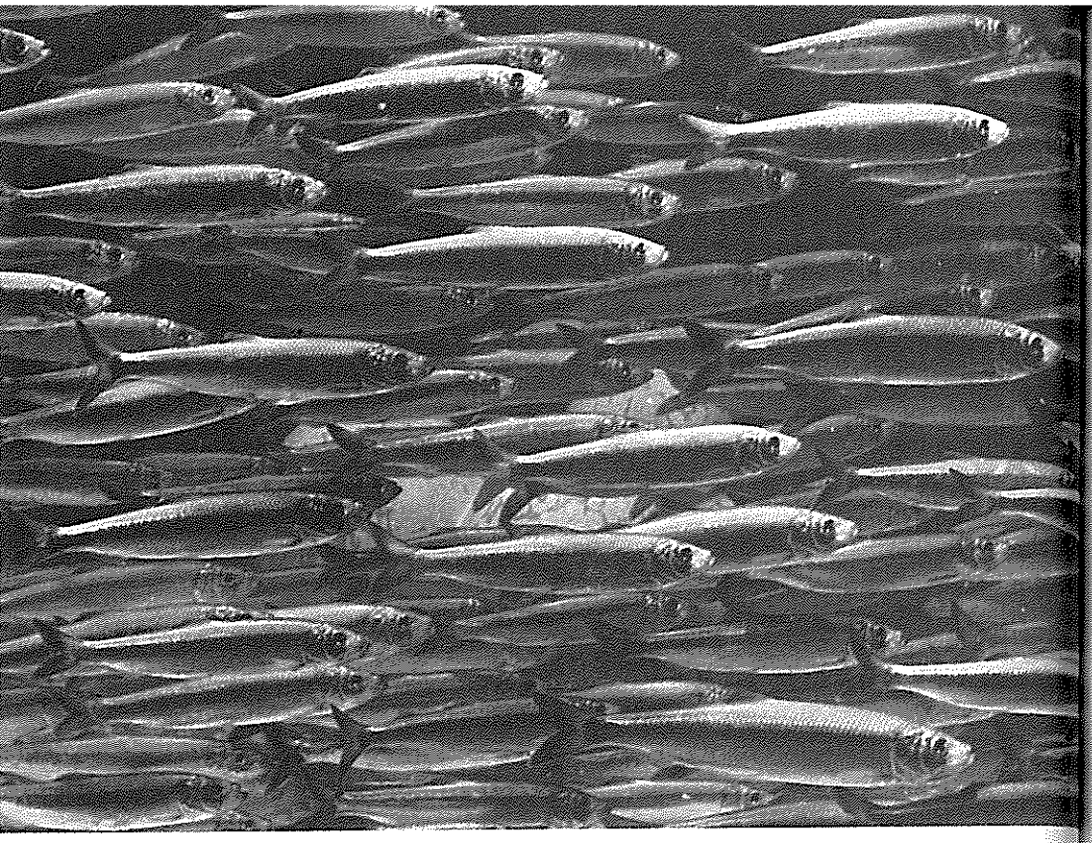
Af de mange problemer af økologisk karakter, som presser sig på idag, er de, der har med udnyttelsen af fiskebestande at gøre, nogle af de mest overskuelige. Det gælder ihvertfald, når det drejer sig om den biologiske viden, der er nødvendig for at forudsige, hvad der sker med fangstens størrelse af en bestemt fiskeart, når vi ændrer på fiskeriindsatsen (antallet af både og redskabstyper).

Fangstudsigterne kan bedømmes på to måder

Som vi så det i eksemplet fra Færøerne har det længe været kendt, at der fra naturens side er grænser for, hvor meget kvæg, der kan græsse på et bestemt område. Og dermed er der også grænser for, hvor mange dyr der kan slagtes pr. år. Men det er først efter at man er begyndt at indføre mere moderne fiskerimetoder (først og fremmest trawl), at man i praksis har fået at føle, hvorledes fiskefangsten i et bestemt havområde er underkastet tilsvarende økologiske lovmæssigheder. Det er derfor en vigtig økologisk opgave at få bestemt den økologiske grænse for fiskeriet.

Dette gøres oftest på to måder. Dels har vi en direkte metode, hvor man så at sige prøver sig frem og ser, hvad den totale fangst bliver med forskellige fiskeriindsatser. Og dels er der den mere indirekte metode, hvor vi studerer forskellige biologiske forhold i bestanden såsom vækst, dødelighed og rekruttering. Sammenholdt med oplysninger om fiskeriets fangster og indsatser kan vi så opstille matematiske modeller. Med modellerne kan vi beregne hvad fiskeriet ville give med ændrede fiskeriindsatser.

Om disse forudsigelser holder stik er naturligvis helt afhængigt



(Foto: Svend Touborg)

Fig. 67. Nordsøsilden er et eksempel på en dårligt udnyttet ressource.

af, om vores forstudier har givet et realistisk billede af forholdene. Det forudsættes desuden, at bestanden vil opføre sig på samme måde m.h.t. vækst, dødelighed og rekruttering, som den gjorde under de forhold, hvorunder vi udførte vores studier.

Ved den direkte metode sammenholdes fangst med fiskeriindsats

I fig. 68 er vist sammenhængen mellem fangsten i den mellemste og den sydlige Nordsø og den fiskeriindsats, der er blevet anvendt til at opnå fangsterne. Det ses til venstre på kurven, at sålænge fiskeriindsatsen er lav, vil fangsterne kunne forøges kraftigt med en øgning af indsatsen. Men ved lidt højere indsats ændres billedet, således at en forøgelse af fiskeriindsatsen ikke giver en tilsvarende

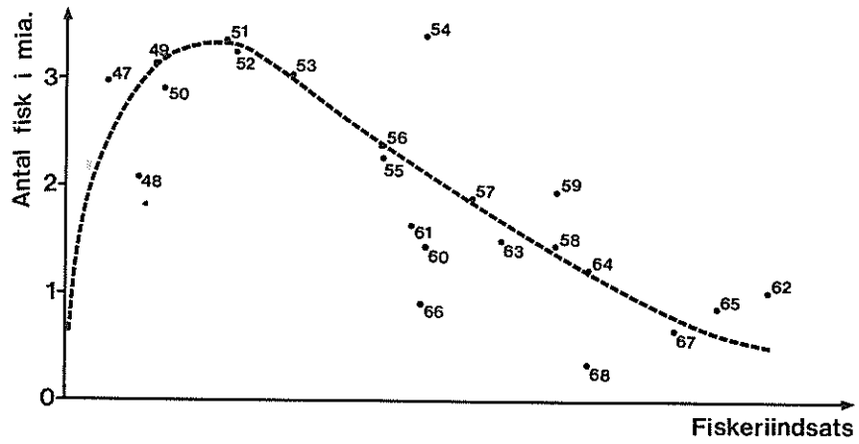


Fig. 68. Sammenhængen mellem den samlede fangst og den samlede fangstindsats for årene 1947 - 68 i den sydlige og mellemste del af Nordsøen.

forøgelse af fangsterne. For eksempel gav en næsten fordoblet indsats fra 1949 til 1951 kun en forøgelse af fangsterne på få procent.

Når vi kommer over på højre side af kurvens toppunkt, vil vi tilmed opleve, at de samlede fangster daler, når antallet af både øges. Netop denne situation er idag desværre en realitet for de fleste større fiskeriområder i verden, ikke mindst Nordsøen.

En oplagt løsning ville være at forlange, at fiskeriindsatsen i de forskellige havområder skulle reguleres, så den lå på det niveau, der giver den største fangst (svarende til maksimum på kurven). Men for at indse, at problemet ikke er så simpelt endda, må vi først se lidt nærmere på den indirekte metode.

Ved den indirekte metode studeres vækst, dødelighed og rekruttering

Ved en fiskebestands produktivitet forstår vi her bestandens produktion af ny biomasse tilgængelig for fiskeriet. Vi har allerede nævnt de tre forhold, man især interesserer sig for, når man skal vurdere produktiviteten: Man vil gerne vide 1) hvor hurtigt en enkelt fisk i gennemsnit vokser, 2) hvor mange fisk af en årgang der dør pr. år, enten fordi de fanges eller fordi de omkommer af mere naturlige årsager, 3) hvor mange nye fisk (rekrutter) der årligt kommer ind i bestanden.

I fig. 69a er aftegnet en kurve, der beskriver væksten af en gennemsnitssild ved at angive, hvor meget den vejer på forskellige

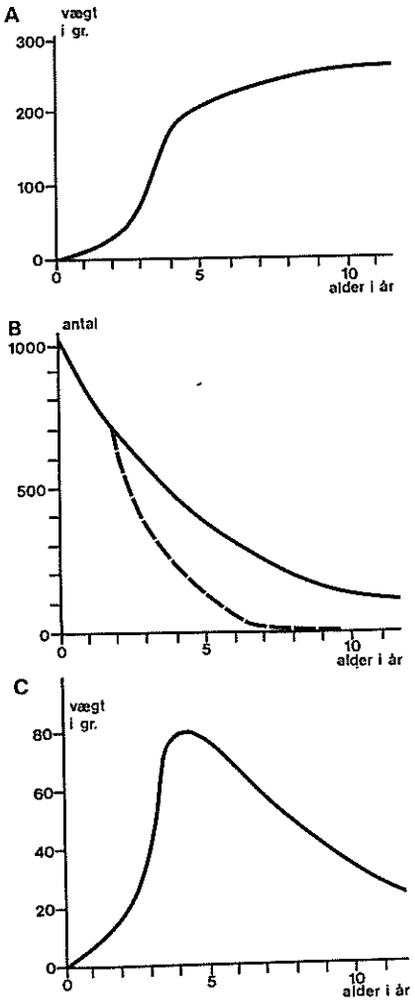


Fig. 69. Nordsøsild. I A) er vist, hvorledes en enkelt sild i gennemsnit vokser (se også tabel s. 166). I B) er vist dødeligheden d.v.s. den hastighed hvormed en årgang reduceres (her sat til 1000 fisk). Den fuldt optrukne linie viser dødeligheden, når bestanden alene udsættes for naturlig dødelighed, den stiplede linie viser, hvorledes bestanden reduceres, hvis et fiskeri sætter ind når årgangen er to år. I C) er vist hvorledes biomassen ændres med tiden, hvis 1000 sild vokser som beskrevet i A) og bestanden reduceres som beskrevet i B) i den fuldt optrukne kurve.

tidspunkter af sit liv. Man ser, at den enkelte fisk i begyndelsen tager forholdsvis lidt på i vægt. Derefter kommer der en periode med kraftig vækst. Denne afløses igen af en fase, hvor væksten gradvist aftager, indtil den hos de meget gamle fisk næsten ophører. Da man kan bestemme en fisks alder ved at tælle årringe på skæl og knogler, er det en forholdsvis let sag at få undersøgt vækstforholdene.

I fig. 69b er vist overlevelseskurven for en given årgang fisk, som ikke er udsat for befiskning. Stiplet er vist overlevelseskurven for en befisket bestand. Man kan på disse kurver aflæse, hvor mange der endnu er i live af en årgang efter en given tid. Bortset fra de allerførste måneder af en årgangs liv, regner man i reglen med, at

der dør en fast procentdel af bestanden pr. år, som følge af angreb fra naturlige fjender, snyltere og efter rekrutteringen også p.g.a. fiskeriet (fig. 69b).

I fig. 69c er vist, hvorledes den samlede biomasse af en årgang, hvis overlevelse er beskrevet i fig. 69b, udvikler sig, hvis den enkelte fisk vokser som beskrevet i fig. 69a. Vi har altså - for at få årgangens samlede biomasse for hvert år - ganget antallet af overlevende med den gennemsnitlige vægt på pågældende tidspunkt. Biomassen er til at begynde med næsten nul, da hver enkelt nyklækket fisk er meget lille (1 million æg vejer et par kilo). Årgangens biomasse må også før eller siden ende med at blive nul, når den sidste fisk er død. Og da vi af kurverne kan se, at væksten er stadigt tiltagende, medens antallet er stadigt aftagende, er det klart, at biomassen på et eller andet tidspunkt må være større end nogensinde både før og efter - den må have et maksimum.

Hvis man vil sikre sig så stor fangst som muligt, skal man altså fange de fisk, der har nået den alder, der svarer til dette maksimum på biomassekurven (fig. 69c). Så længe fiskene er yngre, dannes der mere fiskekød pr. år, end der går tabt ved død. Og for fisk, der er ældre, tabes mere pr. år ved at fisk dør, end der kan skabes ved vækst hos de overlevende.

Indtil videre har vi i forbindelse med fig. 69 kun talt om vækst dødelighed og biomasseændringer hos en enkelt årgang. Nu består bestanden af fisk i havet af mere end een årgang fisk, men det ændrer ikke noget ved princippet om, at der er een størrelse af fiskeriindsatsen, der vil kunne give en større fangst end alle andre. Derimod er der en række andre forhold, som må diskuteres, før man kan forstå, hvilke økologiske konsekvenser en øgning af fiskeriindsatsen kan have.

Når fiskeriindsatsen går op, går antallet i bestanden ned

Når vi begynder at fiske på en bestand, vil dødeligheden i bestanden øges (se fig. 69b). Hvor der før bare døde fisk af naturlige årsager, vil der nu også omkomme fisk på grund af fiskeriet. Men denne ekstra fiskedødelighed indtræder ikke med det samme, idet vi jo i reglen ikke er interesserede i at fange de allermindste fisk, men helst vil have at fangsten består af fisk over en vis størrelse. Men alt ialt er det med fiskeriets start blevet farligere at være fisk. Det påvirker bestandens alderssammensætning, således at der bliver relativt få

gamle. For silden i Nordsøen er denne ændring i alderssammensætning illustreret i fig. 70.

Fiskeriet bevirker altså, at antallet i bestanden går ned, og dette rammer især antallet af gamle fisk. I Nordsøen har den stigende fiskeriindsats betydet, at bestanden af voksne sild i 1974 var nede på 5% af, hvad den var i 1947.

Væksten kan ændres, når fiskeriindsatsen stiger

Når man, sålænge fiskeriindsatsen er lav, i reglen kan øge fangsten i samme takt som man øger indsatsen på trods af at antallet i bestanden nedsættes, hænger det sammen med at væksten hos »gennemsnitsfisken« i reglen foregår lidt hurtigere, når fiskeriet tynder lidt ud i bestanden. Der bliver mere mad til de overlevende.

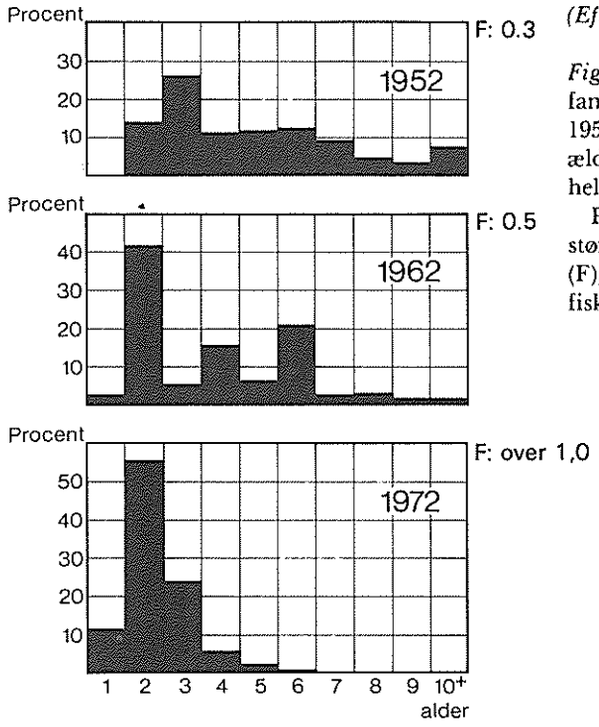
Fisken må have tid til at vokse

Men bliver fiskeriindsatsen hård, reduceres bestanden til kun at bestå af de alleryngste årgange. I fig. 70 ses det, at fangsten i 1972 overvejende bestod af 2-årige sild. Af tabellen ses, at

Tabel: gennemsnitlig vægt i gram hos Nordsøsild ved begyndelsen af året

alder:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
vægt:	5	25	75	182	207	226	240	249	256	261	264
tilvækst pr. år:		20	50	107	25	19	14	9	7	5	3

den kraftigste tilvækst hos Nordsøsilden ligger i det tredje leveår. Det vil altså sige, at silden fanges inden den har været gennem sin bedste vækstperiode.



(Efter Fisk og hav, 73)

Fig. 70. Alderssammensætningen i fangsterne af sild fra Nordsøen i 1952, 1962 og 1972. Bemærk at de ældre fisk efterhånden forsvinder helt.

På figuren er også angivet størrelsen af fiskeridødeligheden (F), som er et udtryk for fiskeriindsatsens størrelse.

Fisken må have tid til at formere sig

Et fjerde forhold, som umiddelbart forekommer indlysende, er, at det ikke kan nytte at befiske bestanden så hårdt, at ingen når at blive kønsmodne. (Det sker hos Nordsøsilden, når den er 3 år gammel).

Når man ikke tidligere har tillagt dette forhold så stor betydning, hænger det sammen med, at fisk i reglen er uhyre frugtbare. En enkelt voksen hunsild kan producere 50.000 æg pr. år.

I en bestand, der holdes konstant, d.v.s. hverken vokser eller aftager, må det gælde at kun to af de æg en hunsild lægger i løbet af sit liv, udvikler sig til voksne fisk (en han og en hun), der når frem til at formere sig.

Samtidigt er det imidlertid klart, at selvom en meget stor del af de voksne hunner omkommer, vil en lille rest alligevel, p.g.a. den store frugtbarhed, være i stand til at opretholde bestandens størrelse uforandret.

Sagt på en anden måde: Det der er afgørende for størrelsen af næste årgang er ikke så meget antallet af gydende hunner, men derimod den dødelighed der påføres æg og larver.

Dette har været god latin, indtil vi i de senere år er kommet til at lære meget hårdt befiskede bestande at kende. For flere fiskebestandes vedkommende heriblandt Nordsøsilden (og Islandstorsken) næres der idag velbegrundet frygt for, at man simpelthen ved for hård befiskning og uheldige vejrforhold omkring gydetidspunktet, vil være istand til helt at udrydde bestanden for evigt. Dette hænger sammen med, at årgangsstyrken selv under naturlige tilstande svinger meget. Nogle år kan gydningen slå helt fejl og andre år kommer der enorme mængder larver igennem den første farlige tid. I gamle dage kunne en årgang sild optræde i fangsterne i 10-15 år. Idag er bestanden befisket så hårdt, at den stort set kun består af 2-3 årgange. Slår rekrutteringen nu fejl 3-4 år i træk, vil bestanden være udryddet.

Kort sagt

Når en fiskebestand udsættes for fiskeri, vil antallet af fisk i bestanden gå ned, især vil antallet af ældre fisk aftage.

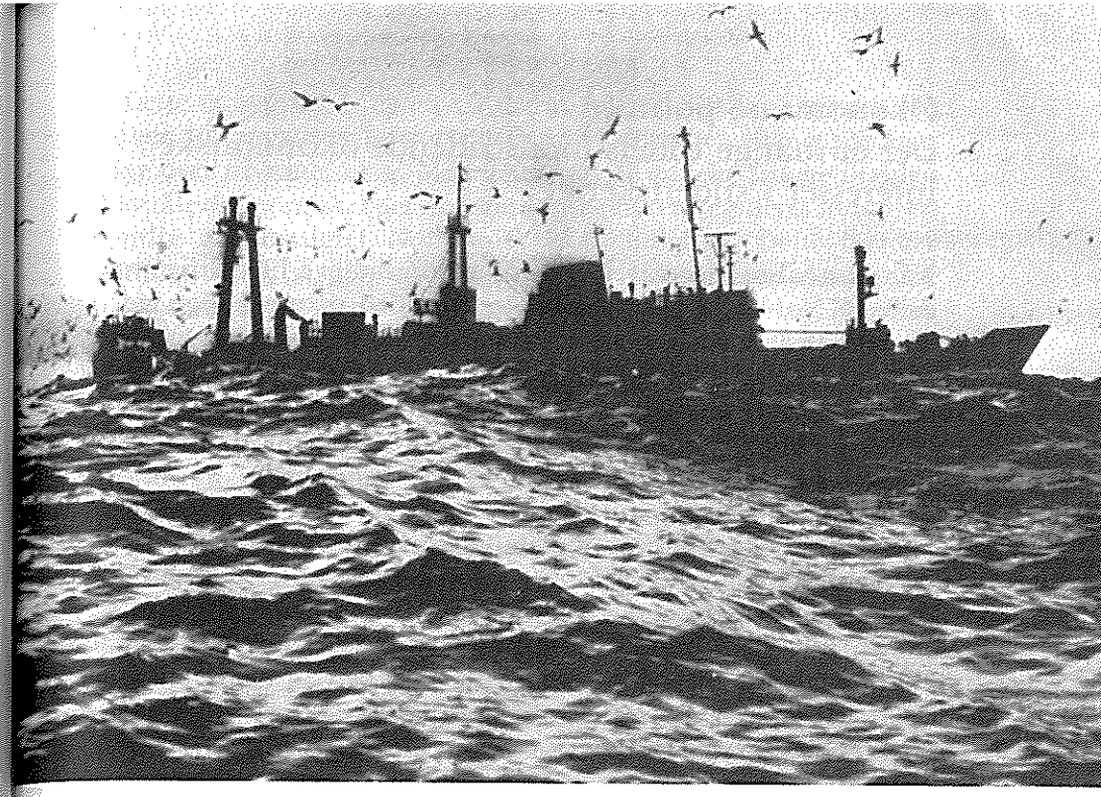
Ved den hårde befiskning af silden i Nordsøen rejser der sig problemer, fordi fiskene fanges inden de når ind i deres bedste vækstalder, og inden flertallet har nået at blive kønsmodne. Det giver to væsentlige problemer:

1. *De samlede fangster er betydeligt mindre, end de ville være med langt mindre fiskeriindsats.*
2. *Faren for at sildebestanden helt kan udryddes er rykket nær.*

Ved at regulere på maskevidde og antal af skibe kan vi bestemme, hvor stor silden er inden den fanges, og hvor stor en del af bestanden, der årligt tages

Nu ville spørgsmålet om en fornuftig regulering være let, hvis vi havde alle vores sild i et dambrug. Der ville vi kunne vente til det rigtige tidspunkt var inde. Hvorefter vi kunne tappe vandet af dammen og samle fiskene sammen. Men da vi jo ikke kan tømme havet, er forholdene anderledes, når det drejer sig om regulering af fiskeriet dér.

Da vi ikke på en enkelt dag kan få gennemfisket hele Nordsøen



(Foto: Nordisk Pressefoto)

Fig. 71. Moderne tysk hæktrawler i Nord-Atlanten.

100% effektivt, kan vi ikke gøre os håb om at fange samtlige fisk af en given årgang, men kun en vis procentdel, idet det vil lykkes mange fisk at undgå redskabet, og endnu flere fisk vil overhovedet ikke møde et redskab.

I havet kan vi dog alligevel i en vis udstrækning bestemme, hvor stor en del af bestanden vi fanger pr. år ved at regulere antallet af skibe. Og ved at ændre på maskevidden i garnene kan vi også bestemme hvor store (og dermed hvor gamle) fiskene er, før de fanges.

De forhold, som her er omtalt under den direkte og den indirekte metode, er velundersøgte for sildens vedkommende. Det er derfor naturligt at spørge, hvorfor man dog ikke har reguleret fiskeriet på en sådan måde, at de samlede fangster er maksimale.

Økonomi og politik
Der er mange tildels modstridende økonomiske interesser i sildefiskeriet

Når man vil søge forklaringen på, at der stadigt i 1976 drives rovdrift på Nordsøens sildebestand, selvom den tilstrækkelige viden om sildebestandens produktivitet har foreligget i adskillige år, må man huske på, at mange forskellige, adskilte interesser deltager i fiskeriet. Mange nationer og mange selvstændige fiskere har hver for sig deres egne og indbyrdes til dels modstridende økonomiske interesser at varetage.

På internationalt plan har belgiske og franske fiskeriinteresser længe efterlyst en beskyttelse af de helt små sild, som lever i området ud for Jyllands vestkyst. Fiskeribiologerne har kunnet vise, at sildebestanden som helhed vil kunne give større fangster end idag, hvis fiskeriet på småsild bliver begrænset eller stoppet. Dette har Danmark sat sig stærkt imod, fordi det ville betyde, at en stor del af det danske fiskeri måtte lægges om til fiskeri på store sild længere væk fra de største danske havne. Dette ville igen forringe de danske fiskeres konkurrenceevne i forhold til nu, hvor man kan hente gode fangster af småsild nær ved land. Også indenfor landets grænser er interesserne modstridende. Fiskerne i de nordvestjydske havne er fortrinsvis interesseret (som de øvrige nationers fiskere) i fiskeri på storsild. Men deres interesser kommer ikke til orde, fordi de danske fiskeriorganisationer i dette spørgsmål domineres af interesserne fra de sydvestjydske havne, hvorfra småsildfiskeriet foregår. En optimering af det samlede sildefiskeri ville således betyde økonomisk tab for de danske småsildfiskere mod en større økonomisk gevinst for de nordvestjydske og de udenlandske fiskere.

Når småsildfiskerne fra Esbjerg ikke uden videre slår sig på storsildfiskeri, er der også andre nok så væsentlige årsager: Dels ville det kræve en omlægning af fiskeriområde og fiskerimetode, som ikke ville være billig at gennemføre. Dels ville det skabe andre kortsigtede økologiske og/eller økonomiske problemer: Skulle Esbjergfiskeren pludselig gå over til fiskeri på store sild ville overfiskningen på gamle sild de første år øges yderligere og fangsten ville som helhed dale. Først når den gavnlige virkning af fredningen af småsild havde slået igennem, ville fangsten stige igen. Skulle omlægningen ske uden væsentlige økologiske konsekvenser, måtte Esbjergfiskerne enten lade sildefiskeriet ligge stille nogle år, eller også måtte de andre Nordsøfiskere mindske deres andel i storsildfiskeriet.

Dette er typisk. I reglen vil det at følge fiskeribiologernes råd betyde, at fangsterne først går ned, for så siden hen efter et par år at stige over niveauet idag. Men dette kan de enkelte fiskere i reglen ikke tåle økonomisk. I det liberale danske fiskeri reguleres indsatsen nemlig af kortsigtet økonomisk nødvendighed. Dette hænger sammen med, at den enkelte kutterejer konstant er økonomisk hårdt spændt for med afbetalinger på kutter og redskaber. Han har simpelthen ikke råd til at mindske sin indtægt nu mod håbet om en økonomisk gevinst om 2-3 år - en gevinst, som han i øvrigt ingen garantier har for, at netop han vil få del i.

Da de danske småsildfiskere ikke umiddelbart får noget positivt ud af en regulering, er det forståeligt, at de ikke bakker ændringsforslag op. Men resultatet er, at man idag fisker sild med en fiskeriindsats, der er alt for stor, idet en reduktion af flåden på 50-60% ikke bare ville give de samme, men 3 gange større fangster, end der samlet tages idag. (900.000 tons i stedet for 300.000 tons.).

Problemet med at få flådens størrelse afpasset efter sildebestandens størrelse bliver ikke mindre af, at mange (også andre end fiskere) på grund af skattefiduser kan have gevinst ud af at investere i nye kuttere, også i en tid hvor fangsterne daler.

Imidlertid er det for den enkelte Esbjergfisker - med eller uden »økologisk bevidsthed« - altså sund fornuft og ikke dumhed at modsætte sig de foreslåede reguleringer af fiskeriet.

Til spørgsmålet, om hvorfor man stadigvæk driver rovdrift på sildebestanden, er svaret det samme, som vi har mødt flere gange tidligere i denne bog: at økologiske problemer ikke kan forstås, hvis de kun ses under en snæver biologisk synsvinkel ude af sammenhæng med de økonomiske og politiske forhold. Det vil her sige, at den internationale fiskeripolitik og den økonomiske struktur i det danske fiskeri må tages med i betragtning.

Dette eksempel viser os et økologisk problem, som ikke har fundet nogen løsning - ikke fordi vi mangler den fornødne økologiske viden, og ikke fordi der er tale om nogle særligt dumme eller egoistiske fiskere - tværtimod - men fordi produktionen finder sted i et økonomisk system, som lægger hindringer i vejen for en løsning. De økonomiske mekanismer, der ligger bag er de samme, der er beskrevet under omtalen af den moderne hvalfangst (kap. 5).

Ser vi ud over verden idag kan vi finde mange eksempler på rovdrift. Men vi ser dog også nogle få eksempler på at reguleringer har kunnet beskytte fiskebestandenes produktivitet. Men et heldigt resultat har man kun opnået de steder, hvor man har givet afkald på gamle ideer om havenes frihed og den enkelte fiskers ret til at fange

så meget han kan, hvor han vil - hvor disse liberalistiske ideer er blevet opgivet til fordel for samarbejde og styring.

Når der er færre sild må energistrømmen finde andre veje

Vi har omtalt, hvorledes der for den enkelte fisker kan være fornuft i ikke at følge fiskeribiologernes råd, fordi det på kort sigt i reglen betyder et økonomisk tab. Dertil kommer at tilliden til videnskaben heller ikke er alt for stor, fordi selv økologerne ofte overraskes af, at udviklingen i fiskebestandene tager en anden retning end forudset. Det skyldes, at vort kendskab til processerne i økosystemerne endnu idag er meget begrænset.

Selvom vor viden om enkelte fiskebestande som f.eks. Nordsøsilden er tilstrækkelig til, at man med rimelighed kan foreslå en omlægning og regulering af det eksisterende fiskeri, er det alligevel relevant at stille spørgsmålet: Kan en sådan regulering virkelig sikre den størst mulige fangst?

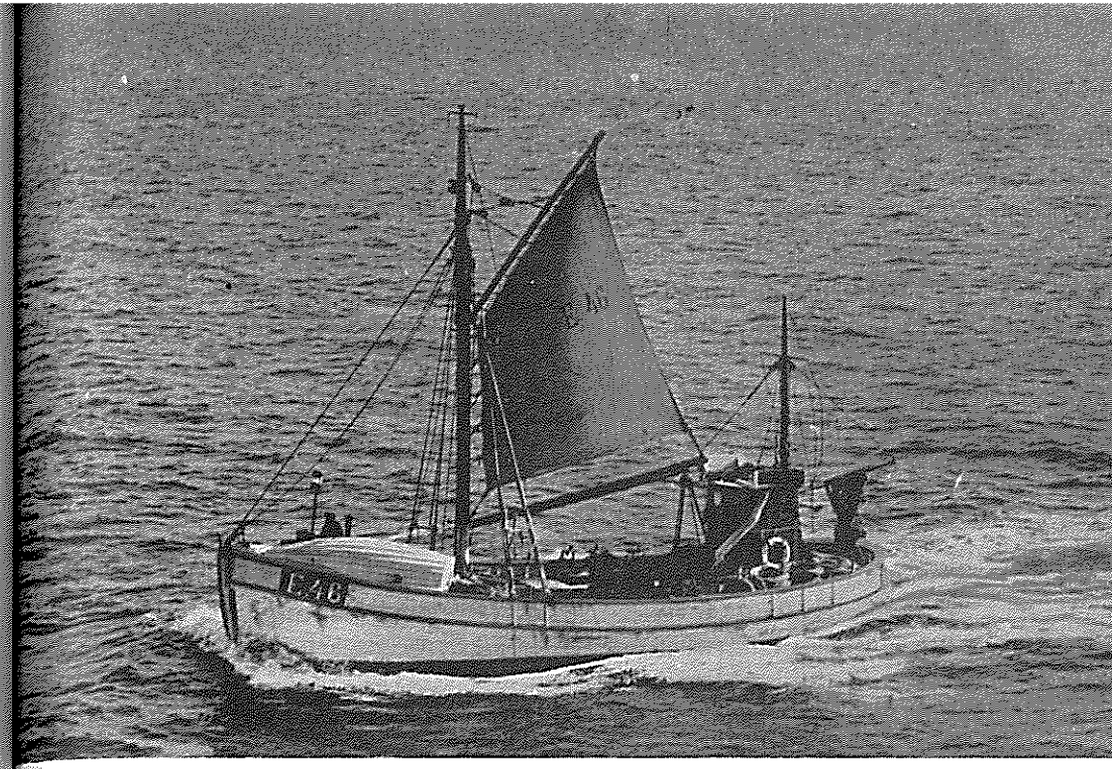
Svaret herpå kræver at vi betragter sagen under en lidt bredere økologisk synsvinkel. Vi må se på, hvilke konsekvenser den voldsomme indsats i sildefiskeriet har ikke bare for sildebestanden, men for økosystemet, Nordsøen, som helhed.

I kapitel 6 så vi på, hvorledes den energi, der ved fotosyntesen bindes i organiske forbindelser, strømmer videre i økosystemet. Via græsningsfødekæder og nedbryderkæder giver energistrømmen anledning til liv på højere trofiske niveauer, imens den lidt efter lidt ved respirationsprocesserne omdannes til varme, der til syvende og sidst forsvinder ud i verdensrummet.

Sildebestanden henter hovedsageligt sin føde på første og andet trofiske niveau i form af planktoniske mikroalger, fiskelarver og vandlopper. Når presset på disse fødeemner lettes, i og med at sildebestanden går ned, vil energien, som ligger i disse potentielle fødeemner, kunne vandre andre veje ad andre græsnings- og nedbryderkæder. Der bliver med andre ord plads til, at andre arter ekspanderer dér, hvor sildebestanden aftager.

Men det er svært at sige præcist, hvilke ændringer der rent faktisk er forekommet som følge af sildebestandens reduktion. Vi ved meget lidt og er derfor henvist til spekulationer.

Det er påfaldende, at bestandene af kuller, torsk og rødspætte er steget i de år, hvor sildebestanden er trængt tilbage af fiskeriet. Men sammenhængen må være meget kompleks. Bortset fra larvetiden



(Foto: Nordisk Pressefoto)

Fig. 72: Dansk fiskekutter. Effektiviteten af den danske fiskeflåde er vokset kraftigt i de senere år. Små kuttere er blevet erstattet af større. Men også effektiviteten af en mellemstor kutter som den viste er steget betragteligt. Maskinkraften er øget, navigationsudstyret er blevet bedre og redskaberne er mere holdbare og fisker bedre. Når den samlede fangstindsats stiger udover en vis størrelse begynder de samlede fangster at falde.

æder torsk, rødspætter og kuller overvejende bunddyr og er således ikke direkte fødekonkurrenter til silden. Torsken er som voksen et af sildens rovdyr, hvorfor en nedgang i sildebestanden af denne grund må have en dæmpende effekt på torskebestandens størrelse. Rødspættebestanden er i de seneste år faldet tilbage til sit normale leje igen, medens sildebestanden er blevet yderligere reduceret.

Der er således mange ubesvarede spørgsmål, men det rører ikke ved det principielle i sagen: 1) at nedgangen i sildebestanden må have sat sig spor andre steder i økosystemet og 2) at man for at foretage en regulering til gavn for fiskeriet som helhed i sine undersøgelser ikke må begrænse sig til at betragte hver fiskebestand for sig, men må se på selve økosystemet, se på hvorledes de forskellige arter indvirker på hverandre.

Hvis en nedgang i sildebestanden har til resultat, at andre og

mere værdifulde fangstobjekter bliver mere hyppige, er der ikke så megen fidus i stædigt at regulere sildefiskeriet derhen, hvor det giver de maksimale sildefangster.

Havenes forurening er en trussel mod fremtidens fiskeri

Vi kan dog ikke forlade en omtale af regulering af fiskeriet i havet uden at nævne den alvorlige trussel som havenes forurening synes at være mod fremtidens udnyttelse af havets dyre- og planteliv. Det synes klart, at problemerne her ikke er mindre vanskelige at løse, når man tænker på, at en beskyttelse af verdenshavet vil kræve samarbejde mellem alle verdens nationer, fiskere, industrier o.s.v. Det er derfor ikke underligt, at havets forurening sammen med tilsmudsningen af atmosfæren af flere anses for at være de to alvorligste problemer i den økologiske krise.

Kort sagt

Der er grænser for, hvor stor sekundærproduktionen i et økosystem kan være. Dette gælder også marine systemer. Og dermed er der også en øvre grænse for, hvor megen biomasse i form af fiskefangster, man løbende kan fiske ud af systemet.

En fiskebestand kan befiskes så hårdt, at dens evne til produktion af ny biomasse formindskes i en sådan grad, at også fiskefangsterne mindskes. Der er fare for, at man helt udrydder bestanden.

Nordsøens sildefiskeri er et eksempel på et samfundsmæssigt problem med økologisk indhold. Økologernes bedømmelser af, hvorledes de største fangster kan opnås har dog indtil nu ikke kunnet hindre en kraftig overfiskning af sildebestanden. Det økonomiske system har lagt hindringer i vejen for en løsning.

Samtidigt viser eksemplet også noget om økologiens udviklingsstade. Vi har viden nok til at kunne regulere fiskeriet for en art, men kender ikke økosystemet godt nok til at kunne angive reguleringsnormer for fiskeriet som helhed. Dertil kommer, at forureningen på uforudsigelig vis vil kunne ødelægge resultatet af kommende reguleringer.

Kapitel 10

LUFTFORURENING

Når vi omtaler luftforureningen her er det for at vise et eksempel på, hvorledes økologisk indsigt ofte anvendes til at konstatere en begyndende forurening, der, hvis den fortsætter, kan blive en trussel mod menneskets sundhedstilstand. Men derudover er luftforureningen i sig selv et så væsentligt element i den økologiske krise, at det er berettiget at omtale den i denne bog.

Vi vil i dette kapitel tage to af luftforureningens sider op; dels atmosfærens forurening med svovl, som kan studeres og måles på ændringer i vegetationen; dels skal vi omtale atmosfærens stigende indhold af kuldioxid, der er et af de mest slående eksempler på økokrisens globale karakter.

Luftens og dermed regnens tiltagende indhold af syre har bevirket, at tæringen på maskiner og bygninger er 4-5 doblet

Igennem de sidste årtier har man kunnet måle, at regnvandet er blevet mere og mere surt - hvilket vil sige, at det ellers neutrale regnvand er kommet til at indeholde mere og mere syre. Dette bevirker, at regnen i stigende grad tærer på (korroderer) metaller og bygninger, og opløser jordbundens og søernes indhold af kalk. Man har således kunnet måle, at korrosionen, der i Danmark i 1950'erne opløste 100 gram jern pr. kvadratmeter overflade pr. år var steget til det firdobbelte ti år senere. Og i stærkt forurenede områder kan den være 1-2 kilo jern pr. år. Korrosionsskader på fabrikker og bygninger beløber sig i Danmark årligt til mindst 250 millioner kroner. Hertil kommer, at forureningen med sod øger samfundets rengøringsudgifter med et lignende beløb.

Endvidere regner man med, at de gamle bygninger er korroderet lige så meget i de sidste 20 år som i de foregående 200 år.

Men udover korrosionen forvolder denne forurening af luften med syre andre problemer, som er vanskeligere at gøre op i kroner og øre - men ikke derfor er mindre alvorlige; den har indvirkning på menneskets sundhedstilstand, og som vi senere skal se, dybtgående indvirkning på naturen. Men først skal vi se lidt på, hvad der er kilden til denne forurening.

Når det regner med svovlsyre

Den betydeligste årsag til, at luftens og dermed nedbørens surhedsgrad er ændret, er luftens forurening med svovlforbindelser. Olien og det faste brændsel, vi anvender til varme- og energiproduktion, indeholder små mængder svovl. Når svovlet forbrændes dannes svovldioxid. Når dette iltes og kommer i forbindelse med luftens vanddamp dannes der svovlsyre. Denne fortættes som små dråber, der kan optages af enten sodpartikler i luften eller regndråber. På denne måde tilføres atmosfæren alene over Danmark mellem 250 000 og 400 000 tons svovl om året. Det vil kunne omdannes til tre gange så meget svovlsyre, der daler ned over landet eller føres med vinden, især til Sverige. Selv modtager Danmark en del af sin syre-forurening fra Englands og især Tysklands store industricentrer (se fig. 73).

Svovldioxid skader luftvejene

Har man gennem længere tid indåndet blot små mængder svovldioxid bliver man mere modtagelig for forkølelse og luftvejssygdomme. Det, at kronisk bronkitis er ved at blive en almindelig sygdom hos storbybefolkninger, hænger sandsynligvis sammen med den tiltagende bilisme og det stigende forbrug af fyringsolie (se fig. 74). I perioder, hvor luften af meteorologiske årsager ligger stille over en storby, stiger luftens indhold af svovldioxid og andre skadelige stoffer og dermed stiger også sygdomsrisikoen. Der kan i sådanne perioder med vindstille konstateres flere dødsfald end normalt.

Luftforureningen har sandsynligvis også en lang række måske mindre dramatiske, men til gengæld mere udbredte og dermed nok så alvorlige effekter - som blot ikke kendes tilstrækkeligt, fordi de er svære at måle med de videnskabelige instrumenter, vi råder over, og

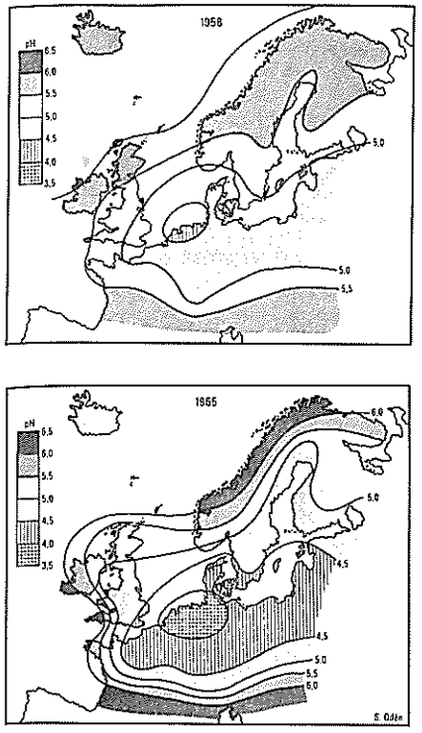


Fig. 73: Regnvandets surhedsgrad over Europa i 1958 og 1965. I 1965 er surheden øget kraftigt og er størst over Ruhr-området.

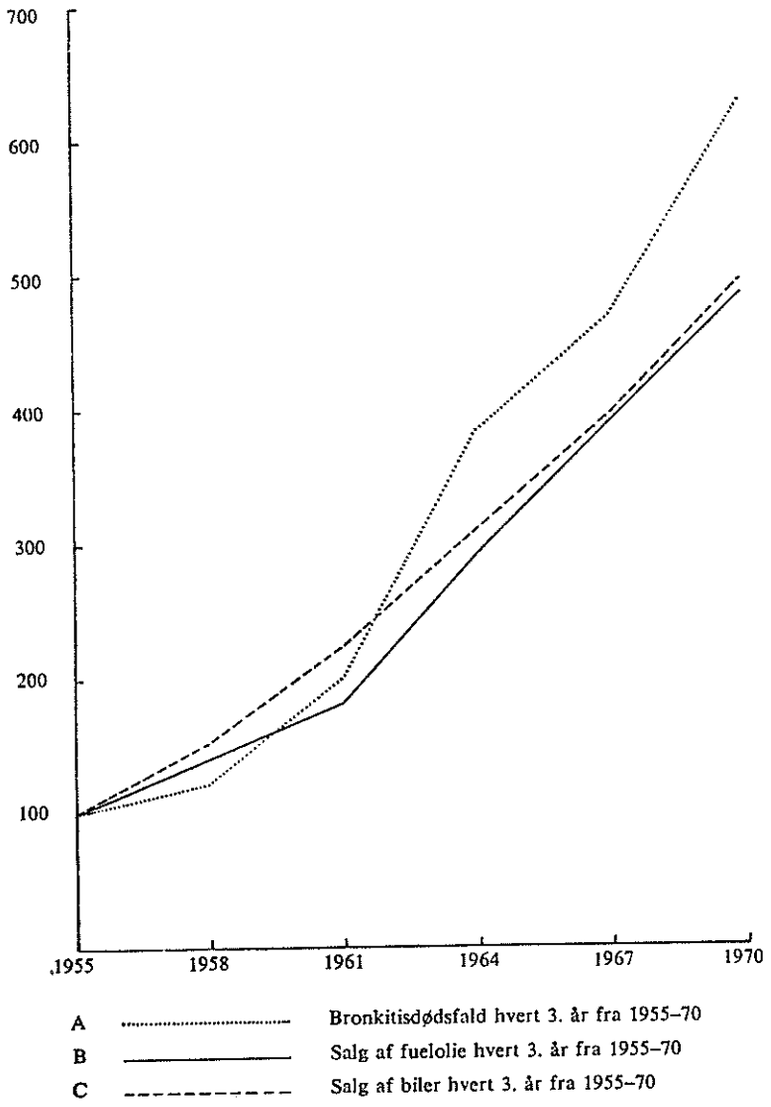
(Efter T.V. Østergaard: Forurening fra energiomsætningen)

svære at gøre op i kroner og øre. De 20-30 mennesker, der må lade livet under en vindstille periode en januar i København, eller de 10-15 »for mange« kræftpatienter man finder i den befolkning, der bor omkring Superfoss-fabriksskorstenene i Fredericia opdages og huskes. Men de hundredtusinder af mennesker, der dagligt er lidt trættere, lidt mere uoplagte end de burde være, fordi de udsættes for luftforurening, registreres ikke. Deres tilstand har derfor svært ved at komme ind i debatten som »et sagligt« argument.

Når vi skal bedømme luftforureningens skadevirkning er det utilstrækkeligt blot at undersøge skadevirkningen af de enkelte stoffer, der idag forurener atsmosfæren. For der er i høj grad tale om, at de forskellige stoffer synergerer, d.v.s. virker sammen.

Som eksempel på synergi i forbindelse med luftforurening har vi allerede i kap. 8 set på dannelsen af den farlige smog, hvor sod og svovldioxid danner en forurening, der er langt farligere end summen af de skader, som samme mængde svovldioxid og sod ville afstedkomme hver for sig.

Et andet eksempel er cigaretrygning, der er langt skadeligere, når den foregår i forurenet gadeluft, end summen af de skader, som cigaretrygning og indånding af gadeluft ville forvolde hver for sig.



(Efter Leif Larsen: Vi ødelægger Danmark)

Fig. 74. Der er sammenfald mellem udviklingen i bronkitisdødsfald og salget af fuelolie og biler. Det beviser ikke, at dødsfaldene skyldes olien og bilerne, men gør det dog temmelig sandsynligt at der er en sammenhæng. I figuren er tallene for 1955 sat lig 100, mens tallene for de senere år er angivet i procent af 1955-tallene.

Indvirkningen på naturen

Man har kunnet iagttage, at søerne i det sydvestlige Sverige er blevet mere og mere sure i de senere år. Så meget, at fiskebestandene i søerne er ramt hårdt, ja, i visse tilfælde helt forsvundet. Dette kan med stor sandsynlighed sættes i forbindelse med ændringer i regnvandets sammensætning. I de danske søer har man ikke haft samme effekt. Dette skyldes formentlig, at de fleste søer i Danmark ligger i kalkrige leraflejringer, hvor en eventuel tilførsel af syre vil neutraliseres ved at lidt af kalken opløses.

I det hele taget mindskes antallet af arter, når søvandet bliver surere, det gælder både plante- og dyreplanktonet og fiskebestanden. Nogle arter er mere følsomme overfor ændringer i denne miljøfaktor end andre. Ved en undersøgelse af 50 søer i Göteborg-området viste det sig, at fiskearten rødskalle, indenfor få år var forsvundet fra 20% af søerne. I andre søer kunne man forudse, at den ville forsvinde. Bestandene bestod kun af gamle fisk, formentlig fordi formering og yngelopvækst ikke mere var mulig i det sure vand. Forekomsten af ål syntes derimod at være ret upåvirket. Det hænger måske sammen med, at denne art ikke formeres i søerne men i havet.

Regnvandets tiltagende surhed kan også måles direkte gennem en analyse af nedbøren.

Endelig kan man iagttage skader på vegetationen: Planter er meget følsomme overfor svovlforurening. Dette gælder i særlig grad lav - nogle små uanseelige gråhvide og brungule organismer, der består af en svamp, indeholdende små grønalger. De vokser bl.a. på bark. Når laver er særligt følsomme skyldes det bl.a. deres stofoptagelse; den foregår i fugtigt vejr direkte fra nedbøren. Da svovlet netop vil befinde sig i regnen, er der skabt gode muligheder for, at svovl ophobes i laven. Dertil kommer, at laver i modsætning til de fleste andre planter herhjemme er aktive hele året rundt - også om vinteren, hvor luftforureningen med svovl er særlig stor på grund af den kraftigere fyring.

Lavernes store følsomhed gør dem egnede til anvendelse som luftforureningsindikatorer, idet lavers tilstedeværelse er tegn på, at luften er forholdsvis ren. Mangler de derimod, er det tegn på, at luften er forurenet. Således kan man i midten af Gribskov i Nordsjælland endnu finde ca. 50 forskellige lavarter, mens der på træerne i Botanisk Have i midten af København nu kun findes to lavarter tilbage af de 50, der burde være der.

På fig. 75 ses en kortlægning af luftforureningen i Københavns-

området udarbejdet på baggrund af forekomsten af laver. Denne metodes fordel er bl.a., at den viser noget om forureningen over lange tidsrum (måneder og år) i modsætning til en enkelt kemisk analyse af luft eller nedbør, der giver os et øjebliksbillede, hvis udfald kan afhænge af, hvad tid på dagen, hvilken årstid, eller under hvilke meteorologiske forhold prøven tages. Hvor det er enkelte kortvarige forureninger, der er de afgørende farlige, vil fysisk-kemiske stikprøver alene ofte have en tendens til at undervurdere de virkelige farer. Problemet er af samme art i vandløb, hvor en enkelt kortvarig udtømning af gifte i en å én eller to gange om året vil være tilstrækkeligt til at gøre åen ubeboelig for fisk - selv om måske mange kemiske vandanalyser viser, at der ikke er noget i vejen.

Man er også i stand til at udnytte kendskabet til lavernes økologi til mere forfinede målinger af luftforureningen. Allerede inden koncentrationen af forurenende stoffer er blevet så stor, at laven dræbes, kan man konstatere forstyrrelser i dens stofskifte. Således kan man rundt i det område man ønsker undersøgt for luftforurening placere små prøver af frisk lav hentet fra et »uforurenet« område. Man måler så lavens nettoproduktion på de udvalgte målesteder. Eller man kan måle de farveændringer, der forekommer i laven, fordi forureningen påvirker farvestofferne i lavens grønalger.

Kort sagt

Luftforureningen er sandsynligvis den forureningsform, der i øjeblikket i kraftigst grad påvirker vores naturlige omgivelser. Selvom de direkte skader på maskiner og bygninger i form af korrosion og tilsmudsning kan gøres op til noget nær 1/2 milliard kr. alene i Danmark, er disse skader formentlig for intet at regne i sammenligning med den almindelige svækkelse af befolkningens sundhedstilstand i form af forøget risiko for at få kræft, forkølelse, bronchitis eller »bare« komme til at lide af træthed. På samme måde er det med naturen. Her er allerede mange konkrete eksempler på, at luftforureningen afgørende er ved at ændre på naturen i Skandinavien. Søerne bliver stadigt surere og fiskebestandene svækkes. Udbredelsen af de følsomme laver er indskrænket kraftigt.

Men som det gjaldt for den menneskelige organisme, gælder det sandsynligvis også, at man i naturen har en lang række mindre synlige effekter af luftforureningen - svage ændringer, der ikke er særligt synlige over et kort åremål, men som er mere udbredte og til sin tid måske vil være sværere at reparere på. Således er man allerede nu klar over, at den stigende luftforurening ikke bare som i byerne direkte kan slå træerne ihjel, men også at den påvirker skovene ved langsomt at hæmme træernes vækst og ved at ændre vegetationens sammensætning. Hvad det vil betyde på længere sigt ved vi ikke meget om - her mangler vi økologisk viden.

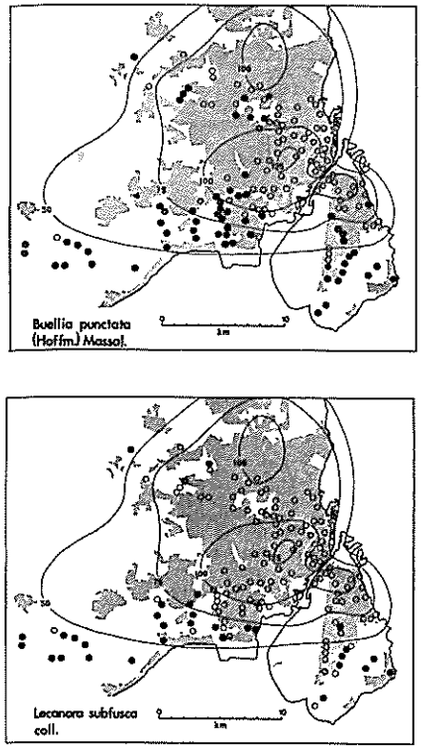


Fig. 75. Sammenhæng mellem luftforurening og lavers forekomst. Træstammer er blevet afsøgt for lav. Hver cirkel er et træ. Ved de sorte cirkler er pågældende lav fundet. De tynde streger forbinder steder med lige stærk svovldioxid-forurening målt som gennemsnit af månederne oktober til marts. Tallene angiver milliontedele gram pr. kubikmeter luft. Bemærk hvorledes laverne mangler i områderne med den stærkeste forurening.

(Efter Oikos, nr. 24)

Drivhuseffekt
Den kuldioxidholdige atmosfære beskytter jorden som glastaget på et drivhus

Det stigende energiforbrug har ikke alene resulteret i forurening af luften med svovl, det har blandt meget andet også medført stigning i atmosfærens tilførsel af kuldioxid. Når man ser på forbrændingen

af fossile brændstoffer (tørv, kul, olie) kan man betragte det som en »forsinket respiration«. De fossile brændstoffer er fotosyntheseprodukter - nettoproduktionen - fra tidligere tider i jordens historie. Det er stoffer, der ikke som normalt er blevet nedbrudt ved respirationsprocesserne i fødekæderne, men som i stedet er blevet aflejret og er indgået i geologiske formationer. Først idag, hvor de bringes til jordens overflade, forbrændes de for at frigøre energi til brug for mennesket (se fig. 76).

Også i forbindelse med afvandingsprojekter i moseegne bringes organiske aflejringer (tørv) frem, hvorved bakterier og svampe kan medvirke ved de nedbrydningsprocesser, der fører til respirationens slutprodukter: kuldioxid, vand og salte. Denne nedbrydning var tidligere hæmmet, da luftens ilt ikke kunne føres frem til aflejringen.

Samtidigt har man siden industrialiseringen startede i begyndelsen af forrige århundrede kunnet iagttage en stadig stigning i atmosfærens indhold af kuldioxid, og det er uomtvisteligt, at atmosfærens indhold er steget vedholdende gennem de sidste menneskealdre, i takt med at menneskets afbrænding af fossile brændstoffer er steget støt (se fig. 77).

Derimod hersker der stor uvidenhed om, hvad dette vil komme til at betyde i det lange løb, og derfor er der også stor uenighed om, hvor alvorlige perspektiverne er.

Man ved, at kuldioxiden i atmosfæren er med til at opretholde den såkaldte *drivhuseffekt*. Den kuldioxidholdige atmosfære holder på varmen på samme måde som glasset i et drivhus. Man ved også, at selv en svag forøgelse af atmosfærens kuldioxidindhold vil forøge denne effekt. Det man derimod kun ved meget lidt om, er følgende spørgsmål:

1. i hvor høj grad vil en yderligere øgning i atmosfærens kuldioxid modvirkes af forøget fotosyntese?
2. hvor meget vil temperaturen faktisk stige?
3. hvilke følger vil en eventuel temperaturstigning have?

De mest pessimistiske vurderinger går ud på, at selv en ganske ringe øgning af jordens gennemsnitstemperatur dels vil få en uoverskuelig effekt ved at lave om på klimaet rundt om i verden, til stor gene bl.a. for landbruget, dels vil en svag øgning af temperaturen kunne afsmelte anseelige mængder af polernes iskalotter, med det resultat at verdenshavets vandstand vil kunne stige op til 50 meter. Derved vil lavereliggende landområder, som f.eks. størstedelen af Danmark, oversvømmes.

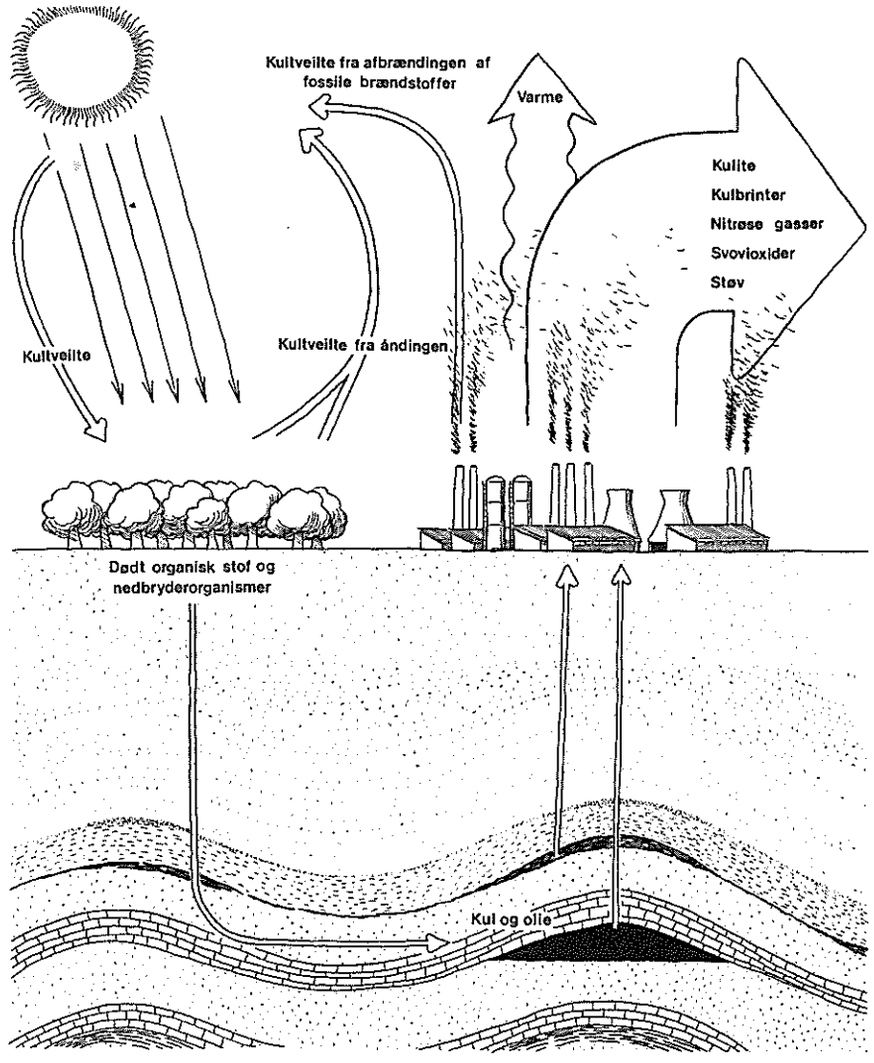
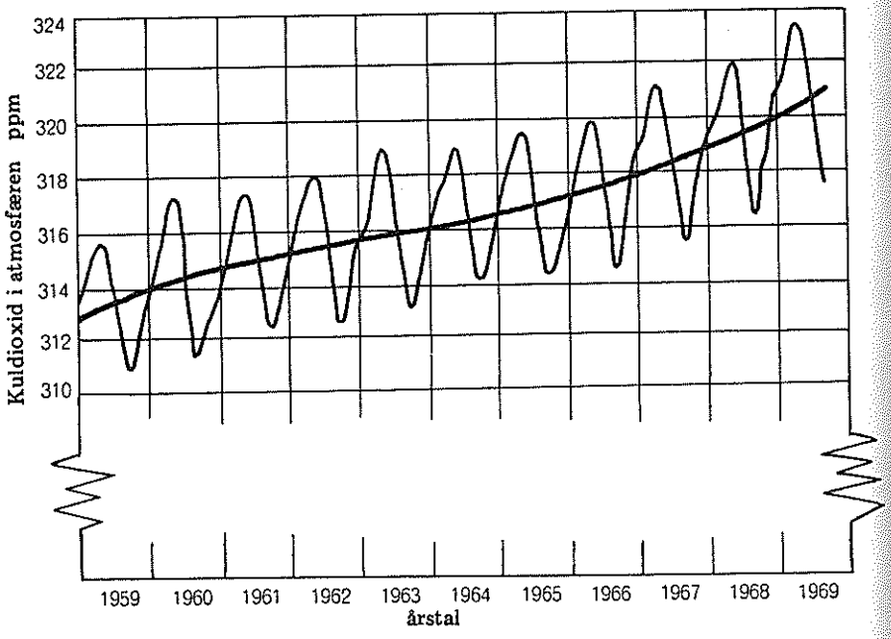


Fig. 76. Afbrænding af fossile brændstoffer frigør den kuldioxid (kultveilte), der blev bundet ved fotosyntesen for millioner af år siden.

Mod disse dystre perspektiver er det blevet fremført, at hvis det virkeligt begynder at gå så galt, vil man i tide kunne nedsætte indstrålingen fra solen og dermed jordens gennemsnitstemperatur ved at sprede støv i de øverste dele af atmosfæren, hvor det kunne holde sig svævende i årevis. At det ikke er vanvid at forestille sig, at noget sådant kan lade sig gøre bekræftes af, at skydækket over de dele af Atlanterhavet, hvor de vigtigste fly-ruter mellem Europa og



(Efter NOAH 14/15)

Fig. 77. Atmosfærens indhold af kuldioxid (målinger fra den sydlige halvkugle). Indholdet varierer året igennem. Om sommeren, hvor fotosyntesen og dermed kuldioxidforbruget er stort, vil atmosfærens indhold være lavt og omvendt om vinteren. I den viste 10-årsperiode er der yderligere sket en stigning fra knap 313 ppm (parts per million svarende til 0.313%) i 1959 til 321 i 1969. Dette mener man kan sættes i forbindelse med det øgede forbrug af fossile brændstoffer.

USA går, er tiltaget med 7-10% efter at jetmaskinerne er begyndt at trække deres lange skyspor hen over himlen.

Selv om denne diskussion om drivhuseffekten i atmosfæren virker fantastisk, så er den dog vidnesbyrd om, at menneskets aktivitet på jorden idag har antaget et sådant omfang, at den påvirker det globale klima, noget som man for en menneskealder siden vel næppe kunne forestille sig.

Atomkraften er en mulig vej til luftforbedring, men skaber også problemer

En væsentlig del af den luftforurening, der hersker idag, kan føres tilbage til de mest benyttede energikilder, kul, gas, og olie: En stigende anvendelse af atomkraft i energiforsyningen vil kunne medvirke til at dæmpe stigningen i denne form for forurening, men samtidigt opstår der andre problemer.

Baggrunden for disse problemer er, at man med atomkraftens udnyttelse omgås med meget voldsomme processer. De kan dels være svære at håndtere i nuet, dels kan de give problemer lang tid fremover, fordi man vanskeligt kan standse de processer, der én gang er sat i gang. Når kernebrændslet (uran) spaltes, sker der dels en meget voldsom varmeudvikling, dels en meget kraftig radioaktiv stråling, der fortsætter i mange år.

Radioaktiv stråling kan være farlig for levende organismer. Dels kan dyr og planter dræbes af for stærk stråling (akut skade) dels kan arveanlæggene i organismens celler ved lavere stråledoser skades, således at der kan udvikles kræft, eller fødes vanskabninger i senere slægtled.

Man har erfaring for, at små strålingsdoser ikke er særligt farlige for det enkelte individ, og derfor har Sundhedsstyrelsen fastsat en *tærskelværdi* for, hvor meget stråling man må modtage. Holder man sig under denne, skulle der ikke være fare for nogen direkte forgiftning. Anderledes forholder det sig derimod med langtidseffekterne: I lighed med flere andre miljøgifte kan radioaktive stoffer ophobes i de biologiske systemer, og således alligevel forvolde skader i kroppen hos de organismer, hvori giften koncentreres. Endvidere eksisterer der ikke nogen tærskelværdi, hvorunder der ikke kan optræde nogen skade på cellernes arvemasse.

Selv uden atombombesprængninger og A-kraftværker udsættes vi hele tiden for en svag bestråling fra omgivelserne i jordbunden. Denne stråling kaldes for *naturlig baggrundsstråling*. En stor del af de arvelige skader der optræder hos dyr, mennesker og planter kan formentlig sættes i forbindelse med denne baggrundsstråling.

Den radioaktivitet, der slipper ud ved den daglige drift af et A-kraftværk kan gøres meget lille. Ved Risø-reaktoren ved Roskilde fjord renses kølevandet så effektivt, at det indeholder mindre radioaktivitet når det slippes ud i fjorden end det gjorde, da det blev pumpet ind fra fjorden.

Sundhedsstyrelsen overvejer at fastsætte, at radioaktiviteten fra et mindre A-kraftværk, højest må svare til 1% af baggrundsstrålingen i Danmark som helhed. Og for de mennesker der bor i nærheden af værket, må strålingen herfra ikke overstige 1/5 af den naturlige baggrundsstråling.

De radioaktive stoffer omdannes lidt efter lidt

De radioaktive stoffer, der i særlig grad giver miljøproblemer er dem, der vedbliver at udsende stråling i mange år efter at de er blevet aktiveret ved en kerneproces i et atomkraftværk. Når de radioaktive stoffer udsender stråling, omdannes de lidt efter lidt, og taber samtidigt evnen til at udsende stråling. Nogle stoffer mister denne evne meget hurtigt, andre meget langsomt. Hastigheden hvormed det radioaktive stof omdannes, angives ved hjælp af *halveringstiden*. Dette vil sige den tid, det tager for halvdelen af en given mængde stof at blive omdannet. Man regner med, at det højaktive affald fra A-kraftværker skal isoleres i 6-700 år før det kan betragtes som uskadeligt.

For - eller imod atomkraft?

Der foregår i disse år en kraftig debat om, hvorvidt man herhjemme skal indføre atomkraft i energiforsyningen eller ikke. I en bog om økologi vil man uvægerligt opholde sig mest ved de farer og vanskeligheder den fredelige anvendelse af atomkraften vil kunne medføre, og det skal derfor her understreges, at atomkraftens udnyttelse vil kunne medføre store fordele for menneskehedens fremtid, forudsat den kan forvaltes på den rette måde. Men hvad vil det nu sige? Hvorledes sikres en forsvarlig udnyttelse?

Det hænger ikke blot sammen med de naturvidenskabelige problemer, men også med besvarelsen af spørgsmål som: Under hvilke samfundsforhold vil det være muligt at administrere den fredelige udnyttelse af atomkraften til alles gavn? Under hvilke samfundsforhold kan man f.eks. undgå sabotage mod A-kraftværker?

Disse og lignende samfundsmæssige spørgsmål gemmes ofte væk bag en tilsyneladende »objektiv« diskussion omkring problemets mere naturvidenskabelige sider.

Når så mange har stillet sig afvisende overfor tanken om at indføre atomkraft, skal det også ses på baggrund af angsten for en atomkrig, således som den udviklede sig efter 2. verdenskrig. Også i den fredelige udnyttelse af atomenergien har man at gøre med meget voldsomme processer, men sammenligningen er alligevel vildledende. De farer, der er forbundet med anvendelse af atomkraft er dels reaktorulykker, hvor der sker udsivning af radioaktivt

materiale, dels problemer ved langtidsopbevaring af radioaktive affaldsprodukter. Men der er ikke tale om egentlige eksplosionsfarer.

Uheld ved driften

Den overskudsvarme, der dannes i et atomkraftværk, bliver til stadighed ledt væk ved hjælp af nedkølingssystemer. Hvis disse svigter, kan man risikere, at reaktoren smelter og radioaktiviteten slipper ud.

Ingen teknik er fuldkommen. Men det skulle den gerne være i denne sammenhæng. Man søger derfor med forskellige alarmanordninger og ekstra nød-kølesystemer at gøre risikoen for uheld så lille som (teknisk) muligt. Derudover udarbejdes aktionsplaner for hvorledes redningskorps, civilforsvar og militær skal kunne evakuere befolkningen i tilfælde af at et uheld alligevel skulle indtræffe.

Hvis kølesystemet for alvor bryder sammen kan der ske det, at reaktoren smelter, hvorved det radioaktive materiale slipper ud dels i luftform dels som vædske og fast stof, der efterhånden spredes over store områder, hvor den radioaktive stråling vil være skadende og endog dræbende for dyr, mennesker og planter.

Man kan prøve at beregne, hvor mange ekstra køleanlæg der skal til for at nå en acceptabel lav risiko for at et uheld indtræffer. Således er det i USA foreslået, at værkerne skulle sikres så meget, at der i gennemsnit »kun« skulle indtræffe et alvorligt uheld med den enkelte reaktor hvert millionte år. Dette vil sige at når der år 2000 formentlig er 1000 værker i drift jorden over, skulle man kun kunne forvente et alvorligt uheld i verden hvert tusinde år.

Det lyder absurd. Det er det osse. For disse beregninger må stort set begrænse sig til de faktorer som mennesket (teknikerne) har hold over. Og de kan ikke tage højde for uventede begivenheder som krige (med bombninger), terroraktioner, sabotage og jordskælv.

Affaldsproblemerne er uoverskuelige

De største problemer findes i forbindelse med bortskaffelsen af det radioaktive affald fra værkerne.

Når kernebrændslet er udnyttet fuldt ud med den eksisterende

teknologi er det stadigt højaktivt med en lang halveringstid (30 år). Og da man ikke idag kender metoder til at destruere det, er problemet hvor man skal gøre af det. Det er endnu ikke muligt at foretage en indkapsling, der kan holde de 6-700 år som man mener skal til før stoffet er så nedbrudt at det kan kaldes uskadeligt. Det producerer til stadighed varme således at temperaturen er oppe på 6-800 grader.

Hidtil har man opbevaret affaldet flydende, indkapslet i stålbeholdere udstyret med kølesystemer. Men man har planer om i fremtiden at opbevare det i fast form indstøbt i glas omkapslet af stål. Men hvor skal det så anbringes? Der har været mange fantastiske forslag fremme. Bl.a. at sende affaldet med raketter ind i solen. Midlertidigt opbevarer man det nu indstøbt i betonbunkers, hvorfra affaldet senere kan flyttes når man har fundet et »sikkert« opbevaringssted. Det der for tiden ser mest realistisk ud er at affaldet deponeres i nedlagte saltminer, som man kan formode er stabile nok til at kunne bestå i 7-800 år dybt under jordoverfladen beskyttet mod krige og nedsivning af grundvand. Men selv her kan der være anledning til bekymring, idet man må forudse uhyrlige vanskeligheder med at få affaldet op igen, hvis dette sted alligevel senere skulle vise sig ikke at være sikkert nok.

Vi kender endnu ikke løsningen på affaldsproblemet. Og kølesystemerne kan ikke gøres totalsikre. Derfor bliver det i sidste ende et politisk spørgsmål, hvormeget man vil gøre ud af sikkerheden. Denne politiske beslutning vil indeholde flere hensyn: hensynet til befolkningens behov for en stigende levestandard, industriens behov for billig og rigelig energi, hensynet til hvilke risici man opererer med i andre dele af samfundet (eksempelvis i trafikken) og et hensyn til befolkningens sundhedstilstand, og dette sidste hensyn er særligt vanskeligt at håndtere. Eftersom radioaktive stoffer spredes i hele biosfæren er det ikke alene den danske befolkning eller befolkningen i de højt industrialiserede lande, der udsættes for strålingsfaren, men hele jordens befolkning. Og da de radioaktive stoffer vil vedblive at udsende stråling også længe efter at vi selv, vore børn og børnebørn er døde, må også hensynet til de vilkår vi overlader til kommende generationer spille afgørende ind på de politiske beslutninger idag.

Kort sagt

For at vende tilbage til udgangspunktet: A-kraftens indførelse kan være med til at begrænse luftforureningen fra de mere konventionelle måder at skaffe energi på, men det medfører samtidig andre problemer. Disse er for en dels vedkommende vanskeligt overskuelige. Men det vil være forkert at afvise atomkraften blot på denne baggrund.

Øget velstand hviler i høj grad på et øget energiforbrug: ethvert produktivt arbejde består jo i at udnytte energi til at tilfredsstille menneskelige behov. Derfor vil en forsvarlig udnyttelse af atomkraften kunne bringe umådelige fordele i et fremtidigt samfund.

Men hvordan sikres en forsvarlig udnyttelse? Under hvilke samfundsforhold vil det være muligt at administrere den fredelige udnyttelse af atomkraften til alles gavn? Under hvilke samfundsforhold kan man undgå sabotage mod A-kraftværker?

Disse og lignende samfundsmæssige spørgsmål gemmes ofte væk bag en tilsyneladende mere »objektiv« diskussion omkring problemets mere naturvidenskabelige sider.

Kapitel 11

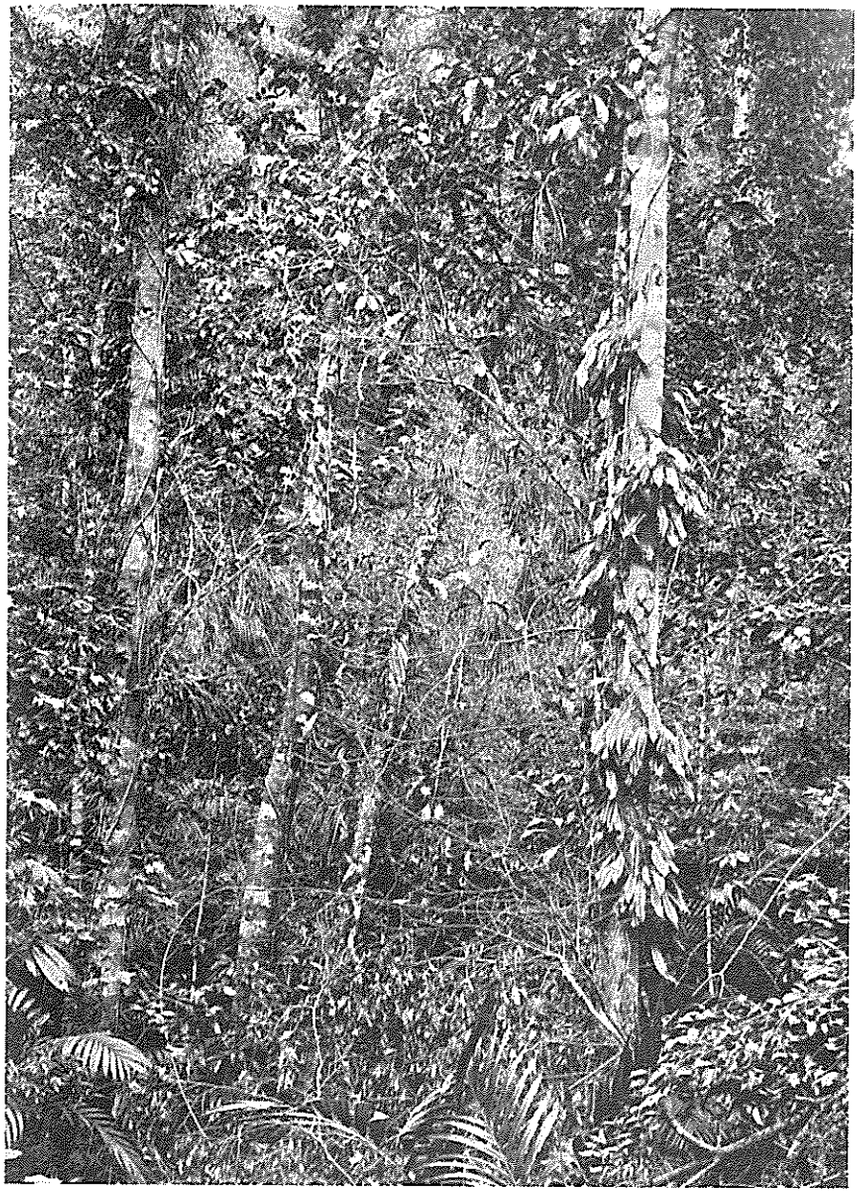
ØKOLOGISK KRIGSFØRELSE

Som et tredje eksempel på moderne anvendelse af økologisk viden skal her beskrives en side af USA's og dets allieredes krig i Indokina, som ikke har været meget omtalt i danske aviser. Den bringes her i en bog om økologi, fordi den illustrerer, hvor omfattende man på få år kan ændre de naturlige økosystemer, når økologisk viden kombineres med politisk beslutsomhed.

Men for at forstå effekten må vi først se lidt på, hvad der karakteriserer de økosystemer, hvori krigshandlingerne har fundet sted.

Tropeøkologi

På grund af den høje temperatur og den høje fugtighed foregår omsætningsprocesserne i jorden meget hurtigt i de tropiske regnskovsområder. Den årlige nedbør er 4-6 gange så stor som i Danmark. Derfor foregår udvaskningen af næringssalte i jordoverfladen hurtigt. Ophobning af næringsstoffer i jorden finder næsten ikke sted. Kun hvor vegetationen er allertættest, dannes tilstrækkeligt planteaffald til, at der opretholdes et tyndt muldlag. Det betyder, at næsten hele næringsstofkapitalen i regnskoven befinder sig i biomassen. Dette er en modsætning til tempererede økosystemer, hvor størstedelen befinder sig i jordbunden. Fælder man nu et stykke regnskov og fjerner biomassen som tømmer og brændsel, eller afbrænder man skoven, så asken hurtigt skylles væk af den kraftige nedbør, har man dermed også fjernet næsten alt, hvad der fandtes af plantenæringsstoffer på stedet. Den vegetation, der vandrer ind bagefter, vil derfor være meget sparsom. Når jordoverfladen blotlægges, og næringssaltene udvaskes, vil jorden i den efterfølgende tørtid bages sammen til en hård teglstensagtig



(Efter Vegetationsbilder, 3. Reihe, Heft. 8)

Fig. 78. Tropisk regnskov i Indokina.

stenart, der kaldes laterit. Den er så hård og bestandig, at den mange steder anvendes til bygningssten.

Det er også karakteristisk for den tropiske regnskov, at der er en

meget tæt gensidig afhængighed mellem planter og dyr. For eksempel har næsten alle skovtræer dyrebestøvning. Fugle, flagermus og små gnavere sørger for spredningen af frø og frugter. At disse komplekse dyre-plante-relationer har haft tid til at udvikle sig her, hænger sammen med, at klimaet dels er meget stabilt året igennem, dels har været stabilt gennem årtusinder.

Dyrene kan være aktive året rundt, fordi der til stadighed er både planter, der blomstrer, og planter der bærer frugt. En massiv afløvning, som den vi skal beskrive senere, vil betyde stop for fødeudbuddet og døden for dyrene og dermed også standsning af planternes muligheder for at blive befrugtet og få deres frø og frugter spredt.

Strategi

I Indokinakrigen (særligt i Vietnam) har de amerikanske styrker og deres allierede gennemført destruktion af landbrugs- og skovområder udfra især 4 strategiske hensyn, man håbede:

1. ved at nedsætte landbrugsproduktionen i de af Befrielsesfronten (FLN) kontrollerede områder at opnå at udsulte og demoralisere fjenden,
2. ved at afløve træer og buske at forringe mulighederne for at fjenden kunne foranstalte bagholdsangreb langs de forsyningsveje, der går gennem tætbevoksede områder,
3. ved at afløve eller på anden måde destruere skovområder at afsløre fjendens baser og forsyningsveje,
4. ved kunstigt at fremkalde regn over fjendens forsyningsveje at opbløde de primitive jordveje og derved gøre dem ufarbare for tung trafik.

Afløvning og destruktion af afgrøder

Den plantefysiologiske hormonforskning (som også har givet os landbrugets ukrudtsbekæmpelsesmidler) har udviklet stoffer, der, når de i små doser sprøjtes på træer og buske, får dem til at kaste bladene. Tilført i større mængder er de istand til at dræbe vegetationen.

Som mange andre miljøgifte har flere af disse en evne til at akkumuleres i det menneskelige legeme. De kan også tilbageholdes

i jorden i virksom tilstand over lange tidsrum. For eksempel vil kun 5-20% af stoffet Picloram, der er forbudt i USA, men som anvendtes i Vietnam, være nedbrudt endnu 15 måneder efter udsprøjtningen.

I 1969 var allerede 12% af Syd Vietnam blevet sprøjtet fra luften med afløvningsmidler. Da man i Vietnam anvendte 10 gange så stærke doser som hjemme i USA, er en stor del af træerne ikke bare afløvede, men dræbt.

Til at ødelægge risplanterne har man anvendt produktet Agent Blue, hvoraf halvdelen er arsenforbindelser. Også arsenforbindelser kan ophobes i mennesker.

Pentagon oplyser, at 7% af de vigtigste risfelter er blevet sprøjtet. En japansk undersøgelse skønner, at tallet snarere er 50. I hvert fald viser handelsstatistikkerne, at Syd Vietnam, der i 1959 med en eksport på 248 000 tons ris stadigt kunne kaldes Sydøst Asiens kornkammer, i 1968 var nødt til at importere 850 000 tons (mere end 90% heraf kom fra USA).

Ud over den effekt disse sprøjtninger har haft på skovene og risproduktionen, kan tilføjes følgende:

1. Der er øvet uoverskuelige langtidsskader på skove og afgrøder, fordi sprøjterester vil forblive i jorden mange år fremover.
2. Jordens produktivitet er nedsat, fordi de mikroorganismer, der i jorden er nødvendige for stofomsætningen, er dræbt over store områder.
3. Skoven vil have vanskeligt ved at brede sig igen, fordi de dyr, der er ansvarlige for bestøvning og frugtspredning, enten er dræbt, døde af sult eller vandret bort.
4. De områder, der er ryddet for skov, er invaderet af kæmpebambus. Fordi den formerer sig ved rodskud, og fordi den er uafhængig af dyrebestøvning og dyrespredning, klarer den sig bedre overfor skovbrande end den oprindelige skov.
5. Jordoverfladen er over store områder gjort ufrugtbar på grund af lateritdannelse.
6. Den sult, der er fulgt i kølvandet på ødelæggelsen af afgrøderne, har sandsynligvis især ramt civilbefolkningen. De mest følsomme grupper er dem, der har størst behov for god kost, d.v.s. børn og gravide kvinder. Fra Biafrakrigen ved vi, at der i de områder, hvor sulten hærgede, fødtes fire udaf ti børn med hjerneskader eller svære deformiteter i muskulatur eller skelet.
7. En del af de ulykkelige tilfælde af vanskabte børn, skyldes sandsynligvis ophobning af sprøjtegifte i moderen. Sprøjtegifte kan have samme fosterskadende virkning, som vi herhjemme

har konstateret hos forskellige nu forbudte medicinske præparater.

Bulldozere og bombehuller

Med det formål at fjerne mulige skjulesteder for fjenden har man også gennemført et storstilet program, hvor man med 20-tons bulldozere skrabede træer og buske af områder, der sammenlagt udgør et par procent af Syd Vietnams jord.

At forekomsten af bombehuller direkte er blevet et økologisk problem, er et særligt grotesk vidnesbyrd om den voldsomhed, med hvilken den amerikanske krig har været ført i Indokina. I årene 1965-71 blev der kastet mere end dobbelt så meget sprængstof over Indokina, som der blev brugt under hele den anden verdenskrig af alle krigsførende parter tilsammen. I selve Vietnam er der kastet to 300-kilosbomber pr. indbygger. Dette har betydet, at 1-2% af hele Vietnams område udgøres af bombekratere. Da de jo ikke er jævnt spredt udover landet, vil det sige, at der i de hårdest bombede områder (dér, hvor man har foretaget den såkaldte »tæppebombning«) er så mange kratere, at en almindelig landbrugsmæssig anvendelse af jorden er umuliggjort. Det drejer sig skønsmæssigt om 10% af Vietnams landbrugsjord. At dette vil udgøre et problem i en menneskealder fremover ved vi fra New Guinea, der endnu 25 år efter krigens afslutning er kop-arret af bombehuller, ligesom bombekraterne fra 1. verdenskrig endnu 50 år efter kan beses i Nordfrankrig.

Udover de alvorlige direkte ulykker bombardementerne har betydet for de mennesker, der blev dræbt og lemlæstede ved eksplosionerne, er en række andre problemer dukket op:

Bombekraterne vanskeliggør pløjning og såning og hæmmer trafikken gennem de hårdt bombede områder.

Når plantedækket rives op, og jorden spredes ved eksplosionen, lægges jorden nøgen, hvorefter udvaskning af næringssalte og lateritisering kan finde sted.

Bombekrateret og dets omgivelser invaderes af sejlivet ukrudt. Og kraterne fyldes ofte med vand, hvorved de bliver udklækningssteder for malariamyg.

Ikke-eksploderet ammunition gør det livsfarligt at dyrke visse strækninger for snese af år fremover.

De millioner og atter millioner af granatsplinter, der spredtes udover hele Vietnam, skærer klovene i stykker på de vandbøfler, der

(Efter: Scientific American, May 1972)

Fig. 79. Vietnamesiske marker oversået med bombehuller. Billedet er ikke noget særligt grelt tilfælde. Det skønnes, at ca. 10% af Vietnams landbrugsareal er ødelagt, og det vil tage mange år at udbedre skaderne.

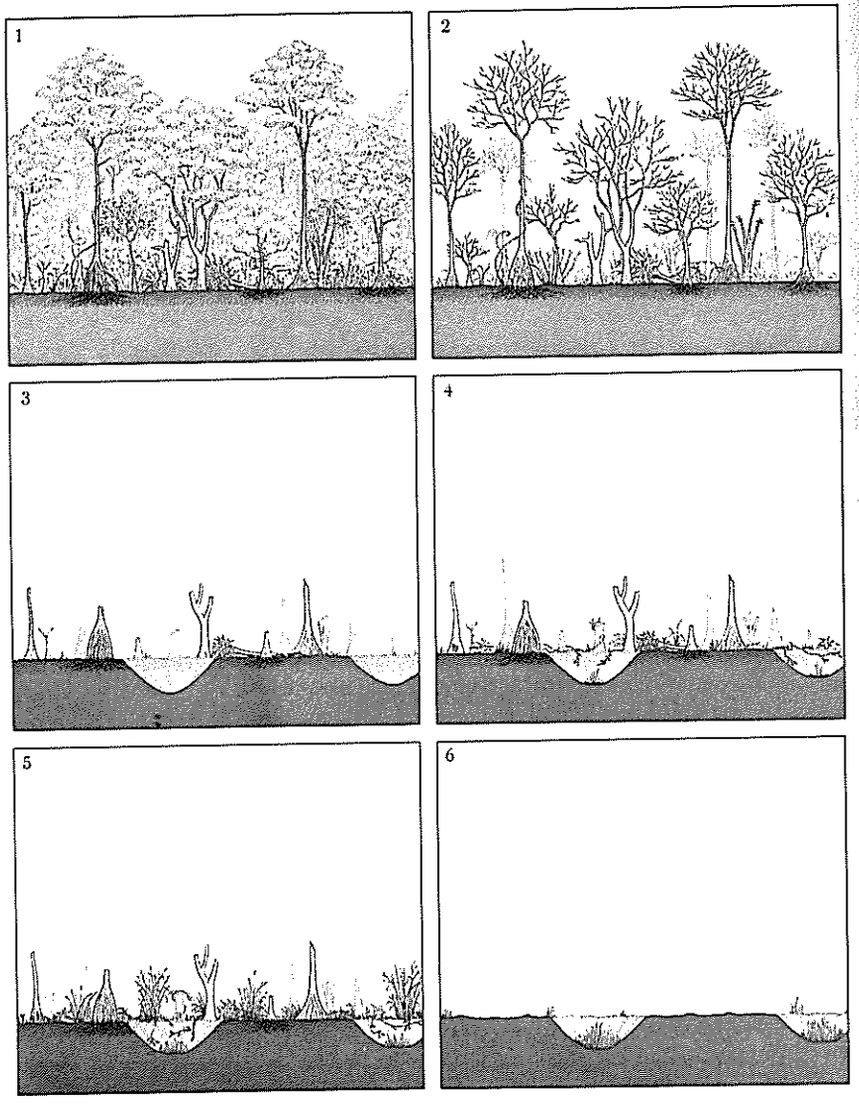
anvendes som trækdyr, hvorved der kan opstå betændelse. Granatsplinterne er også et problem for skovbruget, idet utallige rundsave er sprunget i stykker, når de har fået fat i granatsplinter, der har boret sig ind i stammerne. Hvis træet da ikke forinden er blevet sprængt i stykker eller inficeret med snyltesvampe gennem granatsår.

Klimatologisk krig

I årene 1967-72 forsøgte man sig fra amerikansk side med, hvad man kan kalde klimatologisk krigsførelse.

Man har allerede i en årrække eksperimenteret med at udløse regn af skyformationer. Det har man tidligere taget i anvendelse for at skaffe nedbør til trængende afgrøder. I forbindelse med de frygtede tyfoner i det caribiske område har man ved at sprede kemikalier fra fly udover skyer udløst regn i et forsøg på at tage noget af kraften fra tyfonen, inden den nåede beboede områder.

I Vietnamkrigen er det lykkedes ved hjælp af sølvjodidkrystaller spredt ud over skyerne at øge regnmængden over fjendens



(Efter: Scientific American, May 1972)

Fig. 80. Virkningerne på skovene i Vietnam af afløvning, bombning og bulldozeraktivitet er her vist i skematiseret form. 1. Skoven før afløvning. 2. De større træer er dræbt med afløvningsmidler spredt ud fra fly. 3 - 5. Kun et tæt morads af buske, bambus og højt græs klarer sig. Når området bombes, skabes huller, der i regntiden fyldes med vand, og som lidt efter lidt vokser til med græs. De større træer indfinder sig ikke igen. Deres frugter har svært ved at spredes. Det tynde muldlag er vasket bort, og jordskorpen bages sammen til hård laterit - en proces der yderligere kan forstærkes ved at buskadset mellem bombehullerne (6) skrabes bort med bulldozere »for at berøve fjenden hans skjulesteder«.

forsyningsveje. Over den såkaldte Ho Chi Minh Sti har man skønsmæssigt øget områdets samlede årlige nedbør med 30% på denne måde. Dette har formentlig gjort vejene yderligere mudrede, udløst jordskred og oversvømmet vadesteder.

Miljø-ødelæggelserne i Syd Vietnam 1965-71 angivet i % af hele Syd Vietnams areal (174 000 km²)	
Sprøjtet med plantegifte	12%
Ryddet med bulldozere	2%
Dækket af kratere	1%
Inficeret med granatsplinter og forsagere	70%
Landbrugsjord	32%

Samfundets nedbrydning

Som vi så det i kapitel 3 og 4, eksisterer der i de gamle landbrugssamfund en lang række økologisk motiverede traditioner, der har reguleret menneskets stofskifte med naturen.

Men store dele af det vietnamesiske landbrugssamfund er brudt ned, enten direkte som følge af krigens ødelæggelse af landbrugsjorden og drab på mennesker og husdyr, eller ved at store dele af landbefolkningen enten med magt eller frivilligt er flyttet til de såkaldt befæstede landsbyer eller til den overfyldte hovedstad, Saigon, der på 10 år voksede fra 250 000 indbyggere til 5 millioner, (1975) og dermed blev verdens tættest bebyggede hovedstad.

Kort sagt

Den økologiske krigsførelse i Vietnam er et eksempel på, hvor omfattende mennesket idag er i stand til at påvirke endog meget store regioner. Især eksemplet med afløvningsmidlerne viser, hvorledes et indgreb udover det primært tilsigtede (at vegetationen tabte bladene og derved afslørede fjenden) på længere sigt medfører en lang række andre sandsynligvis alvorligere følger.

V. DEL

ØKOLOGISKE PROBLEMER OG POLITIK

Kapitel 12

ØKOLOGISKE PROBLEMER OG POLITIK

Økologien er et redskab

Utroligt mange emner er gennem de sidste år kommet op i miljø- og forureningsdebatten: Vandforurening, madforurening, luftforurening, støjproblemer, atomkraft, arbejdsmiljøet o.s.v. - Et forvirrende billede af mange problemer, der ved første øjekast tilsyneladende ikke er sammenkoblede. Kloakingeniøren udtaler sig som ekspert om vandforureningen. Atomfysikeren ved, hvordan man klarer strålingen fra A-kraftværkerne, lægen ved hvad arbejderen kan tåle på arbejdspladsen. Set isoleret, hver for sig, kræver disse problemer een type løsninger. Set under ét måske en anden (som vi bl.a. så det i eksemplet med fiskeriet i Nordsøen, kap. 9).

Mange har i denne situation øjnet muligheden for at økologien som en samlende videnskabsdisciplin kunne være nøglen til en sammenhængende forståelse af disse problemer. Og dermed er vi tilbage, hvor denne bog begyndte. Kan økologien løse økokrisens problemer?

Vores svar har været både ja og nej. Det drejer sig om samfundsskabte problemer. Økologien kan ved at beskrive den biologiske del af et problem indgå som redskab. Men dets løsning forudsætter også en økonomisk-sociologisk beskrivelse, samt politisk-økonomiske forhold, der tillader, at de nødvendige beslutninger kan tages og føres ud i livet.

Derfor har vi gennem hele denne bog prøvet at beskrive økologiens nære tilknytning til samfundet. I første del beskrev vi de muligheder og de begrænsninger, der ligger i økologiens anvendelse ved løsning af samfundsproblemer. I anden del har vi set på, hvorledes forståelsen for økologiske problemstillinger afhænger af den måde, samfundet producerer på. I bogens fjerde del gav vi tre eksempler på økologiens anvendelse. Og i dette sidste kapitel vil vi

komme ind på økologiens forhold til de mange problemer, der idag går under betegnelsen »den økologiske krise« i et forsøg på at bringe denne krise ind i et længere historisk perspektiv.

Dermed mener vi dog ikke, at økologien kun kan bruges til løsningen af økologiske problemer, hvis den også som videnskab omfatter alle disse samfundsmæssige sammenhænge. Økologien må udspringe af systematiske studier af naturen. En stigende specialisering og forfinelse af vort kendskab til økosystemerne er en nødvendig forudsætning for løsningen af mange af økokrisens problemer. Derfor har vi i bogens tredje del beskrevet den egentlige økologi, selvom vi også her flere steder har søgt at trække forbindelsen til samfundet frem. For så vidt kan vi sige, at bogens første, anden og fjerde del tjener til at placere økologien i en større sammenhæng, den økologi der er beskrevet i bogens tredje del. Derfor hedder denne bog ikke »økologi«, men »Om økologi«.

Indgreb i naturen giver ny viden, der kan føre til nye indgreb, der o.s.v., o.s.v. ...

Menneskeheden har gennem sin udvikling samlet og formet en stadigt mere omfattende viden om lovmæssigheder og sammenhænge i naturen. Det har været resultatet af en stadig kamp for at beherske naturen, d.v.s. at kunne omforme den på en måde, der kunne tilfredsstille menneskenes materielle behov. Nye former for indgreb har dannet baggrund for øget kendskab til naturens lovmæssigheder. Og dette kendskab er så igen blevet anvendt til atter nye former for indgreb o.s.v.

Disse indgreb har ofte haft omfattende økologiske konsekvenser. Menneskets beherskelse af ilden og forståelsen for udvindingen af metaller betød, at man nu kunne bosætte sig i koldere områder, forbedre jagten, tilberede nye former for føde, rydde store skovstrækninger til agerbrug og benytte træ til bygning af huse og skibe med mere. Men det medførte også omfattende ændringer i de naturlige økosystemer. Det har sandsynligvis været medvirkende ved udviklingen af de store savanne- og ørkenområder i verden. Heller ikke i oldtiden var man uvidende om konsekvenserne af skovrydning og udpining af jorden. Således skrev Platon for 2.400 år siden om Grækenland:

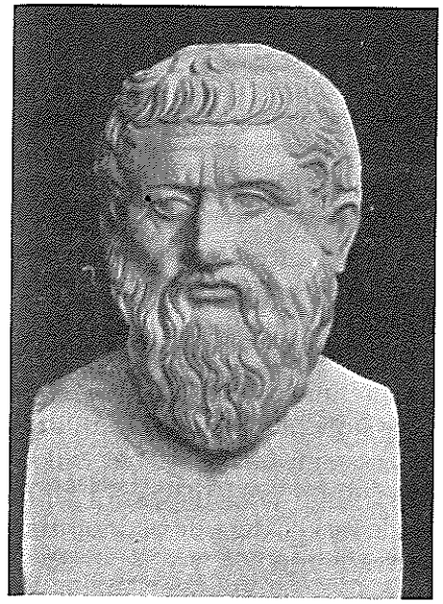


Fig. 81. Platon.

»hvad der nu er blevet tilbage, er - i Sammenligning med Fortiden - som Knoglerne paa et Legeme, der er tæret hen ved Sygdom, idet al den Jord, der var fed og blød, er skyllet væk, og kun Landets afpillede Krop er blevet tilbage. Dengang var Landet endnu uskadt. Bjergene var høje Bakker, den Slette, der nu hedder Felleus, var opfyldt af fed Muld, og paa Bjergene var der store Skove, af hvilke der endnu er tydelige Spor. Fra nogle af de Bjerge, der nu kun yder Næring til Bierne, fik man dengang Tagbjælker til store Bygninger; det er ikke saa længe, siden nogle af disse Bjælker endnu var i Behold. Og der var mange andre høje, dyrkede Træer, og Skoven ydede Hjorderne rigelig Næring. Jorden udnyttede til fulde hvert Aars Regnvand; den lod det ikke - saadan som nu - løbe til Spilde fra bart Land ned i Havet: da den havde rigelig Muld, optog den Vandet i sig - godt fordelt og gemt hen under Dække af Lerjorden, - lod det Vand, den havde inddrukket, løbe fra Højderne ned i Slugterne og frembød saaledes overalt vandrige Floder og Kildespring.«

(Platon: »Kritias«. På dansk ved Carsten Høeg.)

Men nye indgreb har ikke blot til stadighed ændret karakteren af menneskets stofskifte med naturen - menneskesamfundets økologi. Det har også haft betydning for forholdet mellem menneskene.

Viden er magt. En øget forståelse af naturen kan benyttes til at

udbytte andre mennesker, men det kan også benyttes til at frigøre sig fra andre menneskers udbytning.

Athen var et demokrati, men et slaveejernes demokrati, hvor udbytningen af naturen hang sammen med udbytningen af andre mennesker, ikke blot i Grækenland men også i kolonierne. Erosionen til trods var Platon en rig mand, der ikke behøvede at beskæftige sig med, hvordan man kunne *løse* disse jordiske problemer. For ham var det blot et udtryk for andre menneskers dårskab - disse jordiske skabninger der havde fordærvet det land, der før i tiden var så frodigt.

Vi kan her sammenligne med en nutidig beskrivelse af menneskelig »dårskab«. I den udbredte miljødebat-bog »Grænser for vækst« forklares udryddelsen af de store hvaler som et resultat af »menneskelig dumhed«. Men i denne sag med hvalerne har vi ikke kunnet finde, at nogen har handlet dumt (se kap. 5). Vi fandt derimod en for os mere overbevisende forklaring i de økonomiske interesser, der ligger bag moderne hvalfangst.

Alligevel er der en forskel. I Grækenland blev skovene hurtigt ryddet og jorden udpint efter kort tid. Men den udvidede handel og oprettelse af kolonier i områderne omkring Middelhavet og Sortehavet sikrede samfundets fortsatte eksistens.

Vort stofskifte med naturen omfatter nu hele kloden

De samme muligheder har vi ikke mere idag. Vort stadigt stigende stofskifte med naturen omfatter nu hele kloden. Den stofomflytning, der fandt sted omkring Middelhavet for 2.000 år siden, er for intet at regne mod den, vi finder i verden idag: Ved pløjning af jord, gennem bygge- og anlægsvirksomhed og gennem minedrift omflyttes idag over 1.000 m^3 jord pr. menneske hvert år. Af jordskorpen udvindes 100 milliarder tons malm, brændsel og byggematerialer pr. år svarende til 30 tons pr. menneske.

Også disse indgreb har naturligvis økologiske konsekvenser. Skal vi prøve at gøre status, kan vi konstatere, at vi mennesker på det nuværende udviklingstrin:

- Har gjort os fortrolige med klodens samlede overflade, og at hele denne er blevet gjort til genstand for menneskelig virksomhed (bortset (endnu) fra den dybe oceanbund).
- Har udvidet rammerne for vor eksistens i en sådan grad, at vi kan beskytte os mod ugunstige betingelser på næsten et hvilket som helst sted på jordoverfladen, i det nære verdensrum og i oceanerne.
- Har draget praktisk talt alle kendte stoffer ind i produktionen. De fleste fornyelige ressourcer udnyttes allerede i stor udstrækning, mens en stor del af de ikke-fornyelige ressourcer endnu kun anvendes i ringe grad.

Alt dette er udtryk for at menneskeheden er på vej ind i et nyt stadium i udviklingen af sit stofskifte med naturen. Et stadium der kendetegnes af den fuldstændige omslutning af kloden.

Forureningen i forskellige dele af verden

I fig. 82 er vist fordelingen af den samlede forurening i verden fordelt på henholdsvis de udviklede kapitalistiske lande, udviklingslandene og de socialistiske lande.

Ifølge amerikanske kilder tegnede USA sig i perioden 1965-66 for omkring 40% af verdens samlede forurening. Som det fremgår af fig. 82, der bygger på en sovjetisk kilde, er denne andel faldet siden. Man skal dog være varsom, når man tolker sådanne tal. Det er grove skøn, der bygger på oplysninger om befolkningsstørrelse, udvindingen af råstoffer (først og fremmest brændsel, malme og ikke-metalliske råstoffer) samt virksomhedernes udstyring med rensningsanlæg. Endvidere må man huske på, at tallene ikke fortæller noget hverken om forureningens farlighed eller dens absolutte størrelse. I USA er den samlede størrelse således steget. Og når USA's *andel* er faldet, hænger det sammen med, at produktionen og forureningen er steget *mere* i andre regioner i verden.

»Hvad i alverden kommer forureningen kapitalismen eller socialismen ved? Intetsomhelst, eftersom forureningen er ligeså stor i socialistiske som i kapitalistiske lande, hvis den ikke er større.« Dette citat er hentet fra en leder i Roskilde Tidende den 20.6.1974. Det synspunkt, der her kommer til orde, er desværre typisk for en del af den danske offentlighed. At påstanden om forureningens omfang i de socialistiske lande er forkert er ikke så væsentligt. Men som vi har søgt at vise i denne bog, er det jo netop en forudsætning for at komme problemerne til livs, at man forstår dem i deres fulde sammenhæng - og økologiske problemer kan ikke forstås, uden at de ses i sammenhæng med forholdene i det samfund, der har

	Andel af verdens befolkning %	Andel af verdens industri-produk-tion %	Gennemsnit-lig årlig pro-duktionstil-vækst fra 1951-71 %	Andel af verdens forurening %
Socialistiske lande*	33	39	9	24
Heraf USSR	6,6	20	10	10
Udviklede kapita-listiske lande	19,5	53	5,1	63
Heraf USA	5,5	24,6	4,1	31
Udviklingslande	47,5	8	7	13

(Efter Petersmanns Geographische Mitteilungen, 1974 Nr. 1)

* *Kina betegner sig ofte som et u-land, men er her placeret under de socialistiske lande, idet betegnelsen udviklingslande forbeholdes de fattige lande, der står i et økonomisk afhængighedsforhold til de udviklede kapitalistiske lande.*

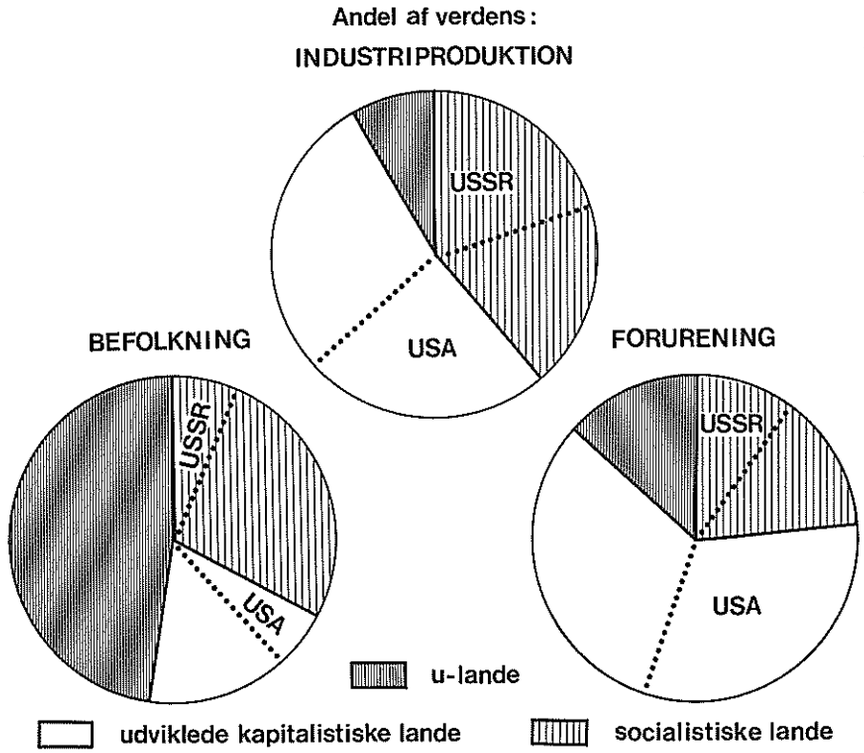


Fig. 82. Påstanden om, at forureningen er ligeså stor i de socialistiske lande som i vesten, holder ikke stik. Ifølge tabellen er forureningen i USA mere end 3 gange så stor som i Sovjet. Da en sådan tabel er svær at udarbejde og hviler på en række skøn, skal man naturligvis tage den med forbehold.

frembragt dem. Derfor har forureningen umådelig meget med kapitalisme og socialisme at gøre. Den industrielle udvikling i de socialistiske lande går hurtigt, som det også fremgår af tabellen side 206. Også befolkningen i de socialistiske lande ønsker en stadigt stigende levestandard. Og også her har der været en tendens til ikke at tage hensyn til miljøet, så længe der ikke var overhængende fare. Men idag ofres der enorme summer på at bekæmpe forureningen og spare på ressourcerne. Der er altså både i øst og i vest stærke kræfter igang, drevet af nødvendigheden. Og både i øst og vest er der kræfter, der stritter imod. Men de politiske vilkår for at denne nødvendige omstillingsproces kan gennemføres uden alt for mange kvaler, er forskellige i de to samfundssystemer.

Miljøbeskyttelsen i Danmark

Gennem de sidste 50 år er Danmark blevet udviklet til et velstående land med en veludviklet social sektor. Men det rokker ikke ved den kendsgerning, at Danmark hører til de kapitalistiske lande. Vi har allerede (i kap. 5) været inde på det kapitalistiske systems modsætning mellem kravet om stadigt stigende profit, og hensynet til miljøet. Også i Danmark har dette betydet åbenbare vanskeligheder for forureningsbekæmpelsen.

Men selv om dette krav er fundamentalt i det kapitalistiske system, så er det dog ingen naturlov. På grund af flere interesser vil forureningsbekæmpelse være mulig.

I den udstrækning der kan tjenes penge på at forbedre miljøet, vil der være en positiv interesse for miljøproblemer fra et kapitalistisk synspunkt.

Og på længere sigt har kapitalisten ikke interesse i at få ødelagt den natur, som er en af betingelserne for hans rigdom.

Og endelig kan kravet om sikring af menneskets fysiske omgivelser godt indfries mod kapitalens umiddelbare ønsker, hvis der ligger stærke folkelige krav bag.

Alle tre grunde har spillet en rolle i udviklingen af forureningsbekæmpelsen i Danmark.

Da miljøproblemerne i slutningen af tresserne begyndte at tage til for alvor begyndte flere og flere mennesker at blive opmærksomme på problemet, og flere og flere ønskede, at der skulle gøres noget for at løse dem. Det var i Danmark især vandforureningen, som havde ændret alle større danske vandløb og flertallet af søerne, der gav anledning til protester fra befolkningen. Men også den

tiltagende tilsmudsning af luften i byerne var til gene for befolkningen.

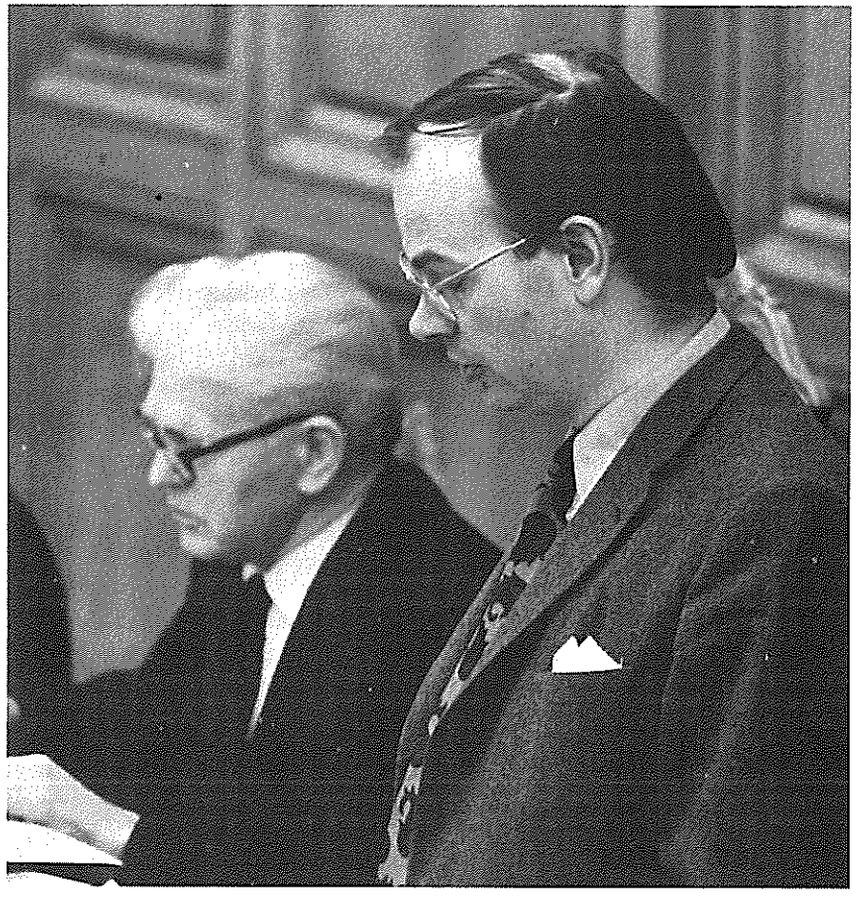
Man blev også foruroliget over kvalitetsforringelsen af fødevarerne: de blev nu i stigende grad tilsat alle mulige farve- og konserveringsstoffer, dels for at varerne kunne holde sig i længere tid, dels af rent kosmetiske årsager.

Fra midten af 1969 var utilfredsheden med den tiltagende forurening så stor, at alle de større dagblade havde forureningsstof på som dagligt stof. Og i Folketinget begyndte først få, men siden stadigt flere folketingsmedlemmer at stille spørgsmål til ministrene og rejse forslag om forholdsregler til modvirkning af de stigende skader. I hele denne periode var industrien bemærkelsesværdig tavs. Men dermed er ikke sagt, at man ikke beskæftigede sig med problemerne: Som vi skal se, forberedte man sig i visse dele af industrien nøje på, hvad der måtte komme.

Forureningsrådet sammensættes så erhvervslivet får gode kår

Regeringens svar på den tiltagende protest blev, at man oprettede et forureningsråd, der skulle »kulegrave« problemerne således, at man kunne få et bedre grundlag at tage fat på. Forureningsrådet fandt, at man først måtte kende problemerne i deres fulde omfang før man kunne afgøre hvor der først skulle sættes ind. Imidlertid var der adskillige forholdsregler, som let ville kunne gennemføres, da der bl.a. fra forskningen i udlandet lå tilstrækkelig viden om problemerne til, at man kunne skride ind (for eksempel i spørgsmålet om nedsættelse af blyindholdet i benzin, og af svovl i fyringsolien). Men der blev ikke foretaget nogen indgreb. Som helhed måtte hele miljøproblemet i praksis hvile i 1-2 år, mens forureningsrådet arbejdede. Dette så nogle som et »bevis« på kapitalismens ulyst til at gøre noget ved problemerne.

Forureningsrådets arbejde fik dog alligevel stor betydning. Da rådet skulle påbegynde sit arbejde, havde man naturligvis et stort behov for ekspertbistand. Da der ikke på de offentlige forskningsinstitutter (især universiteterne) fandtes særligt mange eksperter - problemet var jo nyt, og forskningen var gået andre veje - var det klart, at man i overvejende grad var henvist til at tage folk ind fra erhvervene og deres organisationer. Disses betydning forstærkedes yderligere, fordi det pres, som den nyopståede og dårligt organiserede miljøbevægelse kunne præstere, var for intet at regne mod, hvad



(Foto: Nordisk Pressefoto)

Fig. 83. Erhvervslivet har haft stor indflydelse på udformningen af miljøloven: Således udtalte den daværende miljøminister Jens Kampmann ved fremsættelsen af de tre lovforslag (miljøloven + to ændringsforslag omkring den hidtil eksisterende lovgivning på området) d. 25/1 - 73:

»Jeg er derfor glad for, at jeg idag kan oplyse, at industrirådet over for mig har tilkendegivet, at de tre lovforslag på baggrund af forhandlingerne nu indeholder sådanne hovedprincipper og har fået en sådan form, som industrien kan acceptere.....«

og senere:

»Det skal ikke være nogen hemmelighed, at erhvervene under forhandlingerne allerede fra starten viste betydelig interesse for spørgsmålet om uafhængige ankeorganer.«

de kapitalstærke erhvervsorganisationer kunne udøve. Resultatet blev da også, at forureningsrådet blev kraftigt domineret af erhvervsinteresser. Ca 1/3 af rådets pladser var besat med folk fra industri og landbrug. Enkelte firmaer havde flere repræsentanter siddende. Således havde F. L. Smidth-koncernen 3 personer siddende i forskellige organer i forbindelse med forureningsrådet, og industrirådets formand sad selv i ikke mindre end 6 forskellige udvalg.

Alene på grund af deres erfaringer, job og uddannelse, har disse folk ikke kunnet undgå at farve udvalgenes arbejde. Det må vel også have været en medvirkende grund til at deres firmaer har sendt dem. De rapporter rådet udarbejdede, og de løsningsforslag rådet nåede frem til, drejede sig i stor udstrækning om udviklingen af en *antiforureningsteknologi*, og kun i få tilfælde pegede man på løsninger der direkte gik imod storindustriens interesser. Alligevel har rådets arbejde haft stor betydning for den senere udvikling på lovgivningsområdet, her først og fremmest på *miljøloven*.

Miljøloven

I maj 1972 blev den store miljølov fremsat i folketinget under henvisning til videnskabens stadigt kraftigere advarsler og til den tydelige forringelse af miljøet »som alle er vidne til«. Diskussionen af lovforslaget var præget af i hvor høj grad man mente, der skulle tages hensyn til miljøet, og i hvor høj grad mere kortsynede hensyn til industriens ekspansionsmuligheder, konkurrencemuligheder, forbrugsstigningen og den fulde beskæftigelse skulle tilgodeses. Det blev til et tovtrækkeri mellem staten og erhvervslivet.

Resultatet blev, at staten på mange områder fik indflydelse på, og kontrol med virksomhederne, navnlig etablering af nye virksomheder. Men alligevel gik erhvervslivet på et afgørende punkt af med sejren: Der blev nemlig i miljøloven indbygget en bestemmelse om oprettelse af et ankenævn, et »uvildigt« organ, hvor alle større miljøsager kan indankes, hvis man er utilfreds med en afgørelse. Medlemmerne af dette udvalg vælges efter indstilling fra industrirådet, landbrugsrådet, de samvirkende landbo- og husmandsforeninger og miljøstyrelsen. Dette nævn, som blev argumenteret igennem som en garanti for borgernes retssikkerhed, er således sammensat af »forurenerne« og administrationen, mens de andre brugere af miljøet, for eksempel repræsentanter for fiskeriforeningerne, forbrugerrådet, naturfredningsforeningerne, friluftsrådet, LO og

NOAH, ikke er repræsenteret. Det er kun dem, der forurener, der har indstillingsret, og de dommere, der skal bedømme sagen repræsenterer de samme interesser. Flere folketingsmedlemmer har da også rejst tvivl om den »retssikkerhed«, der derved er indvundet.

Miljøteknologien - en ekspanderende branche

Men man skal være forsigtig med at drage forhastede slutninger om miljøets fremtid alene på grund af det faktum, at forurenerne har en overvældende indflydelse på, hvilke former for forurening, der bekæmpes i Danmark og hvordan de bekæmpes. For dele af industrien er nemlig blevet direkte engageret i forureningsbekæmpelsen på en anden måde end før. Betydende kapitalinteresser er i stigende grad engageret i at producere miljøteknologi, d.v.s. rensningsanlæg og lignende. Man kan tale om, at miljøet fra at have været et mere eller mindre frit forbrugsgode, er blevet gjort til en vare, der produceres, markedsføres og sælges på lige fod med andre varer. Endnu er det ikke sådan, at vi skal købe vores indåndingsluft på flasker hos lufthandleren. Men rent vand forhandles allerede i de fleste velassorterede supermarkeder!

Der er med andre ord penge at tjene ved forureningsbekæmpelse. Miljøteknologien er da også blevet den stærkest ekspanderende branche i Danmark i disse år. At det er en lovende forretning fremgår af, at miljøstyrelsen har beregnet, at der alene for at opnå en rensning af 85% af Danmarks spildevand skal anvendes 8 milliarder kroner i 1970-priser (svarende til ca. 1/3 af værdien af hele Danmarks eksport i 1970).

Danmarks største monopolforetagende F. L. Smidth har satset kraftigt på miljømarkedet. Skønt der alt ialt vel er mere end 150 firmaer i branchen, er det ganske enkelte, og først og fremmest F. L. Smidth, der dominerer markedet.

Den bedst kvalificerede stab af miljøteknologer findes idag i disse private firmaer. Det er således kun ganske få og kun private firmaer de forurenende virksomheder, kommunerne, og andre offentlige instanser kan henvende sig til, når de skal have oprettet eller udbygget deres rensningsanlæg. Kun meget få firmaer, herunder F. L. Smidth, kan yderligere tilbyde ekspertise med hensyn til de miljøundersøgelser, der går forud, og på basis af hvilke man beslutter sig for, hvilken type og størrelse rensningsanlæg man skal anskaffe sig. Derved får disse firmaer naturligvis en stor økonomisk magt.

Men også af andre årsager kan det være betænkeligt, at det er private virksomheder, der foretager de miljøundersøgelser, der ligger til grund for f.eks. tilladelse til spildevandsudledninger: Enhver tvivl vil let komme forureneren (der betaler undersøgelsen) tilgode, fordi yderligere undersøgelser koster flere penge. Og der kan opstå tvivl mange steder: Hvordan afgrænses undersøgelsesområdet? Hvilken undersøgelsesmetode skal vælges? Hvor mange, hvor ofte og hvor længe skal der tages målinger?

Lad os illustrere dette med et eksempel. Der er et firma, der hedder Isotopcentralen. Isotopcentralen kan bl.a. lave undersøgelser over, hvor meget kviksølv fisk indeholder.

Sundhedsstyrelsen bestilte i 1967 en undersøgelse. Man bad Isotopcentralen om at foretage en undersøgelse af kviksølvindholdet i danske fisk. Undersøgelsens omfang var i forvejen fastlagt udfra det beløb Sundhedsstyrelsen var istand til at afse på projektet. Dette beløb var naturligvis igen bestemt bl.a. af, hvor alvorlige Sundhedsstyrelsen anså disse problemer for at være.

Undersøgelsen viste, at der kun i to små områder med ringe fiskerimæssig betydning (Karrebæk Fjord og Grindsted-Varde Å) var fundet fisk, der indeholdt mere kviksølv end tilladeligt. Dette blev også fremhævet af Isotopcentralen, da dens rapport med alle undersøgelsesresultaterne blev offentliggjort. Ved den festlige reception i samme anledning blev dette grundigt understreget af firmaets direktør der foran pressefotograferne spiste forskellige fiskeprodukter for dermed at vise, at der ikke var nogen fare på færde.

Imidlertid viser en noget nøjere analyse af resultaterne et andet billede - men det skal man være nøjere inde i sagerne for at kunne se. Her skal nævnes nogle af de væsentligste kritikpunkter:

1) På den svenske side af Øresund er der på grund af for højt kviksølvindhold i fiskene forbud mod fangst af ål. Af rapporten fremgår, at Isotopcentralen har kendt til den svenske kviksølvlitteratur. Derfor er det påfaldende, at Isotopcentralens undersøgelse, der omfatter mere end 1.000 fisk, ikke har medtaget en eneste ål fra Øresundsområdet.

2) Analyser, der var foretaget på sildehajer fanget ved Færøerne, viste, at disse fisk indeholdt mere end tre gange den tilladelige faregrænse. Selvom denne fisk ikke direkte anvendes til menneskeføde på det danske marked, er det naturligvis for fiskeriet, økologerne og færingerne af stor interesse at få klaring på, hvordan (hvorfra) dette høje kviksølvindhold stammer. Men dette spørgsmål har man ikke i Isotopcentralens rapport ofret yderligere interesse.

3) Selvom rapporten er beroligende ved at vise, at det formentlig ikke i undersøgelsesperioden har været forbundet med nogen fare for kviksølvforgiftning at spise danske fisk, er den skræmmende på anden måde. For undersøgelsen viser klart, at Danmark har et kviksølvproblem: Som omtalt i kapitel 7 er ikke mindre end 16 af de undersøgte områder genstand for en markant kviksølvforurening. Og da man i flere tilfælde tilsyneladende ikke har anelse om, hvor man skal lede efter forureningens kilder, er der grund til at frygte, at landet er inde i en farlig udvikling med stigende forurening af denne miljøgift. Men det blev forbigået ved undersøgelsens offentliggørelse og bagatelliseret i den efterfølgende avispolemik.

Dette eksempel viser, hvor dårligt rustet samfundet er, hvis det i kampen mod forureningen alene bevæbner sig med så tvivlsomme våben som private undersøgelsesforetagender. Disse er jo ifølge sagens natur i sidste ende tvunget til at prioritere det forretningsmæssige overskud højere end hensynet til de langsigtede samfundsmæssige interesser.

Men dette synspunkt har svært ved at slå igennem. Det er således endnu ikke i 1975 lykkedes at få oprettet et statsligt institut til havforureningsundersøgelser.

Indenfor industrien er der forskellige interesser

Vi har nævnt, hvorledes det stadige krav til profit vanskeliggør hensynet til miljøet. Og vi har samtidig nævnt, dels hvorledes der kunne tjenes penge - skabes profit - på løsning af miljøproblemer, dels hvorledes også kapitalisten har en interesse i ikke at få ødelagt den del af naturen, der er en forudsætning for hans produktion. Dette viser, hvor modsætningsfyldt forholdet til miljøet er under kapitalismen.

På grund af interesse i antiforureningsudstyr og -undersøgelser er F. L. Smidth blevet den måske vigtigste drivkraft bag forureningsbekæmpelsen i Danmark. Via dagbladet Politiken har ledende kredse omkring koncernen også haft mulighed for stor indflydelse på miljødebattens udvikling. Men samtidigt ejer samme koncern en række stærkt forurenende virksomheder, som det har været uhyre vanskeligt at få noget gjort ved.

Den forurening produktionen af en vare påfører miljøet, afhænger af hvilken vare der er tale om. Dette giver naturligvis anledning til forskellige interesser mellem de forskellige industrier.

Udover dette findes også en uenighed, der skyldes, at det generelt er relativt billigere for en stor fabrik at rense, end det er for en lille - på samme måde som det er lettest og alt i alt billigst at få renset luften fra boligopvarmningen, når den kan foretages på én stor varmecentral end hvis der skulle installeres luftfiltre i hver enkelt husstand. Det betyder, at det først og fremmest er de små firmaer, for hvem rensningen er dyrest, der kommer i økonomiske vanskeligheder, når Folketinget, presset af befolkningens protester og vejledt af erhvervenes repræsentanter vedtager love, der nødvendiggør tekniske løsninger på forureningsproblemerne. Således er forureningsbekæmpelsen med til yderligere at fremskynde monopoliseringen, hvilket vil sige, at små firmaer og fabrikker efterhånden bliver opkøbt af de store, så man til sidst kun har et eller ganske få firmaer inden for branchen. De resterende store firmaer, ofte udenlandske »multinationale koncerner« kommer på denne måde til at besidde en kolossal magt i samfundet.

Kort sagt

Menneskets stofskifte med naturen omfatter nu hele kloden, hvilket har medført en lang række problemer herunder forurening. Hvorledes disse problemer løses hænger nøje sammen med samfundets økonomiske, teknologiske og politiske struktur. I de kapitalistiske lande (herunder Danmark) gør det stadige krav til profit det vanskeligt at tage hensyn til miljøet. På den anden side kan der tjenes penge - skabes profit - på løsning af miljøproblemer. Miljøteknologien er den stærkest ekspanderende branche i Danmark. Ligesom indenfor det øvrige erhvervsliv bliver produktionen samlet på stadigt færre hænder. Da rensningsanlæg er relativt billigere at indføre for store end for små virksomheder er forureningsbekæmpelsen med til at fremme disse monopoliseringstendenser.

Man skal ikke bevare naturen for dens egen skyld, men for menneskets

»Hjælp til med at samle metal- og papiraffald; saml lægeurter; deltag i plantning af frugttræer og prydbuske langs veje, grøfter og på offentlige pladser...«

Dette er et lille citat, hentet ud af programmet for, hvad eleverne i Sovjetunionens skoler skal opdrages til i 5. klasse. Det ser måske ikke ud af så meget. Men sammenholdt med hvad der står i den danske skoles læsevejledninger om »at lære at færdes hensynsfuldt i naturen« og »respekt for det levende«, afspejler det alligevel en lille, men væsentlig forskel i holdning. Det er vigtigt at forstå, at holdningen til miljøet i Sovjetunionen ikke er, at vi hidtil har været så onde ved naturen, at vi nu skal råde bod derpå ved at frede nogle af de få uberørte dele der er tilbage. Men derimod at mennesket fortsat må omforme naturen, for at tilfredsstille behovet for føde, bolig og hæderlige levevilkår. Man skal ikke bevare naturen for naturens egen skyld, men for menneskets. I overensstemmelse hermed skal de sovjetiske børn udover at blive fortrolige med naturen ved at samle lægeplanter, deltage aktivt i genanvendelsesprocessen og ved at samle papir, plante træer og blomster medvirke til at bedre det menneskelige miljø langs veje og på pladserne i byerne.

Dette var noget om den bevidsthed, der i et socialistisk land er omkring miljøproblemer. Men lad os for at forstå dem bedre se på de underliggende økonomiske og produktionsmæssige forhold, hvoraf denne bevidsthed udspringer.

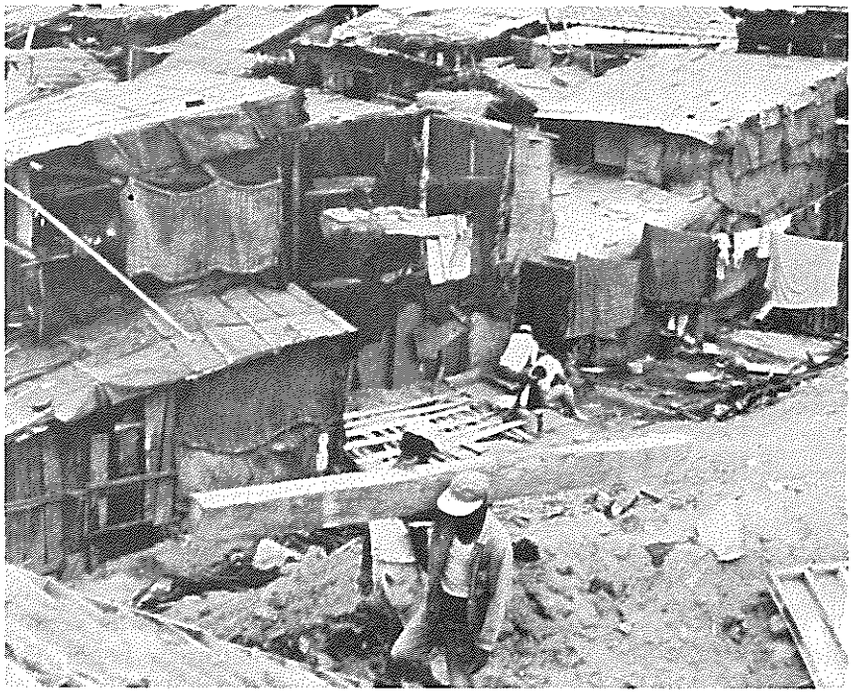
I de socialistiske lande ejes produktionsmidlerne ikke af enkelt kapitalister eller aktieselskaber som hos os, men i større udstrækning af samfundet som helhed. Dette indebærer nogle indlysende fordele. Skal man for eksempel regulere fiskeriet i en sø hensigtsmæssigt, lader det sig langt lettere gennemføre, når det er et og samme organ (staten), der ejer og befisker fiskebestanden. »Den« der nedsætter fiskeriindsatsen idag, kan også være sikker på at få det forøgede udbytte årene efter, når fiskebestandens produktivitet atter er høj. Når det er en og samme kasse, der modtager overskuddet fra fabrikkerne, og som afholder udgifterne til hospitalernes bronchitispatienter, er det også klart at hensigtsmæssige begrænsninger af industriens luftforurening af denne grund lettere vil kunne gennemføres. Det er således også muligt at lade visse industrier producere med underskud (og evt. lukke andre der giver overskud), hvis det er til gavn for hele samfundet. Og omvendt kan

forurenende virksomheder, (som det ofte sker hos os) ikke true med at lukke eller flytte ud af landet, hvis de pålægges krav om rensning.

Den amerikanske økolog B. Commener har sammenlignet mulighederne for forureningsbekæmpelse i USA og USSR, en sammenligning, der på væsentlige punkter også holder stik for Danmarks vedkommende:

> »Der synes at udvikle sig en stærk økologisk bevægelse i USSR som svar på vanskelighederne; videnskabsmændene kritiserer den industrielle udvikling, som ignorerer eller undervurderer indvirkningen på det omgivende miljø og borgerne klager, som alle andre steder, over den forurening, det giver ophav til. Regeringens seneste aktioner er kendetegnet af en stærkere økologisk tilpasset kontrol med industriens udviklingsplaner. På dette område besidder det socialistiske system i Sovjetunionen naturligvis virkelig et vigtigt praktisk fortrin fremfor den private foretagsomheds system.
> Statens altomfattende planer for den industrielle og landbrugsmæssige udvikling, som næsten omfatter et hvilket som helst aspekt af det økonomiske liv, er et karakteristisk kendetegn ved det sovjetiske system. De fordele en sådan planlægning har for en hvilken som helst foranstaltning til løsning af miljøproblemerne, behøver næppe nærmere forklaring for den, der er bekendt med den kaotiske miljøsituation, der findes i USA, hvor nogle stater ikke anerkender atomenergikommissionens normer med hensyn til strålingssikkerhed, hvor regeringsembedsmænd er viklet ind i lange frustrerende slagsmål med automobilindustrien om forureningsnormer, hvor behovet for anvendelsen af en økologisk begrundet landbrugsteknik kommer i konflikt med interesserne hos producenterne af kunstgødning og syntetiske pesticider.
> I sidste instans besidder det socialistiske system fordele sammenlignet med den private foretagsomhed, også hvad angår den grundlæggende vekselvirkning mellem de økonomiske processer og de økologiske krav.«

I hele den socialistiske verden prioriteres løsningen af de økologiske problemer idag højt. De midler, der tages i anvendelse, er forskellige, alt efter de naturmæssige og historiske forskelle, der hersker i disse lande. Således er de initiativer, der er taget for at sikre miljøet og ressourcerne i Kina, på mange områder anderledes end i Sovjet. Den måde man løser miljøproblemerne på i Kina vil givet få



(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 84. De industrier der opbygges i u-landene lægger kun sjældent vægt på de miljømæssige problemer. Men også andre ting bidrager til et højt forureningsniveau i u-landene. De store slumkvarterer omkring de hastigt voksende storbyer mangler oftest de mest elementære sanitære indretninger. Dette betyder bl.a. at de meget let kan blive arnested for epidemier.

stor betydning, ikke mindst som inspiration for mange u-lande. Når vi har valgt at fremdrage Sovjet, er det fordi dette socialistiske land både hvad angår kultur og industrielt stade på mange måder gør det mere sammenligneligt med de hjemlige forhold.

Miljøproblemer i u-landene

Hvor man på den ene side i den danske debat ofte har været meget hurtig til at påstå at forureningsproblemerne i den socialistiske verden var ligeså slemme som herhjemme (om ikke værre), så har man på tilsvarende løst grundlag været tilbøjelig til at påstå, at forureningen ikke udgør noget større problem i de fattige og lidet

industrialiserede u-lande. Som det fremgår af oversigten side 206 er dette ikke rigtigt. Ifølge denne (naturligvis usikre) beregning tegner u-landene sig for 13% af verdens forurening. Det er lidt målt i forhold til deres andel af verdensbefolkningen, men meget målt i forhold til deres andel af verdens industriproduktion. Den rent tekniske baggrund for dette ligger bl.a. i forureningen i forbindelse med den omfattende udvinding af råstoffer (der oftest går til eksport til i-landene). Men også den meget ringe udrustning med rensningsanlæg såvel i industrien som i den offentlige sektor skaber omfattende forureningsproblemer. Kloakeringen i u-landenes hastigt voksende millionbyer er oftest dårlig eller mangler helt.

U-landene er fattige

Gennemsnitsmennesket i et u-land har en meget lav levestandard, og samfundet som helhed er også præget af fattigdom. Der findes få og dårligt udstyrede højere læreanstalter, transportvæsnet er udslidt og underdimensioneret, der er få højtuddannede læger, ingeniører, miljøspecialister, hospitalerne er overbelagte, boligstandarden er ringe o.s.v.

Vi har under gennemgangen af befolkningsstigningen i u-landene (i kap. 2) været inde på den vigtigste årsag til dette: nemlig det forhold at de fleste u-lande er tidligere kolonier, hvis økonomiske stilling stort set ikke er ændret, selv om de har fået deres politiske selvstændighed. Deres udenrigshandel er stadig domineret af deres stilling som eksportører af råstoffer til i-landene. Den industri, der etablerer sig i u-landene, tiltrækkes nu ikke blot af de lave lønninger, men også fordi den dér i højere grad kan undgå udgifterne til rensningsanlæg, udgifter, industrien i stigende grad bliver pålagt ved etablering i de industrialiserede lande. Også derfor er der store forureningsproblemer, navnlig i u-landenes byområder.

Det tropiske klima i u-landene giver særlige miljøproblemer

De i egentlig forstand økologiske problemer i u-landene er måske endnu større. Dette skyldes, at u-landene fortrinsvis ligger i troperne. Dette har en række økologiske konsekvenser. Således gør

(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 85. Der er som regel kun få restriktioner for brugen af insektgifte i u-landene, og befolkningens uddannelsesniveau gør det vanskeligt at sikre en risikofri anvendelse.

de klimatiske forhold befolkningen og husdyrene meget udsatte for infektioner. Takket være opdagelsen af insektgifte, først og fremmest DDT, er det mange steder lykkedes i stort omfang at bekæmpe malariaen og andre tropesygdomme, der hidtil har været en af de vigtigste direkte årsager til den høje dødelighed i troperne. Indenfor landbruget har brugen af DDT betydet større og sikrere udbytter. De fordele, indførelsen af DDT har medført kan således næppe overvurderes: Men samtidigt har det haft en omfattende indflydelse på de naturlige økosystemer. G. R. Taylor har i sin bog »Dommedag« givet en malende beskrivelse af de vanskeligt overskuelige konsekvenser, anvendelsen af DDT kan have:

> »I Malaysia var for nogle år siden et forsøg på at udrydde malaria lige ved at føre til et udbrud af pest, og gav i hvert fald anledning til, at mange tage styrtede sammen. Man havde nemlig sprøjtet de vandhuller, hvor de malariabærende moskitoer udklækkedes, med DDT, hvorved antallet af andre insekter også blev formindsket. Derved formindskedes antallet af gekkoer, og af

(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 86. Den grønne revolution har åbnet mulighed for store stigninger i hektarudbyttet. På billedet ses et eksemplar af en ny forbedret majssort plantet ud i en mark i Mexico. Forskellen på den højtydende sort og den lokale art er slående.

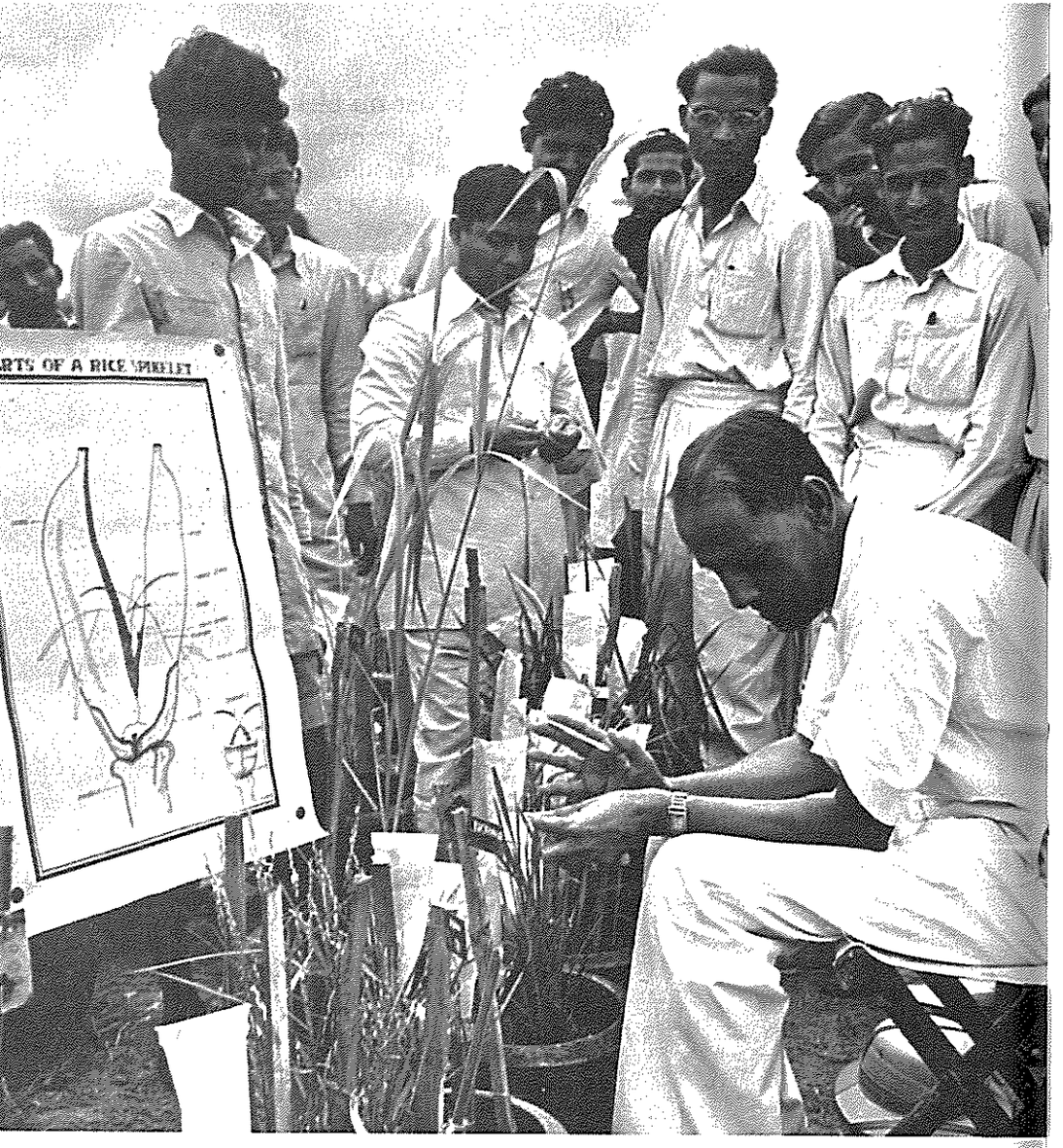
denne grund antallet af katte. Men da der nu blev færre katte, tiltog antallet af rotter og dermed af de pestoverførende lus. I denne situation ville det have været fristende at udlægge rottegift. Men det ville kun have gjort ondt værre, da lusene så måtte have søgt nye værter - hvilket ville have været menneskene*. Til alt held var folk fra WHO (Verdens-Sundheds Organisationen) på stedet, og de gjorde det rigtige: De indførte et stort antal katte, hvorved man undgik pesten. En bivirkning af alt dette var, at en bladædende larve, der lever af stråtage, tiltog voldsomt i antal, sandsynligvis fordi den hveps, der lammer disse larver og lægger sine æg i dem, også blev decimeret af DDT - men muligvis også, fordi gekkoerne måske havde hjulpet med til at holde dem nede. Da larverne nu var befriet for deres dødelige fjender, gnavede de løs, til tagene styrtede sammen.«

* Dette er usandsynligt. Formentlig vil også lusene på en rotte dø, når rotten dør. Dette anfægter dog ikke det billede af stor kompleksitet, som eksemplet skal tjene til at illustrere.

De økologiske problemer i forbindelse med landbrugsproduktionen er også ofte større i troperne end i de tempererede klimater. Udvaskningen af jordens næringssalte er stor (se også kap. 11 om tropeøkologi), ligesom erosionsfænomener i forbindelse med skovhugst kan tage katastrofalt omfang. Dette hænger dog ikke blot sammen med de tropiske økosystemers karakter, men også med den omstændighed, at de nye produktionsmetoder, redskaber og maskiner, som tages i anvendelse, er importeret fra tempererede lande og tilpasset til tempererede forhold fremfor til tropiske.

Den grønne revolution

Den såkaldte »grønne revolution«, indførelsen af nye højtydende kornsorter, er sandsynligvis den mest omfattende og betydningsfulde ændring inden for u-landenes landbrugsproduktion, der er sket i de senere år. I Mexico har indførelsen af nye højtydende hvedesorter således betydet en tredobling af hektarudbyttet. Anvendelsen af nye majssorter har muliggjort en udbyttestigning på 50-150%. Lignende resultater er opnået med nye højtydende risarter. De forædlede sorter er blevet stærkt udbredt, bl.a. i Indien, Pakistan, Taiwan, Filippinerne, Egypten og Cuba. Fødevaremæs-



(Foto: Mellemfolkeligt samvirkes billedarkiv)

Fig. 87. Ris er den vigtigste fødekilde for over halvdelen af jordens befolkning. Ved forbedring af rissorterne antager FAO, at det skulle være muligt at øge risudbyttet fra de eksisterende arealer med 50% ved brug af højtydende rissorter. Men dette kræver kapital, specielt til kunstgødning. Således udgjorde udgifterne til kunstgødning og plantebeskyttelsesmidler ved anvendelse af højtydende rissorter i Indien i 1968 over 40% af de samlede udgifter ved risavlen.

sigt er der store muligheder gemt i den grønne revolution. Men det større udbytte kommer ikke af ingenting: Vil man øge udbyttet af

dyrkningen, må man nødvendigvis også anvende flere ressourcer, først og fremmest vand, kunstgødning og sygdoms- og skadedyrsbekæmpelsesmidler, og så opstår problemerne.

Først de »tekniske«: Selv om udbyttet stiger, sker der ikke en tilsvarende forbedring af næringsværdien. Det kan betyde, at de, der spiser de nye afgrøder, nok kan blive mætte, men alligevel bliver fejlernærede, hvis de ikke supplerer op med mere proteinrige tilskud som kød, fisk, bønner eller lignende. Overdreven kunstvanding kan medføre tilsaltning af jorden. Der skal gødes mere, og det kan være svært overhovedet at skaffe kunstgødningen. Udstrakt anvendelse af bekæmpelsesmidler er nødvendig, fordi de nye arter ikke som de tidligere anvendte, er tilpasset de lokale forhold. De er derfor mindre resistente, og bliver de angrebet af sygdom, vil den kunne brede sig over store områder.

De største problemer har dog været af social art: De store investeringer, som indførelsen af de nye sorter kræver, gør det næsten umuligt for små bønder med en lille indtægt at deltage. Gør de det, ender de let i kløerne på pengeudlånere, som de som regel aldrig kan gøre sig håb om at slippe fra igen. Gør de det ikke, risikerer de at gå ned i indtægt, fordi det korn, de tidligere solgte, prismæssigt bliver presset på markedet af korn, der er dyrket med mere effektive metoder. Samtidigt betyder det større afhængighed af prissvingninger på verdensmarkedet. I de sidste år er prisen på kunstgødning steget kolossalt, bl.a. fordi olie er en vigtig udgift ved produktion af kunstgødning. Det er anslået at disse prisstigninger vil betyde, at Indiens kornproduktion i 1974 vil blive 7 mill. tons mindre end beregnet ud fra de tidligere kunstgødnings- og oliepriser. Det svarer til 7% af Indiens kornforbrug.

Mange har af disse årsager været stærkt kritiske overfor »den grønne revolution«, og ment, at det var til skade for u-landene. Men det vil være forkert at tilskrive disse sociale effekter »den grønne revolution« som sådan: Disse forhold skyldes ikke den nye teknologi, men den politiske og sociale struktur, hvorunder teknologien anvendes: På Cuba, hvor man har gennemlevet »den røde revolution«, har man således ikke haft disse sociale effekter (men nok nogle af de økologiske vanskeligheder). Heller ikke de stigende oliepriser er man her berørt af, da man får olie fra Sovjetunionen til faste priser.

Kort sagt

Miljøkrisens problemer er samfundsskabte problemer. Skal de løses må man ændre på samfundsforholdene. Men en forudsætning for at de kan løses er, at man ved hvorledes omgivelserne er indrettet. Man må kende økosystemernes struktur og funktion, så man kan forudse hvilke konsekvenser et samfundsmæssigt indgreb vil have for omgivelserne. Dette kendskab kaldes økologi. Det er et redskab, der bruges når man skal løse økologiske problemer. Men spørgsmålet om hvilke økologiske problemer der opstår, hvor store de er og hvorledes de behandles hænger i høj grad sammen med samfundets politiske og økonomiske struktur.

FREMMEDORD OG FAGUDTRYK

Abiotiske faktorer
De dele og de processer i et økosystem, som ikke direkte skyldes levende organismers aktivitet og tilstedeværelse. Eksempler på abiotiske faktorer er temperaturen, saltholdigheden i havvand, nedbøren.

Absorbtion
Opsugning eller optagelse af noget, f.eks. tarmens opsugning af næringsstoffer eller de grønne planters optagelse af lysenergi.

Adaptation
En ændring i en dyre- eller plantebestands arvelige egenskaber, der gør den bedre tilpasset, d.v.s. giver den og dens afkom bedre overlevelsesmuligheder end andre af samme art.

Afløvning
Fjernelse af bladene på urter, buske og træer.

Angmagssat
Angmagssat eller angmagsset er det grønlandske navn for lodde, en lille 10-20 cm. fisk beslægtet med silden. Den er blevet brugt i Grønland som føde for mennesker og slædehunde. Den spiller en stor rolle som føde for større fisk og havpattedyr og er i dag genstand for et storstilet fiskeri udenfor Grønland, idet den anvendes til fremstilling af fiskemel og olie.

Arsenforbindelser
Kemiske forbindelser, hvori indgår grundstoffet arsen (kemisk betegnelse: As). Arsenforbindelser er meget giftige.

Arvemasse
Et individs arvemasse er summen af dets gener, der er de strukturer i cellekernerne, der bærer de arvelige egenskaber.

Autotrofe organismer
(Selvforsynende) organismer, der ikke er afhængige af tilførsel af organisk stof udefra. De er med andre ord selv i stand til udfra uorganiske stoffer og energi at danne det organiske stof, de består af, modsat de heterotrofe organismer. De fleste grønne planter og nogle få bakterier er autotrofe.

Autøkologi
Studiet af enkelte (dyre- og plante-) arters vekselspil med omgivelserne. (Se også *synøkologi).*

Biomasse
Den samlede vægt af organismen eller organismerne.

Biomassepyramide
Afbilder man den samlede vægt af organismerne (biomassen) som lige høje kasser, der stables oven på hinanden, således at den kasse, der viser biomassen for andet trofiske niveau, lægges oven på den fra første niveau, og den tredje oven på den for andet o.s.v., får man ofte en pyramidelignende figur - en biomassepyramide.

Biosfære
Den del af kloden (jord, luft og vand), inden for hvilken der findes liv.

Biotisk
Noget, der har med liv at gøre.

Bruttoproduktion
Den samlede produktion (B), d.v.s. summen af det stof, der efter dannelsen igen nedbrydes ved respiration (R), og det stofoverskud (nettoproduktionen (N)), der er dannet i måleperioden: B=R+N.

Buebor
Se *ildbor.*

Bø
Den opdyrkede del af den færøske bygd. Bøen - eller indmarken - er omgivet af et højt stengærde, uden for hvilket fårene græsser i haugen - udmarken. Fra oktober til maj er der åben adgang til bøen, hvor fårene også græsser om vinteren.

Dafnier
Små krebsdyr, der lever i vand. Dafnier udgør en væsentlig del af planktonet i ferskvand.

Destruere
Nedbryde, ødelægge. Ofte i forbindelsen at nedbryde skadelige stoffer til mindre skadelige elementer.

Eutrofiering
Forøgelse af næringsstofindholdet i et økosystem. Ses ofte i forbindelse med tilledning af spildevand.

Erosion
Den nedbrydende virksomhed, som vand og vind udøver på jordoverfladen. Gennem græsning eller dyrkning af jorden kan denne i perioder blive berøvet plantedækket og dermed ligge fri for vind og vejr. Herved kan erosionen forstærkes kraftigt. Det er disse konsekvenser af landbrugsproduktion, der tænkes på, når der tales om »soil erosion«.

Evapotranspiration
Den samlede mængde vand, der frigøres fra jord- og plantedækket ved fordampning og respiration.

Fossilt
Noget, der er dannet under tidligere geologiske perioder og bevaret i jordskorpen.

Fotosyntese
Opbygning af organiske forbindelser i grønne planter (og visse bakterier) udfra vand og kuldioxid samt energi, der er optaget fra *sollys.*

Fødekæde
En række af forskellige organismer, hvor hvert led i kæden æder af det forudgående led og selv ædes af det efterfølgende.

Globalt
Jordomspændende, noget der gælder for hele jorden.

Græsningsfødekæde
En fødekæde, hvor det første led (grønne planter) ædes i levende live af organismer, hvis føde består af levende plantemateriale (planteædere) i modsætning til en nedbryderkæde, hvor udgangspunktet er dødt organisk materiale fra planter eller dyr.

Gæring
En ufuldstændig nedbrydning af organisk stof uden forbrug af ilt. F.eks. gærsvampes nedbrydning af sukker til alkohol.

Hauge
Udmark. De vidtstrakte fjeld- og græsningsområder, der ligger uden for *bøen.* (Se denne).

Heterotrofe organismer
(Modsat autotrofe organismer). Organismer, som kræver organisk stof tilført for at kunne klare sig. Alle dyr, svampe, de fleste bakterier og nogle enkelte højere planter er heterotrofe.

Indbor
Simpelt redskab til fremstilling af ild. En borepind, der sættes i en hulning i et andet stykke træ, trilles mellem håndfladerne. Gennem den udviklede gnidningsvarme kan træet antændes. Virkningen kan forøges på forskellig måde f.eks. ved at boret drejer med en bue, hvis streng griber omkring boret, et såkaldt *buebor:* når buen føres frem og tilbage drejer boret rundt.

Kapitalisme
Økonomisk samfundssystem, hvor de vigtigste produktionsmidler er i hænderne på et borgerskab - kapitalisterne - der gennem denne *private ejendomsret til produktionsmidlerne* udbytter lønarbejderne. Lønarbejderne ejer kun deres arbejdskraft, som de er nødsaget til at sælge for at leve. Hvorledes lønarbejdernes arbejdskraft skal anvendes bestemmer kapitalisterne gennem deres ret til at lede og fordele arbejdet.

Komponent
En del af en helhed, et element i et system. F.eks. indgår kvælstof som komponent i ethvert biologisk system.

Konventionelt
Traditionelt, noget der er anerkendt eller almindeligt benyttet.

Korrosion
Opløsning på grund af tilføring af ætsende stoffer, f.eks. svovlsyre, der dannes ved forurening af luften.

Kvan
Skærmplante, der i gamle dage blev benyttet som forebyggende og helbredende middel mod blandt andet skørbug. På Færøerne var kvanen et yndet nydelsesmiddel og samtidig et udmærket kosttilskud i forårsmånederne, hvor føden var knap.

Liberalisme
Det tidligt-kapitalistiske samfunds ideologi. Udtryk for det dengang progressive borgerskabs tanker om den enkeltes frihed knyttet til privat foretagsomhed og ejendomsret. Tidligere stod liberalismen i modsætning til det feudale samfunds stivnede forhold, i dag i modsætning til det monopol-kapitalistiske samfund, hvor de store monopolers sammenknytning med statsmagten kommer i modstrid med de liberale ideer. Ofte anvendes ordet dog også som et mere positivt klingende udtryk for det kapitalistiske samfund.

Marketal
Et tal, der indtil slutningen af 1800-tallet var grundlag for udskrivning af skatter på Færøerne. Det udtrykker den produktionsmæssige værdi af landbruget, men hvorledes denne værdi oprindeligt (sandsynligvis i 1100-tallet) blev anslået er der uenighed om. Marketalsystemet har været udbredt i størstedelen af Vesteuropa (også i Danmark), hvor det har dannet grundlag for det feudale samfunds udskrivning af skatter og afgifter.

Marint
Noget der har med havet at gøre, f.eks. marine fisk = havfisk.

Mikroalger
Primitive planter (alger) af mikroskopisk størrelse.

Mikrober
Organismer af mikroskopisk størrelse, blandt andet bakterier.

Mikrobiel økologi
Økologi, som beskæftiger sig med de elementer og processer i økosystemet, som især knytter sig til bakterier og svampe (mikrober).

Multinational
»Mangestatslig«. En multinational koncern har som regel hovedsæde i et land, men da den ofte har dannet talrige datterselskaber og har opkøbt banker i andre lande, har den mistet sit nationale præg. Ofte kan systemet af datterselskaber blive så indviklet, at det bliver næsten umuligt at bestemme koncernens nationale tilhørsforhold. Verdens største multinationale koncern er General Motors med en årsomsætning på ca. 19 milliarder dollars (1970).

Nedbryderkæde
En fødekæde, hvor dødt organisk stof optages af mikroorganismer (første led), som fortæres af dyr (andet led), som evt. ædes af rovdyr.

Nettoproduktion
Det stofoverskud, som en organisme danner i løbet af en given måleperiode. Nettoproduktionen er lig med bruttoproduktionen ÷ hvad der heraf er forbrugt ved respirationen i måleperioden.

Nytteproduktion
Den del af den organiske produktion, som mennesket direkte er interesseret i at udnytte, f.eks. kernerne i kornproduktionen.

Optimering
At optimere en produktion vil sige at anvende og kombinere de forskellige faktorer, der indgår i produktionen på en sådan måde, at den størst mulige produktion opnås. Den størst mulige produktion kaldes tilsvarende *optimum*. Når man taler om optimering, er det vigtigt at holde sig for øje, præcist hvad det er, der optimeres: ofte er formålet med »produktionsoptimering« således ikke at optimere produktionen, men at optimere det økonomiske overskud ved produktionen.

Optimum
Se optimering

Planktonisk
Hørende til planktonet, der er de organismer (planter og dyr incl. æg) der svæver i vandet. (Modsat nektonet, der er de større dyr, f.eks. fisk, der aktivt svømmer omkring.)

Primærproducenter
De organismer, der udfra uorganiske bestanddele opbygger organisk stof (f.eks. de grønne planter), og dermed danner basis for de heterotrofe sekundærproducenter.

Primærproduktion
Opbyggelsen af organisk stof udfra uorganiske bestanddele (salte, vand og energi).

Produktionsmidler
Produktionsmidlerne omfatter blandt andet jorden, råvarer, redskaber, maskiner, bygninger og transportmidler. Altså de fysiske omstændigheder, der er nødvendige for at producere.

Profit
= overskud, fortjeneste. Af den værdi, der skabes ved et arbejde, udbetales en del til arbejderen som løn. Resten - merværdien - tilhører kapitalisten, som ved salg af den producerede vare realiserer merværdien som profit.

Radioaktiv
Radioaktive stoffer er stoffer, der udsender stråling i forbindelse med en stadig indre omdannelse af stofferne. Strålingen kan ikke ses, men viser sig ved at den er i stand til at påvirke en fotografisk plade, bringe visse (fluorescerende) stoffer til at lyse og gøre den luft, den passerer, ledende for elektricitet. Radioaktiv stråling er i stand til at dræbe levende celler og ændre arveanlæg.

Reservoir
Egentlig en kunstig sø, der tjener til at regulere et vandløbs vandføring, idet vandet opsamles og tilbageholdes i perioder, hvor vandmængden er rigelig, for atter at frigives, når vandmængden i vandløbet kun er lille. Enhver form for beholder, der på samme måde virker som en regulator for et stof, der strømmer igennem den, kan tilsvarende betragtes som et reservoir.

Resistens
Modstandsdygtighed hos en plante- eller dyreart over for en gift eller en snylter, f.eks. har man ved planteforædling kunnet fremavle nytteplanter, der er resistente over for visse skadedyr. Omvendt har visse skadeorganismer udviklet resistens over for bekæmpelsesmidler, f.eks. fluer over for DDT, visse bakterier over for penicillin.

Respiration
Samlebetegnelse for en bestemt type processer i dyr og planter; nemlig de processer inde i cellerne, hvor organisk stof forbrændes, d.v.s. nedbrydes på en måde, så der forbruges ilt og frigøres energi.

Ressourcer
Egentlig: udvej, hjælpekilde, erhvervskilde, altså de naturmæssige og samfundsmæssige forudsætninger for produktionen. Snævert: de naturmæssige forudsætninger, der oftest deles i fornyelige ressourcer (f.eks. landbrugsproduktion, træ) og i ikke-fornyelige (mineraler, olie o.s.v.), men opdelingen er ikke skarp.

Sekundærproduktion
Stofproduktionen (opbyggelsen af organisk stof) i fødekædens andet, tredje og følgende led.

Skipan
Oprindeligt en forordning, især om de mange kongelige forordninger, der blev udstedt i 1200-tallet til supplering af den norske landslov. Det færøske »fårebrev« fra 1298 var netop af denne type og indeholdt regler for, hvor stor husdyrbesætningen skulle være på bestemte arealer. Skipan blev således bl.a. et tal for, hvor mange får, der skulle græsse i haugen.

Socialisme
Samfundsform, der især er kendetegnet ved at privatejendomsretten til produktionsmidlerne er ophævet og erstattet med fælleseje. Socialismen skal ses som den samfundsform, der afløser kapitalismen og bereder vejen for det kommunistiske samfund. Udviklingen af socialismen finder i dag sted under forskellige historiske betingelser i USSR, Kina, Østeuropa, Syd-østasien, Cuba samt forskellige afrikanske stater.

Succession
En karakteristisk (forudsigelig) rækkefølge af plante- og dyrearter, der afløser hinanden i et økosystem. Overlades økosystemet til sig selv vil successionen lede frem mod et såkaldt klimaksamfund.

Symbiose
Harmonisk samliv mellem individer af to eller flere dyre- eller plantearter til fordel for begge (alle) parter.

Synergi
(Græsk sammen med). To stoffer virker synergetisk, når de virker i samme retning. Herved kan de gensidigt forstærke hinandens virkning, således at den samlede effekt bliver større end summen af virkningerne, hvis de virkede hver for sig.

Synøkologi
Økologiske studier, der beskæftiger sig med flere arter på een gang, arter der på een eller anden måde indgår i en sammenhængende helhed, f.eks. inden for et økosystem. (Se også *autøkologi.*)

Tolerance
Ved tolerance forstås den følsomhed et biologisk system (et individ, en bestand, et økosystem) har over for en eller anden faktor. Tolerancen afgrænses af en tolerancegrænse, hvor der kan være en øvre og/eller en nedre. Denne bestemmes af, hvor meget systemet kan tåle uden at det ændres eller går til grunde.

Trofiske niveauer
Ved et trofisk niveau forstås alle de organismer i et økosystem, som befinder sig i samme led i en fødekæde, d.v.s. har samme »afstand« til fødekædens første led, primærproducenterne.

Trofiske strukturer
Samspillet mellem et økosystems fødekæder og fødenet, og størrelsen af respiration og produktion i økosystemets forskellige dele resulterer for hvert økosystem i en karakteristisk trofisk struktur.

Vegetation
Plantedække.

Økosystem
En del af naturen med alle dens biotiske og abiotiske komponenter og de processer, der foregår imellem dem. Økosystemet afgrænses fra omverdenen ved i nogen grad at have lukkede stofkredsløb og ved en nogenlunde afgrænselig energigennemstrømning. Eksempler på økosystemer er en dam, en skov, et træ.

FORSLAG TIL VIDERE LÆSNING

Kapitel 1
NOAH: *Nogle oplysninger om den jord, vi lever sammen på.* NOAH 1970.
En spændende og tankevækkende billedbog om den måde »vi« i den vestlige verden behandler os selv, hinanden og vort miljø på.
Odum, E. P.: *Samspelet i naturen - en introduktion til ekologien.* Stockholm 1966.
En populær introduktion til den biologiske økologi, med flere eksempler på undersøgelsesmetoder.

Kapitel 2
Mamdani, M.: *Myten om befolkningskontrol.* Mellemfolkeligt Samvirke. 1974.
En undersøgelse af effekten af et storstilet program for befolkningskontrol i nogle indiske landsbyer.
Riismøller, P. *Sultegrænsen.* Nyt nordisk forlag. 1972.
En historikers fængslende skildring af de fattige og usikre kår langt størstedelen af befolkningen har været underlagt helt op til vore dage.

Kapitel 3
Nansen, F.: *Eskimoliv.* Oslo 1930.
Den berømte polarforskers letlæselige og detaillerede skildring af det grønlandske fangersamfund.

Kapitel 4
Landt, J.: *Forsøg til en beskrivelse over Færøerne.* 1800. Genoptrykt Tórshavn 1965.
Heinesen, W.: *Det gode håb.* Gyldendal 1964.
Romanen, der er en mesterlig skildring af det færøske klassesamfund i slutningen af 1600-tallet, er en nøgleroman, der ligger tæt op ad det omfattende historiske kildemateriale fra denne tid.

Kapitel 5
Buch-Hansen, M. m.fl.: *Om geografi.* Hans Reitzel 1975. Omhandler udviklingen af det kapitalistiske verdenssystem.
Meadows, D. M. et al.: *Grænser for vækst.* Gyldendal 1972.
Et forsøg på at finde beregningsmetoder, der kan vise os, hvad der sker med forurening, ressourceknaphed og befolkning, hvis den nuværende udvikling fortsætter.
Galtung, J.: *Økologi og klassekamp.* Chr. Ejlers 1972.
En spændende og principiel kritik af grundlaget for »grænser for vækst«.

Kapitel 6
Ansbæk, J. m.fl.: *Energi og udvikling i økosystemer.* NOAH 1973.
En grundig gennemgang af energiforhold og balancemekanismer i naturen. 185 s.

Kapitel 7
Praktisk viden om miljøgifte. Fremad 1974.
En lidt dyr, men grundig håndbog om miljøgifte. 336 sider. I samme serie fore-

ligger på svensk: Vattenmiljön (496 s), Luftmiljön (385 s.), Ekologi och landskap (387 s.) og Naturtilgångar och miljöplanering.

Kapitel 8

Fenchel, T.: *Almen Økologi.* Akademisk forlag 1972.
Gennemgår populationsdynamik, populationsenergetik og økosystembegrebet. Visse dele af bogen kræver forhåndskendskab til basal integral- og differentialregning. 210 sider.

Kapitel 9

Agger, P.: *Grænser for vækst i fiskeriet.* Fisk og hav 1973.
Fisk og Hav: Et tidsskrift, der udkommer 1 gang årligt. Bringer på dansk populære artikler om havforskning.

Kapitel 10

Østergaard, T. V.: *Forurening fra energiomsætningen.* Gyldendal 1972.
Handler om forureningen fra den traditionelle energiproduktion. 70 s.

Kapitel 12

Kragh, H. og L. S. Striegler: *Miljøet som vare.* RUC-forlag 1974.
Bogen omhandler udviklingen af antiforureningsindustrien i Danmark, der domineres af de store koncerner, især F. L. Smidth.

VIGTIGSTE REFERENCER

Agger, P.: Grænser for vækst i fiskeriet. *Fisk og hav 73.*

Braestrup, et al.: DDE, PCB and Aldrin Levels in Arctic Birds of Greenland. *Bull. Envir. Cont. Tox. Vol. 11, No. 4, 1974.*

Brandt, J.: *Det færøske marketal som landbrugsmæssigt produktionsmål.* Upubliceret speciale fra Geografisk Institut, Københavns Universitet 1973.

Brandt, J. og R. O. Rasmussen: *Historisk materialisme og økologiske kriser.* Kulturgeografiske hæfter nr. 6. København 1976.

Brandt, J., M. Kruse og S. Skovmand: *Ressourcer - deres betydning for i-lande og u-lande.* FN-forbundet 1974.

Brosser. C.: Air-borne Acid. *Ambic, Vol. 2, No. 1-2, 1973.*

Clausen, J. et al.: The Contents of Polychlorinated Hydrocarbons in Arctic Mammals. *Bull. Envir. Cont. Tox. Vol. 12, No. 5, 1974.*

Commener, B.: The Closing Circle. London 1973.

Cortzen, N. m.fl.: *Grønlændernes sociale historie, bd. 1.* Demos (Udkommer 1976).

Fjodorow, E. K.: *Die Wechselwirkung zwischen Natur und Gesellschaft.* Berlin 1974.

Folketingstidende 1973.

Forslag og betænkninger afgivne af den Færøske landbokommission, København 1911.

Holdren, J. P. og P. R. Erlich: *Global Ecology,* New York 1971.

Isotopcentralen: *Kviksølv i fisk, 1968-1972.* Sag nr. 6. 10 B, sept. 1972.

Kragh, H. og L. S. Striegler: *Miljøet som vare.* RUC-forlag 1974.

Landt, J.: *Forsøg til en beskrivelse over Færøerne. 1800.* Genoptrykt Tórshavn 1965.

Mamdani, M.: *Myten om befolkningskontrol.* Mellemfolkeligt Samvirke 1974.

Mandel, W. M.: *The Soviet Ecology Movement.* Science and Society XXXVI 1972.

Meadows, D. M. et al.: *Grænser for vækst.* Gyldendal 1972.

NOAH: *Nogle oplysninger om den jord vi lever sammen på.* NOAH 1970.

Popp Madsen, K.: Sild i Nordsøen - men hvor mange? *Fisk og hav 73.*

Rjabcikow, A.: Mensch und Umwelt. *Petermanns Geographische Mitteilungen,* nr. 1, 1974.

Stålfelt, M. G.: *Växtekologi.* Stockholm 1960.

Sutton, D. B. og N. P. Harmon: *Ecology:* Selected Concepts. London 1973.

Taylor, G. R.: *Dommedag*. Lademann 1970.
Teknisk leksikon, bd. III, red. Harald W. Møller m.fl. Forlaget for Faglitteratur 1972.
Trap, J. P.: *Danmark, bd. XIV*. Gad 1970.

Vegetationsbilder, 3. Reihe, Heft 8. Jena 1906.

Westing, A. H. og E. W. Pfeiffer: The Cratering of Indochina. *Scientific American, Vol. 226, No. 5, May 1972.*

Østergaard, T. V.: *Forurening fra energiomsætningen*. Gyldendal 1972.

BØGER OG TIDSSKRIFTER, HVORFRA DER ER BRUGT ILLUSTRATIONER

Commener, B.: The Environmental Costs of Economic Growth. *Chemistry of Britain, Vol. 8, No. 2, Feb. 1972.*

Danmarks Natur, bd. 6. Politiken 1969.

Faroe Sea Food. L/F Föroya fiskesöla 1948-1973. Tórshavn 1973.
Fisk og hav 73, København 1974.

Hansen, V.: *Danmarks kulturgeografi*. Gyldendal 1967.

Jacobsen, J.-F.: *Færøerne. Natur og folk*. Tórshavn 1970.
Jensen, A. og B. Kledal: *Den industrielle revolution i England 1780-1850*. Gjellerup 1971.

Landsplanudvalgets sekretariat: *Strandkvalitet og fritidsbebyggelse*. Publikation nr. 15, sept. 1966.
Larsen, Leif: *Vi ødelægger Danmark*. Hans Reitzel 1970.

Madsen, B. L.: *Økologiske grundlove 7.-9. skoleår*. Danmarks Radio 1974.
Meadows, D. M. et al.: *Grænser for vækst*. Gyldendal 1972.
Meddelelser fra Danmarks fiskeri- og havundersøgelser. Ny serie 5, nr. 1.
Møller Christensen, J.: *Havet som næringskilde*. Haase 1970.

Nansen, F.: *Eskimoliv*. Oslo 1930.
NOAH-bladet nr. 14/15. NOAH 1972.
NOAH: *Nogle oplysninger om den jord vi lever sammen på*. NOAH 1970.

Odum, E. P.: *Fundamentals and Ecology*. New York 1971.
Oikos, årg. 24, nr. 1. Munksgaard 1973.
Overgaard Nielsen, B.: *Stof og energi i naturen*. Haase 1973.

Petermanns Geographische Mitteilungen, nr. 1, 1974.
Phillipson, J.: *Ecological Energetic*. London 1966.

Rink, H.: *Danish Greenland, its People and Products*. Arnold Busck 1974.
Rjabcikow, A.: Mensch und Umwelt. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, nr. 1, 1974.

Scientific American, May 1972.
Smith, R. L.: *Ecology and Field Biology*. London 1966.
Stuggren, B.: *Grundlagen der Allgemeine Ökologie*. Jena 1971.

Indeks

A

abiotiske faktorer 25, 143
absorbering af sollys 102
adaptation 152ff
afløvning 192f
Agent Blue 193
ajle 132
alderssammensætning 165, 167
aldrin 138
ammoniak 138
Angmagssat 47
antalspyramide 112f, 113
antiforureningsteknologi 210
arbejdsdeling 52, 53, 92
arbejdskraft 30, 35, 74, 80
arbejdsredskaber 55
arsenforbindelser 193
arv 27, 28
atomkraft 81, 184ff
autotrofe organismer 102
autøkologi 23
autøkologisk 22

B

baggrundsstråling, naturlig 185
balancemekanisme 27, 140ff
befolkningseksplosion 30, 34
befolkningsproblem 30
befolkningstal, Færøernes 74
befolkningstilvækst 87
bestandstørrelse 142
Biafrakrigen 193
bioakkumulation 136ff, 154
biomasse 105, 112, 126, 148, 190
biomassepyramide 112, 113
biosfære 27
bladlus 112
blyindhold i benzin 208
blærepil 46
bombehuller 194
borgerskab 81
botanisk økologi 23
bruttoproduktion 103, 116
byg 62
bygd 61
bælgplanter 132
bø 62
bøgeskov 109, 140, 145, 146

C

cellulose 103
chokolade 78

D

dafnier 118
Dalur 62
dambrug 168
dampmaskine 106
DDE 138
DDT 135, 152, 219
drivhus 130, 182
drivhuseffekt 181
dry-farming 130
dræning 77
dæmningsprojekt 19
dødelighed 32, 34, 163, 167, 219
dødsfald 142

E

ejendomsforhold 65, 79
ejendomsformer 54, 79
elektricitet 81
elektricitetsfremstilling 19
energi 100ff, 106f, 110, 114, 120, 122, 181, 184
energiformer 106f
energiomsætning 101, 106f
energiregnskab, jordens 122
energipyramide 113
energiressourcer 17
energistrøm 27, 107, 172
epidemier 31
erhverv, primære 92
-, sekundære 92
-, tertiære 92
erosion 128, 129, 204, 221
eutrofiering 134
evapotranspiration 127

F

familieplanlægning 35
fangerværktøj 52
fangstblære 52
fangstline 52
FAO 222
fedtsten 52
fedtstoffer 103
feed-back 140
ferskvandsøkologi 23
fiskeressourcer 17, 119ff, 161ff
fiskeribiologer 171, 172
fiskeriindsats 161, 162, 163, 215
fiskerimetoder 161
FLN 192
fluebekæmpelse 153
forbrænding 101
forurening 86, 134, 135ff, 148, 174, 205ff, 207
forurening af havene 174
-, af luften 175ff
Forureningsrådet 208
forvitring 125
fosfat 115, 133
fosfor 102, 132
fossile brændstoffer 182ff
fotosyntese 102ff, 116
fuglefangst 63
Færøerne 60ff
Færøske landbrugssamfund 60ff
fødekæde 108f, 114, 117
fødenet 110, 111, 143
fåreavl 62

G

geogram 126
gifttilvænning 150f
granatsplinter 194
grundvand 125
græsædere 104
gæringer 101
Grønlandsk fangersamfund 43ff, 138
grønne revolution, den 221

H

haki 61
halmafbrænding 128
halveringstid 186
harpun 46, 48
hauge 62
haugeparter 71
havbrug 119
havforurening 174, 213
Heraklit 124, 156
heterotrofe organismer 102
historie 18
hormonforskning 192
hungersnød 30
Húsavík 63
hushauge 63
hvaler 88
hvalbestand 87
hvalfangst 49, 88ff
hvedesorter, højtydende 221

I

i-lande 35
ilt 102
individualisme 56
Indokina 190ff
industrialismen 79
Isotopcentralen 212

J

jordbundsøkologi 23

K

kajakfangst 46, 51, 52, 56
Kampmann, Jens 209
kapital 89f
kapitalisme 91, 206
kapitalister 81
kartoffel 62, 74
kastetræ 46
kernebrændsel 185
klassesamfund 72
klimakssamfund 144, 145f, 147
klimatologisk krig 195
klorofyl 102

kolonier 35
kornavl 61
korrosion 175
kraftfoder 71
kredsløb 27
kukkeur 106
kuldioxid 37, 102, 115, 181, 184
kulturlandskab 38
kunstgødning 125, 132, 133, 223
kunstvanding 129, 130, 223
kvan 62
kviksølv 17, 135, 136, 137, 212f
kvælstof 102, 130ff
kvælstofgødning 131
kvælstofkredsløb 131
kvælstofreserve 130
kødæder 105

L

Landt, Jørgen 76
laterit 191
lav 126, 179, 181
ligevægt, begrænset 156
-, dynamisk 156
-, stabil 156
livscyklus, organismernes 76, 96
los 141
lovmæssighed 29
lovmæssighed, naturvidenskabelig 36
-, økologisk 36
-, økonomisk 91, 96
luftforurening 175ff
lys 115, 116

M

makro- og mikronæringsstoffer 125, 135
malaria 219
malariamyg 194, 219f
marinøkologi 23
marketal 65
maskevidde 168
matematik 18
mekanisering af landbrug 95
mennesket som organisme 39
mikrober 34
mikrobiel økologi 23
mikroorganisme 131
miljø 28
miljø, biotisk 25
miljøankenævnet 210
miljøbeskyttelse 207ff
miljødebat 213
miljøloven 210
miljøproblemer 218
miljøteknologi 211
miljøundersøgelser 211
mos 126
muld 127ff
muldflugt 129
mus 140

N

nation 56
naturafhængighed 56
naturen 38, 202
naturen, indgreb i 17
naturens balance 140
naturfremmede stoffer 18
naturprodukter 81
naturressourcer 83
nedbrydere 104
nettoproduktion 103f, 148, 182
nitrat 115, 131
Nordsøsild 161ff
nytteproduktion 104
næringskilder 53
næringssalte 100, 115, 116

O

Ob-floden 19
olden 140
olie 17, 103
optimalt 63
optimum 149, 150
overførsel 118
overgødning 134
overlevelseskurve 164

P

PCB 138
Picloram 193
plankton 116, 119

planteædere 104
Platon 202
plastic 135
primærproduktion 101f
produktion i havet 114ff
produktionsforhold 33
produktionsredskaber 54
produktionsterritorium 55
produktivitet 32, 81
produktivitet i en fiskebestand 163
profit 89
profitrate 89
proteinstoffer 103
psykologi 18
pyramider, økologiske 113ff
prævention 33ff

R

radioaktiv stråling 185
reaktorulykke 186
recirkulere 84
regnorme 143
rekruttering 163
renjagt 47
rensning af spildevand 85
rensningsanlæg 218
repræsentativt demokrati 57
resistens 152ff
respiration 101f, 116
respirationsvarme 112
ressourcer, fornybare 17, 161
-, ikke fornybare 12
ressourceknaphed 135
rissorter, højtydende 222
Risø-reaktor 185
rumskibsfilosofi 24, 84
»run-away« effekt 156
ræv 141
råstofmangel 86

S

saltholdighed 149
samfund, menneskeligt 29
-, »naturligt« 29
samfundsklasser 35, 39
seksualmønster, kollektivt 55
sekundærproduktion 105f
selektion 153
Seydur 69
Sibirien 19-21
simuleringsteknik 97
skadedyr 143
skadedyrsbekæmpelse 153f, 223
skadedyrskontrol 17, 154
skipan 63
skovøkosystemer 112
Smidth, F. L. 210, 211
smog, fotokemisk 151, 177
snehare 140
sod 176
sollys 102, 151
Sortedamssøen 25
sortsidesæl 48
Sovjetunionen 19ff, 215ff
spiringsevne 126
sprøjterester 193
stabilitet 27, 100, 140ff, 143
stabilitetsområde 154ff
stadium 145
staldgødning 129, 132
stenbider 47
stivelse 103
stofkredsløb 100, 124ff, 148
stofomflytning 78
stofudveksling 124
Stórafjall 63
storbønder 72, 75
struktur 24
struktur, trofisk 143
styrevinger 52
succession 144ff, 146, 147
sukker 102, 103
sult 193
Sundhedsstyrelsen 212
svovl 102, 152, 208
svovldioxid 176
svovlforurening 179
svovlsyre 176ff
sygdomsbekæmpelse 71
synergi 151, 177
syntetiske produkter 81
synøkologi 23
sædskifte 76f, 132
sælfangst 43f
sølvjodidkrystaller 195

T

talg 103
teknologi, fiskeri- 119f
teknologisk udvikling 83
tidevandszone 149
tilbagekobling 140ff, 142, 155
tilpasning 150ff
tilsaltning 223
tin 17
tolerancegrænse 149f
transpirationstab 127
trofiske niveauer 108f, 118
tropeøkologi 190f
tæring 175
tærskelværdi 150, 152, 185
tørke 126
tørveskær 77

U

udpining af jord 77, 202
udstødningsgas 151
udvaskning 77, 127, 128, 194
udvikling i økosystemer 144ff
ukrudt 143
u-lande 33ff, 217ff
uld 72
underernæring 30
urinstof 131

V

vandcirkulation 125, 126, 127
vandets kredsløb 125ff
vandkraftværk 21
vandloppe 116
vandreservoir 19, 125
vandressourcer 17
WHO 221
Vietnam 190ff
vækst 163

Ø

økokatastrofe 18
økologi 23
økologiens anvendelse 159ff
-, begrænsninger 29ff
-, muligheder 17ff
-, udvikling 41ff
økologisk effekt 151
-, krig 190ff
-, krise 17, 18
-, tilpasning 72
økonomi 18
økosystem 25, 27f, 110, 114, 115, 146
økosystem, humant 36, 53, 96
-, naturligt 58, 96
ørreddam 100

Å

åndehulsfangst 45
ånding 101
årgangsstyrke 168
årring 164