

HAV- OG FISKERIBIOLOGI



Siz Madsen

HAV- OG FISKERIBIOLOGI

1. udgave 2008
ISBN 87-90749-08-1

UDGIVER
Fiskericirklen

COPYRIGHT
Fiskericirklen

FORFATTER
Biolog Siz Madsen
Født 1967. Har arbejdet med forskning indenfor marinbiologi i Danmark og Grønland og som miljøkonsulent i Danmarks Fiskeriforening. Er uddannet Cand. Scient i Miljøbiologi og Geografi fra RUC 1996 og her erhvervet en ph.d-grad i Arktisk Plankton Dynamik 2001.

FORSIDEFOTO
Jens Dige

Projektet er finansieret af
Fødevareministeriet og EU's Fiskerisektorprogram FIUF

INDHOLD

	■	FORORD	1
KAPITEL 01	■	HAVETS ØKOSYSTEM - EN INTRODUKTION	2
		FØDEKÆDER	2
		BALANCEN I ØKOSYSTEMET	4
KAPITEL 02	■	HAVETS LIVSBETINGELSER	5
		SALTHOLDIGHED	5
		TEMPERATUR	6
		LYSFORHOLD I HAVET	8
		NÆRINGSSALTE	9
		VANDETS MASSEFYLDE	9
		ILT I HAVET	11
KAPITEL 03	■	HAVETS BEVÆGELSER	12
		BØLGER	12
		TIDEVAND OG VANDSTANDSÆNDRINGER	14
		HAVSTRØMME	15
		VANDRETTE STRØMNINGER	16
		VINDSTUVNINGER	16
		KYSTSTRØM	17
		LODRETTE STRØMNINGER	17
		FRONTER	17

INDHOLD

KAPITEL 04	■	HAVETS PRODUKTION	18
		HAVETS PLANTER	18
		FASTSIDDENDE PLANTER	18
		PLANTEPLANKTON	19
		FORÅRSOPBLOMSTRING	20
		PLANKTONOPBLOMSTRINGER I SPRINGLAG OG FRONTER	21
		DYRELIV I VANDMASSERNE	21
		HVAD SKER DER MED PRIMÆRPRODUKTIONEN?	23
		NY PRODUKTION ELLER GENBRUG	25
		HAVBUNDENS DYRELIV	26
		LAVANDSSAMFUNDET (MACOMA-SAMFUNDET)	26
		FJORDSAMFUNDET (ABRA ABRA ELLER SYNDOSMYA-SAMFUNDET)	27
		NORDSØSAMFUNDET (VENUS-SAMFUNDET)	28
		BLØDBUNDSSAMFUNDET (AMPHIURA-SAMFUNDET)	28
		ANDRE SAMFUND	28
KAPITEL 05	■	HAVOMRÅDER	29
		NORDSØEN	29
		DYBDE- OG BUNDFORHOLD	29
		STRØMFORHOLD	30
		TEMPERATUR	31
		SALTHOLDIGHED	31
		PRODUKTIONSFORHOLD	32
		SKAGERRAK	32
		DYBDE- OG BUNDFORHOLD	32
		STRØMFORHOLD	33

INDHOLD

	TEMPERATUR	33
	SALTHOLDIGHED	34
	PRODUKTIONSFORHOLD	34
	KATTEGAT	
	(OG DE INDRE DANSKE FARVANDE)	34
	DYBDE- OG BUNDFORHOLD	34
	STRØMFORHOLD	34
	SALTHOLDIGHED	35
	TEMPERATURFORHOLD	35
	PRODUKTIONSFORHOLD	36
	ØSTERSØEN	36
	DYBDE- OG BUNDFORHOLD	37
	STRØMFORHOLD	37
	SALTHOLDIGHED	38
	TEMPERATURFORHOLD	37
	PRODUKTIONSFORHOLD	38
KAPITEL 06	SOM EN FISK I HAVET	39
	FISKENS FØDE	39
	VÆKST OG ALDER	40
	LEVEVIS OG ADFÆRD	40
	KUNSTEN AT FORSVINDE	41
	STIMER	41
	FISK VANDRER	43
	FRA ÆG TIL YNGEL	44
KAPITEL 07	FISKEBESTANDE	47
	BESTANDENS STRUKTUR	47
	BESTANDENS STØRRELSE	48
	REKRUTTERING TIL FISKEBESTANDE	48
	DØDELIGHEDEN I FISKEBESTANDE	50

INDHOLD

	BESTANDSVURDERINGER	50
KAPITEL 08	■ DE FISKERIBIOLOGISKE UNDERSØGELSER	51
	HAVUNDERSØGELSER	51
	UNDERSØGELSERNE SKAL KUNNE SAMMENLIGNES	52
KAPITEL 09	■ DEN BIOLOGISKE RÅDGIVNING	54
	FORMÅLET MED RÅDGIVNINGEN	55
	BÆREDYGTIGHED OG FORSIGTIGHEDSPRINCIP	55
	BIOLOGISK SIKRE GRÆNSER	56
	FRA ICES TIL FORVALTNING	58
	FISKERIET OG RESTEN HAVETS ØKOSYSTEM	60
KAPITEL 10	■ ILTSVIND	62
	FOR MEGET AF DET GODE	62
	HVAD ER ILTSVIND?	63
	NEDBRYDNING OG BUNDVENDING	64
	FØLGERNE AF ILTSVIND	64
	HVAD BETYDER ILTSVIND FOR FISKENE?	67
	SER VI ILTSVIND OFTERE?	70
KAPITEL 11	■ ALGESUPPE OG GIFTIGE ALGER	72
	ALGEOPBLOMSTRINGER	72
	SKADELIGE OPBLOMSTRINGER	72
	ALGER SOM ER GIFTIGE FOR MENNESKER	73

INDHOLD

	ALGER SOM ER GIFTIGE FOR FISK	73
	ALGER SOM DANNER GENERENDE STOFFER	74
	FLERE SKADELIGE OPBLOMSTRINGER?	74
	GIFTIGE ALGER SPREDES OG FLYTTES	75
	GIFTIGE ALGER ER IKKE ALTID GIFTIGE	76
KAPITEL 12	■ FORURENING MED FREMMEDE ARTER	77
	SKIBES BLINDE PASSAGERER	77
	HVAD KAN MAN GØRE?	81
	FREMMEDE ARTER MED AKVAKULTURER	83
KAPITEL 13	■ OLIEFORURENING	85
	HVOR KOMMER OLIFORURENINGEN FRA?	85
	HVORFOR ER OLIE SKADELIGT?	88
	HVAD SKER DER MED OLIE I HAVMILJØET?	89
	ØKOLOGISKE EFFEKTER AF OLIFORURENING	90
	EFFEKTER PÅ FISKERIET EFTER BALTIC CARRIER ULYKKEN	91
	HVAD KAN MAN GØRE?	92
	INTERNATIONALE INITIATIVER	92
KAPITEL 14	■ MILJØGIFTE	94
	HVORDAN ENDER MILJØGIFTE I HAVET?	94
	EKSEMPLER PÅ MILJØFREMMEDDE STOFFER	96
	PAH	96
	PCB, HCH OG DDT	96

INDHOLD

	DIOXIN	96
	BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE	97
	ANTIBEGRONINGSMIDLER, FX TBT	97
	HORMONLIGNENDE STOFFER	98
	TUNGMETALLER	98
	BLY (PB)	98
	CADMIUM (CD)	98
	KOBBER (CU)	99
	KVIKSØLV (HG)	99
	EFFEKTER AF MILJØFREMMEDE STOFFER	99
	EFFEKT AF PAH'ER (KULBRINTER) FRA OLIE	100
	ÆG OG LARVER	101
	EFFEKTER AF PCB, DDT OG HCB	100
	EFFEKTER AF DIOXIN OG DIOXINLIGNENDE PCB	103
	EFFEKT AF TBT	104
	EFFEKTER AF HORMONLIGNENDE STOFFER	105
	EFFEKT AF RADIOAKTIVE STOFFER	106
	EFFEKT AF GIFTGAS OG AMMUNITIONSDEPONERING	106
	EFFEKT AF METALLER	106
	HVAD GØR MAN FOR AT UNDGÅ MILJØGIFTE?	107
KAPITEL 15 ■	KLIMÆNDRINGER I FISKERIET	110
	KLIMAÆNDRINGER	110
	DEN TERMOHALINE CIRKULATION	111
	HVAD KAN KLIMAÆNDRINGER BETYDE FOR FISKENE.....	114
	ET BUD PÅ FREMTIDENS FISKESAMFUND	116

INDHOLD

■	LITTERATURHENVISNINGER	120
■	STIKORDSREGISTER	123

FORORD

KÆRE UNGE FISKER

Med denne bog får du mulighed for at lære alt, der er værd at vide om havets biologi. Det omfatter havets bevægelser, økosystem og produktion.

Du lærer også om fiskebestande og forurening, ligesom du får indsigt i den biologiske rådgivning, biologiske undersøgelser mv.

Bogen vil således give dig en masse nyttig information, som du kan bruge i dit fiskeri.

God fornøjelse

Med venlig hilsen

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Niels Wichmann', with a long, sweeping horizontal stroke at the end.

Niels Wichmann.

HAVETS ØKOSYTEM - EN INTRODUKTION

I havet lever der mange forskellige dyr og planter. Alle de levende organismer i havet lever i samspil med hinanden og omgivelserne. Nogle organismer er føde for andre og nogle organismer konkurrerer om den samme føde. I det følgende får du en kort introduktion til det, man kalder havets økosystem. Selvom forskellige havområder er forskellige og altså forskellige økosystemer, så er der også nogle helt generelle træk, der er fælles.

Et økosystem kan beskrives som et miljø med organismer. Det er en samling af organismer: bakterier, svampe, planter og dyr i et afgrænset område. En skov, en savanne, en sø eller et hav er alle eksempler på et økosystem. Udover organismene består økosystemet også af det omgivende miljø. I havet er det blandt andet vandet, salte, mineraler, luftarter og forskellige organiske og uorganiske stoffer.

Alle de levende organismer i et økosystem lever i samspil med hinanden og med omgivelserne. Nordsøen er et økosystem, Østersøen er et andet økosystem. Det er forskellige forhold, der gør sig gældende, som du kan læse om i kapitel 5. Men der er også nogle helt generelle træk, der er fælles for det, man kalder *havets økosystem*.

HAVET

Havet udgør ca. 2/3 af jordens overflade. Ca. 97% af alt vand på jorden findes i havene.

FØDEKÆDER

Det hele starter med planterne, der kan vokse ved hjælp af sollys. I havets økosystem vil der hovedsagligt være tale om planteplankton. Planteplankton er mikroskopiske alger, der svæver frit i vandmasserne. Du kan læse mere om havets planter i kapitel 4. Planteplanktonet bliver ædt af dyreplankton, der er smådyr, der svæver frit rundt i vandet. Dyreplanktonet kan blive ædt af nogle små fisk, der så igen bliver ædt af nogle større fisk osv. En sådan række af organismer, der æder hinanden kaldes en fødekæde:

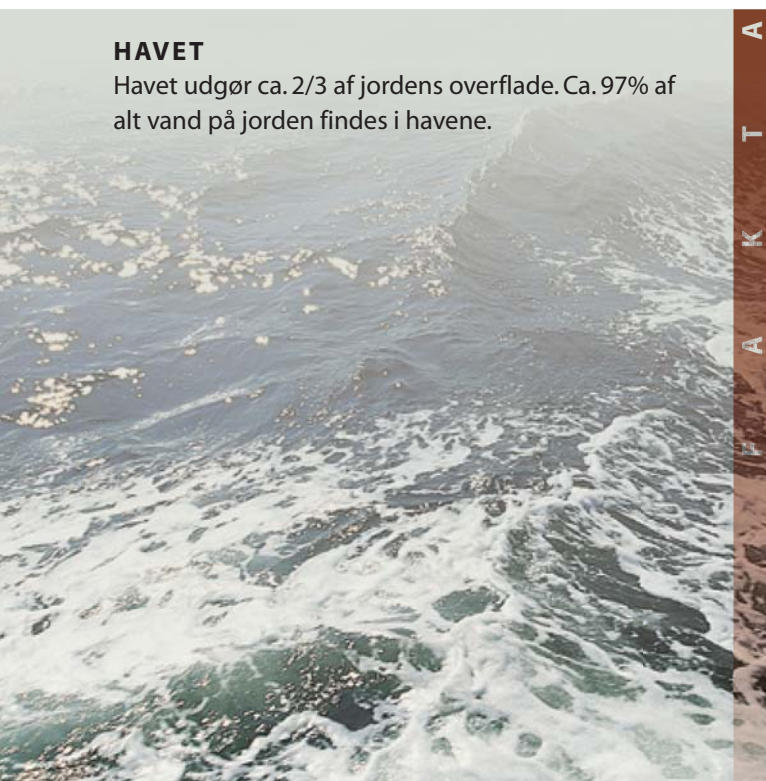
planteplankton ➡ dyreplankton ➡ småfisk ➡ rovfisk

Til sidst i fødekæden kan der også være enten fugle, havpattedyr eller mennesker. Dette er en meget forenklet fremstilling af, hvordan det går til i havet, men det giver en vis forståelse for sammenhængen. I havet er der mange fødekæder og mange af fødekæderne lapper over hinanden og danner et helt net af fødekæder - et såkaldt *fødenet*.

PLANKTON

Ordet plankton er af græsk oprindelse og bruges som betegnelse for de organismer, hvis egenbevægelse er mindre end vandets, og derfor mere eller mindre passivt transporteres med af vandet.

Planktonorganismer er som regel meget små og svære at se med det blotte øje.



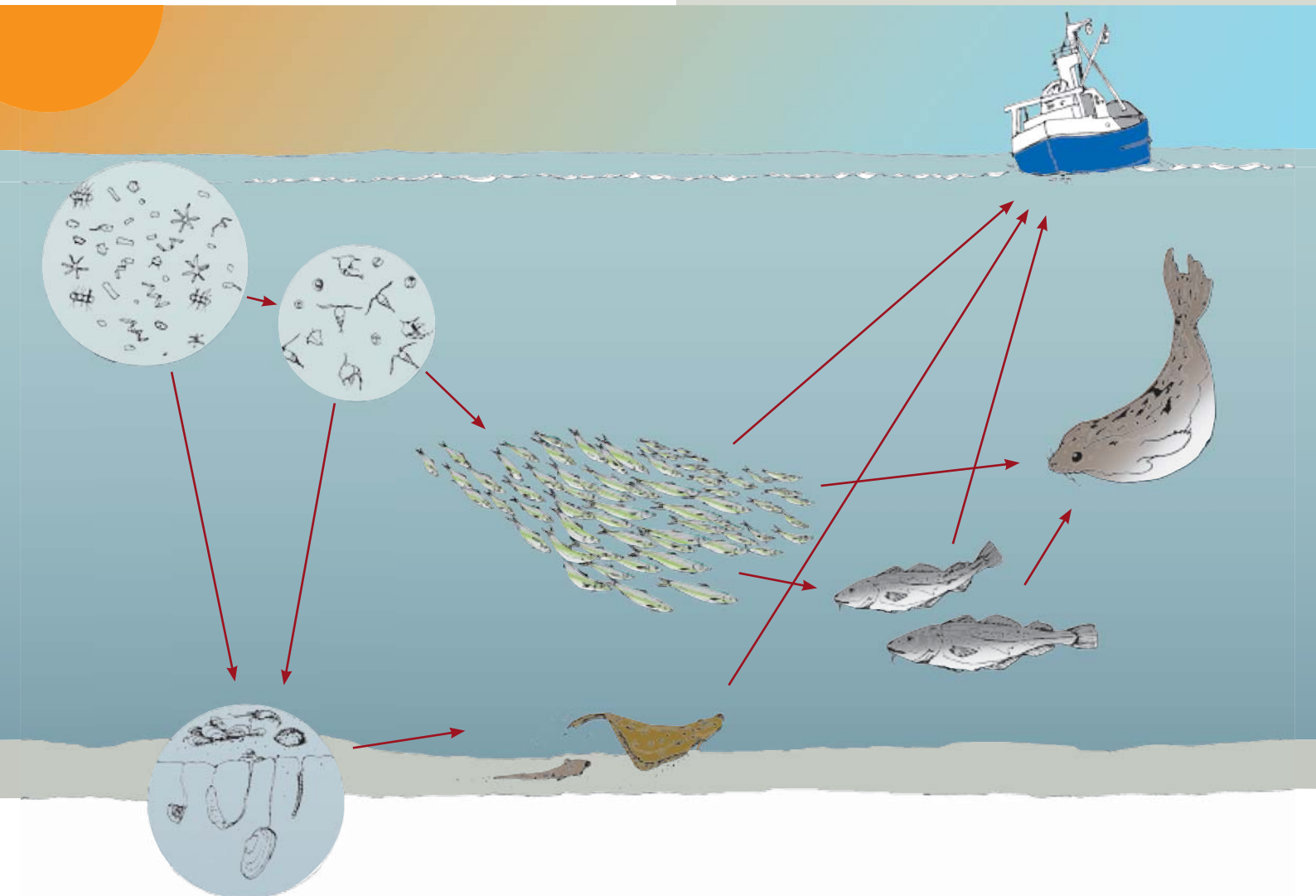
Det planteplankton, der ikke bliver ædt, dør og drysser ned på havbunden (*sedimentation*). Det samme gælder andre døde organismer og ekskrementer. Alt dette organiske materiale kaldes *detritus*. Der er mange organismer på havbunden, der lever af *detritus*. Det gælder f.eks. bakterier, orme, krebsdyr og muslinger. Nogle af bunddyrene æder også hinanden og bliver så igen ædt af fisk. Det bliver hurtigt indviklet, når man forsøger at få overblik over fødekæderne. Hvem æder hvem og hvor meget?

Princippet i en fødekæde er, at man ind-deler de enkelte led i fødekæderne i trin eller niveauer. Hver gang det organiske stof går gennem et led i fødekæden, går en stor del tabt. Det bruges som brændstof ved ånding.

Kun en lille del af det spiste indgår til opbygningen af organismen, dvs. til opbygning af biomasse. Niveauerne vil være de samme i alle fødekæder, men det vil være forskelligt, hvilke organismer, der udgør de forskellige niveauer.

1.1 HAVET SOM ØKOSYSTEM

Figuren her viser en forenklet oversigt over havets økosystem. Mikroskopisk planteplankton udnytter sollys og næringssaltene i vandet til at vokse, så der kommer mere planteplankton. Planteplanktonet ædes af dyreplanktonet osv. En del af planteplanktonet omsættes i vandsøjlen gennem det man kalder *pelagiske fødekæder*, mens en anden del vil synke ud af vandsøjlen og blive omsat på og i havbunden – i det man kalder de *bentiske fødekæder*.

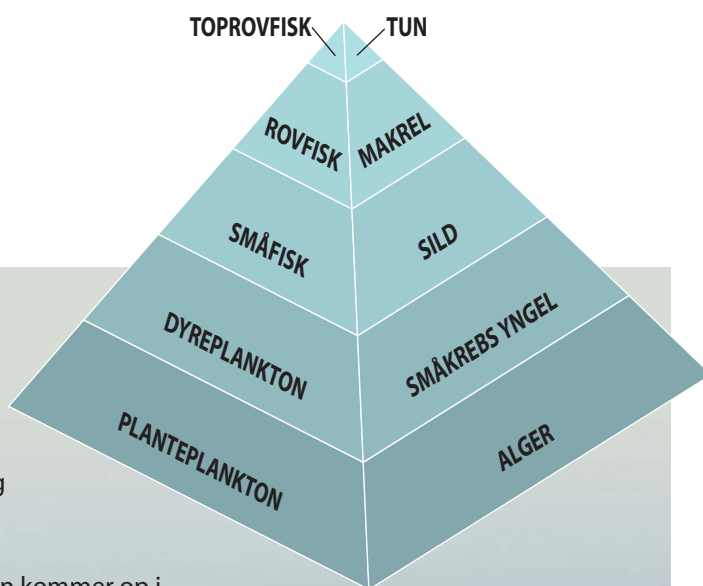


BALANCEN I ØKOSYSTEMET

Fiskebestande er det, man kalder en levende ressource. En levende ressource er i modsætning til f.eks. kul, olie og gas i stand til at formere og genskabe sig. Hvis omgivelserne giver mulighed for det, vil bestanden kunne genvinde en væsentlig del af sin hidtidige størrelse. En given fiskebestand kan dog ikke vokse ubegrænset. Selv uden fiskeri vil der være begrænsninger i form af mangel på føde, ældre fisk æder de yngre, én fiskeart æder systematisk en anden osv.

I dag har fiskeri stor betydning og kan forårsage store forandringer i havets økosystem. Vi ved bare ikke altid hvordan. For hvad sker der egentlig i resten af økosystemet, når man påvirker en del af det. Og hvilke påvirkninger betyder mest. Det kan man kun få svar på, hvis man ved, hvordan de enkelte grupper af organismer i økosystemet, f.eks. fiskebestande, er afhængige af hinanden. Desværre ved man slet ikke nok om disse meget komplicerede sammenhænge.

Man taler ofte om balancen i et økosystem, og det er ofte i forbindelse med, at balancen er forstyrret i en eller anden grad. Et økosystem er nemlig en dynamisk størrelse, der hele tiden reagerer på forandringer i omgivelserne. Der findes næppe noget område på jorden, der ikke i mere eller mindre grad er påvirket af menneskets aktiviteter i form af f.eks. fiskeri eller forurening. Og det gør for så vidt heller ikke noget. Kunsten er bare, at påvirkningen ikke må være større end, at man skal kunne fortsætte sin aktivitet, hvis det er det, man gerne vil. Klimaforandringer kan enten være naturlige eller menneskeskabte og har stor betydning for f.eks. temperatur og havstrømme og dermed livet i havet.



TROFISKE NIVEAUER

Hvert led i fødekæden kan ses som et trin i en pyramide som vist i figuren. Hvert trin kaldes et *trofisk niveau*. En fisk er på et højere *trofisk niveau* end en planktonalge. Hver gang, man går et niveau op, svinder biomassen ind, fordi en stor del af energien og stofferne i føden bruges til at holde organismen i live.

Som tommelfingerregel kan man sige, at jo højere man kommer op i fødekæden, desto større mængde føde skal der til for at producere et kilo fiskekød. I eksemplet vil 200kg planteplankton kun give grundlag for at producere 1kg tun. Det vil sige, at der sker et stort energitab, når man bevæger sig op gennem fødekædehierarkiet.

HAVETS LIVSBETINGELSER

Når to havområder er forskellige, er det fordi de fysiske forhold er forskellige. Forholdene i omgivelserne er meget vigtige for, de planter og dyr, der lever her. Det kan være temperatur-, ilt- eller lysforhold. Det har ikke kun betydning for fiskene men for alt liv i havet og derfor hele økosystemet. I det følgende vil vi se på hvilke forhold, der gør sig gældende. F.eks. er den mest typiske karakter ved havvand, at det er salt.

HYDROGRAFI

Havets fysiske og kemiske forhold kaldes hydrografi. Hydrografen spiller en stor rolle for den biologiske produktion i havet.

F A K T A

SALTHOLDIGHED

Havvandets indhold af salt kaldes også salinitet. Det måles i promille (‰). 1 kg almindeligt havvand indeholder ca. 35g salte og 965g vand og har dermed en saltholdighed på ca. 35‰. Saltet består først og fremmest af almindeligt køkkensalt (*natriumklorid, NaCl*), men det indeholder også andre salte og mineraler. Det kan f.eks. være næringssalte som kvælstof og fosfor, der har stor betydning for planktonalgernes vækst.

De 35‰ er et gennemsnit. Saltholdigheden kan variere. Det afhænger af tilførslen af ferskvand, fordampningen og ikke mindst strømforholdene. Saltholdigheden svinger mest i kystnære farvande. I Østersøen er tilførslen af ferskvand stor og fordampningen forholdsvis lille, mens det i f.eks. Middelhavet er omvendt. I de nordligste dele af Østersøen er saltholdigheden 5‰, mens det i den østligste del af Middelhavet er oppe på næsten 40‰. Når saltholdigheden er lav, kaldes det brakvand. Østersøen er et brakvandsområde.

Saltholdigheden har stor betydning for hvilke dyr og planter, der kan leve i det pågældende havområde. Dyr, som er tilpasset livet i saltvand, kan slet ikke undvære en vis mængde salt. Eksempelvis er der meget færre arter af forskellige organismer i Østersøen end i fx Nordsøen - og det skyldes den lavere saltholdighed.

HVORFOR ER HAVVAND SALT?

Saltet tilføres havene fra land, idet vandet i floder og vandløb opløser ganske små mængder salte ved udvaskning og kemisk forvitring. Når vandet fordampes fra havets overflade, er det uden salt, som derfor opkoncentreres. Det har imidlertid taget millioner af år at nå op på de nuværende ca. 35‰.

F A K T A





Fotos: Biopix og Svend Tougaard, Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg

2.1 ØSTERSØEN

Overfladevandets saltholdighed i promiller (‰). Kortet viser eksempler på en række almindelige arters grænse for udbredelse udefra og ind i Østersøen: Søstjerne, søpindsvin, strandkrabbe, øregople, blæretang, blåmusling, torsk og østersømusling.

Det kender vi fra om sommeren, hvor vandet kun opvarmes meget langsomt, men til gengæld også afkøles langsomt om efteråret og vinteren.

Temperaturen har en direkte indflydelse på dyrelivet i havet. Vandets temperatur er som regel den mest betydende faktor i forhold til en arts udbredelse. De fleste fisk har bestemte temperaturer, som de kan leve i. Det giver ofte en nordlig og sydlig grænse for deres udbredelse.

TEMPERATUR

Havets temperatur svinger meget lidt i forhold til temperaturen i luften. Det skyldes vands meget store varmekapacitet. Varmefylden er et udtryk for, hvor meget energi, der skal til for at opvarme en bestemt mængde af et stof til et bestemt antal grader. Det tager længere tid at opvarme vand end luft. Til gengæld holder vand også bedre på varmen, når det først er varmet op.

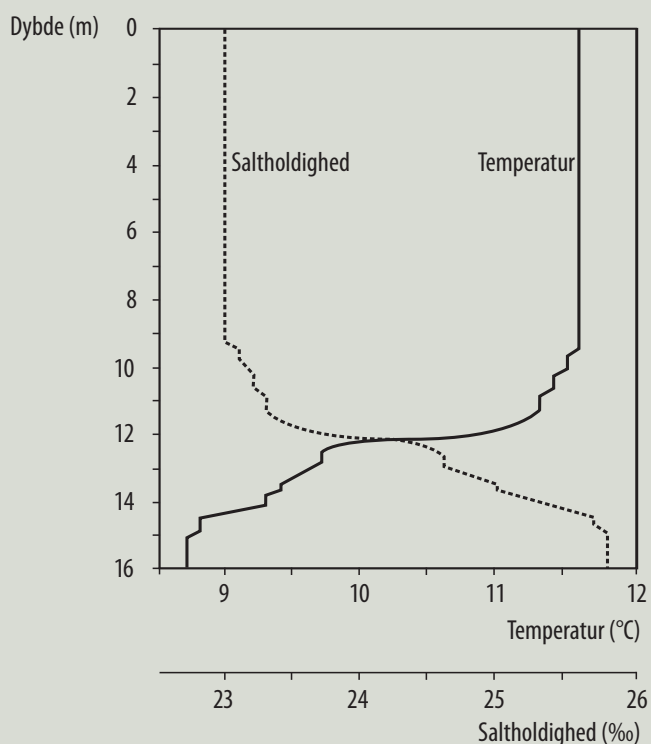
Selv ganske små ændringer i havets temperatur kan have betydning for de dyr, som lever der. Et eksempel på dette er torskens udbredelse ved Grønland, hvor den befinder sig ved sin nordlige grænse. I løbet af 1920'erne steg gennemsnitstemperaturen i de vestgrønlandske farvande ca. 1°C. Det betød store ændringer i økosystemerne som helhed. For torsken betød det, at den trak længere nordpå og gav basis for et meget værdifuldt torskefiskeri ved Vestgrønland.

Man diskuterer meget klimaforandringer og global opvarmning. Præcis, hvilken betydning det har for havets økosystemer og hvilke konsekvenser, det vil have for fiskeriet, er endnu uvist. Men meget tyder på, at der allerede er ved ske noget. Mange mener, at torsken er ved at forsvinde fra den sydlige Nordsø og det skyldes stigende havtemperaturer. Samtidig støder fiskerne oftere på mere *sydlige* arter som f.eks. ansjoser, sardiner og tyklæbet multe.

Udover temperaturens direkte indflydelse på livet i havet, har det også betydning for hvor meget ilt, der kan opløses i vandet og vandets massefylde.

HYDROGRAFISKE MÅLINGER

Man kan lave hydrografiske målinger ved at sænke en CTD ned gennem vandet. CTD er en forkortelse for det engelske *conductivity, temperature og depth*. Det betyder specifik ledeevne, som er en måde at måle saltindhold på, temperatur og dybde. Nogle gange kan CTD'en også være udstyret med forskellige andre sensorer, så man udover temperatur og salt, kan måle f.eks. ilt og lys i forskellige dybder. Billedet til højre viser en CTD, der er udstyret med vandhentere, så man samtidig kan tage vandprøver fra forskellige dybder. CTD'en kobles på en PC'er, og resultatet man får ud, er en lodret (vertikal) profil som vist på figuren.



REMOTE SENSING

Remote sensing er engelsk og betyder fjern registrering. Udtrykket bruges når data fra et område opsamles og fortolkes uden at have været i fysisk kontakt med området. Remote sensing fortages som regel fra enten fly eller satellit. Ved hjælp af satellitfotos kan man f.eks. få kort, der viser et havområdes temperatur i overfladevandet.

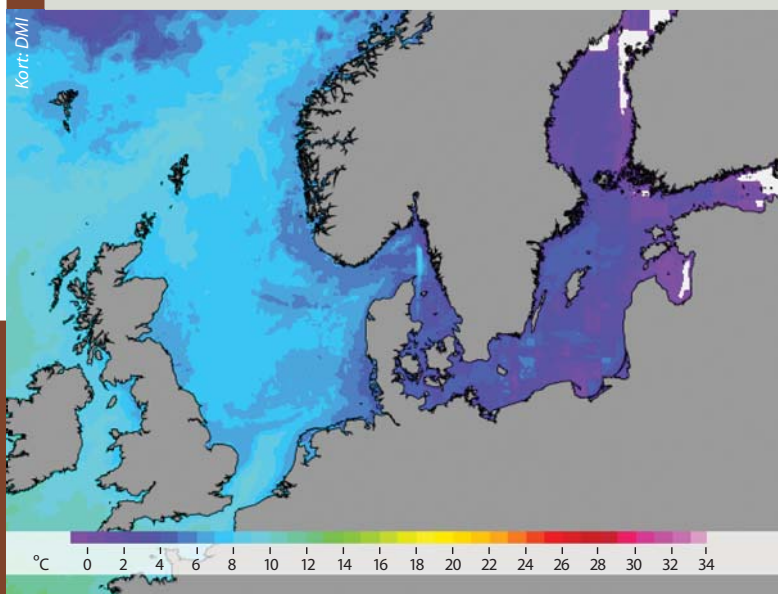


Foto: Joseph D. Warren



LYSFORHOLD I HAVET

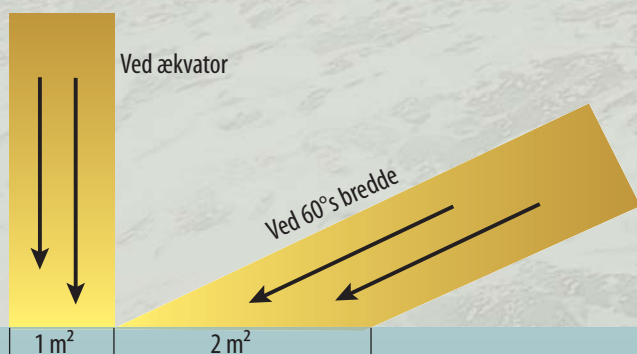
Lys i vandet er en forudsætning for, at havets planter kan vokse. Lyset fra solen når ikke særlig langt ned i vandsøjlen. Det dæmpes (*absorberes*). Det betyder, at ca. 90% af havet er i total mørke. Hvor meget lys, der trænger ned, varierer meget og afhænger af forskellige forhold som:

- Hvor meget lysenergi, der når havoverfladen
- Hvor meget lysenergi, der tilbagekastes fra overfladen
- Vandets gennemsigtighed

Mængde af lysenergi, der rammer havoverfladen, hænger sammen med, hvor man befinder sig på jordkloden, årstiden, tidspunkt på døgnet og ikke mindst vejr-situationen. Lysenergien er højere i perioder med skyfri himmel sammenlignet med en overskyet. Årstiden, tidspunkt og lokalitet afgør, hvilken vinkel sollysets stråler rammer havoverfladen. Jo højere solen står, jo større er solenergien pr. m² havoverflade.

2.2 LYSETS SPREDNING

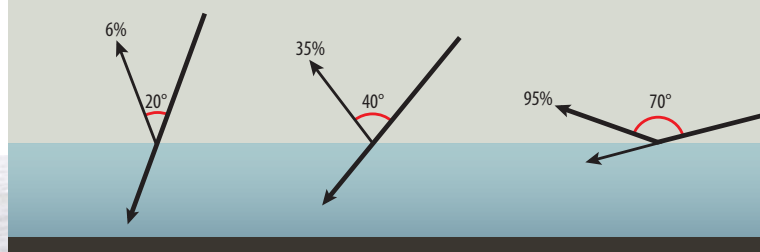
Lysets spredning på havoverfladen ved forskellige breddegrader. Når solen står lige over ækvator (*zenit*), er solenergien pr. m² størst. Ved højere breddegrader bliver solens stråler fordelt over et større areal.



Lysets vinkel med havoverfladen har også stor betydning for hvor meget lys, der tilbagekastes (*reflekteres*) fra vandoverfladen. Det har især betydning ved lave solhøjder, hvor næsten alt direkte sollys tilbagekastes. Nu kommer ikke alle lysstråler direkte fra solen. I skyet vejr spredes lyset i atmosfæren, så det i virkeligheden rammer vandet fra alle retninger. Skum og luftbobler i vandet øger tilbagekastningen, så der trænger mindre lys ned, når havet er oprørt.

2.3 LYSETS TILBAGEKASTNING

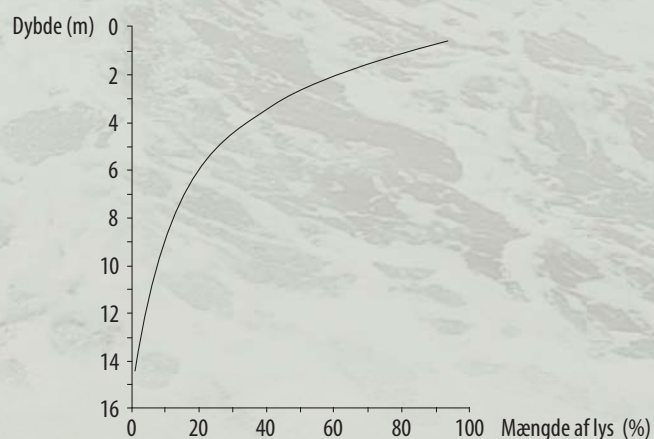
Tilbagekastning af direkte sollys ved forskellige solhøjder.



Det lys, der trænger gennem havoverfladen, absorberes både af selve vandet og af partikler i vandet bl.a. planteplankton. Jo flere partikler der er, jo mindre lys trænger igennem. Planteplankton kan være med til at nedsætte lysmængden i vandsøjlen og dermed skygge for andre planter, så de ikke får lys nok og dør.

2.4 LYSETS DÆMPNING

Eksempel på lysets dæmpning gennem vandsøjlen. Mængden af lys ved havoverfladen sættes til 100%. Lysdæmpningen er et udtryk for den relative lysmængde, der når ned i vandsøjlen. Eksemplet er typisk for de indre danske farvande, hvor ca. 50% af lyset kun når dybere ned end 3-4 m. Under 12 m er der næsten intet lys.



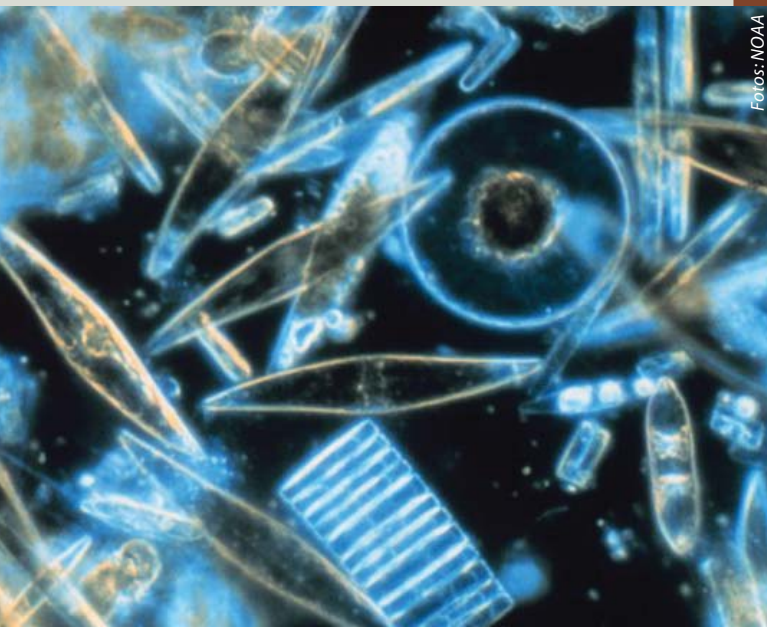
NÆRINGSSALTE

Næringssalte er en anden vigtig forudsætning for, at planktonalgerne kan vokse. Det drejer sig om kvælstof, fosfor og kisel (*silicium*). Kvælstoffet findes både som nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), ammoniak (NH_3) og ammonium (NH_4^+). Fosfor findes overvejende som fosfat (PO_4^{3-}). Kvælstof og fosfor er nødvendig for de fleste planktonalger, mens kisel bruges til at opbygge et slags skelet hos en bestemt type planteplankton - *kiselalgerne*.

Næringssaltene tilføres et havområde fra land, luften og tilstødende farvande. Fra land sker tilførslen enten ved direkte udledning fra punktkilder eller ved udledning og udvaskning til vandløb og søer. Herfra transporteres næringssaltene videre til kystområderne. Den største del af kvælstoffet kommer fra udvaskning og udledning fra landbruget. Tilførslen af kvælstof til havet er størst fra efterår til tidligt forår, da nedbøren er størst, og der er færre afgrøder på markerne på denne tid af året.

KISELALGER

Kiselalger også kaldet *diatoméer*, hører til planteplanktonet. Algerne har et skelet eller to skaller dannet af kisel, der sidder sammen som låget sidder på en madkasse. Nogle af disse organismers kiselskelet danner små børster og pigge som de bruger til at holde sig svævende i vandet med. Kisel (*Si*) er et mineral som er nødvendigt for, at kiselalgerne kan vokse.



FOTOS: NOAA

Fosfor ender ofte i havet sammen med spildevand. Denne tilførsel er næsten konstant året rundt. Derudover findes der en stor mængde fosfor ophobet i havbunden. Fosforen kan frigives under bestemte forhold, f.eks. hvis ilten forsvinder ved havbunden. Du kan læse mere om iltsvind i kapitel 10.

Planteplanktonet har brug for næringssaltene, når de vokser. Den del af planteplanktonet, der ikke bliver ædt, drysser ned på havbunden. Her frigives næringssaltene igen, når de døde planktonalger nedbrydes af bakterier. Det er derfor nær havbunden, der findes flest næringssalte.

VANDETS MASSEFYLDE

Havet kan være opdelt i adskilte vandmasser, der ikke lige blandes. Det skyldes, at vandmasserne ikke har samme massefylde (*densitet*). Det vil sige, vandet er ikke lige tungt i forhold til, hvor meget det fylder. Vandets massefylde afhænger af saltholdighed og temperatur. Jo mere salt vandet er, jo tungere er det. Jo koldere vandet er, jo tungere er det. Vand er tungest ved 4°C. Hvis det altså ikke er salt. Saltholdigheden betyder mest i forhold til massefylde.

Massefylden vil normalt fordele sig med det tungeste vand nederst. En sådan vandmasse kaldes stabil, fordi der skal en ydre påvirkning til for at ændre denne naturlige stabilitet.



Stabiliteten bliver større, hvis der tilføres ferskvand til overfladen eller, der sker en opvarmning af overfladevandet, som tilfældet er om sommeren. Der opstår det man kalder, en lagdeling af vandmasserne. Selv en kraftig vind vil have svært ved at blande vandmasserne.

Grænsen mellem lagene i vandmasserne kalder man for springlaget eller skillefladen. Springlaget virker som en fysisk barriere for transporten af vand og stof mellem de to vandmasser. Lagdeling af vandmasserne findes i de fleste havområder og kan opstå i perioder eller være konstant. Strømmens retning kan være forskellig i de to vandlag. Det er f.eks. tilfældet i de indre danske farvande. Her er det øverste vandlag mere fersk og stammer fra Østersøen. Det nedre vandlag er mere salt og stammer fra Nordsøen.

F A K T A

VANDANALYSER

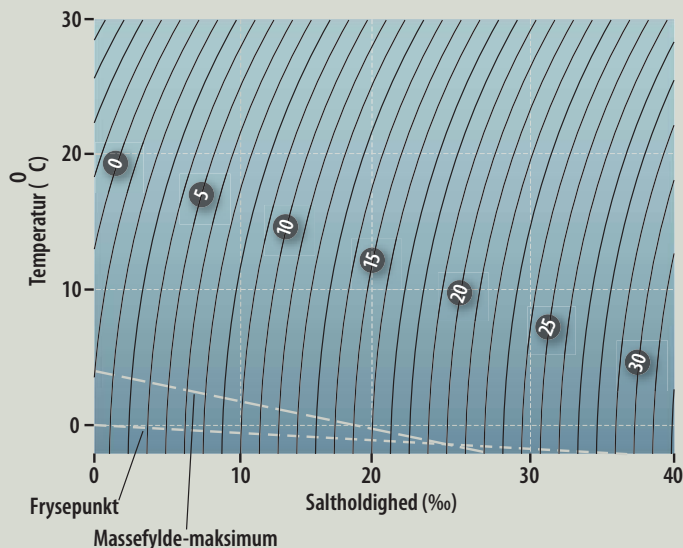
Man kan få en vandprøve fra en given dybde ved at bruge en vandhenter. Ved signal fra skibet udløses vandhenterens lukkemekanisme i den dybde, som man vil have prøven fra. Man kan have mange vandhenter som i denne rosetvandhenter. Så kan man hente vand i flere forskellige dybder. Vandprøverne kan bruges til mange forskellige analyser f.eks. næringssalte. Man kan også kigge på bakterier og de mindste plante- og dyreplankton. Større organismer vil derimod undslippe.



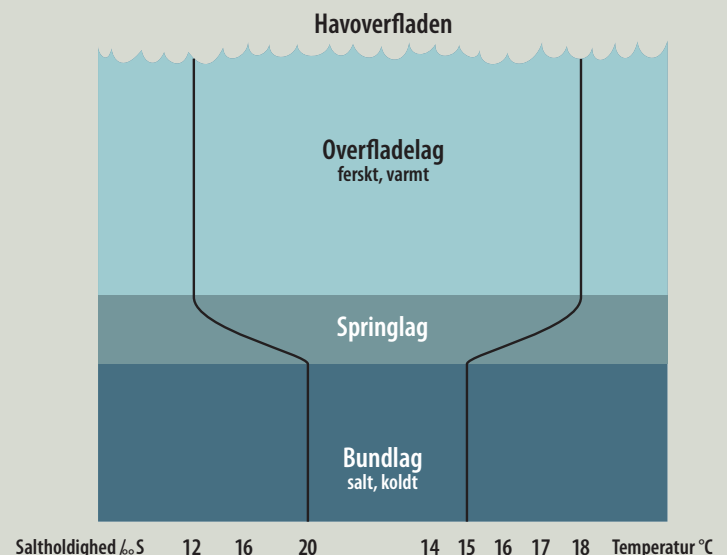
Foto: Dorte Grastrup-Hansen

2.5 VANDS MASSEFYLDE

Skema over vands massefylde. Læg mærke til, at det ikke kun er densitetsmaksimum, der ændrer sig. Frysepunktet er også afhængigt af saltindholdet.



2.6 LAGDELING AF VANDMASSENE



HVORDAN OPSTÅR SPRINGLAG?

Der findes temperatur- og saltspringlag. Man finder også springlag, der er dannet af en kombination af let varmt saltfattigt vand oven på tungere og relativt koldt og saltrigt vand.

TEMPERATURSPRINGLAGET

Det er et samspil mellem sol og vind, der danner et temperaturspringlag. Springlaget dannes om foråret, når solen begynder at opvarme overfladevandet. Det lette varme vand bliver liggende ovenpå det koldere vand, hvis vinden ikke omrører vandet tilstrækkeligt. Når opvarmningen fortsætter, vil der opstå en større og større forskel i massefylden mellem vandlagene. Til sidst bliver forskellen så stor og springlaget så stærkt, at vinden ikke længere kan bryde det.

Springlaget bliver samtidig stærkere, jo varmere vandet er. Forskellen i massefylden mellem vand der 9 og 10°C er nemlig omkring 9 gange større end mellem vand der er 4 og 5°C. Derfor kræver det langt mere vindenergi at bryde et springlag om foråret og sommeren end, det gør om vinteren.

Om efteråret vender billedet. Vandtemperaturen falder, og springlaget bliver derfor svagere. Samtidig begynder det at blæse mere, og vinden vil til sidst nedbryde springlaget. Bunden vil igen få tilført ilt fra overfladen.

SALTSPRINGLAGET

Et saltspringlag opstår, når to vandmasser med forskellig saltholdighed mødes. For eksempel når det lette brakke vand fra Østersøen strømmer ud gennem de danske farvande ovenpå det tungere og saltere vand, der strømmer ind fra Nordsøen og Skagerrak.

Saltspringlaget vil ofte være mindre afhængigt af årstider. Samtidig kan man sige, at et saltspringlag er stærkere end et temperaturspringlag. Forklaringen er, at for hver promille saltholdigheden i vandet stiger, svarer ændringen i massefylde omtrent til en ændring i temperaturen på 6°C. Det kræver altså en del mere vindenergi at bryde et saltspringlag.

ILT I HAVET

De fleste organismer har brug for ilt. Ilt findes opløst i havvand i forskellige mængder. Mængden af opløst ilt i vandet afhænger af temperaturen og saltholdigheden. Jo varmere vandet er, jo mindre ilt kan det indeholde. Vandet indeholder også mindre ilt, jo højere saltholdigheden er.

Iltten dannes, når planterne vokser dvs. under planteplanktonets *fotosyntese* (se kapitel 4). Eller den opløses fra atmosfæren ved spredning (*diffusion*) og ved blanding i perioder med kraftig blæst og bølger. Både planteplanktonets fotosyntese, diffusion og blanding fra luften foregår øverst i vandsøjlen. Men ilten forbruges i hele vandsøjlen. Og den forbruges i særlig grad ved havbunden, når rester af døde planter og dyr – det man kalder dødt organisk materiale eller *detritus* – skal nedbrydes. Iltforbruget kan derfor være meget stort især på havbunden.

Lagdeling af vandmasserne, er ofte medvirkende årsag til dårlige iltforhold ved havbunden. Springlaget virker som et låg, der begrænser tilførslen af ilt fra overfladevandet til bunden.

Udover vindforholdene og stabilisering af vandmasserne er der også andre forhold, der er vigtige for mængden af ilt i vandet. Det kan f.eks. være havstrømme, der fører enten iltrigt eller iltfattigt vand med sig.

DIFFUSION

Luftens molekyler spredes til havets overflade, indtil der er en balance i mængden af ilt mellem luften og vandet. Denne balance betyder, at overfladevandet normalt er fuldstændigt mættet med ilt. Iltens videre transport fra overfladen ned i vandsøjlen sker ved fortsat diffusion, men også ved blanding af vandet. Den transport er vinden i høj grad ansvarlig for. Vinden sikrer nemlig den omrøring af vandet, som blander ilt fra luften og det iltrige overfladevand ned i de dybere vandlag ved bunden.

HAVETS BEVÆGELSER

Havets fysiske forhold hænger sammen med havets bevægelser. Havets bevægelser kan sørge for at bundvandet tilføres frisk ilt i takt med forbruget. De samme vandbevægelser kan desuden sikre, at næringssaltene kommer tilbage til de øverste vandlag, hvor planteplanktonet har brug for dem. Der findes forskellige former for bevægelser og fænomener, der har meget stor betydning for havets produktion.

BØLGER

Hvis man står på et skib og betragter bølgerne, vil det for de fleste være meget vanskeligt at finde to bølger, der er ens. Store og små bølger danner et forvirrende billede. Det er ikke en gang altid til at se, hvilken retning bølgerne bevæger sig i. Det virker mere eller mindre kaotisk. Går man derefter ind på en strandbred og betragter bølgerne, kan man se, at bølgerne fra det dybe vand har forandret sig på deres vej mod kysten.

Bølgeryggen er blevet mere sammenhængende og længere. Der er i det hele taget en større grad af rytme. Men selv her hersker der også en form for kaos. Tænk blot på, hvor forskellig bølgestørrelsen er, når vi bader eller går en tur langs stranden. Bølger opstår som regel ved luftens (vindens) gnidningsmodstand mod vandoverfladen. Kraftig blæst og høje bølger hører sammen.

Bølgenes størrelse afhænger af:

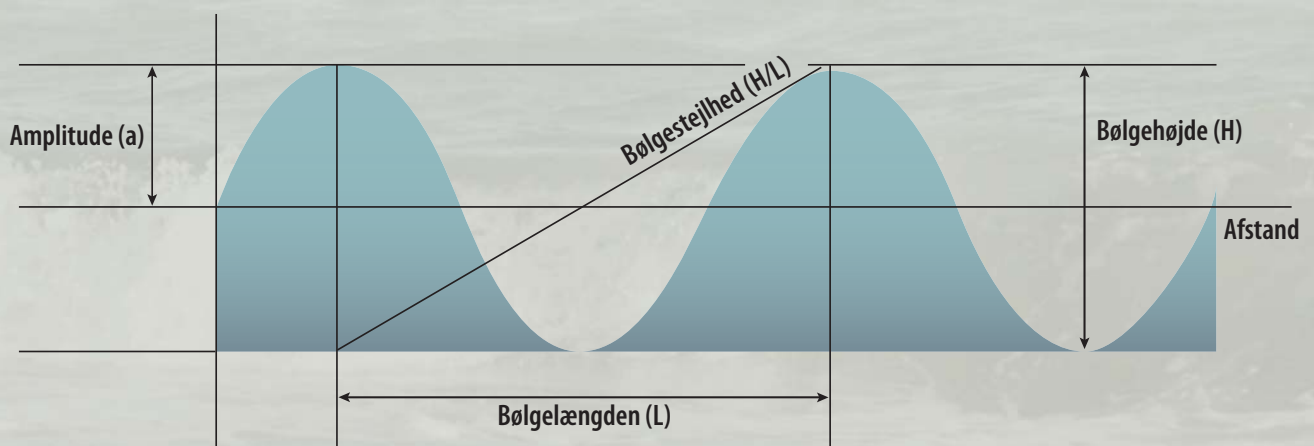
- Vindens hastighed (vindstyrken)
- Vindens varighed
- Den strækning de frit kan løbe over (åbent vand)
- Vanddybden

Bølger beskrives bl.a. ved deres højde og længde. Forholdet mellem højde og længde afgør, hvor stejle eller flade bølger er.

Bølger transporterer ikke materiale, f.eks. vand og partikler, men derimod energi henover eller igennem materialet. Vi kender det, når en genstand ligger i vandoverfladen. Genstanden bevæges op og ned, når bølgerne passerer, men får ikke rigtig nogen bevægelse i en bestemt retning.

3.1 BØLGER

Bølger beskrives ud fra fem forskellige begreber: Højde (H), amplitude, længde (L), stejlhed (H/L) og frekvens. Figuren viser et idealiseret billede af to bølger, der følger hinanden.



DØNNINGER

Dønninger er *gamle* vindbølger. Det kan enten være de bølgebevægelser, der fortsætter efter at vinden er ophørt. Eller det kan være bølger, der bevæger sig bort fra et stormområde. Vindbølger er som regel stejle, hvorimod dønninger er mere flade.

F A K T A

3.2 VINDSTYRKER

Beauforts skala for vindstyrker og deres synlige virkninger til havs.

BEAUFORT NR.	VIND	VINDHASTIGHED		HAVOVERFLADENS TILSTAND	BØLGEHØJDE (meter)
		knob	ms ⁻¹		
0	stille	< 1	0.0 - 0.2	Havblik	
1	luftning	1-3	0.3 - 1.5	Lette krusninger	0,1 - 0,2
2	let brise	4-6	1.6 - 3.3	Vedvarende krusninger, kamme, men ingen breakere	0,3 - 0,5
3	brise	7-10	3.4 - 5.4	Tydelige bølger, let kamdannelse med spredt skumdannelse	0,6 - 1,0
4	let vind	11-16	5.5 - 7.9	Små bølger, bliver længere, mere konstant skumdannelse	1,5
5	vind	17-21	8.0 - 10.7	Moderate og længere bølger	2,0
6	stærk vind	22-27	10.8 - 13.8	Skumtoppe, større bølger med hvide skumtoppe	3,5
7	kuling	28-33	13.9 - 17.1	Havet hæves i større bølger - hvidt skum, blæser i striber i vindretningen	5,0
8	stærk kuling	34-40	17.2 - 20.7	Voksende bølgehøjde - bølger brækker - skum i markerede striber	7,5
9	kuling til storm	41-47	20.8 - 24.4	Høje bølger, tætte skumstriber, dønning, løsrevne vanddråber i luften påv. sigtbarheden	9,5
10	storm	48-55	24.4 - 28.4	Meget høje bølger med krængende kamme, havoverfladen har hvidt udseende, stærke dønninger og nedsat sigtbarhed	12,0
11	stærk storm	56-64	28.5 - 32.7	Usædvanlige høje bølger, havet hvidt af skum, småskibe forsvinder af syne gennem længere tid - sigt yderligere reduceret. Beg. udjævning på bølgeoverflader.	15,0
12	orkan	> 64	> 32.8	Luften fyldt med skum og vand-sprøjt, havet helt hvidt af skumsprøjt og sigtbarhed stærkt reduceret.	> 15

TSUNAMI

Tsunami er det japanske ord for kæmpe store ocean-bølger, der opstår på dybt vand i forbindelse med under-søiske jordskælv og vulkanudbrud. Bølgelængden kan være flere hundrede kilometer, mens selve bølgehøjden typisk kun er en 1 meter. Man kan stort set ikke mærke sådan en bølge til søs. Men når bølgen nærmer sig lavt vand vil dens bølgehøjde vokse samtidig med at hastigheden aftager. Den vil ramme land som en kæmpe flodbølge. Det sker med jævne mellemrum i Stillehavet.

F A K T A

3.3 TIDEVAND

Tidevand - en tænkt situation for højvander. *Springflod* indtræder, når solen, jorden og månen står på linie (*nymåne* og *fuldmåne*). *Nipflod* er, når sigtelinierne fra jorden til solen og månen danner en vinkel på 90° .



TIDEVAND OG VANDSTANDSÆNDRINGER

Tidevandet opstår ved et samspil mellem jordens, månens og solens tiltrækningskraft. Når månen bevæger sig rundt om jorden, kommer der en tidevandsbølge på den side, som vender mod månen og en anden på den modsatte side af jorden. Månen er 24 timer og 50 minutter om at nå rundt om jorden. Så tiden mellem 2 højvande er derfor 12 timer og 25 minutter.

Højvande kaldes også for *flod*, mens lavvande kaldes *ebbe*. Forskellen mellem høj- og lavvande er ikke altid lige stor. Ved fuldmåne og nymåne forstærker solen månens tiltrækningskraft, og tidevandsforskellen er derfor stor. Det kaldes *springflod*. Midt mellem nymåne og fuldmåne, dvs. når månen er halv, virker kræfterne modsat hinanden, og tidevandsforskellen er mindre.

Det kaldes *nippflod*. Andre ting som f.eks. kontinenterne og vanddybde spiller også ind og skaber et meget kompliceret system af tidevandstrømme og tidevandsbølger.

Tidevandet har kun direkte indflydelse på havets plante- og dyreliv specielle steder i kystzonen. Til havs vil tidevandsforskellen være under 1 meter. Tidevandet har dog en indirekte betydning ved at skabe stedvise kraftige strømme som sammen med vindens kræfter er med til at skabe omrøring i vandmasserne.

Vandstandsændringer kan også skyldes vindstuvning. Vindstuvning er, når vinden presser vandet og dermed vandstanden op mod kysten. Vindstuvning kombineret med højvande kan skabe farlige situationer med risiko for oversvømmelser.

3.4 NORDSØEN

Nordsøen er særlig kompliceret, fordi der dannes forskellige tidevandsbølger på forskellige tidspunkter. Tidevandsbølgerne ruller ind i Nordsøen fra NV og SV. Linierne på kortet (A) angiver med en times forskel tidspunktet for højvandsbølgen, der så roterer om de angivne knudepunkter. De største tidevands forskelle findes langs Storbritanniens østkyst. Linierne på kortet (B) viser forskelle mellem høj- og lavvande under springflod.

HAVSTRØMME

Havstrømme ligner på mange måder strømme i luften, det vi kender som vinden. I luften flyttes luftmolekyler, mens i havet flyttes vandmolekyler. Strømme kan til forskel fra bølger flytte genstande og transportere vandmasser over store afstande uden at de fysiske forhold (temperatur, massefylde mm.) ændres særligt meget.

Klima og havstrømme hænger nøje sammen og påvirker hinanden. Klimaet på jorden påvirker havstrømmene, der så igen virker tilbage på klimaet. F.eks. har vi i Nordvesteuropa et relativt mildt klima pga. Golfstrømmen, der har opsamlet sin varme i troperne og kun langsomt afgiver denne varme til de vand/luftmasser, den passerer. Mange fisks livscyklus, specielt deres vandringer, er knyttet til havstrømmene. (se kapitel 6).

Strømme opstår bl.a. pga. vinden og forskelle i massefylde. Det samlede strømbillede kompliceres af jordens rotation samt mødet med kontinenterne og undersøiske højderygge. Der findes både vandrette og lodrette strømninger. Nogle opstår lokalt, mens andre er en del af større strømsystemer.



GOLFSTRØMMEN

Golfstrømmen har stor betydning for varmetransporten fra ækvator til de polare områder. Motoren i disse globale havstrømme er forskelle i massefylde i havvandet. Ved fordampning øges saltholdigheden, og vandet bliver tungere. Det samme sker, når havvandet fryser til is og uddriver saltet. Det tungere vand synker ned og starter en verdensomspændende strømning, der har stor betydning for klimaet og for livet i havet. Det er vinden og jordens rotation, der styrer, hvordan Golfstrømmen løber. I Atlanterhavet betyder det, at der dannes et område uden strømninger - Sargassohavet. Her samles et lag af flydende tang, og det er her man mener, at ålen har sit gydeområde.



VANDRETTE STRØMNINGER

Når det blæser, påvirkes vandmasserne i overfladen af en kraft i vindens retning. Man skulle så umiddelbart tro, at der ville opstå en strøm i vindens retning. Men på grund af jordens rotation afbøjes alle strømme. På den nordlige halvkugle betyder det, at alle strømme afbøjes mod højre fra strømmens retning, som om

EL NIÑO

El Niño er spansk for drengebarnet eller jesusbarnet. Det er betegnelsen for en unormal varm havstrøm, der optræder i de centrale og østlige dele af Stillehavet med 3-10 års mellemrum - oftest omkring juletid. Årsagen er kæmpemæssige forskelle i lufttrykket omkring Indonesien og Australien, der får passatvinden til at skifte retning. Fænomenet har stor betydning for klimaet på hele jorden og har en ødelæggende effekt på fiskeriet langs Sydamerikas vestkyst.

Foto: NASA

den blev påvirket af en kraft vinkelret på strømretningen. Som et samlet resultat af vindkraften og højreafbøjningen fås en overfladestrøm, hvis retning er drejet ca. 45 grader til højre for vindens retning. For at erstatte de vandmasser, der føres bort med vindstrømme opstår en erstatningsstrøm i den modsatte retning.

VINDSTUVNING

Ved vindstuvning presser vinden vandmasserne højere og højere op ind mod kysten. Det betyder, at vandspejlet kommer til at stå skråt. Situationen kendes f.eks. i en østenstormsperiode, hvor vandstanden i de østjyske havne stiger, mens vandstanden i de vestjyske havne er lavere end normalt. En sådan hældning af vandspejlet vil betyde, at der i det samme vandlag vil være et højere tryk der, hvor vandstanden er høj. Når stormen lægger sig, står vandspejlet skævt, og tyngdekraften vil rette op på dette. Det giver en strøm i den modsatte retning af stormen. Men pga. af jordens rotation afbøjes strømmen mod højre, så det endelige strømbillede bliver mere kompliceret.

KYSTSTRØM

På satellitbilleder kan man ofte se vandmasser, der som et vandløb snor sig langs en kyst uden øjensynligt at blive blandet med det omgivende hav. Fænomenet kaldes *kyststrøm*.

Kyststrømmen skyldes udstrømning af fersk let vand, der lægger sig ovenpå det tungere bundvand. Vinden kan så *blæse* det lette overfladevand mod kysten, så vandmasserne ikke blandes. Strømmen vil afbøjes mod højre på grund jordens rotation og resultatet bliver en strøm, der flyder parallelt med kysten.

Langs Jyllands vestkyst løber der sådan en kyststrøm kaldet *Den Jyske Kyststrøm* eller *Jyllandsstrømmen*. Strømmen starter mod syd i Tyske Bugt med vand fra de central-europæiske floder og løber nordpå op langs Jyllands vestkyst. Normalt strømmer den nord om Vendsyssel og videre ud i de østlige dele af Skagerrak og videre nord og vestover. Men i visse situationer kan *Den Jyske Kyststrøm* slå ind i Kattegat og føre vandmasserne med videre ind i de indre danske farvande.

LODRETTE STRØMNINGER

Strømningerne kan også være lodrette, hvor overfladevandet udskiftes med bundvand. En sådan udskiftning kan startes af flere forskellige grunde. Det kan skyldes forskelle i massefylde på grund af forskelle

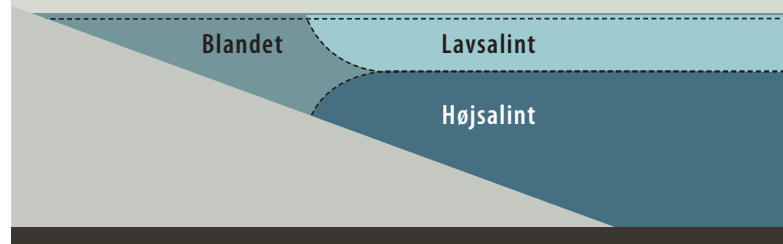
UPWELLING

Upwelling er engelsk og betyder opstrømning. Betegnelsen bruges, når vand fra dybere lag strømmer op mod en kyst eller en kontinentalsokkel og erstatter vand ved overfladen. *Downwelling* betyder omvendt - at overfladevand erstatter dybereliggende vand. En af de vigtigste årsager til *upwelling* i danske farvande er vinden.

Upwelling har stor biologisk betydning, fordi bundvandet bringer næringssalte op til overfladen. Men hvis bundvandet har lavt iltindhold eller indeholder svovlbrinte, kan det have katastrofale følger (læs mere i kapitlet om iltsvind).

3.5 TIDEVANDSFRONT

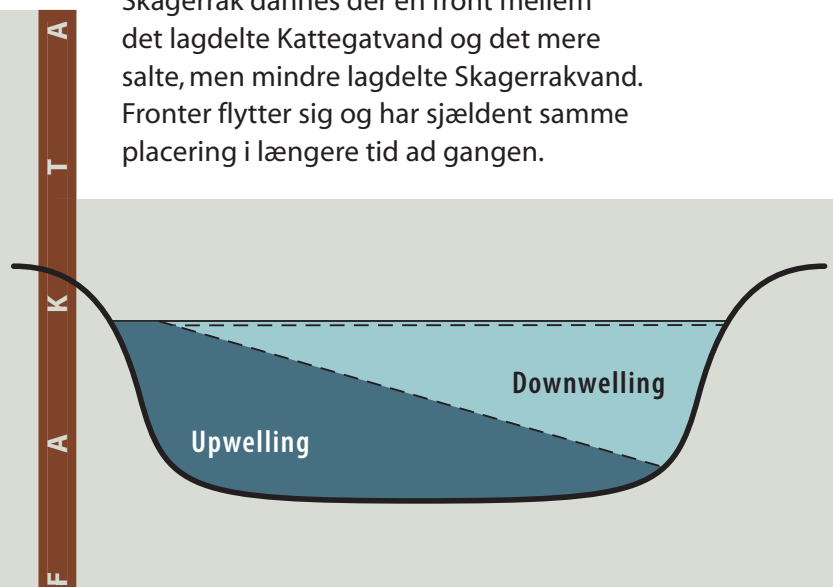
Figuren viser princippet for en tidevandsfront. Tidevandsfronter kan opstå i fladvandede, lagdelte farvande. På grund af gnidningsmodstanden (*friktion*) mod bunden blandes vandmasser tættest mod kysten. Forholdene kendes fra den jyske vestkyst og den sydlige Nordsø.



i temperatur og saltholdighed. Et eksempel på dette er den afkøling og koncentreret af overfladevandet, som sker om vinteren, når der dannes is. Vandmassernes stabilitet aftager. I nogle tilfælde så meget, at overfladevandet af sig selv synker mod bunden og erstattes af bundvand.

FRONTER

En front er en fysisk overgang mellem forskellige vandmasser. Fronter kan opfattes som skilleflader *springlag*, der står oprejst i vandmassen. Fronter opstår eksempelvis som følge af tidevand. Det sker i Nordsøen. Fronter opstår også, hvor strømme fører forskellige vandmasser sammen, f.eks. ved udstrømning fra fjorde og åer. I det sydlige Kattegat opstår fronter, når der er udstrømning gennem Øresund og Bælterne. I overgangsområdet mellem Kattegat og Skagerrak dannes der en front mellem det lagdelte Kattegatvand og det mere salte, men mindre lagdelte Skagerrakvand. Fronter flytter sig og har sjældent samme placering i længere tid ad gangen.



HAVETS PRODUKTION

Det er planteplankton, der udgør det biologiske grundlag for havets fødekæder. Planteplanktonet forsyner havet med organisk stof og energi som alle andre havlevende organismer nyder godt af. Det er derfor produktionen af planteplankton, der i sidste ende bestemmer, hvor stor produktionen af fisk kan blive. Undervejs kan der dog ske meget.

HAVETS PLANTER

I havet findes der både fastsiddende og fritsvævende planter. Når de fastsiddende planter bliver revet løs og skyller op på stranden, kender vi det som tang. Alle planter kræver lys for at kunne vokse. De fastsiddende planter findes derfor kun på lavt vand i en smal bræmme langs kysterne, hvor lyset kan nå ned.

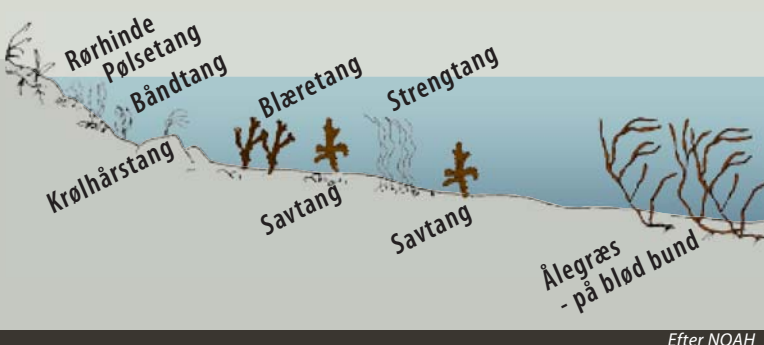
Alle levende planter - i vand og på land - vokser ved det, der kaldes fotosyntese. Det er en proces, hvor planter bruger sollysets energi til at opbygge planterceller (organisk stof) ud fra kuldioxid (CO_2), vand (H_2O) og næringssalte. Udover organisk stof dannes der også ilt (O_2) ved fotosyntesen.

FOTOSYNTESE

Sollys + CO_2 + H_2O + næringssalte = organisk stof + O_2

4.1 FASTSIDDENDE PLANTER

Eksempel på hvor de forskellige fastsiddende planter vokser i forhold til hinanden *zonering* på en flad stenet kyst.



Efter NOAH

F A K T A

NÆRINGSSTOFFER

Planterne i havet har, ligesom planterne på landjorden, brug for en række forskellige næringsstoffer eller næringssalte for at kunne vokse. De vigtigste næringssalte er kvælstof og fosfor. Kvælstof optages enten som nitrat (NO_3^-), eller som ammonium, NH_4^+ . Fosfor optages som fosfat PO_4^{3-} . Forholdet mellem fosfor og kvælstof i havet skifter i løbet af året. Når blot ét af stofferne er i underskud, holder planterne op med at vokse. Det stof, der først kommer i underskud, kaldes det begrænsende stof.

FASTSIDDENDE PLANTER

De fastsiddende planter varierer meget i størrelse, vækstform og krav til voksested. På sandbund vokser ålegræs og på sten, havnemoler og lignende vokser mange forskellige makroalger, der kræver et fast underlag at hæfte sig til. Både lyset og bølgenes påvirkning ændrer sig ned gennem vandet. Derfor ændrer sammensætningen af makroalger sig også med dybden. Man taler om, at der er en *zonering* i algesamfundet. Denne zonering er tydeligst på stejle udsatte kyster med tidevandsforskelle. Men også på den flade stenede kyst, som findes mange steder i de danske fjorde, findes der en vis *zonering*.

De store fastsiddende planters produktion er globalt set ikke af stor betydning, da de vokser langsomt og kun er udbredt i en smal bræmme langs kysterne. I kystnære områder er de dog vigtige producenter af organisk stof, og de giver vigtige leve- og gemmesteder for fiskeyngel og bunddyr.

F A K T A

MIKROSKOPISKE ALGER

På sandbunden findes der også mikroskopiske alger. Algerne ses som en gullig-grøn belægning. Det kan især ses der, hvor vandet har trukket sig tilbage fra fin sandbund.

PLANTEPLANKTON

Over halvdelen af det organiske stof, der produceres på jorden, dannes i de frie vandmasser. I de frie vandmasser udgøres plantesamfundet af planteplankton. Disse planteplankton er næsten alle alger. Derfor omtales planteplankton ofte som planktonalger eller bare *alger*. Planteplanktonet og produktionen af plantemateriale er forudsætningen for alt liv i havet. Præcis som planterne og deres produktion er forudsætningen for alt liv på landjorden. Planteplanktonet forsyner havet med organisk stof og energi, som alle andre havlevende organismer nyder godt af.

FYTOPLANKTON

Planteplankton kaldes også fytoplankton.

Planteplanktonet er primærproducenter og produktionen af planteplankton kaldes primærproduktionen. Det er, fordi planteplanktonet er det første (*primære*) led i fødekæden. Det er størrelsen af primærproduktionen, der i sidste ende bestemmer, hvor stor produktionen af fisk i havet kan blive. Sammenhængen er dog langt fra simpel.

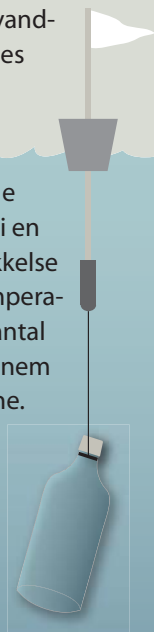
MÆNGDEN AF PLANTEPLANKTON

Det er planternes farvestoffer, der opfanger sollysets energi. Det vigtigste farvestof er det grønne klorofyl. Når man måler mængden af planteplankton i havet, gøres det ofte ved at måle mængden af klorofyl. Rent praktisk tager man en kendt mængde havvand og hælder det gennem et filter. Filteret opsamler planteplanktonet, der derefter lægges i et opløsningsmiddel, f.eks. ethanol. Når plantecellerne er opløst, kan mængden af klorofyl måles.

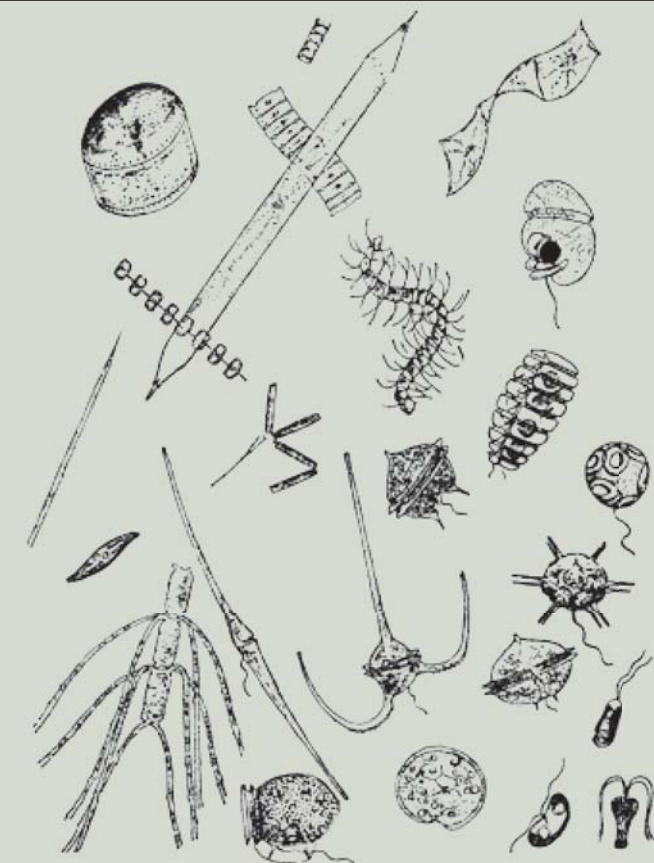
PRIMÆRPRODUKTION

Til bestemmelse af primærproduktionen bruges radioaktivt mærket kulstof, også kaldet *kulstofforten* (^{14}C). Ved hjælp af dette kan man bestemme CO_2 forbruget. Ved forskellige omregninger kan primærproduktion så beregnes. I praksis foregår det ved, at flasker med havvand fra forskellig dybde tilsættes det radioaktivt mærkede kulstof og nedsænkes i den samme vanddybde, hvor det kom fra. Her efterlades flaskerne et bestemt antal timer.

I stedet for at nedsænke flaskerne i de respektive dybder kan de anbringes i en inkubator, der efterligner lysets svækkelse gennem vandsøjlen samt havets temperatur og bevægelser. Efter et bestemt antal timer hældes flaskernes indhold gennem et filter, der opsamler planktonalgerne. Det kan herefter måles, hvor meget radioaktivt kulstof, der er blevet indbygget i planktonalgerne.



4.2 PLANTEPLANKTON



Efter Svend Anton Nielsen

FORÅRSOPBLOMSTRING

Planteplanktonets primærproduktion er forskellig i løbet af året, når årstiderne skifter. Det skyldes i høj grad, at hydrografen ændrer sig.

På vore breddegrader er vandmasserne opblandet om vinteren – eller kun svagt lagdelt. Næringssalte og planteplankton vil derfor blive blandet rundt i hele vand-søjlen. Der er i forvejen ikke meget lys om vinteren, og opblandingen betyder, at planteplanktonet blandes ned i det dybere vand. Dernede er der slet ikke lys nok til fotosyntesen. Primærproduktionen er derfor meget lav om vinteren.

Når der kommer mere sol om foråret, kommer der også mere lys. Og der kommer mere varme. De øverste vandmasser opvarmes. Det opvarmede vand har en mindre massefylde, og der opstår en lagdeling. Det betyder, at planteplanktonet ikke længere blandes langt ned i vand-søjlen, men bliver, hvor der er overskud af både lys og næringssalte. Det betyder, at der bliver flere planktonalger, der hober sig op i den øverste del af vandet.

F
A
K
T
A

ALGEOPBLOMSTRING

Planktonalgernes evne til at vokse hurtigt er afgørende for, at de kan danne opblomstringer. Væksten foregår ved, at algerne deler sig indtil flere gange om dagen, når der er tilstrækkeligt med lys og næringssoffer. De kan derfor hurtigt nå op på meget store mængder, fordi de vokser hurtigere end meget af det dyreplankton, der æder dem.

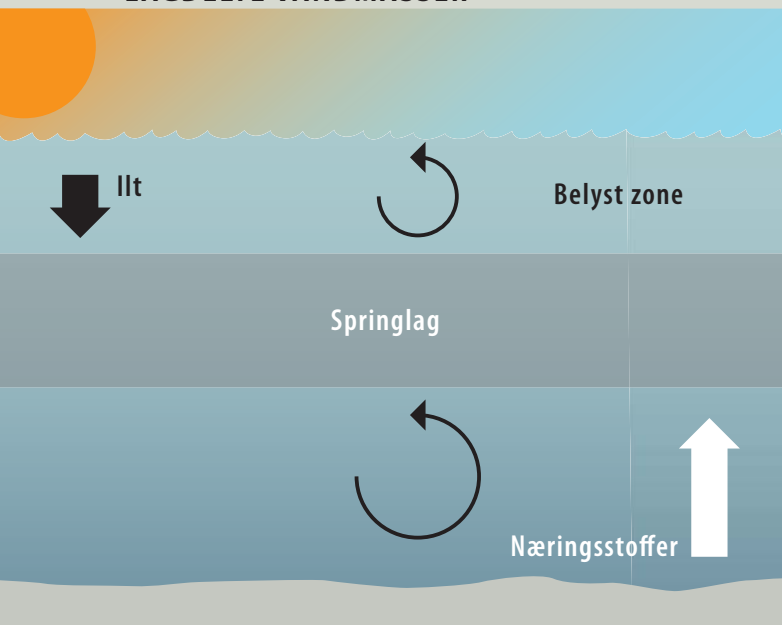
Det kaldes forårsopblomstringen. Men i løbet af sommeren vil næringssaltene blive brugt op i den øverste del af vandet. Pga. lagdelingen kommer der ikke nye næringssalte til, og der bliver derfor færre alger igen.

Med efterårets ustabile vejr og lavere vandtemperaturer bliver lagdelingen svagere. Når vandmasserne blandes igen, transporteres næringssalte fra bundvandet op til overfladen. På dette tidspunkt kan der stadig være nok lys til fotosyntesen. Det kan give en mindre opblomstring af planteplankton i efteråret (*efterårsopblomstring*). Om vinteren er vandmasserne igen opblandet, og når solen igen skinner i foråret, gentager historien sig.

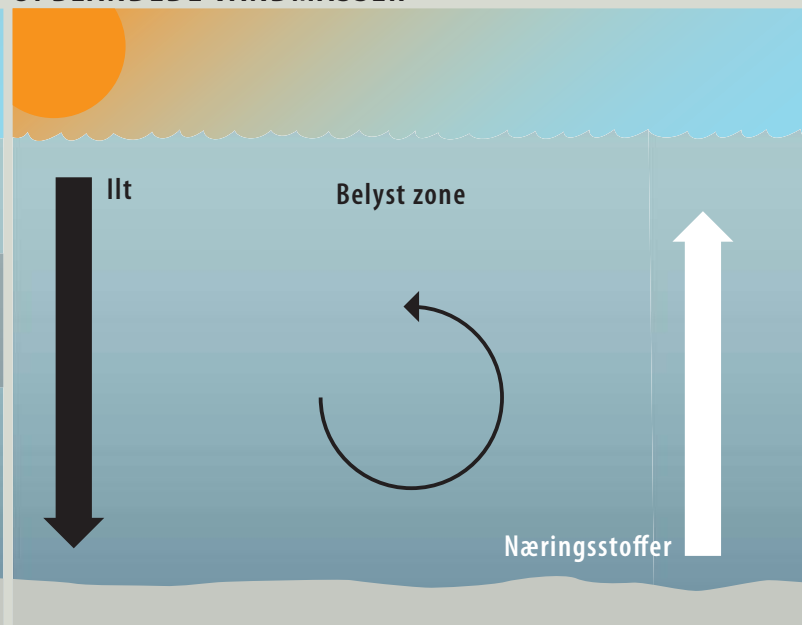
4.3 SPRINGLAG

Det er forskellen mellem lagdelte og opblandede vandmasser, der giver en stor planktonproduktion - og dermed mulighed for en stor fiskeproduktion.

LAGDELTE VANDMASSER



OPBLANDEDE VANDMASSER



4.4 DYREPLANKTON

Dyreplankton kaldes også zooplankton.



Efter NOAH

Foto: Marc Lykke

PLANKTONOPBLOMSTRINGER I SPRINGLAG OG FRONTER

I løbet af sommeren vil man ofte kunne se, at der omkring springlaget er mere planteplankton end i resten af vandsøjlen. Her, mellem det lette næringsfattige overfladevand og det tungere og mere næringsrige bundvand, vil der være gode vækstbetingelser for planktonalger med lave lyskrav. Fordelen for planktonalgerne er, at de kan udnytte det sparsomme lys fra oven og samtidig næringsstofferne fra bundvandet uden at synke til bunds.

Der er også gode betingelser for vækst af planteplankton i frontområder. Produktionen og koncentrationen af planteplankton er ofte forhøjet sammenlignet med havområder uden for fronten. Den høje produktion hænger sammen med en betydelig opadrettet transport af næringsalte fra bundvandet i frontområdet.

DYRELIV I VANDMASSERNE

Planteplanktonet ædes eller græsses af dyreplankton. Indenfor dyreplankton skelner man mellem holoplankton og meroplankton. Holoplankton er dyr, der lever hele livet som plankton. Mens det kun er del af dyrets liv, der er planktonisk, hos meroplankton. Meroplankton kaldes også larveplankton, da det hovedsagligt drejer sig om larver af fisk og bunddyr. Til havs er det holoplanktonet, der betyder mest, mens larveplanktonet kan have stor betydning i kystnære områder.

A

T

K

A

F

SEKUNDÆRPRODUKTION

Foruden primærproduktionen taler man også om sekundær og tertiærproduktionen i havet. Sekundærproduktionen svarer til produktionen af planteædende dyr f.eks. vandlopper. Mens tertiærproduktionen dækker produktionen af dyr, der æder andre dyr f.eks. fisk. Afgrænsningen mellem de forskellige produktionsniveauer er imidlertid ikke skarp, da nogle dyr er stand til at æde både dyr og planter.

Mange planktondyr, især vandlopperne er specialiserede planteædere med sindrige mekanismer til at filtrere planktonalgerne fra vandet. Andre er mere rovdyrsagtige med særlige gribeklør. Men i øvrigt er de fleste altædende forstået på den måde, at de æder alle partikler, bare partiklerne har den rette størrelse. Det vil sige bare, de er tilstrækkeligt mindre end dem selv.

Resultatet er meget indviklede fødenet, som hele tiden ændrer sig under dyrets vækst, fordi dyret er stand til at æde større og større føde-emner.

Det samme gør sig gældende for f.eks. fiskene. Figur 4.6 viser et eksempel på et fødenet, når en sildelarve udvikler sig til en voksen sild. Figuren er en forenklet fremstilling, da der kun er lagt vægt på den del af planktonet, der har betydning som direkte eller indirekte føde for silden. I virkeligheden vil der naturligvis indgå en lang række andre dyr, der konkurrerer med silden om føden.

4.5 PÅ FISKERI EFTER DYREPLANKTON

Her ses et net til at fange dyreplankton. Det kaldes et Bongo-net, fordi det minder om en bongotromme. Maskestørrelsen er forskellig i de to net.



Foto: Ebba Hovgaard

UNDERSØGELSER AF DYREPLANKTON

Når man skal undersøge dyreplankton i havet, bruger man som regel et net, hvis maskestørrelse er afpasset efter hvilken slags plankton, man ønsker at fange.

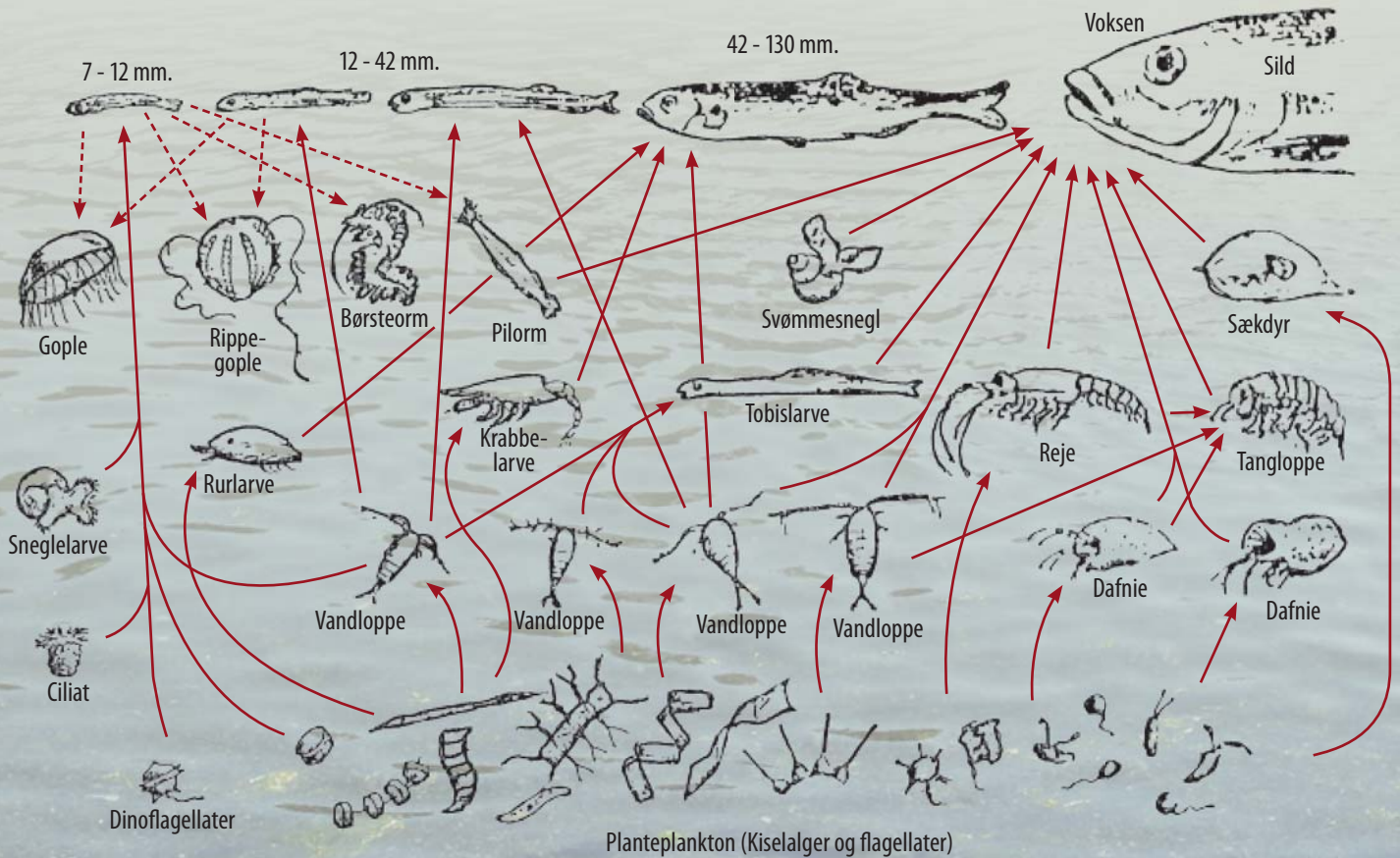
Jo mindre maskestørrelsen er, jo langsommere skal nettet trækkes gennem vandet. Ved hjælp af et flowmeter placeret i netåbningen kan man finde ud af, hvor meget vand, man har filtreret. På den måde kan man få et kvantitativt mål for mængden af dyreplankton. Senere i laboratoriet kan man ved hjælp af en stereolup finde ud af, hvilke arter der er tale om.



Foto: Jeanne Levy

4.6 SILDENS FØDE

Fødenet i forhold til Nordsøsilten under udvikling fra larve til voksen.



Efter Svend Anton Nielsen

HVAD SKER DER MED PRIMÆRPRODUKTIONEN?

Vandlopper spiller en central rolle, når primærproduktionen skal omsættes i havet. Man kan sige, at det er vandloppernes rolle at æde planteplanktonet. Derved er det muligt for de højere led i fødekæden bl.a. fisk at få fat i det organiske stof ved at æde vandlopperne. Denne fødekæde kaldes græsningsfødekæden eller den klassiske fødekæde.

Det har vist sig, at fødekæden allerede på planktonniveau er langt mere kompliceret end denne beskrivelse af græsningsfødekæden.

Det er ikke al primærproduktion, der bliver til planteceller. Det skyldes, at algecellerne ikke er helt tætte, men lækker ca. 10% af produktionen i form af opløst organisk stof. Desuden er det sådan, at når planktonalger bliver ædt, siver der store mængder opløst organisk stof ud i vandet. Det samme sker, når andre af havets organismer bliver ædt.

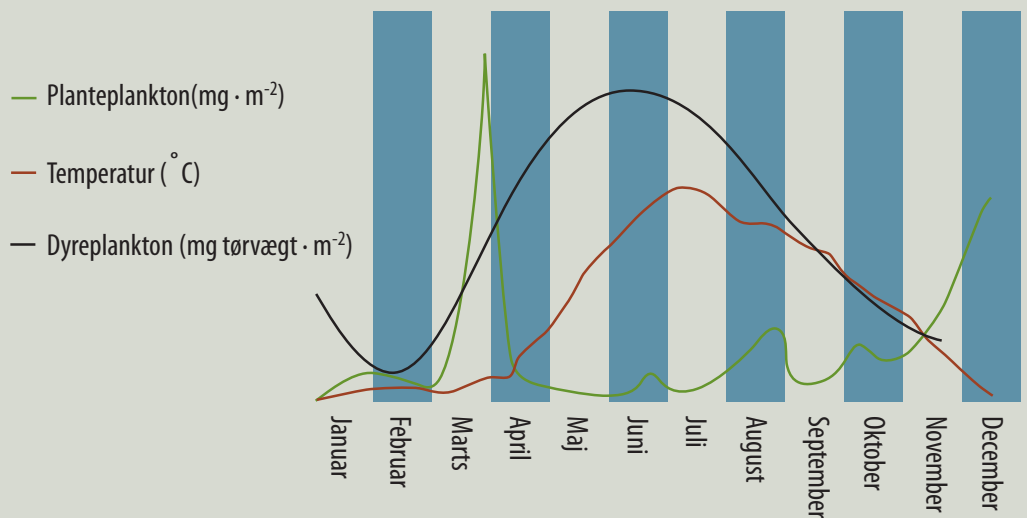
F A K T A

VANDLOPPER

Vandlopper hører til holoplanktonet, dvs. de er planktoniske hele livet. Mange vandloppearter foretager lodrette vandringer i løbet af døgnet. Om natten svømmer de mod overfladen og spiser løs af planteplanktonet. Og om dagen, når det er lyst, svømmer de ned i det dybere vand, hvor de bedre kan gemme sig, for ikke selv at blive spist.

4.7 FORDELING AF PLANTE- OG DYREPLANKTON

Grafen viser fordelingen af plante- og dyreplanktonbiomassen i overfladevand gennem året. Ved forårsopblomstringen er vandtemperaturen stadig ret kold. Dyreplanktonets vækst er meget afhængigt af temperaturen og derfor meget langsom på dette tidspunkt. Dyreplanktonet kan ikke rigtig følge trop med planteplanktonet.



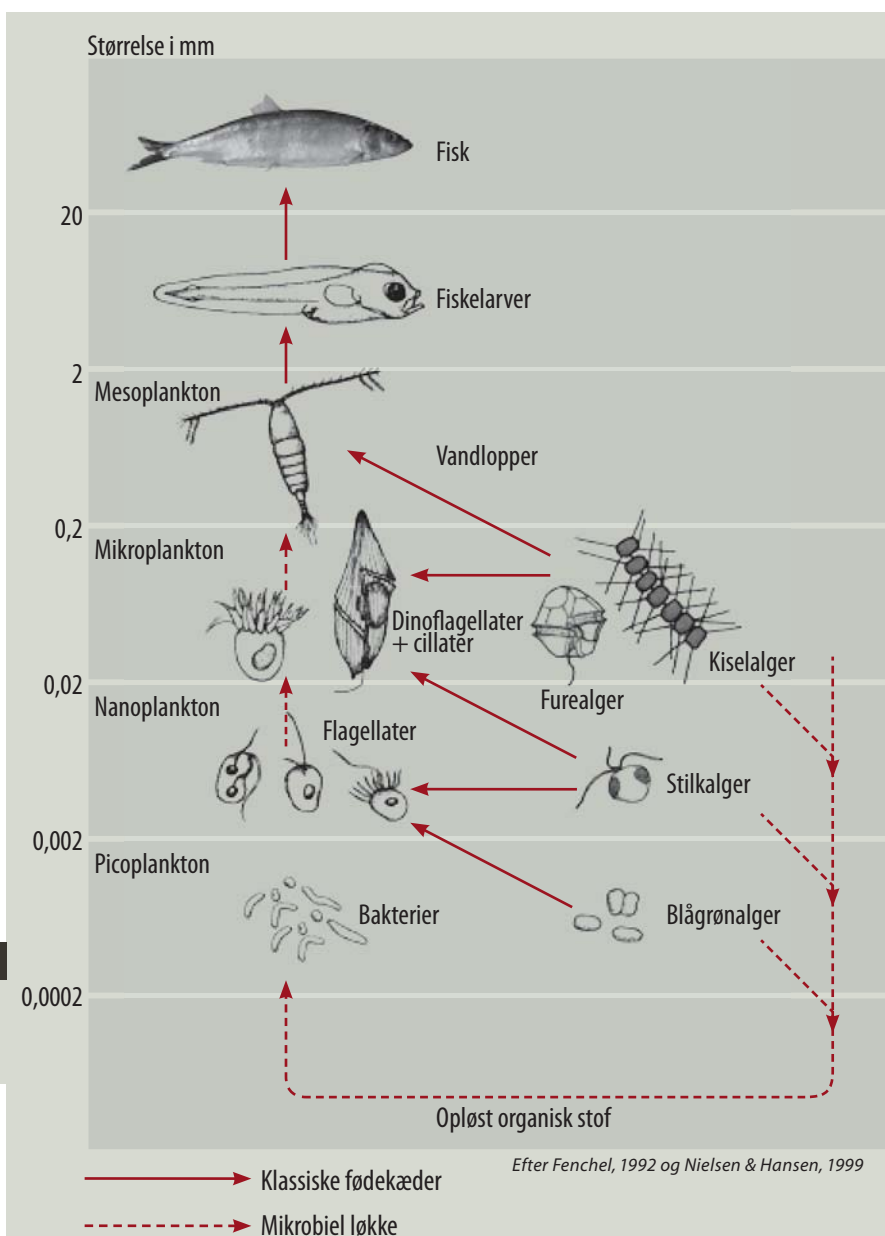
Dette opløste organiske stof, som altså ikke er indbygget i celler, er grundlaget for en anden fødekæde end den traditionelle græsningsfødekæde. Den kaldes for den mikrobielle løkke eller sløjfe.

Det opløste organiske stof bruges som næring for bakterier. Bakteriene ædes af små encellede organismer som flagellater og ciliater, som så ædes af f.eks. større ciliater, der så ædes af vandlopper osv.

Desuden er nogle af planktonalgerne for små for vandlopperne og ædes derfor af de mindre encellede planktonorganismer, der så kan ædes af vandlopper. I stedet for at tale om en enkelt fødekæde, er der altså tale om et helt fødenet.

4.8 FØDENET

For at få et overblik over hele dette fødenet, har man delt forskelligt plankton op i forskellige størrelser.



NY PRODUKTION ELLER GENBRUG

Det kan være forskelligt hvilken del af fødenettet, der dominerer. Det afhænger bl.a. af hydrografien. Kort fortalt vil opblandet vand give en kort fødekæde og ny produktion, mens en lagdeling af vandmasserne tvinger til genbrug af næringstofferne, og energien kører i løkker.

Et lagdelt hav er et system, der er *lukket* fordi tilførslen af næringssalte til de øverste vandlag forhindres af springlaget. På et tidspunkt vil mængden af næringssalte i det øvre vandlag være brugt op. Men som nævnt ovenfor udskilles der hele tiden små mængder næringssalte af de organismer, der befinder sig her, der så kan genbruges.

Man siger, at næringssaltene recirkulerer indenfor systemet, når de genbruges. Når mængde af næringssalte er begrænset, klarer de små planktonformer sig bedst i konkurrencen, og den mikrobielle løkke dominerer. Der bliver ikke sendt meget stof og energi videre i fødekæderne. Det meste *brændes* op i den mikrobielle løkke.

Ny produktion bygger derimod på, at næringssalte tilføres udefra. Det vil i dette tilfælde sige fra det næringsrige bundvand. Men for at næringssaltene skal op, hvor der er lys, må lagdelingen nedbrydes. Så det *lukkede* system åbnes. Det afhænger imidlertid af de hydrografiske forhold, om vandmasserne kan opblandes.

Som vi kunne se i kapitel 1 går stof og energi tabt for hvert trin i fødekæden. Fødekædens længde har derfor stor betydning for, hvor meget organisk stof og energi, der sendes videre til de højere trofiske niveauer i havets økosystem. Og dermed hvor stor mængden af fisk kan blive.

Når vi fisker, fjerner vi noget fra havets økosystem. Og vi giver ikke noget tilbage. Hvordan kan det egentlig lade sig gøre? Hvorfor er det nogle helt bestemte steder på jordkloden, hvor der er særlig stor produktion af fisk og dermed fiskeri?

Det hænger sammen med planktonproduktionen. Det er kun det, vi kalder *ny produktion*, der danner grundlag for at kunne drive fiskeri i stor skala.

Systemer med stor *ny produktion* findes der, hvor de fysiske processer bryder lagdelingen. Det er f.eks. i områder, hvor årstiderne skifter eller, hvor vandmasserne støder ind i kontinentalsokler. Netop, fordi systemerne *åbnes* er det muligt at fjerne biomasse fra systemet uden at give noget tilbage. Havområder med *ny produktion* har som regel relativt få arter, men til gengæld er produktionen så høj, at man kan drive et godt fiskeri.

Gode eksempler på systemer med overvejende ny tilførsel af næringssalte er der, hvor der er opstrømning af dybvand, f.eks. langs Sydamerikas og Vestafrikas kyster. På vore breddegrader er forårsopblomstringen det bedste eksempel på *ny produktion*. Her opblandes det næringsrige bundvand om vinteren. Der kan også godt foregå ny produktion i løbet af sommeren afhængig af vind- og strømforhold, selvom produktionen i løbet af sommeren mest er baseret på genbrug pga. springlaget.

Områder med overvejende genbrugsproduktion er f.eks. de centrale varme have i troperne. Her findes et springlag på 80 - 150 meters dybde året rundt. Næringssaltene genbruges hele tiden, hvor der er lys nok. Her findes mange forskellige arter, men produktionen af ny biomasse er lille.



Foto: NASA

HAVBUNDENS DYRELIV

Mange fisk finder sin føde blandt bunddyrene og nogle af de større bunddyr er selv genstand for fiskeri. Bunddyrssamfundene er ofte meget komplicerede. Det kan være svært at afgøre, hvilken rolle de enkelte dyr spiller i forhold til hinanden og i fødekæderne. Grundlaget for bunddyrene er *detritusen*.

FORÅRSOPBLOMSTRINGEN

Ved forårsopblomstringen kan dyreplanktonet slet ikke nå at æde al planteplanktonet. En stor del synker derfor ned på havbunden og danner grundlag for havbundens dyreliv.

F A K T A

Detritus er alt det organiske materiale, der drysser ned på havbunden. Det kan være døde planktonalger, ekskrementer fra dyreplankton osv. I denne sammenhæng spiller bakterierne en vigtig rolle, da det ofte er dem, der nedbryder og fordøjer *detritus*. Mange bunddyr lever af bakterierne sammen med *detritus*. De *detritus*-ædende bunddyr udgør føden for rovdyrene.

Bunddyrene inddeles overordnet i to grupper efter deres opholdsted på bunden, dvs. om de lever på bunden eller i bunden. Det kaldes *epifauna* og *infauna*.

Epifaunaen er de dyr, der er fastvokset på sten og lignende på bunden eller som

F A K T A

EPIFAUNA OG INFAUNA

Epifauna er det dyreliv, der lever oven på bunden. Ved *infauna* forstås man de dyreformer, der opholder sig nedgravet i bundlaget. Grænsen mellem epi- og infauna kan indimellem være flydende.

kravler rundt oven på bunden. Det er meget ofte, de dyr man tænker på, når man snakker om bunddyrene, fordi det er de dyr, der dukker op i fangster med bundredskaber.

Den rigeste *epifauna* findes på stenrev i kystnære områder, hvor der også er lys nok til, at de store tangplanter kan gro. På de store jævne sandflader og mudderbund finder man meget få *epifauna* dyr. Denne bundtype kan ved første øjekast synes død og livløs. Men det er den ikke. For nedgravet i bundmaterialet (*sedimentet*) vil man kunne finde et rigt dyreliv - *infaunaen*.

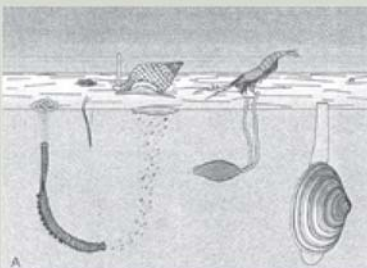
For at få et overblik over alle de organismer, der lever på havbunden, har man forsøgt at inddele bunddyrene i forskellige biologiske samfund. Samfundene er opdelt efter de organismer, der er flest af i området.

LAVTVANDSSAMFUNDET (MACOMA-SAMFUNDET)

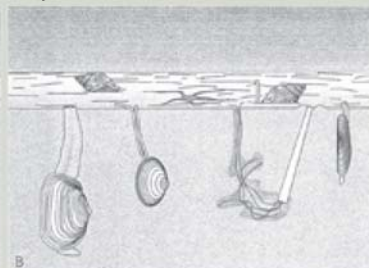
Dette samfund findes overalt langs kysten på blandet bund ud til ca. 10 m's dybde. Det har navn efter en 10-15 mm lang musling med matte lyserøde skaller: Østersømuslingen (*Macoma baltica*). Af samfundets øvrige arter kan nævnes: hjertemuslingen, sandmusling, sandorm, slikkrebs.

4.9 BUNDDYRSSAMFUND

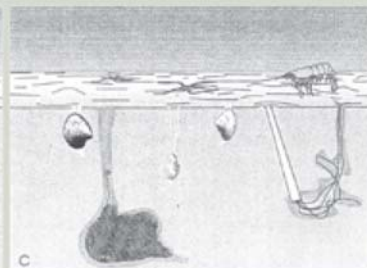
A Lavtvandssamfundet



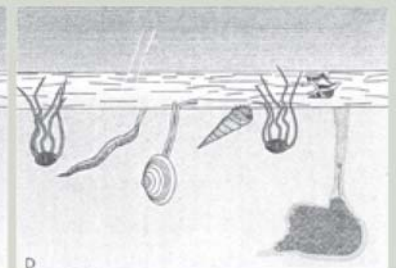
B Fjordsamfundet



C Nordsøsamfundet



D Blødbundssamfundet



FJORDSAMFUNDET (ABRA ABRA ELLER SYNDOSMYA-SAMFUNDET)

Dette er et muslingesamfund på middeldybde (0-20 m) på blandet bund. *Syndosmya alba* er en 1 cm stor oval hvid musling, der forekommer i stort antal på denne bund.

Af andre muslinger i samfundet kan nævnes: knivmusling og hampfrømusling (*Corbula*).

Børsteormen *Pectinaria koreni*, der bygger svagt krummede sandrør og slangestjerner af slægten *Ophiure* findes også i stort antal. Samfundet udgør et værdifuldt opvækstområde for ål og fladfisk.

4.10 UDBREDELSEN AF DE FORSKELLIGE BUNDDYRSSAMFUND

Kortet er naturligvis en generalisering, som naturen ikke altid lader sig indpasse i, men det giver alligevel et vist overblik.

Macoma samfund



Abra-alba samfund



Venus samfund



Amphiura samfund



NORDSØSAMFUNDET (VENUS-SAMFUNDET)

Dette samfund findes på ren sandbund udenfor de ovennævnte samfund i 10-40 m's dybde. Det er en 3 cm lang hvidgul musling, *Venus gallina*, der har givet navn til dette samfund. Der findes flere andre arter muslinger i dette samfund. Muslingerne regnes for at være første klasses fiskeføde.

BLØDBUNDSSAMFUNDET (AMPHIURA-SAMFUNDET)

På næsten samme dybder som Venus-samfundet og ned til ca. 100 m, men på mudderbund findes et slangestjerne-samfund. Udover slangestjerner findes sømus, snegle og den store molboøsters. Dette samfund har ringe betydning for fiskeriet.

ANDRE SAMFUND

På mudderbund i 20-40 m's dybde i det sydlige Kattegat findes et samfund, hvis mest iøjefaldende medlem er den lille rørbyggende tangloppe *Haploops tubicola*. I de dybe dele af Skagerrak findes nogle samfund domineret af slangestjerner. Her findes også en del muslinger. Områderne giver fødegrundlag for en større fiskebestand af bl.a. kuller. Det er også her dybvandsrejen *Pandalus borealis* findes.



UNDERSØGELSER AF BUNDDYR

Ved indsamlinger til undersøgelser af bunddyr bruges forskellige former for udstyr. Det kan være en kernebundhenter (HAPS) eller en grab (Van Veen). Dyrene sies fra, artsbestemmes, tælles og biomassen bestemmes. Til epifauna f.eks blåmuslinger, kan man bruge dykkere til at vurdere dækningsgraden.

F
A
K
T
A



HAVOMRÅDER

Fiskerens arbejdsfelt er havet. I Nordsøen opblandes vandet hvert år – mens Østersøen er mere eller mindre lagdelt hele året. De uens forhold skyldes varierende dybde- og bundforhold, der sammen med hydrografien skaber forskellige livsbetingelser og dermed forskellige produktionsforhold. Det følgende er en generel beskrivelse af de havområder, der kan have interesse for danske fiskere.

NORDSØEN

Nordsøen omkranses af Norge, Sverige, Danmark, Vesttyskland, Holland, Belgien, Frankrig og Storbritannien. Nordsøen afgrænses mod syd ved Dover-strædet mellem Frankrig og England. Mod nord afgrænses området af en linie fra nordkysten af Skotland til Orkney og Shetlandsøerne og videre mod øst til Norges kyst. Mod øst går grænsen fra Lindeness i Norge til Hanstholm i Danmark. Nordsøen har et areal på i alt 543.000 km² eller mere end 13 gange Danmarks areal.

HYDROGRAFI

Havets fysiske og kemiske forhold kaldes hydrografi. Hydrografien spiller en stor rolle for den biologiske produktion i havet.

Du kan læse om havets livsbetingelser i kapitel 2, om havets bevægelser i kapitel 3 og om havets produktionsforhold i kapitel 4.

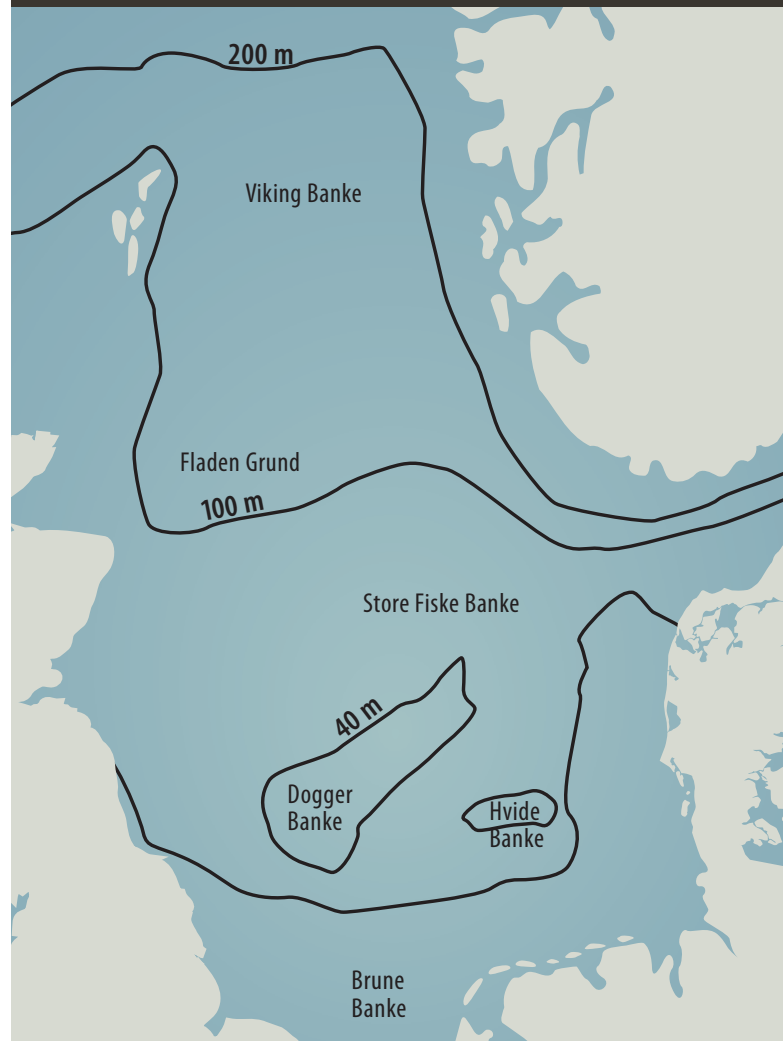
F A K T A

DYBDE- OG BUNDFORHOLD

Nordsøen er et relativt lavvandet hav. Den gennemsnitlige dybde er omkring 70 m. De laveste områder findes mod syd, hvor dybden er 20-40 m. Mod nord bliver det gradvist dybere - 40-150 m - med meget store dybder i Norske Rende (250 - 400 m).

Bunden er en stor skrånende sandflade med spredte banker. Bankerne består ofte af morænelær med et tyndt sanddække og er vigtige fiskepladser.

5.1 FISKEBANKER I NORDSØEN



Den største er Dogger Banke. Den rager 20-25 m op over omgivelserne. Der, hvor den rager højest op, er der kun 13 m dybt. Det betyder, at bølgerne brydes på banken i stormvejr.

5.2 STRØM-MØNSTER

Det gennemsnitlige overfladestrøm-mønster i Nordsøen.



Efter Danmarks Natur

Der findes kun mudderbund på de dybeste steder eller, der hvor tidevandsstrømmen er svag. Vandets bevægelser er andre steder for kraftig til, at muddret kan blive liggende. Bunden er derfor mest sand, men der er også områder med stenet bund. I den sydlige del af Nordsøen findes klitlignende dannelser på bunden.

STRØMFORHOLD

Nordsøen står i åben forbindelse med Nordøstatlanten i nord. Desuden påvirkes den af andre vandmasser gennem den Engelske Kanal og Skagerrak. De gennemsnitlige strømme er et samspil af mange kræfter. De vigtigste er Golfstrømmens grene nord og syd om de Britiske Øer, tidevandet, og den udgående strøm fra Østersøen via Kattegat og Skagerrak. Resultatet er, at vandet stort set cirkulerer mod uret i hele Nordsøen. Det fornyes især fra Atlanterhavet nord om Skotland. Afløbet sker ligeledes mod nord langs den norske vestkyst.

Vandet fornyes i hele Nordsøen i løbet af ca. 2 år. De gennemsnitlige overfladestrømme er vist i fig. 5.2. Området over Nordsøen er generelt præget af vestenvind. I perioder med vestlig vind løber en meget kraftig nordgående strøm op langs den jyske vestkyst – Den Jyske Kyststrøm. Den fører vandmasserne fra Tyske Bugt og den hollandske del af Nordsøen med sig. Disse vandmasser er stærkt påvirket af de store floder Rhinen, Elben og Maas.

TEMPERATUR

Vandets temperatur svinger med årstiderne, men svingningerne dæmpes i det meste af Nordsøen pga. indflydelsen fra Nordøstatlantens relativt varme vand.

Om sommeren stabiliseres vandlagene pga. solens opvarmning af overfladevandet. Der dannes et tydeligt springlag. Det ligger som regel på 20-30 meters dybde. I kystområderne er springlaget ødelagt pga. den kraftige tidevandspåvirkning, der rører godt rundt i vandmasserne.

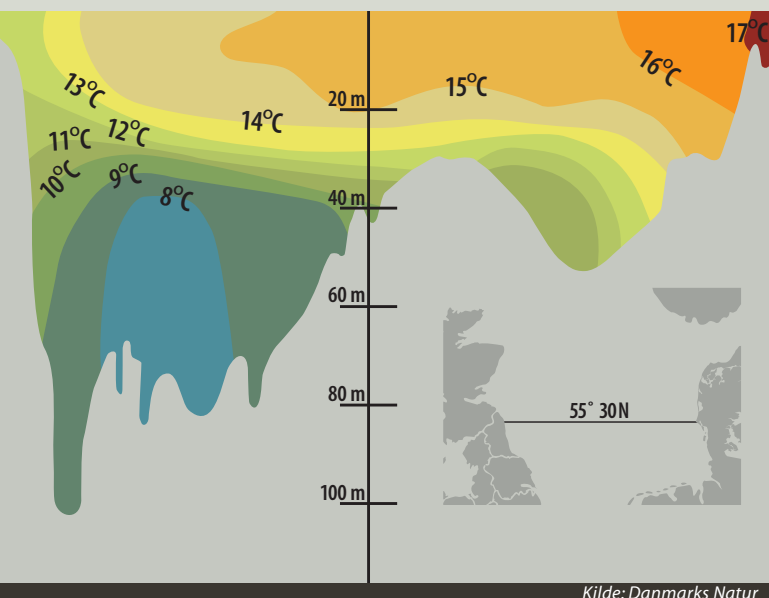
Når vinteren kommer, og overfladevandet afkøles, vil kraftige storme røde vandmasserne rundt. Der sker en fuldstændig opblanding af vandmasserne, der derfor får samme temperatur i hele vandsøjlen.

SALTHOLDIGHED

Saltholdigheden afspejler strømforholdene. Fra nord trænger atlantisk vand ind med en saltholdighed på mindst 35‰ ned i Nordsøens nordvestlige og centrale del. Der kommer også en indstrømning gennem den Engelske Kanal, men vandet her opblandes med store mængder ferskvand fra de store floder i Tyskland og Holland.

5.4 SPRINGLAG I NORDSØEN

Figuren viser et snit tværs over Nordsøen om sommeren. Springlaget er ikke fuldstændigt pga. det lavvandede Dogger Banke og de kraftige tidevandsstrømme.



5.3 TEMPERATURFORHOLD

Nordsøens gennemsnitlige overfladetemperatur sommer (øverst) og vinter (nederst). Tallene er vist i °C.



5.5 SALTHOLDIGHED

Kurverne viser et eksempel på saltholdighed i overfladevandet i juni. Tallene er i promille (‰).



Fra Skagerrak/Kattegat (Østersøen) kommer vand med en endnu lavere saltholdighed. Men det løber som en overfladestrøm mod nord langs den norske vestkyst. Det kan spores meget langt mod nord, fordi det kun langsomt blandes op med det salttere og tungere Atlanterhavsvand. Typisk Nordsøvand har en saltholdighed på 34-35‰ og kun langs kysterne er den lavere og mere svingende.

PRODUKTIONSFORHOLD

Nordsøen er et af verdens rigeste fiskevande. Baggrunden for den store fiskeproduktion er en stor produktion af mikroskopiske alger, der følger det typiske mønster for have på vores breddegrader (se kapitel 4).

NORSKE RENDEN

Den Norske Rende er en ca. 50 km bred, meget dyb dal i havbunden, som i en bue følger Sydnorges kyst.

Forårets opblomstring af planktonalger er stor og giver anledning til både en stor dyreplanktonproduktion og en stor bunddyrproduktion. Dyreplanktonet og bunddyrene er grundlaget for de fisk, der lever her.

SKAGERRAK

Skagerrak er farvandet mellem Nordsøen og Kattegat. Den geografiske grænse mellem Skagerrak og Nordsøen trækkes mellem Hanstholm i Danmark og Lindeness i Norge. Grænsen mellem Skagerrak og Kattegat er tværsnittet mellem Skagens Rev og Marstrand i Sverige. Skagerrak er ca. 240 km lang og 135 km bred med et overfladeareal på 32.300 km².

DYBDE- OG BUNDFORHOLD

Den gennemsnitlige dybde i Skagerrak er på 210 m, men bund- og dybdeforholdene er meget varieret i de forskellige dele af Skagerrak. Området kan groft deles op i et fladvandet område og et dybvandsområde. Den fladvandede del har en gennemsnitlig dybde på ca. 30 m. Dette område strækker sig fra den danske kyst og ca. 50 km ud i det centrale Skagerrak. Den dybe del er afgrænset af Norske Renden, hvor dybden visse steder er over 700 m.

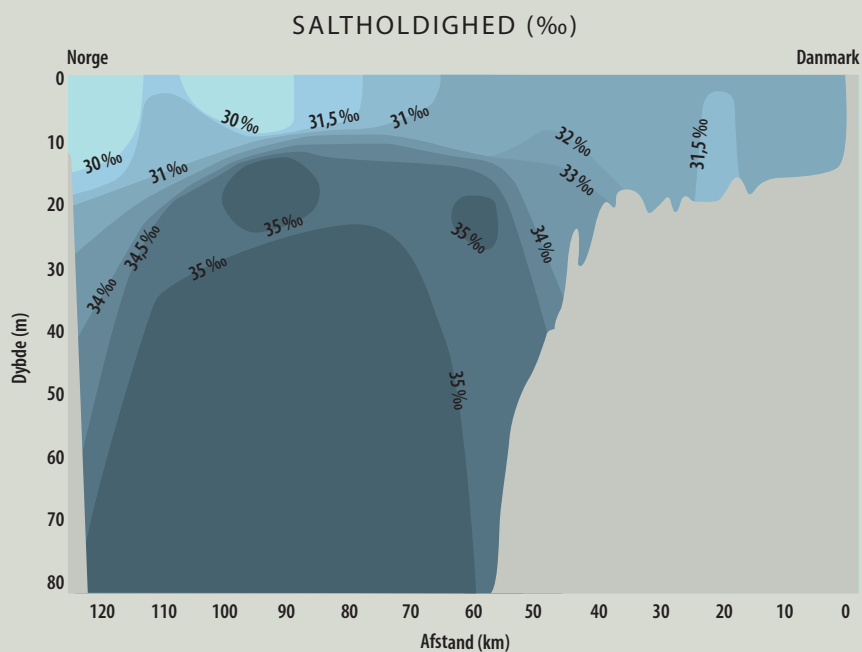
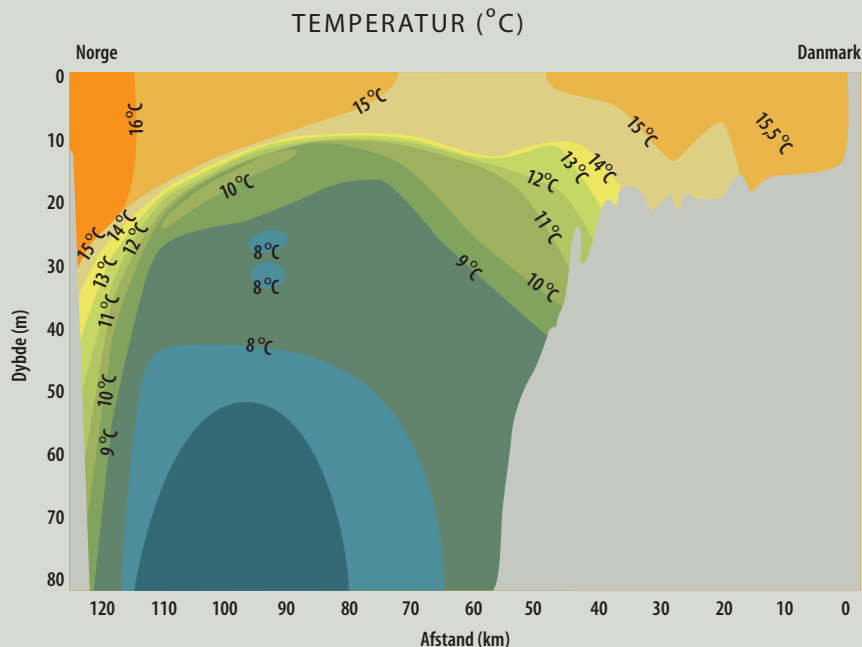
5.6 KORT OVER SKAGERRAK

Linierne DK-N og DK-S viser grænserne til Skagerrak. Tallene viser dybdekurver.



5.7 TEMPERATUR OG SALTHOLDIGHED

Eksempel på temperatur og saltholdighed. Figuren viser et snit tværs over Skagerrak mellem Blokhus (DK) og Lillesand (N) den 2. august 1989.



Kilde: Ole Poulsen

STRØMFORHOLD

Forholdene i Nordsøen har stor indflydelse på ind- og udstrømningen af vand i Skagerrak. Hydrografien i Skagerrak er i det hele taget meget afhængig af de meteorologiske forhold i området. Der er størst indstrømning langs den danske kyst til Skagerrak, når vinden kommer fra syd-sydvest og sydvest, mens vinde fra nord-nordøst og nordøst skaber den største udstrømning. Under sydlige vinde vil det indstrømmende vand hovedsageligt stamme fra den sydlige Nordsø. Det er under disse vindforhold, vand fra Tyske Bugt transporteres ind i Skagerrak.

Under vestlige vinde vil det indstrømmende vand stamme fra den nordlige Nordsø og være kendetegnet ved en høj saltholdighed. I forbindelse med en indstrømning (*udstrømning*) til Skagerrak langs den danske kyst vil der tilsvarende være en udstrømning (*indstrømning*) langs den norske kyst.

TEMPERATUR

I det fladvandede område nær den danske kyst er vandsøjlen mere eller mindre opblandet det meste af året pga. de store vandføringer ind og ud af Skagerrak. Det betyder også, at temperaturen er mere eller mindre ens i hele vandsøjlen ud til skrænten af Norske Rende.

Der kan opstå lagdeling i kortere perioder i roligt vejr, når overfladevandet opvarmes af solen. I den dybe del af Skagerrak kan der derimod som regel altid findes et to lags system pga. forskelle i saltholdigheden. Bundvandet vil være koldere end overfladevandet om sommeren (se figur 5.7)



SALTHOLDIGHED

I den fladvandede del af Skagerrak, hvor vandet er mere eller mindre opblandet det meste af året, ligger saltholdigheden på 30 - 34‰. I den dybe del er saltholdigheden mellem 25-32‰ i et tyndt overfladelag (ca. 10-20 m) og ca. 35‰ i bundvandet.

PRODUKTIONSFORHOLD

Lige præcis på skrænten mellem det fladevandede og den dybe del af Skagerrak tilføres der i særlig grad næringsrigt bundvand til overfladen, fordi opblandningen er særlig stor her. Det giver en forøget biologisk produktion her sammenlignet med det øvrige Skagerrak.

KATTEGAT (OG DE INDRE DANSKE FARVANDE)

Kattegat og de indre danske farvande er farvandene syd for linien mellem Skagen og Marstrand og ned til en linie Skåne-Rügen. Det er et farvandsområde på overgangen mellem Nordsøen/Skagerrak og Østersøen.

DYBDE- OG BUNDFORHOLD

Dybde- og bundforholdene er meget vekslende i Kattegat. Det er et generelt meget lavvandet område med to dybe render, der løber fra Skagerrak mod syd. Den vestlige, Læsø Rende, strækker sig kun lidt syd for Læsø. Den østlige rende strækker sig som en forlængelse af Norske Rende helt ned til lidt nord for Kullen. Midt i renden ligger to grupper af grunden hhv. Fladen og Lille Middelgrund. Bundforholdene er her, som i den sydvestlige del af Kattegat, meget varierende. Dybderne skifter. I de dybere partier afløses sandbunden af blandet bund eller mudderbund. Kattegat står i forbindelse med Østersøen gennem Lillebælt, Storebælt og Øresund. Storebælt er det bredeste og dybeste. Ca. $\frac{3}{4}$ af vandudvekslingen sker her.

5.8 OVERFLADESTRØM

Figurene viser overfladestrømmen i Kattegat og Bælthavet under en situation med vestenvind og østenvind.



Kilde: Danmarks Natur

STRØMFORHOLD

Strømforholdene i Kattegat og Bælterne bærer tydeligt præg af, at disse farvande danner forbindelse mellem den brakke lukkede Østersø og det saltene Nordsøen via Skagerrak. Farvandene her er præget af den nordgående strøm, der skyldes udstrømningen fra Østersøen. Men de faktiske forhold kan være meget skiftende og afhænger af vindforholdene. Ved østlig vind drives vandet ud mod Nordsøen gennem Skagerrak og stuves sammen i den vestlige del af Østersøen.

Vandspejlet vil derfor ligge højere ved de østvendte kyster, og strømmen vil være nordgående. Med vestlig vind vil det være omvendt.

Forskelle i barometerstanden har også betydning. Et højtryk over Østersøen og et lavtryk over Nordsøen vil presse vandet mod nord ud gennem Bælthavet og Kattegat. Både vindens og trykforskellenes virkning på vandet ændres pga. jordens rotation (se kapitel 3), og strømmen afbøjes mod højre. De mange grunde og øer mm. er også med til at gøre det samlede strømbillede i de indre danske farvande meget kompliceret.

Det udstømmende vand fra Østersøen har et lavt saltindhold (ca. 10‰) og er derfor forholdsvis let. Det løber derfor som en overfladestrøm oven på det saltre Kattegatvand (over 20‰). Indtrængende Nordsøvand vil være endnu mere salt og derfor endnu tungere. Nordsøvandet løber således som en sydgående bundstrøm. Det er især gældende for den østlige dybe del af Kattegat.

SALTHOLDIGHED

Vandet i Kattegat er altså en blanding af Nordsøvand (over 30‰) og Østersøvand (ca. 10‰). Saltholdigheden svinger derfor

meget afhængig af strømforholdene. Det tunge Nordsøvand løber normalt mod syd langs bunden, mens det lettere Østersøvand løber mod nord i overfladen.

De to vandmasser blandes dog gradvist, og saltholdigheden i Kattegats overfladevand stiger derfor gradvist fra syd til nord. Pga. de to vandmassers forskelle i saltholdighed og dermed vægtfylde opstår der fronter mellem dem. Fronterne flytter sig i nord-sydlig retning afhængig af vind- og strømforhold.

Forskellene i saltholdighed betyder, at der er en meget stabil lagdeling af vandmasserne. Denne lagdeling opretholdes også om vinteren undtaget i de lavvandede områder, hvor vinden vil være i stand til at opblande vandmasserne.

TEMPERATURFORHOLD

Temperatursvingningerne i løbet af året er størst i overfladen, hvor vandet i kolde vintre afkøles til frysepunktet, og i varme somre opvarmes til over 20°C. Ved bunden svinger temperaturen mindre, fordi vandmasserne ikke opblandes. Bundvandet er derfor relativt varmt om vinteren i de dybere dele af Kattegat og kolde om sommeren. Det har stor betydning for de fisk, der i kolde år kan overvintre her.

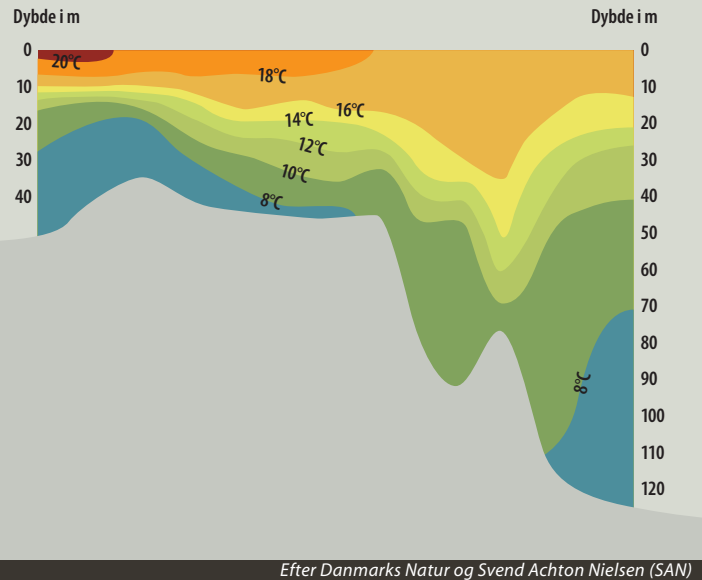
5.9 SALTHOLDIGHED

Figurerne viser overfladevandets saltholdighed efter længere tids sydgående strøm og efter længere tids nordgående strøm.



5.10 TEMPERATURFORHOLD

Lodret snit af det østlige Kattegat fra Øresund til Skagerrak.



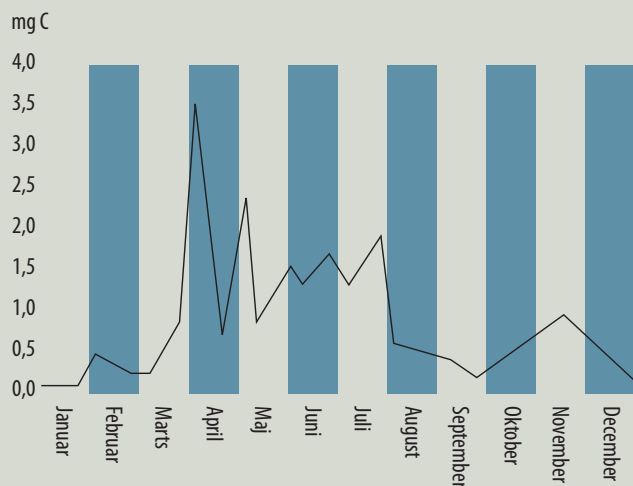
Der kan ret hurtigt dannes is i de indre danske farvande og Kattegat, fordi det kun er overfladelaget, der skal afkøles i stedet for hele vandsøjlen. Det er modsat Nordsøen, hvor vandmasserne opblandes om vinteren.

PRODUKTIONSFORHOLD

Når vandmasserne er lagdelte hele året, kunne man umiddelbart forvente, at produktionen er ret ringe. Men det er ikke tilfældet, fordi det er et meget dynamisk område med en stor vandudskiftning og

5.11 PRIMÆRPRODUKTION

Årstidsvariationen i primærproduktionen i det sydlige Kattegat gennem et år (1988). Primærproduktionen måles i milligram kulstof (mg C) pr. m².



trods alt en vis medrivning og dermed opblanding. Det salte bundvand har været overfladevand i Skagerrak, hvor det er blevet mættet med ilt. Når iltmangel alligevel er blevet et problem, skyldes det for mange næringssalte kombineret med særlige vejrforhold.

ØSTERSØEN

Østersøen er et brakvandområde. Det vil sige et område med relativt lav saltholdighed i størrelsesordenen 5-10‰. Østersøen kan inddeles i nogle mindre områder: Botniske Bugt, Botniske Hav, Finske Bugt, Riga Bugten og Den Centrale Østersø, der er den indre del af Østersøen dækkende området omkring Bornholm samt Øland og Gotland. Nogle gange regnes De Indre Danske Farvande og Kattegat med til Østersøen. Østersøen afgrænses af følgende lande: Danmark, Sverige, Finland, Rusland, Estland, Letland, Litauen, Tyskland og Polen.

5.12 ØSTERSØEN

Kort over Østersøen med bassiner og dyb, som viser overfladevandets gennemsnitlige saltholdighed i juni måned.



DYBDE- OG BUNDFORHOLD

Østersøens bund er delt op i en række fladbundede dybe partier, såkaldte bækkener eller bassiner. Arkona bassinet (ca. 55 m), Bornholmsdybet (ca. 90 m), Gdansk Dybet (ca. 111 m), Gotlands Dybet (ca. 240 m), Landsort Dybet (ca. 410 m). Bassinerne adskilles af tærskler med lavere vand. På tærsklerne er der mest hård bund, der består af sand, grus og sten. Bunden i bassinerne består af fint slam. Den højeste tærskel er mellem Falster og den tyske Ø Darss (*Darss tærsklen*). Her skal vandet fra Kattegat passere for at komme ind i Østersøen. Dybden er her ca. 17 meter.

STRØMFORHOLD

Østersøen modtager årligt ca. 500 km³ ferskvand fra land. Nedbør og fordampning ophæver stort set hinanden, så nettoudstrømningen er ca. de 500 km³, der forlader Østersøen som en overfladestrøm gennem Bælthavet, særligt Storebælt og Øresund. I virkeligheden løber der meget mere vand ud og ind af Østersøen, de 500 km³ er som nævnt en nettoudstrømning. Indstrømningen er som regel mindst i maj måned og størst om efteråret/vinteren. Udstrømningen er størst i maj-april-måned og mindst i juli. Det er vejrforholdene over hele området fra Nordsøen til Østersøen, der er afgørende for, hvilken vej hovedstrømmen løber.

Det salte Nordsø-/Skagerrakvand løber som en bundstrøm gennem Kattegat og

Bælthavet og videre ind i Østersøen – jo større mængder Nordsø-/Skagerrakvand der løber ind, jo længere når det ind. Bassinerne fyldes op et efter et fra bunden af. På grund af tærsklerne har det ikke nogen mulighed for at løbe tilbage igen, og bundvandet bliver kun fornyet, når nyt havvand trænger ind, eller det efterhånden langsomt blandes med det mindre salte og lettere overfladevand. Den totale vandudskiftning i Østersøen er derfor meget langsom og anslås til at tage ca. 25 år.

SALTHOLDIGHEDEN

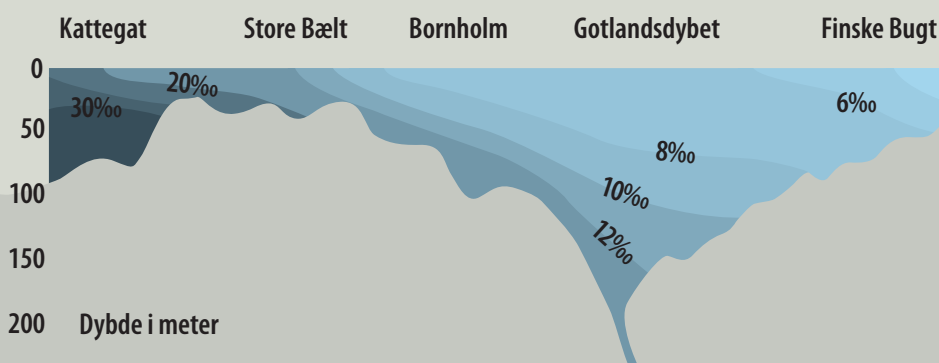
Østersøen er som nævnt et brakvandsområde med relativ lav saltholdighed, der varierer som følge af ændringer i balancen mellem udstrømmende ferskvand og indstrømmende saltvand. Saltholdigheden i Østersøen bliver gradvist lavere, jo længere man bevæger sig ind mod de indre dele af Østersøen i takt med at påvirkningen af indstrømmende saltvand aftager og ferskvandspåvirkningen bliver større, som vist på figur 5.13.

Østersøens vandmasser er lagdelte pga. de nævnte strømforhold og forskel i saltholdighed. Overfladevandet har en relativ lav saltholdighed på grund af den store tilledning af ferskvand fra de omgivende landområder, mens saltholdigheden gradvist stiger mod bunden. Det gælder især i de dybere dele af bassinerne, hvor opblandingen er langsom, fordi vandsøjlen er meget stabil.

Foto: Marc Lykke

5.13 SALTHOLDIGHED

Lodret snit gennem Østersøen fra Kattegat til Den Finske Bugt viser stigende saltholdighed mod bunden. Kurverne viser saltholdigheden i promiller (‰).



PRODUKTIONSFORHOLD

Livet i Østersøen er præget af især to forhold: den lave saltholdighed og den langsomme vandudskiftning i de dybere partier. Det brakke vand betyder, at kun få arter kan trives her. Det gælder indenfor alle plante- og dyregrupper. De få arter optræder ganske vist i store mængder, men hos de fleste er væksten langsommere end i det saltere hav.

Pga. lagdelingen og den ringe vandudskiftning er der næsten permanent iltmangel i de dybe dele af Østersøen. Forholdene er blevet værre gennem årene pga. forurening med næringssalte, der gør at iltmangelen breder sig op i vandsøjlen. Det har vist sig at have stor betydning for størrelsen af torskeårgangene i Østersøen. Iltforholdene i torskens gydeområder er nemlig kritisk for en gunstig udvikling af torskæggenes.

Torskeæggenes er tungere end det lette Østersøvand, der er i overfladen. De synker derfor ned, indtil de når noget vand med en saltholdighed på 12-16‰. I nogle områder har iltmangelen bredt sig op i de vandmasser, som torskæggenes ender i. Og så dør torskæggenes.

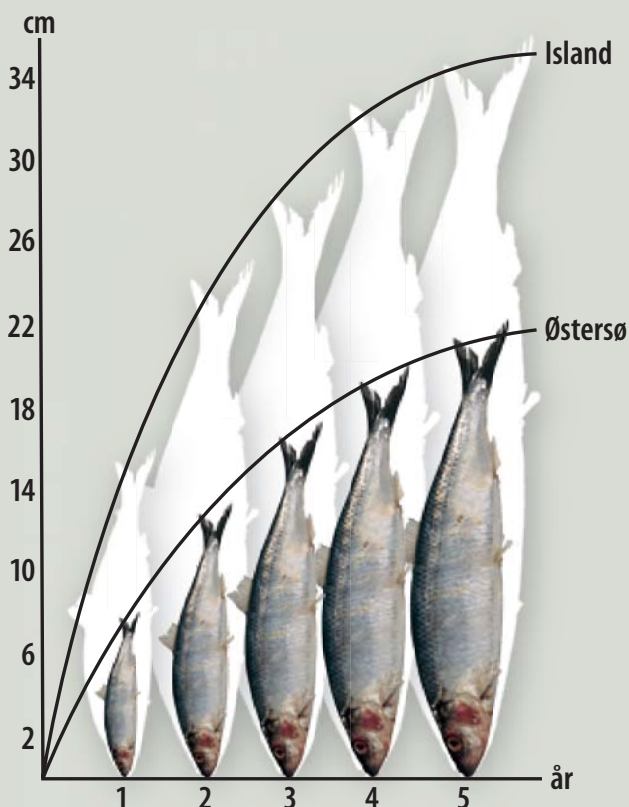
Disse forhold varierer både fra år til år og mellem områderne i Østersøen. Bornholmsdybet var f.eks. igennem det meste af 1980'erne og 1990'erne det eneste område, hvor torskæg kunne udvikles. I torskens øvrige gydeområder - i Gdansk og Gotlandsdybet - var det næsten sikkert, at de ville dø, før de klækkede pga. for lavt iltindhold.

Variationen i iltforholdene i de dybe vandmasser skyldes såvel naturlige som menneskeskabte årsager. En stor del af denne variation hænger sammen med indstrømningen af iltmættet vand fra Nordsøen. Indstrømningen hænger sammen med vejr og klima.

Hvert år sker der mindre vandudskiftninger, men de store vandudskiftninger, hvor bundvandet virkelig bliver fornyet, sker med længere og uregelmæssige mellemrum. Når der er lange perioder uden større indstrømning, vil næsten al ilt i de dybder, hvor torskæggenes lægger sig, være opbrugt. Belastning med næringsstoffer har betydet et større forbrug af ilt i Østersøens bundvand.

5.14 SILDENS VÆKST

Sammenlignes sild fra havet omkring Island med sild fra Østersøen, kan man se, at silden i Østersøen vokser meget langsommere og derfor ikke bliver så store.



Efter Danmarks Natur



SOM EN FISK I HAVET

Fisk er en del af havets økosystem - For en fisker er det den mest interessante del. Fisk kan se meget forskellige ud og have forskellig levevis. Nogle er aktive om natten - andre om dagen. Nogle lever på bunden - andre lever i de frie vandmasser. Nogle svømmer ud på lange vandringer - andre bliver på det samme sted hele livet. Fisk vokser hele livet, men hurtigst mens de er unge, før de bliver kønsmodne.

FISKENS FØDE

De fleste fisk er kødædere, og deres føde består af fire grupper af dyr:

- Krebsdyr - f.eks. vandlopper, tanglopper, rejer og krabber
- Børsteorme - f.eks. sandorme
- Bløddyr - f.eks. tyndskallede muslinger og snegle
- Fisk - der er mindre end den selv

Som regel ændres fiskens valg af føde i takt med, at fisken udvikler sig fra larve til voksen. Fiskelarver starter med at æde små larver af vandlopper (*nauplier*). Når fisken bliver større, begynder den også at kunne æde større dyr. Mange fisk bliver rovfisk med alderen. F.eks. æder torsk, rødfisk og helleflyndere næsten kun andre fisk på deres gamle dage.

Rovfiskene æder mest fiskearter i stimer som sardin, sild, brisling, tobis, sperling, lodde, kutlinger og ungfisk af egen eller andre arter. De fleste fisk har tænder. Hos udprægede rovfisk er munden stor med skarpe eller spidse tænder. Tænderne er ofte bagudrettede og egner sig derfor godt til at gribe og fastholde et stort bytte. Planktonædere har derimod meget små eller ingen tænder. Her sies planktonorganismerne fra vandet ved hjælp af fiskens gællegitter.

Nogle fisk er aktive om natten - andre om dagen. Fisk, der bruger synet til at finde føde, æder om dagen. Fisk som ål og mange fladfisk føler og lugter sig frem til byttet. De kaldes skumrings- og natdyr.

6.1 FISKETÆNDER OG GÆLLEGITTER



Foto: Anders J. Hansen

FØDEUNDERSØGELSER

Man har fundet ud af, hvad fiskene spiser ved at undersøge maveindholdet på et stort antal fisk fanget i naturen.

VÆKST OG ALDER

Den energi, en fisk får ud af føden, bruges til at fisken:

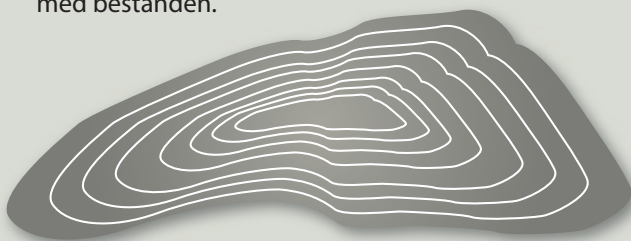
- Holdes i live
- Kan bevæge sig
- Kan vokse
- Og formere sig

Det er forskelligt fra art til art, hvor hurtigt en fisk vokser. Væksten afhænger også af hvor meget føde, der er at finde. Det giver en dårlig og langsom vækst, hvis der er for få byttedyr i forhold til mængden af de dyr, der konkurrerer om den. Udover mængden af føde, har temperaturen også betydning for væksten.

Generelt vokser fisk langsomt om vinteren, når det er koldt og hurtigt om sommeren, når det er varmt. Fisk vokser hele livet, men hurtigst, mens de er unge. Når fisken bliver kønsmoden, vokser den langsommere, fordi størstedelen af energien fra føden skal bruges til at producere æg (*rogn*) og sæd (*mælke*).

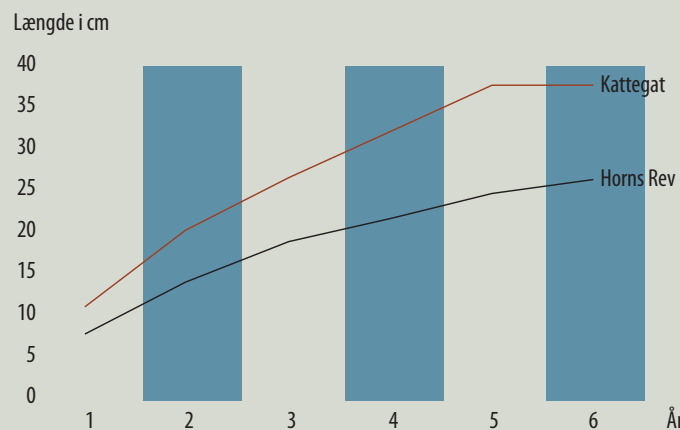
HVORDAN FINDER MAN ALDEREN PÅ FISKEN?

Inde i fiskens hoved finder vi tre par øresten (*otolitter*). De er fiskens balanceorgan. Ørestenene vokser hele fiskens liv. I fiskens øresten kan vi se årringe, ligesom på træer. Man kan også finde årringe i fiskens skæl. Da væksten om vinteren er meget langsom, opstår smalle, tætte vækstzoner. De ses som linier mellem de bredere sommerzoner. Øresten og fiskeskæl kan fortælle biologerne, hvor gammel den enkelte fisk er. Ved at analysere et udvalg af fisk, kan man få et overblik over alderens fordeling i f.eks. en torskebestand. Aldersfordelingen er vigtig at kende, når fiskeribiologerne skal vurdere, hvordan det går med bestanden.



6.2 RØDSPÆTTERS VÆKST

Rødspætternes vækst er mindre, når bestanden er tæt og konkurrencen hård f.eks. ved Horns Rev sammenlignet med Kattegat, hvor bestanden er tyndere.



Efter Svend Anton Nielsen.

Nogle fisk kan blive meget gamle, mens andre kun lever et års tid. Generelt bliver store arter ældre end små arter. Det tager tid at vokse sig stor.

LEVEVIS OG ADFÆRD

Nogle fisk lever i de frie vandmasser, mens andre lever ved bunden. Hvis de lever i de frie vandmasser, kaldes de pelagiske. Hvis de lever nær bunden, er de bundlevende eller *demersale*.

Sild og makrel er pelagiske fisk, mens flad-fiskene er demersale. Der findes naturligvis mange overgangsformer. Det er også almindeligt, at levestedet skifter med årstid eller alder. F.eks. lever fiskeyngel pelagisk, da det er en fordel, fordi det er her, der er mest føde til dem.

De to vigtigste ting, som kan forklare fiskenes adfærd, er:

- At få noget at æde
- At undgå at blive ædt selv

I forhold til dette er der et behov for ikke at blive opdaget! Der er to grunde til ikke at blive set:

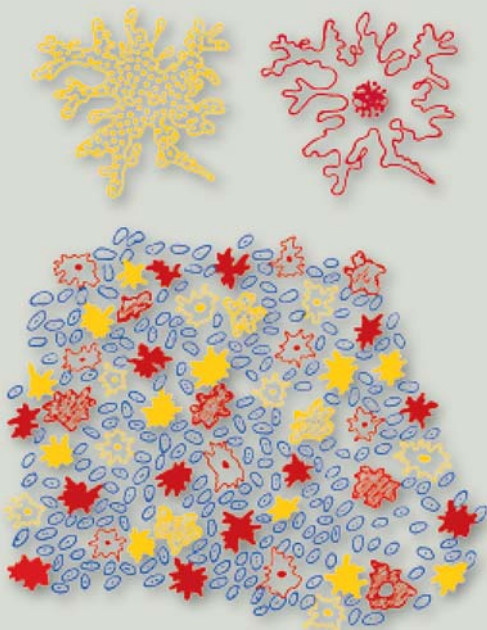
- Faren for at blive ædt
- Risikoen for at blive opdaget af sit bytte

Behovet for ikke at blive opdaget varierer fra art til art i forhold til levevis. F.eks. er en stor rovfisk ikke i så stor fare for at blive ædt, men det er vigtigt ikke at blive opdaget af sit bytte. Hvorimod en lille fisk, der lever af plankton, har et stort behov for at skjule sig for ikke selv at blive ædt.

At gemme sig er den mest oplagte måde at leve skjult på. Det kræver ikke nødvendigvis specielle fysiske tilpasninger, hvis man blot kan finde et sted, der er stort og skjult nok. Der er dog visse begrænsninger ved at leve skjult hele tiden. For det er svært at søge føde og gemme sig på samme tid. Fisken er uden beskyttelse så længe, den søger efter føde.

FARVESKIFTE

Fiskens farve består af tusindvis af farveceller (*kromatoforer*). Forskellige farveceller indeholder forskellige pigmenter. Hver farvecelle kan sprede eller koncentrere sit indhold af pigmentkorn. På denne måde kan fisken bringe forskellige farver til at dominere.



Efter Åse Jespersen og Jørgen Lützen

KUNSTEN AT FORSVINDE

Fisk benytter sig i stor stil af kamuflage. Det kan give mange fordele at gå i et med omgivelserne – man bliver usynlig for både bytte- og rovdyr. Mange fisk har udviklet farver og aftegninger og opsøger tilholdssteder, hvor de går mest muligt i et med omgivelserne.

Fladfiskene er tilpasset et liv ved bunden og har farve efter den bundtype, hvor de opholder sig mest. Nogle kan ændre farve efter omgivelserne. Mange af dem graver sig ned og kombinerer på den måde kamuflage og det at gemme sig. Andre går i et med underlaget ved at udviske kontrasten mod omgivelserne med finner og hudflige.

I de frie vandmasser er der ingen sten og planter, hvor man kan søge skjul og gemme sig. Men et dyr kan være vanskeligt at se alligevel – enten ved at være gennemsigtig eller ved at kamuflere sig. Blandt dyreplankton er der mange eksempler på organismer, der er svære at få øje på, fordi de er gennemsigtige. Det gælder f.eks. fiskeæg, vandlopper og gopler.

Fisk, som lever i de frie vandmasser, har udviklet mønstre og farver, der gør, at det er svært at skelne dem fra det omgivende vand. Makrellen har f.eks. et karakteristisk mønster på kroppen, som gør, at det er svært at se konturen af fisken. Næsten alle fisk er lysere på bugen end på ryggen. Det hænger sammen med, at lyset i havet kommer oppefra. En lys bug gør, at fisken går i et med lyset over og en mørk ryg udvisker kontrasten mod mørket nede i dybet.

STIMER

Fisk som lever i de frie vandmasser, danner oftest stimer. En fiskestime kan bestå af alt fra nogle få fisk til flere millioner fisk, der går tæt sammen.

Stimedannelse er først og fremmest en god måde at leve på for at undgå at blive ædt af andre fisk. Typiske stimefisk som sild og brisling lever en stor del af livet med en række prædatorer som torsk, sej og måske hvaler lige i nærheden. Fisk, som svømmer i stime, reagerer og bevæger sig som en enhed. Det får fiskestimen til at ligne en stor organisme i stedet for mange små. På den måde bliver det svært for en rovfisk at skelne de enkelte fisk i stimen fra hinanden og dermed fange den enkelte fisk.

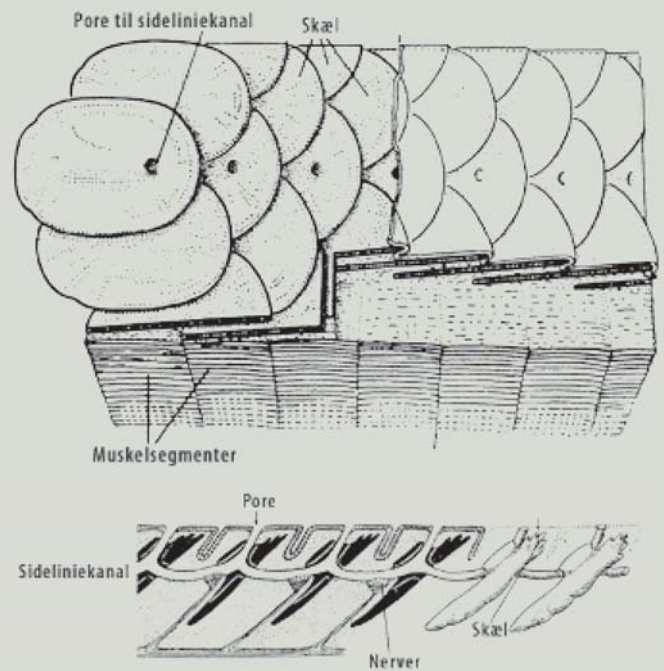
Til gengæld har mange rovfisk udviklet særlige angrebsstrategier til at jage stimefiskene. Rovfisk som sej går ofte selv i stimer, når den jager sild. Små sejstimer angriber sildestimen, så den splittes, og de enkelte fisk bliver lettere at fange. Torsken er derimod en snigende rovfisk, der helst fanger småfiskene, når stimerne opløses i skumringen eller dannes om morgenen.

Stimedannelse er afhængig af, at fiskene kan se hinanden. Stimerne dannes derfor om morgenen og opløses i skumringen. Om natten går fiskene sammen lidt løsere organiseret eller helt spredt som enkelt individer. Når stimerne først er dannet, bruger fisken sidelinieorganet til at sanse nabofiskens bevægelser. Sidelinieorganet opfatter trykforandringer i nærheden af fisken. Det har også været foreslået, at sild bruger sidelinieorganet til at opretholde stimedannelsen om natten.

Sildestimer er mange gange blevet observeret om natten under gydevandring. De enkelte fisk i en stime har som regel samme alder – og er ofte samme art. I nogle tilfælde kan forskellige arter dog godt findes i samme stime. F.eks. er der ofte småsild i brislingestimer.

SIDELINJE

De fleste fisk har en sidelinje på hver side af kroppen. Sidelinien løber som regel fra haleroden til gællelågets overkant, men kan hos nogle fiskearter fortsætte i forgreninger på hovedet (hovedporesystem). Sidelinjen består af en slimfyldt kanal, der gennemborer de overliggende skæl. I kanalen ligger en række sanseorganer, som registrerer trykbølger i vandet. Trykbølgerne kan skyldes fiskens egne bevægelser, andre fisk eller genstande. Man forestiller sig, at sidelinjen giver fisken et *billede* af omgivelserne ligesom et øje



Efter Åse Jespersen og Jørgen Lützen

En fiskestime kan have forskellig form og struktur. Stimer på vandring, eller som svømmer hurtigt, er ofte elipseformede eller runde, men de kan også have form som udstrakte bånd. Stimer, som er nær bunden eller overfladen, er sædvanligvis mere fladtrykte, mens fiskestimer, som svømmer midt i vandet, er mere runde.

PRÆDATOR

Ordet prædator kommer fra latinsk *praedari*, som betyder *at drive rov*. En prædator er et rovdyr, dvs. en der lever af andre dyr.

Foto: Kattegatcentret

Tætheden af fisk er omvendt proportional med størrelsen af fiskene. Det vil sige, at små fisk går tættere sammen end større fisk. Både rumfanget og arealet af stimen bestemmer, hvor stor biomasse, der er i stimen. Disse forhold kan måles med sonar. Det bruges i fiskeriet og i forbindelse med havundersøgelser.

FISK VANDRER

Det er almindeligt, at fisk danner stimer, når de vandrer langt for at søge føde, gyde eller overvintre. Fiskenes vandringsmønstre er ofte bestemt af årstiden. Det vil sige, at der nogle steder vil være flere fisk på bestemte tidspunkter af året. Mange arter vandrer efter faste ruter år efter år, men gydeområderne kan godt flytte sig fra år til år.

Det hænger sammen med ændringer i havstrømme og temperaturer. Hvis fiskens vandringsmønster ændrer sig, kan det have store konsekvenser for fiskeriet. Der vil være mindre fangster i et område – og måske større fangster i et andet.

6.3 EN FISKESTIME

Når rovfisk eller f.eks. småhvaler angriber en fiskestime forsøger de at splitte stimen, så de enkelte fisk bliver lettere at fange. Under fiskeri gælder det om at holde stimen samlet, så man kan få den i sit net.

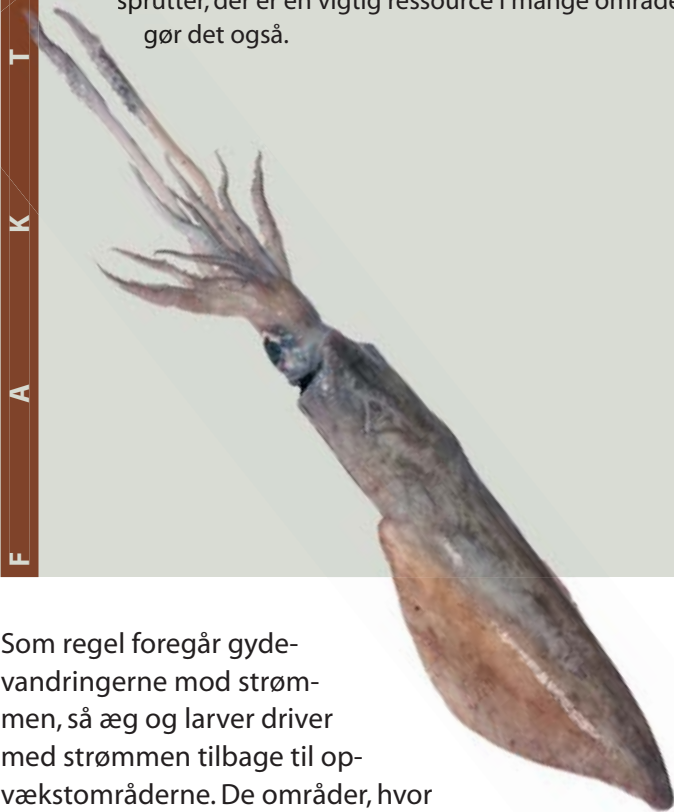


Foto: Biopix

FAKTA

BLÆKSPRUTTER

Det er ikke kun fisk, der danner stimer. Tiarmede blæksprutter, der er en vigtig ressource i mange områder gør det også.



Som regel foregår gydevandringerne mod strømmen, så æg og larver driver med strømmen tilbage til opvækstområderne. De områder, hvor de voksne søger føde, er derfor som regel et andet sted, end hvor larver og yngel vokser op. Og det er smart. På den måde undgår de at æde deres eget afkom. Kannibalisme er nemlig meget almindeligt i fiskens verden. Voksne sild æder f.eks. sildeyngel, hvis de ender i det samme område – og torsken snupper gerne mindre artsfæller.

Vandring kan også være lodrette (*vertikale*). Mange fisk opholder sig i sikkerhed på dybt vand om dagen, men vandrer nærmere overfladen om natten for at søge føde – på samme måde som det plankton, de lever af.

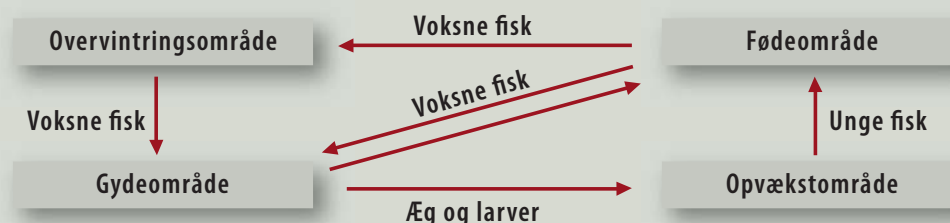
FAKTA

MIGRATION

Vandring kaldes også *migration*.

6.4 VANDRINGER HOS FISK

Nogle fisk tilbagelægger mange tusinde kilometer på vandring i havet, andre bliver hele livet i nærheden af det sted, hvor de er født. De fleste fiskearter gennemfører kun en del af de mulige vandringer, som denne skematiske figur af fiskenes vandringsmønstre viser.



FISK PÅ VANDRING MELLEM SALT- OG FERSKVAND

For arter som laks og ål, der i løbet af deres liv både lever i fersk- og saltvand, stiller de forskellige livsbetingelser ekstra krav til tilpasningsevnen. Laksen vokser bedst, når den opholder sig i saltvand, hvorefter den er lige omvendt med ålen.

LAKSEN

Laksen gydes i ferskvand, men vokser op i saltvand i havet. Når den voksne laks selv skal gyde vender den tilbage til ferskvandet, der hvor den selv blev udklækket. Laks fra de europæiske floder vandrer så langt som til farvandene omkring Færøerne, Island og Vestgrønland eller mod nord til området omkring Lofoten. Laks fra de nordamerikanske floder vandrer til grønlandske farvande. Laksen kommer vidt omkring men vender altid tilbage til sit udgangspunkt igen for selv at gyde.

ÅLEN

Ålen gydes i saltvand i Sargassohavet og ålelarverne driver i løbet af de følgende 1-3 år mere end 6000 km med Golfstrømmen til de europæiske kyster. Her vokser den op i fersk- og brakvand som gulål, hvorefter den vender tilbage til havet som blankål. Den svømmer hele vejen tilbage tværs over Atlanterhavet for selv at gyde i Sargassohavet.



FRA ÆG TIL YNGEL

Fiskenes gydeplads skal opfylde artens specielle krav til dybde, saltholdighed, temperatur og bundforhold. Nogle arter er meget nøjeregnende med temperaturen og gyder kun indenfor et spillerum på nogle få grader. Torsk skal have 4- 6°C og makrel ca. 12°C. Hos arter med en stor udbredelse foregår gydningen derfor i forskellige måneder i den nordlige og sydlige del af udbredelsesområdet. Hos de fleste fiskearter gydes kønsprodukterne, dvs. mælke (*sæd*) og rogn (*æg*), frit i vandet, mens hannen og hunnen svømmer.

MÆRKNINGSFORSØG

Der er stadig mange ting man ikke ved om fiskenes vandring. Den viden man har i dag kommer bl.a. fra mærkningsforsøg, hvor man indfanger fisken, sætter et mærke på den og sætter den ud igen. Når den så genfanges, får man viden om, hvor den er svømmet hen. I dag arbejdes der med elektroniske mærker, der kan opsamle informationer om f.eks. dybde og temperatur, der hvor fisken har opholdt sig.



Foto: Stefan Neuenfeldt

Der findes også fiskearter, der har parringsorganer, hvor befrugtningen sker inde i hunnen. Det er tilfældet hos f.eks. ulke, ålekvabber, rødfisk, hajer og rokker. Der findes en række forskellige ynglestrategier hos fisk, der går ud på at skabe mest muligt levedygtigt afkom.

Det optimale må være hurtigt at blive stor og kønsmoden og få masser af store unger, dvs. store æg. I praksis kan en fisk dog ikke lave særligt mange æg, hvis de samtidig skal være store – størrelse og antal udeluker hinanden. De fisk, der gyder store æg, gyder derfor også få æg. Et lille antal æg giver mulighed for æg og yngelpleje. Det gør, at afkommet har stor mulighed for at overleve. Ulempen ved denne strategi er, at man får færre unger hvert år. Det betyder, at bestanden vokser meget langsomt.

En stor del af de pelagiske fiskearter har specialiseret sig i det modsatte - nemlig at gyde et stort antal små æg. Mange af de små æg går til, men det opvejes af, at antallet er meget stort. Så der vil som regel altid være nogle, der overlever. Gydningen en enkelt sæson kan dog godt slå fuldstændig fejl. Men bestanden kan komme sig hurtigt igen efter kun en enkelt vellykket gydning.

I DYBHAVET

I dybhavet, hvor der er langt mellem fiskene, kan det være svært at finde sig artsfæller af det modsatte køn. Det problem kan løses på flere måder. Mange dybhavnfisk er f.eks. tvekønnede. Hos andre, f.eks. dybhavstudsefisk, er hannen fastvokset til hunnen som en lille sædproducerende parasit.

F A K T A

Foto: Marc Lykke

6.5 FISKELARVE



Foto: Fisheries and Oceans Canada, J. F. Saint-Pierre

F A K T A

FISKEÆG OG -LARVER

I dunkelt lys kan æg og larver fra de fleste arter ikke ses. Det skal være svært at få øje på dem i naturen. Der findes dog også æg, som ikke er gennemsigtige. Nogle æg indeholder rødlig eller grønlig pigmenter (*farvestoffer*). Pigmenterne formodes at beskytte æggene mod UV stråling fra solen, da disse æg ofte findes meget tæt på havoverfladen.

Fiskelarver og de fleste fiskeæg er planktonorganismer og flyder med havstrømmene. Bortset fra en vis regulering af flydeevnen har de ingen mulighed for selv at påvirke, hvor de havner. Et stort antal af æggene går til grunde i hårdt vejr eller bliver ædt. Overalt findes der fjender. Et æg eller en fiskelarve er et næringsrigt lille måltid for mange fisk og andre dyr. Og selvom de ikke skulle blive ædt, dør mange nyklækkede larver alligevel. De dør af sult.

For at kompensere for spildet må ægantallet, som nævnt, være stort. En rødspætte gyder op til 500.000 æg afhængig af fiskens størrelse. En torsk kan gyde mere end sin egen kropsvægt i æg i løbet af en sæson.

Der bliver fra ca. 500.000 til 5 millioner æg afhængig af huntorskens størrelse. Antallet af overlevende æg vil svinge fra år til år. I gennemsnit vil kun et par stykker af dem overleve og blive til voksne fisk.

Hos nogle fisk bliver alle æggene modne samtidig og gydes på en gang, mens andre gyder dem portionsvis med nogle dages mellemrum. Nogle fiskeæg er lettere end vand og stiger langsomt opad (*brisling*, *torskfisk* og *fladfisk*), mens andre synker til bunds (*sild*) eller hæfter sig til tang og sten med klæbetråde (*hornfisk*).

Når et fiskeæg klækkes, og fiskelarven kommer ud, har den en *madpakke* med, som den kan leve af den første tid. Det kaldes *blommesækken*. Det er meget forskelligt fra art til art, hvor lang tid fiskelarven kan klare sig, før den må have føde.

For torskelarverne i Østersøen tager det en uges tid før blommesækken er tydeligvis skrumpet, og larven er vokset en smule. Men den kan overleve tre uger, før den har brug for at æde.

Når fiskelarverne driver med havstrømmene, er det vigtigt, at de ender, hvor der er rigeligt med føde – dvs. planktonproduktion. Ellers vil fiskelarverne hurtigt dø af sult. Efter nogle uger eller måneders pelagisk liv, søger bundfiskenes larver mod bunden, ofte på ret lavt vand. De pelagiske fiskearters yngel, som f.eks. sildens, søger sammen i stimer nær kysten. Andre op-søger det dybere vand længere ude til havs. Larverne har nu udviklet sig og ligner små udgaver af de voksne fisk.

FLADFISK

Fladfiskenes larver, som f.eks. rødspætten, gennemgår en meget mærkelig forvandling efter 1-2 måneders forløb ved en længde på ca. 10 mm. Venstre øje flytter sig op over hovedets overkant, og fiskeungerne begynder at svømme med venstre side nedad. Ved en længde på ca. 12-14 mm holder de op med den pelagiske levevis og slår sig ned på ganske lavt vand langs kysterne. Højre side vender nu opad og kaldes *øjensiden*. Venstre side vender nedad mod bunden - bliver bleg, farveløs – og kaldes *blindsiden*.

Foto: Biopix

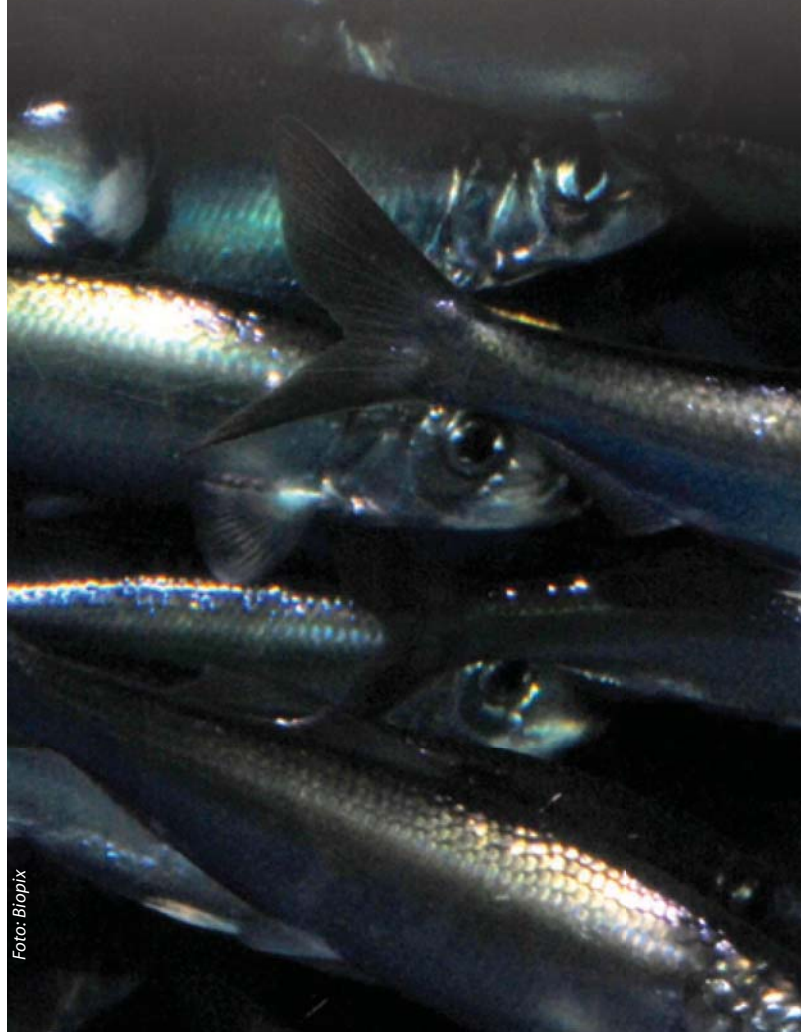


Foto: Biopix

FISKEBESTANDE

Mange fiskearter lever opdelt i et større antal stammer eller bestande, som har hver sit geografiske område, og som har udviklet hvert sit karakteristiske livsmønster. Fiskebestandenes struktur og størrelse påvirkes af fiskeriet. Det er fiskeribiologerne opgave at finde ud af hvordan.

De forskellige fiskearter og bestande er en del af havets økosystem. De er afhængige af hinanden, af andre levende organismer og af havets øvrige miljøforhold. I fiskeribiologien forsøger man at finde ud af, hvordan især fiskeriet påvirker bestandene.

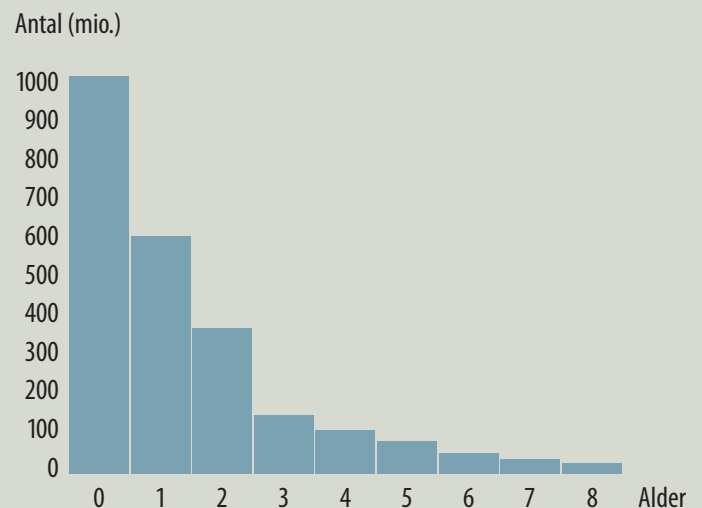
Mange fiskearter lever opdelt i et større antal stammer eller bestande, som har hver sit geografiske område. Bestandene har udviklet hvert sit karakteristiske livsmønster. I vore farvande findes der f.eks. én sildeart, men der er mange forskellige sildebestande. Hver bestand gyder på forskellige steder eller tidspunkter. Det er dog ikke sådan, at man kan sætte faste grænser om hver enkelt bestand. De forskellige bestande kan godt blande sig og findes i samme område på visse tider af året, når de f.eks. søger efter føde. Det er af meget stor interesse at kende de enkelte bestandes udbredelse og få beskrevet deres levevis.

BESTANDE OG STAMMER

Man kan se, at der er tale om forskellige bestande eller stammer ved at undersøge et stort antal fisk forskellige steder fra. Man startede i sin tid med at kunne skelne forskellige stammer af f.eks. torsk og sild på antallet af ryghvirvler og finnestråler. Senere har man ved undersøgelser af fiskenes blod fået bekræftet, at der f.eks. findes to stammer af torsk i Østersøen. I dag kan man også bruge dna-analyser til at afsløre, hvorvidt der er tale om en eller flere forskellige stammer af den samme art.

7.1 ALDERSFORDELINGEN I EN UBEFISKET BESTAND

Figuren viser aldersfordelingen i en teoretisk bestand, der ikke befiskes. Hvis man følger en bestemt årgang, f.eks. 2003, vil man de følgende år se, at der bliver færre og færre fisk af den bestemte årgang hvert år. Samtidig rekrutteres der nye årgange.



BESTANDENS STRUKTUR

Når man i fiskeribiologien undersøger fiskebestandene, kan det være praktisk at dele dem op i mindre enheder. Det gør man ved at inddele fiskene efter alder: 0-årige, 1-årige, 2-årige osv. Denne inddeling og kendskabet til aldersfordelingen i en bestand er nødvendig i mange af de modeller og beregningsmetoder, man bruger indenfor fiskeribiologi.

En aldersklasse er alle fisk i en given bestand med en bestemt alder. Den enkelte fisk tilhører samme årgang hele sit liv, men rykker hvert år en aldersklasse op. Da nogle fisk spises af andre fisk eller dør af

andre årsager, er det normalt sådan, at der er flere 0-årige end 1-årige og flere 1-årige end 2-årige osv. Helt små fisk og larver er mere udsat for at blive spist end større fisk. Derfor dør et stort antal individer det første år.

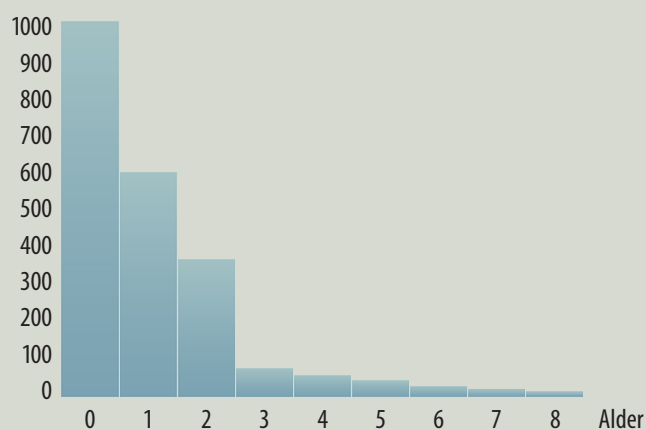
Starter man fiskeri på en bestand som vist i figuren, vil aldersfordelingen ændres. Hvis fiskeriet er rettet mod de store fisk, dvs. fisk over en vis alder, vil størrelsen af de ældre aldersklasser blive mindre, og antallet af årgange i bestanden kan eventuelt også blive mindre – de dør hurtigere ud. Dermed bliver den andel af bestanden, der udgøres af unge fisk større, og de ældre aldersklasser bliver mindre eller forsvinder. Der kan opstå problemer med denne forandring af alderssammensætningen, hvis fiskene ikke når at blive kønsmodne og gyder inden de bliver fanget. Så kommer der ikke nogen nye årgange, og bestanden bryder sammen.

Antallet af aldersklasser i en bestand har betydning for virkningen af gode og dårlige årgange. Når antallet af aldersklasser bliver mindre, vil størrelsen af en ny årgang få relativ større betydning, end i en bestand med mange aldersklasser. I en naturlig bestand og med et fornuftigt fiskeri indeholder f.eks. torske- og rødspættebestanden mange aldersklasser.

7.2 ALDERSFORDELINGEN I EN BEFISKET BESTAND

Aldersfordelingen i en teoretisk bestand, hvor 3-årige og ældre fisk fiskes.

Antal (mio.)



Derved vil en enkelt dårlig årgang ikke få den store betydning for den samlede bestandsstørrelse. For de fiskearters vedkommende, der ikke lever så længe, vil der selv uden fiskeri kun være få årgange. Det gælder f.eks. tobis, hvor en god eller dårlig årgang er meget vigtig for bestandens størrelse - og dermed også tobisfiskeriet.

BESTANDENS STØRRELSE

EN FISKEBESTAND VOKSER VED:

- A** At nye ungfisk kommer til. Det kaldes rekruttering
- B** Individuel vækst. Dvs. at fisk æder og vokser
- C** Indvandring

DEN SAMME BESTAND MINDSKES VED:

- D** Naturlig død. Fisk dør af fødemangel, sygdom eller bliver spist
- E** Fiskeridød. Fisken forsvinder ud af bestanden, fordi den bliver fisket
- F** Udvandring

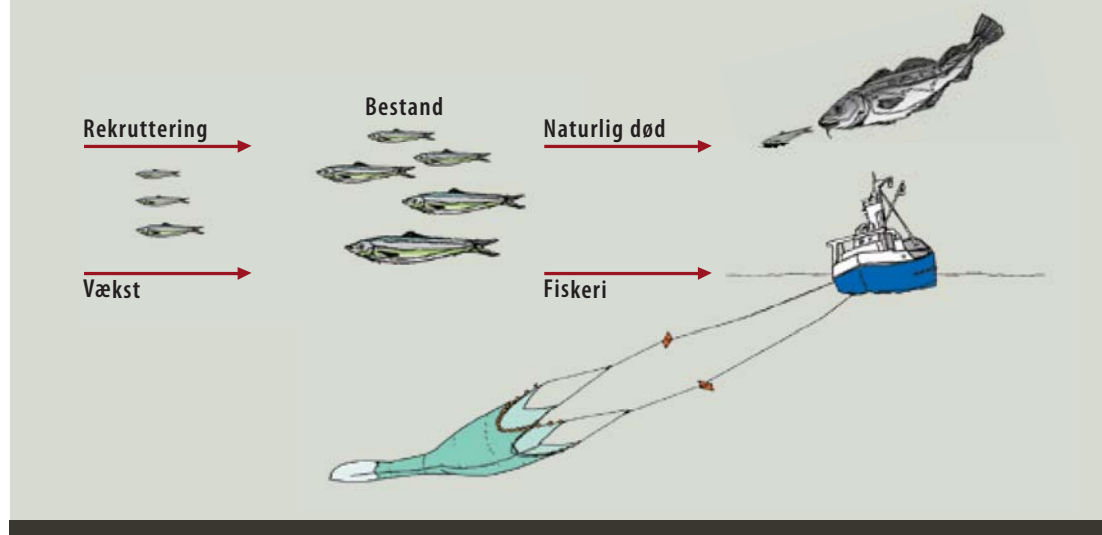
Fiskeribiologi går i korthed ud på at beregne størrelsen af **A**, **B**, **D** og **E** for derved at kunne forudsige ændringer i bestandene. Man ser bort fra ud- og indvandring mellem bestandene. Mest fordi man ikke kender størrelsen af ind- og udvandring. En bestands størrelse kan udtrykkes enten i antallet af fisk eller i den samlede vægt, biomassen. Den samlede biomasse er summen af alle fisks vægt. Denne størrelse findes ved at gange antallet af fisk i hver årgang med den gennemsnitlige vægt for den samme årgang og så lægge dem sammen.

REKRUTTERINGEN TIL FISKEBESTANDE

Rekruttering er et udtryk for det antal eller den mængde unge fisk, som bestanden forøges med hvert år. Det er med andre ord den mængde fiskeyngel, der har overlevet til en given alder og størrelse. Rekrutteringen svinger meget fra år til år.

7.3 EN FISKEBESTAND

For at kunne beregne det bæredygtige udbytte af en fiskebestand, må fiskeribiologerne undersøge, hvad der påvirker bestandens størrelse.



Det skyldes i høj grad forholdene i fiskenes omgivelser -miljøet. Selv små ændringer i temperatur, saltholdighed, iltkoncentration eller mængden af føde og prædatorer kan have storindflydelse på, hvor mange individer, der overlever udviklingen fra æg til larve og videre til rekrut. Det kan derfor være af mindre betydning, om der bliver gydt 1.000.000.000 eller 100.000.000 æg.

Antallet af rekrutter vil være bestemt af, hvor mange æg og fiskeunger, der overlever. Det betyder, at man godt kan fjerne et betydeligt antal gydefisk, uden at det får nogen indflydelse på antallet af rekrutter. Men under et vist niveau vil gydebestandens størrelse i sig selv kunne blive en begrænsende faktor. I fiskeribiologien arbejder man ud fra, at der i gennemsnit produceres færre rekrutter fra en lav gydebestand.

Det er dog ikke for alle bestande, at man har kunnet finde tegn på en formindsket rekruttering - selv ved de mindste observerede gydebestande.

Miljøets store betydning for antallet af rekrutter gælder især de fiskearter, der gyder de store mængder æg. De fisk, der gyder få æg eller føder levende unger, er meget mere sårbare overfor overfiskeri. Som eksempel kan nævnes pighajen, der hvert andet år føder 5-6 unger. Disse unger skal desuden leve i adskillige år, før de selv kan få unger. Her vil antallet af rekrutter være meget mere afhængigt af antallet af hunner. Færre hunner vil hurtigt kunne medføre en stor nedgang i bestanden.

ÅRGANGSSTYRKEN

Rekrutteringens størrelse kaldes også *årgangstyrken*. Årgangstyrken afhænger ikke kun af hvor mange æg, der gydes, men også af hvor mange fisk, der opnår en alder, hvor de er så store, at de indgår i fiskeriet. En af de vanskeligste opgaver i fiskeribiologien er netop at kunne forudsige rekrutteringens størrelse, og den har i praksis vist sig at svinge meget i mange bestande. Det er derimod forholdsvis enkelt at beregne den faktiske rekruttering tilbage i tiden.

GYDEBESTAND

Gydebestanden er den del af bestanden, der indgår i den årlige gydning. Gydebestanden måles som den samlede vægt af kønsmodne individer og kaldes gydebiomassen. I praksis beregnes gydebiomassen ud fra oplysninger om antallet af fisk i bestanden i forskellige aldersklasser, den gennemsnitlige vægt pr. individ pr. aldersklasse samt andelen af køns-modne individer pr. aldersklasse.

A
T
K
A
F

A
T
K
A
F

DØDELIGHEDEN I FISKEBESTANDE

En fisk dør - enten fordi den bliver fisket eller af andre årsager. Fiskeribiologer siger at der er tale om to dødeligheder: fiskeridød eller naturlig død. Dødeligheden kan afhænge af fiskens alder/størrelse på følgende måde: En lille fisk, f.eks. en ung torsk, har en stor risiko for at blive ædt, men lille risiko for at blive fisket. Mens en stor torsk har en stor risiko for at blive fisket, men en mindre risiko for at blive ædt.

Fiskeridødeligheden er et mål for fiskeriets intensitet. Denne måles for det meste som en årlig fiskeridødelighed. Det vil sige, at det er den del af bestanden, som fiskeriet årligt fjerner fra en given bestand.

Fiskeridødeligheden angives som forholdet mellem antallet af fisk, der fanges og det gennemsnitlige antal af fisk i den samlede bestand i årets løb. Denne måde at definere fiskeridødeligheden er valgt af beregningstekniske grunde. Man forsøger at styre fiskeridødeligheden ved hjælp af regulering.

Den naturlige dødelighed udtrykkes ligesom fiskeridødeligheden som forholdet mellem antallet af fisk, der dør og gennemsnitsantallet i bestanden i årets løb. I praksis er det meget vanskelig at beregne den naturlige dødelighed. Den afhænger af alle mulige faktorer som f.eks. prædation, fødeudbud og andre miljøpåvirkninger. Ved bestandsvurderinger må man derfor komme med kvalificerede gæt.

Bestanden formindskes, hvis der dør flere fisk - uanset årsagen - end der tilgår ved rekruttering. Det kan sammenlignes med reguleringen af vandstanden i en tragt. Hvis man lader mere vand løbe ud end man hælder i, vil vandstanden falde. Det gælder om at finde den balance, hvor rekruttering og dødelig er lige store,

hvis man vil bevare en given bestand. Det selvsagt ikke nogen let opgave at finde denne balance.

BESTANDSVURDERINGER

De fleste kommercielt interessante fiskebestande vurderes regelmæssigt af fiskeribiologerne. For at vurdere en fiskebestand laves en analyse af bestandens historiske udvikling og dens aktuelle tilstand.

Analysen bygger på data fra fiskeriet og fra togter med havundersøgelsesskibe. Ud af analysen kommer der bl.a. en beskrivelse af bestandens udvikling over tid i forhold til rekruttering, fiskeridødelighed og gydebestand. Man vurderer, hvordan det nuværende fiskeri påvirker bestanden på baggrund af bestandens historie, og hvordan den har reageret på fiskeri tidligere.

Herefter beregner man de fangster, der forventes i det kommende år under forskellige forudsætninger om, hvordan man driver fiskeriet. Fiskeribiologerne rådgiver så politikerne om, hvordan fiskebestandene skal forvaltes. Det er bedre kendt som den biologiske rådgivning og det kan du læse mere om i kapitel 9.



DE FISKERIBIOLOGISKE UNDERSØGELSER

Fisk er ikke jævnt fordelt i havet, og når biologer og fiskere tager ud for at fiske, er det med helt forskellige formål. Fiskerne kan opleve, at der er masser fisk i et lokalområde, mens biologerne vurderer, at der er for få fisk i hele bestandens udbredelsesområde. Både fiskere og biologer kan have ret, men man kan sige, at det er brillerne, man ser med, der er forskellige.

Fiskerne er ofte uenige i fiskeribiologernes vurderinger af bestandene. Fiskerne og biologernes syn på bestandenes tilstand og udvikling kan være direkte modstridende. Og den biologiske rådgivning beskyldes for at være ude af trit med virkeligheden. Hvorfor kan fiskere og biologer opleve situationen i havet så forskelligt?

En af grundene kan være at den biologiske vurdering og rådgivning beskæftiger sig med fiskebestande på et ret overordnet niveau, f.eks. hele Nordsøen. For alle fiskebestande er der store variationer i forekomst indenfor så stort et område. I nogle tilfælde kan det vise sig ved, at bestanden det ene sted er meget stor, mens den synes at være næsten forsvundet et andet sted.

Eksempler på sådanne bestande er torsk i Nordsøen og den østlige Østersø samt rødspætte i Nordsøen. Her har man i flere år set en skæv fordeling af bestandene i farvandet. På den måde opleves bestanden lokalt at udvikle sig i den stik modsatte retning af det, biologerne ser for bestanden som helhed.

Biologernes bestandsvurderinger bygger på data fra hele bestandens udbredelsesområde og gælder for hele bestande. Den siger ikke noget om den lokale situation. Fiskere og biologer kan altså begge have ret, men man kan sige, at det er brillerne, man ser med, der er forskellige.

HAVUNDERSØGELSER

Det er det samme, der gør sig gældende, når man diskuterer biologernes havundersøgelser. Biologernes havundersøgelser kritiseres ofte af fiskerne for at foregå på en helt forkert måde. Men når biologer og fiskere tager ud for at fiske er det med helt forskellige formål. Fiskerens formål er at fange flest muligt fisk. Fiskeribiologernes formål er at finde frem til den totale mængde af fisk. Det betyder, at biologer vil fiske på steder og tidspunkter, der for en fisker kan virke helt ulogisk.

De fleste fisk er ikke jævnt fordelt i havet. De vil, som bekendt, samle sig i større koncentrationer i nogle særlige områder på bestemte tidspunkter, enten for at søge føde eller gyde. Eller fordi de af forskellige grunde lever i stimer. For fiskeren gælder det om, at kende disse områder og vide hvor og hvornår fiskene samler sig. Som fisker vil man til enhver tid opsøge de områder, hvor tætheden af fisk er størst.

Når der bliver mindre af en bestemt fiskeart i havet, sker der typisk det, at udbredelsen af de særlige områder, hvor fisken samler sig, bliver mindre. Men tætheden i det område, hvor de findes, vil være den samme. Man vil derfor opleve, at man fanger det samme eller næsten lige så meget pr. dag som før, når man er på fiskepladsen. Den eneste måde man registrerer, at der er færre fisk, er ved, at det er blevet sværere at finde de områder, hvor der er godt fiskeri. Simpelthen fordi disse områder fylder mindre.

Fiskerens måde at fiske på er den bedste, når det drejer sig om at fange flest fisk. Men biologerne er ikke ude på at fange flest fisk. De skal prøve at finde ud af, hvor mange fisk, der gennemsnitligt er i havet, dvs. hvor stor den totale bestand er. Her er fiskerens metode ikke nogen særlig god fremgangsmåde. Den siger højest noget om tætheden, der hvor der er flest fisk, men ikke noget om den totale bestand. Det vil svare til, at man vil sige noget om befolkningstætheden i Danmark ved at tælle, hvor mange mennesker, der er i et indkøbscenter en lørdag formiddag.

Fiskeribiologerne vil derfor ikke kun fiske der, hvor der er mange fisk, men fordele sine træk ud fra nogle statistiske regler om, hvordan man bedst får prøver, der repræsenterer hele bestanden. Ideelt set skulle alle trækkene tages på samme tid, da fiskene jo bevæger sig rundt. Men det er ikke muligt. I praksis vil det sige, at man tager tilfældige stikprøver inden for forskellige områder hen over en periode.

Ud fra dette beregner man så totalbestanden. Det svarer til, at man for at bestemme befolkningstætheden i Danmark må tage tilfældige stikprøver fra forskellige områder, dvs. også der hvor der ikke er nogen eller kun meget få mennesker.

Biologerne fisker derfor også der, hvor man normalt ikke vil forvente at finde mange fisk. Der kan dog være et par problemer med stikprøve-metoden, som lige skal nævnes. Det kan f.eks være, hvis det er en fiskart, der er aktiv om natten, men undersøgelserne altid foregår om dagen. Eller vandringsmønsteret ændrer sig for en given bestand, men man fortsætter med at lave bestandsundersøgelser på samme tid og sted. I disse tilfælde vil man konsekvent ramme ved siden af med sine stikprøver enten i tid eller rum.

Det vil betyde, at de videre beregninger er behæftet med stor usikkerhed. Det kræver derfor stor og indgående viden om de forskellige fiskerarters levevis og adfærd og ikke mindst løbende justeringer at tilrettelægge brugbare fiskeriundersøgelser. Det er desværre ikke altid tilfældet.

UNDERSØGELSERNE SKAL KUNNE SAMMENLIGNES

Biologerne gør også andre mærkelige ting, som man måske undres over som fisker. På havundersøgelseskibene bruger de ofte gamle og ineffektive redskaber i forhold til de redskaber mange fiskere bruger. Men også her er forklaringen, at formålet for biologer og fiskere er helt forskelligt. Som fisker vil man naturligtvis hele tiden forbedre sine redskaber, hvis man kan. Så man kan fange flere fisk. Men igen er det ikke biologernes formål at fange flest muligt fisk.

For biologerne er det vigtigt at prøvetagningerne kan sammenlignes år efter år. Redskabet skal derfor være det samme. Det er ikke de absolutte fangstmængder, der er interessante, men derimod om det er mere eller mindre end det, der er blevet fanget tidligere. Det vil sige udviklingen i fangstmængder. Hvis man skal skifte redskaber kan det være meget problematisk og kræve et større kalibreringsarbejde.

Man kan ikke tælle alle fiskene i havet. Fiskeriundersøgelserne er ikke virkeligheden, men man forsøger at få afdækket en gennemsnitssituation. Denne gennemsnitssituation kan man så sammenligne år efter år og se, hvordan udviklingen er. Selv i bedste tilfælde er der tale om en relativ udvikling og ikke absolutte værdier.



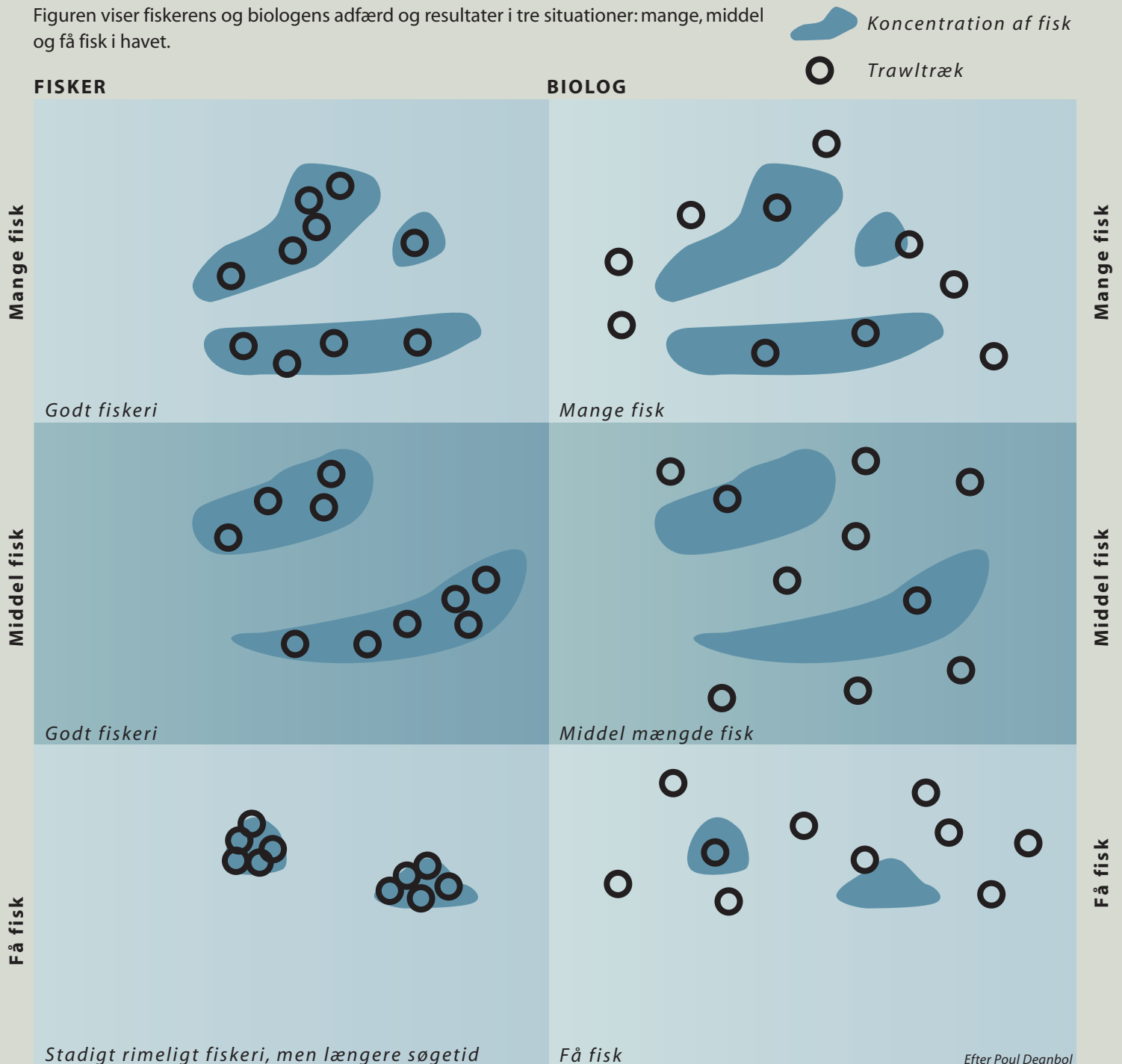
Det kræver både tid og penge at lave havundersøgelser. Når man planlægger antallet af stationer og prøvetagninger, skal der være en balance mellem udgifterne, og det man får ud af det. Det er klart, at jo tættere

man vil på virkeligheden, jo flere prøvetagninger må man foretage. Men det er ikke sådan, at man får dobbelt så god viden, fordi man fordobler antallet af prøvetagninger og dermed udgifterne.

8.1 EN FISKEBESTAND

De erfaringer man gør sig i forbindelse med sit arbejde, er afhængig af formålet med arbejdet. Fiskerens formål er at fange mest muligt, mens biologernes er at finde frem til den totale mængde af fisk i et område.

Figuren viser fiskerens og biologens adfærd og resultater i tre situationer: mange, middel og få fisk i havet.



FISKERIUNDERSØGELSER

Udover forekomst undersøger biologerne også alderssammensætningen i fangsterne, hvor meget en fisk vejer ved en given alder vejer og graden af kønsmodenhed.

DEN BIOLOGISKE RÅDGIVNING

EU, diverse Internationale fiskerikommissioner og nationale regeringer beder hvert år Det Internationale Havundersøgelsesråd (ICES) om at give en status over fiskebestandene. Forvaltningen af de fleste kommercielle fiskerier i de Nordøstatlantiske havområder, her inklusiv Nordsøen og Østersøen, bygger på rådgivningen fra ICES.

Fiskeribiologerne i de lande, der udnytter de samme fiskebestande, arbejder sammen om at undersøge og beskrive bestandenes tilstand. Derefter vurderes den fremtidige udvikling i de enkelte bestande. Bestandsvurderinger og dermed rådgivningen fra ICES bygger både på data fra havundersøgelser og i høj grad også fra fiskerierhvervet. Det drejer sig om oplysninger om fangster, landinger og fiskeriindsats.

Det praktiske arbejde gøres af de nationale fiskeriforskningsinstitutter. I Danmark er det DTU Aqua. Analyser og beregninger foregår i de såkaldte ICES-arbejdsgrupper. Arbejdsgrupperne består af forskere fra de enkelte landes fiskeriforskningsinstitutter.

Der laves arbejdsgruppe-rapporter, som bliver sendt til de rådgivende komiteer i ICES. Den rådgivende komite for fiskeriforvaltning- ACFM, kommer derefter med forslag og råd om, hvordan mange af fiskearterne, der skal forvaltes. Rapporterne er bedre kendt som *den biologiske rådgivning*.

EFFORT ELLER FISKERI-INDSATS

Effort er det engelske ord for indsats. Det bruges internationalt i fiskeribiologien som fiskeriindsats. Fiskeriindsats er indsatsen af fangstmidler i fiskeriet. Fiskeriindsatsen kan f.eks. være antallet af aktive fiskedage, antal træk, sæt eller antal timer, der er fisket med et bestemt type redskab.

ACFM

ACFM er en forkortelse for det engelske *Advisory Committee on Fisheries Management*, og er Den Rådgivende komite for fiskeriforvaltning som udarbejder ICES fiskeri-rådgivning. ACFM består af én ekspert fra hvert ICES medlemsland.

HVAD ER ICES?

Det Internationale Havundersøgelsesråd ICES (*International Council for Exploration of the Sea*) er en videnskabelig organisation for havundersøgelser i Nordatlanten og havområder, der grænser op til Nordatlanten. ICES laver ikke selv havforskning, men er mødested for havforskere og forskningsdata. ICES sørger for de rutinemæssige vurderinger af bestandene. De rådgiver også og er med til at lave programmer for havforskning.

ICES er en international organisation. ICES behandler emner som ressourceudnyttelse og havmiljø ud fra et videnskabeligt synspunkt. Organisationen forhandler ikke og mægler ikke i f.eks. kvotestridigheder mellem medlemslandene. Man rådgiver kun om totalkvoter og om overordnet forvaltning af havmiljøet. Så er det op til medlemslandenes myndigheder – f.eks. EU – at følge rådgivningen eller ej, når der skal fastsættes kvoter og forhandle om, hvordan de fælles fiskebestande skal fordeles.

F A K T A

A

T

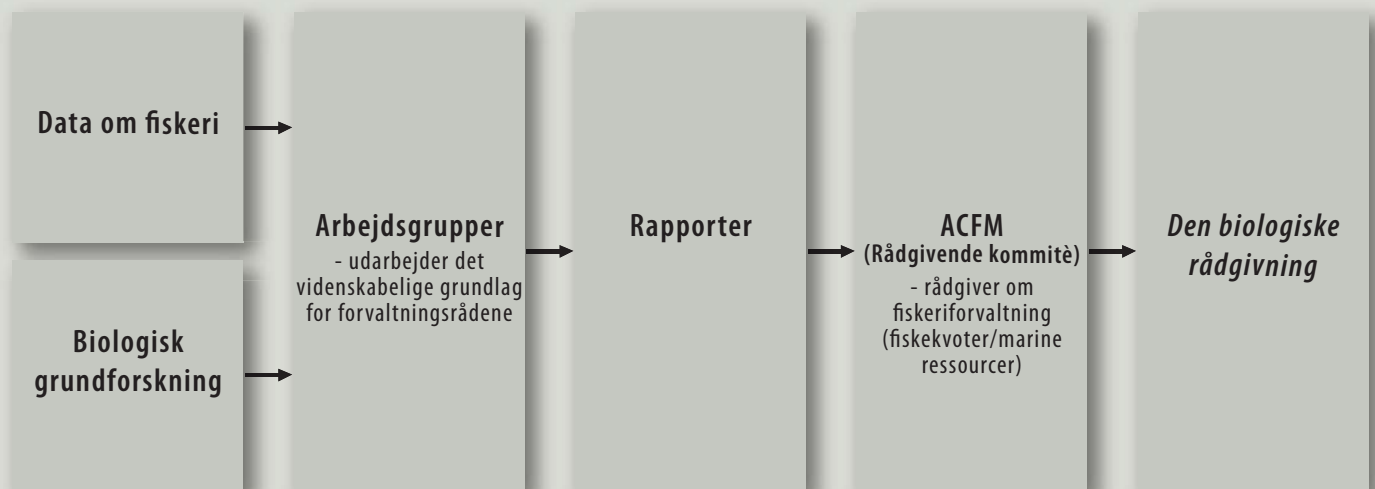
K

A

F

F A K T A

9.1 ICES



FORMÅLET MED RÅDGIVNINGEN

Ifølge ICES er formålet med den biologiske rådgivning:

"At levere det biologiske grundlag for en bæredygtig udnyttelse af havets levende ressourcer indenfor levedygtige økosystemer"

Rådgivningen skal, ifølge ICES, kunne danne basis for en forvaltning af fiskeriet, som sikrer:

- *"At ressourcegrundlaget for fiskeriet bevares af hensyn til opretholdelse af fremtidige erhvervsmuligheder."*
- *"At udnyttelsen af havets levende ressourcer ikke kommer i modstrid med opretholdelsen af levedygtige marine økosystemer."*

Rådgivningen skal altså både tilgodese fiskerierhvervet og miljøet, men kun ud fra et biologisk synspunkt. Den biologiske rådgivning inddrager ikke sociale og økonomiske forhold som f.eks. rentabiliteten i fiskeflåden eller beskæftigelsesproblemer i regioner, der er afhængige af fiskeri. Det er ikke, fordi disse forhold ikke er vigtige. Det er bare ikke biologernes opgave at forholde sig til andet end det rent biologiske.

Den biologiske rådgivning ser på fiskeriets bæredygtighed i forhold til de bestande, som fiskeriet udnytter. Den skal også forholde sig til andre dele af havets økosystem, der på den ene eller anden måde påvirkes af fiskeriet. Tidligere fokuserede man meget på at optimere udbyttet. I løbet af de sidste 10-15 år er man skiftet over til at fokusere på balance i den enkelte bestand. Man tager som regel ikke hensyn til samspillet mellem de forskellige arter og bestande, fordi man simpelthen ikke ved nok om det.

RESSOURCEGRUNDLAGET

Ressourcegrundlaget er et andet ord for bestandene af fisk og skaldyr.

FAKTA

BÆREDYGTIGHED OG FORSIGTIGHEDSPRINCIP

Bæredygtighed og forsigtighedsprincip er nogle begreber, der bruges i mange

sammenhænge, også udenfor fiskeri-sektoren. I den biologiske rådgivning tager begreberne udgangspunkt i et regelsæt for ansvarligt fiskeri, som FAO lavede i 1995. Det er et såkaldt adfærdskodeks (*Code and Conduct for Responsible Fisheries*, FAO 1995). Regelsættet angiver en retning for, hvordan fiskeri bør udføres. Regeringer og fiskerikommissioner kan bruge regelsættet som udgangspunkt for deres egen fiskeriforvaltning.

FAO

FAO er en forkortelse for *The Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Det er den del af FN, der har med fødevarer- og landbrugsproduktion at gøre, herunder fiskeri. Du kan læse mere på www.fao.org

Forsigtighedsprincippet er et vigtigt element i regelsættet. I forhold til fiskeri forstås dette som, ...

"... at man bør have stor viden om en fiskebestands reaktion på fiskeri og muligheden for at reproducere sig, før man accepterer at opretholde eller udvide et fiskeri, som vil kunne formindske gydebestanden væsentligt"

(citater: ICES)

Man skal kunne dokumentere, at der kun er lille sandsynlighed for, at gydebestanden falder til så lavt niveau, at den ikke kan komme op igen.

Hvis man ser på fiskeriets påvirkning af det marine økosystem i større sammehæng, kan forsigtighedsprincippet betyde, at man, f.eks. i industrifiskeriet, skal kunne dokumentere, at det ikke er med til at ødelægge fødegrundlaget for havfugle.

REPRODUKTION

Indenfor biologien bruger man ofte ordet reproduktion om produktion af afkom. Det vil for fiskenes vedkommende sige produktion af fiskeæg og -unger.

F A K T A

FORSIGTIGHEDSPRINCIP

Forsigtighedsprincippet siger, at der skal være et forhold mellem de indgreb, man gør i miljøet og den viden, man har om konsekvenserne. Inden man foretager et indgreb, skal man sikre, at indgrebet ikke har alt for store uønskede konsekvenser. Hvis man ikke ved så meget om de mulige konsekvenser, skal man tage højde for denne usikkerhed. Hvis man ikke ved nok til at forudsige konsekvenserne, bør man helt afstå fra indgrebet.

BIOLOGISK SIKRE GRÆNSER

Ved en for høj fiskeriindsats, er der risiko for, at en fiskebestand bliver så lille, at den har svært ved at reproducere sig selv. Det kan føre til en udvikling, hvor svigtende reproduktion fører til lavere tilgang til gydebestanden, som så fører til endnu lavere reproduktion osv. Det kan blive en ond cirkel. Det er ikke sandsynligt, at en fiskebestand kan blive udryddet alene p.g.a. fiskeri. Men bestanden kan komme ned på et meget lavt niveau, hvorfra den vil have svært ved at bygge sig op igen. Fangsterne bliver så små, at fiskeriet ikke vil være rentabelt.

F A K T A

BIOMASSE OG FISKERIDØDELIGHED

B står for biomasse, men der er egentlig tale om gydebiomassen – altså mængden af voksne fisk i en bestand. F står for fiskeridødelighed, som er den del af bestanden, der dør p.g.a. fiskeri.

Fiskeribiologerne arbejder med at udvikle modeller, som kan bruges til at vurdere bæredygtigheden af fiskeriet i forhold til den enkelte bestand. Grundlaget for modellerne er som regel, at man har et historisk kendskab til forholdet mellem gydebestand og rekruttering. Ud fra de historiske sammenhænge forsøger man at finde ud af, om der findes et niveau for gydebestanden, hvor rekrutteringen er så lav, at bestanden ikke kan opretholdes.

F A K T A

De centrale størrelser i rådgivningen er referencepunkterne B_{lim} og B_{pa} samt F_{lim} og F_{pa} . Disse forkortelser dækker over to mere eller mindre målbare størrelser: biomasse (B) og fiskeridødelighed (F) samt *lim* for det engelske ord limit (grænse) og *pa* for det engelske *precautionary approach* (forsigtighedsprincip).

B_{lim} er den absolut laveste værdi, forvaltningen af ressourcen kan acceptere. Man forsøger så at finde det niveau for fiskeridødeligheden, som med stor sandsynlighed ikke vil få gydebestanden ned under B_{lim} . Denne fiskeridødelighed kaldes F_{lim} , og er den højeste udnyttelsesgrad, man vil acceptere.

Det er i praksis umuligt at bestemme F_{lim} helt nøjagtigt. På grund af usikkerhed i bestandsvurderingen og i fangstopgørelserne vil der være stor sandsynlighed for, at fiskeridødeligheden viser sig at have været enten over eller under F_{lim} .

Her er det så forsigtigheden kommer ind. For at tage højde for usikkerheden i bestandsvurderingen og fangstopgørelserne bestemmes for hver bestand et sæt forsigtighedsreferencepunkter, B_{pa} og F_{pa} . Disse referencepunkter fastsættes sådan, at for en bestand af en størrelse på mindst B_{pa} med en fiskeridødelighed på højst F_{pa} , vil der være en stor sandsynlighed for, at bestanden holder sig over tærskelværdien B_{lim} .

Forsigtighedsreferencepunkter bestemmes for hver enkelt bestand. De bruges til at angive grænserne for, hvornår fiskeriet er bæredygtigt i forhold til mållarten. Er gydebestanden over B_{pa} og fiskeridødeligheden mindre end F_{pa} , siger man, at bestanden er *inden for sikre biologiske grænser*. Overskrides et eller begge *pa*-referencepunkterne, er bestanden *uden for*

sikre biologiske grænser. Målsætningen for den biologiske rådgivning fra ICES vil da være at bringe bestanden inden for sikre biologiske grænser.

F A K T A

MÅLART OG BIFANGST

Mållarten er den fiskeart, som ens fiskeri er rettet mod. Bifangster er arter som ikke er mållarter i fiskeriet. Det kan være både fisk, skaldyr og havpattedyr. I forbindelse med *blandede* fiskerier kan begreberne *mållart* og *bifangst* godt være flydende. Et fiskefartøj kan ofte med samme redskab skifte fra én mållart til en anden.

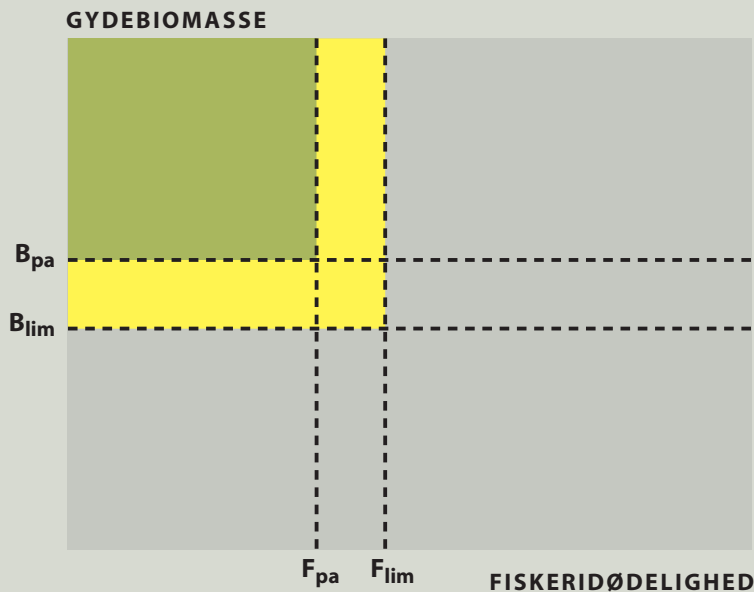
Referencepunkterne kan ændre sig fra år til år. Det skyldes, at alle referencepunkterne afhænger af et givent sæt omstændigheder, der ud over fiskerimønstret blandt andet også omfatter miljøforhold. For eksempel er gydesuccessen i Østersøen afhængig af indstrømning af salt/iltrigt vand.

I år med rigelig saltvandindstrømning er det ikke nødvendigt med en lige så stor gydebestand som i år med ringe indstrømning. Men – fordi man ikke ved med sikkerhed om der kommer et *godt* eller *skidt* år, er det nødvendigt med en sikkerhedsmargen.

Tilsvarende gælder det for fiskeridødeligheden, at den er afhængig af en lang række variable omstændigheder. Det, der styrer bestandens størrelse er den samlede dødelighed, der består af summen af den naturlige dødelighed og fiskeridødeligheden. Hvis miljøet ændrer sig sådan, at den naturlige dødelighed stiger, må fiskeridødeligheden sættes ned, hvis ikke bestanden skal blive mindre.



9.2 SAMMENHÆNG MELLEM BIOLOGISKE REFERENCERPUNKTER OG BIOLOGISK SIKRE GRÆNSER



Figuren viser sammenhængen mellem biologiske referencepunkter og begrebet *biologisk sikre grænser*. Er bestanden og fiskeridødeligheden inden for det grønne område afgrænset af **pa**-referencepunkterne B_{pa} og F_{pa} er bestanden inden for sikre biologiske grænser. I det gule område mellem **pa**-referencepunkterne og **lim**-referencepunkterne, er bestanden inden for de grænser, der er fastlagt, men pga. usikkerheden i bestandsvurderingen er der en forholdsvis stor sandsynlighed for, at bestanden i virkeligheden er under B_{lim} . Bestanden betegnes derfor for værende uden for biologisk sikre grænser.

Efter ICES

REFERENCEPUNKTER

B_{lim} angiver den mindste biomasse (*gydebestand*), der kan producere en årgang, som er stor nok til at vedligeholde bestanden. Biomasser under dette niveau giver stor sandsynlighed for rekrutteringssvig og /eller sammenbrug af bestanden. Punktet kan være teoretisk beregnet ud fra antagelser om sammenhæng mellem gydebiomasse og rekruttering. Eller det kan være den hidtil observerede laveste biomasse, som har været i stand til at producere en acceptabel årgang.

B_{pa} angiver den biomasse (*gydebestand*), der er så meget større end B_{lim} , at man med sikkerhed kan regne med at den i gennemsnit vedligeholder sig selv på samme eller højere niveau. Afstanden mellem B_{lim} og B_{pa} skyldes dels usikkerhed omkring, hvor præcist biomassens størrelse er bestemt. Og dels at sammenhængen mellem biomassen og rekrutteringen er afhængig af en række faktorer, der kan ændre sig fra år til år.

F_{lim} angiver den fiskeridødelighed, der er så høj, at der er stor sandsynlighed for sammenbrud af bestanden. Hvor stor en fiskeridødelighed en bestand kan bære af afhængig af en række andre faktorer som f.eks. vækstmulighederne i området, den naturlige dødelighed osv. F_{lim} kan derfor variere betydeligt fra bestand til bestand, selvom der er tale om samme art.

F_{pa} angiver en fiskeridødelighed, der er så meget mindre end F_{lim} , at der er stor sandsynlighed for at usikkerheder og ændringer i omstændigheder ikke medfører at bestanden bliver befisket på et højere niveau end den kan bære.

FRA ICES TIL FORVALTNINGEN

Procedurerne for den biologiske rådgivning fra ICES til forvaltningsmyndighederne er kort fortalt følgende:

- 1 Beregning af størrelsen af gydebestanden og den aktuelle fiskeridødelighed, F
- 2 Evaluering af bestandssituationen i forhold til de vedtagne referenceværdier for denne bestand
- 3 Fastlæggelse af strategi for at opnå eller for at bevare et bæredygtigt fiskeri i de(t) kommende år. Det vil sige, at holde bestand og F inden for referenceværdierne. Til at regulere dette bruges den samlede årlige fiskeridødelighed, F . En passende F fastlægges på baggrund af den valgte strategi
- 4 Med denne F laves en beregning af en forventet samlet fangst (*prognose*) for de(t) kommende år på baggrund af den aktuelle bestandsstørrelse og tilgængelig information om

rekruttering. Den beregnede fangst mængde for det kommende år betegnes ofte TAC (*Total Allowable Catch*). En TAC er altså en totalfangst som svarer til en ønsket F og dermed den samlede fiskeriindsats (*effort*)

- 5** Denne rådgivning fra ACFM tilpasses de politiske muligheder. Det sker ved, at STECF og relevante organisationer, her under Den Rådgivende Komite for Fiskeri og Akvakultur, er blevet hørt inden EU-kommisionen stiller forslag til fastsættelse af acceptable fangstmængder

Den endelige godkendelse af kvoterne sker i Ministerrådet i form af TAC/kvote forordningen. Når TAC/kvote forordningen er godkendt, skal hvert medlemsland sørge for, at der fiskes indenfor de tilladte mængder. Dette sker v.h.a. reguleringsbekendtgørelsen i Danmark.

Trin 1 – 4 er standardrutiner, som laves af de videnskabelige arbejdsgrupper under ICES. Rapporterne fra arbejdsgrupperne bliver dernæst evalueret af ACFM på dets 2 årlige møder, og på baggrund af denne evaluering formuleres rådgivningen. Den danner grundlaget for trin 5.

Det er først på trin 5, at andre hensyn end de rent biologiske, f.eks. sociale, politiske og økonomiske, kommer med ind i billedet. Den biologiske rådgivning har stor indflydelse på den fælles europæiske fiskeripolitik og forvaltningen af fiskeriet, men det er dog ikke altid at rådgivningen følges. Det endelige resultat vil også være afhængigt af de enkelte landes politiske særinteresser og historiske rettigheder. Af og til kan resultatet komme til at virke underligt og ulogisk, både for biologer og fiskere.

F
A
K
T
A

HVAD ER TAC?

TAC står for *Total Allowable Catch*, der betyder *total tilladt fangstmængde*. Ved at regulere den mængde, man maksimalt må lande, får man et loft over den mængde fisk, der må fanges. TAC og kvoter nævnes ofte i flæng. TAC er også en kvote – en total kvote. Ordet *kvote* bruges ofte som navn for de nationale andele af TAC.

F
A
K
T
A

STECF

STECF står for *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries* og er Den Videnskabelige, Tekniske og Økonomiske Komité for Fiskeri. Medlemmerne af STECF udnævnes af Kommissionen og består af forskellige videnskabelige eksperter indenfor havbiologi, havøkologi, fiskerividenskab, naturbeskyttelse, populationsdynamik, statistik, redskabsteknologi, akvakultur og fiskeri- og akvakulturokonomi. Det er ofte de samme personer, som deltager i ICES arbejdsgrupper/ACFM's rådgivning, der også er medlemmer i STECF eller anvendes som eksterne eksperter.

**EUS
FISKERIPOLITIK**
Du kan læse mere om EUs fiskeripolitik på Fødevareministeriets hjemmeside www.fvm.dk



9.3 RESSOURCE- OG BEVARINGSPOLITIKKEN I EU



FISKERIET OG RESTEN AF HAVETS ØKOSYSTEM

I de senere år er der kommet en større opmærksomhed om fiskeriets påvirkning af havmiljøet. Fiskeriet bliver i stigende grad konfronteret med spørgsmål om f.eks. påvirkningen af havbundens dyreliv ved trawling, effekten af bifangsterne af havpattedyr og fugle i garn, og hvad det betyder for andre dyrebestande, der lever i eller er afhængige af havet, at man fjerner en stor andel fiskebiomasse gennem fiskeri.

Opmærksomheden har bl.a. betydet, at der er blevet stillet spørgsmålstegn ved industrifiskeriets bæredygtighed i forhold til bestande af havfugle, fordi havfuglene bl.a. lever af de fiskearter, som industrifiskeriet også udnytter. Spørgsmål som de ovennævnte hører til, hvad man eventuelt kan forstå ved fiskeriets bæredygtighed i bredere forstand.

I fiskeriforvaltningen ved man ikke, hvordan dette udvidede bæredygtigheds-hensyn skal håndteres eller hvilke ændringer i havets økosystem, man skal bruge som målestok. Det er på nuværende tidspunkt ikke en intergreret del af den biologiske rådgivning, men EU har forpligtet sig til også at tage vare på disse spørgsmål.

Det er i de fleste tilfælde ikke muligt at belyse denne type problemstillinger alene på baggrund af de almindelige bestandsvurderinger eller ved hjælp af de data, der indsamles til dette formål.

I enkelte tilfælde - som f.eks. fiskeriets betydning som konkurrent for dyr, som lever af tobis og sperling - kan nogle af spørgsmålene belyses ud fra allerede eksisterende modeller og datasæt. Men de fleste spørgsmål om fiskeriets bredere miljømæssige betydning kan kun besvares på baggrund af data og modeller, som indsamles og udvikles for at forstå de specifikke problemstillinger.

Som fisker kan man synes, at det er træls med den slags spørgsmål. Men det er faktisk ofte også i erhvervets interesse at få undersøgt disse problemstillinger. I modsat fald kan forskellige påstande flyve rundt i luften og blive *etablerede sandheder*.



F A K T A

DANMARKS FISKERIFORENING MENER

I Danmarks Fiskeriforening mener man, at det er vigtigt at være interesseret i dokumentation for forskellige påstande og være med til at præge debatten om, hvad der er bæredygtigt - for at få lidt balance i diskussionerne. Man kommer ingen vegne ved at værre afvisende eller ligeglad. Det er nødvendigt at forholde sig til fiskeriets bredere miljømæssige betydning og at komme med eventuelle løsninger. Fiskerierhvervet vil jo gerne have, at andre passer godt på havmiljøet og f.eks. ikke forurener.



ILTSVIND

Dette kapitel handler om forureningen med næringssaltene, kvælstof og fosfor. Stofferne er ikke i sig selv giftige eller farlige, men tværtimod nødvendige for at planter kan vokse (se kapitel 2+4). Problemerne opstår kun, når de optræder i for store mængder på de forkerte steder. Det kender vi alt for godt til i Danmark. Her har vi problemer med, at der ofte er for mange næringssalte i farvandene omkring os.

FOR MEGET AF DET GODE

Kvælstof og fosfor er nødvendige nærings-salte for planter. De tilføres markerne i landbruget for at få en større plante-produktion. Mange af næringssaltene ender dog i havet i stedet for at indgå i planterne på marken. Før i tiden mente man da også, at lidt ekstra næringssalte i havet var godt, fordi det kunne give en større produktion i havet og dermed for-øget fiskeproduktion. Men alt med måde. Når et havområde tilføres alt for mange næringssalte, bliver mængden af plankton-alger så stor, at de i stedet for at indgå i fødekæderne, ender med at ligge og rådne på havbunden.

Planter behøver lys for at vokse, og der er masser af sollys om sommeren. Derfor vil plantevæksten om sommeren normalt være begrænset af mængden af nærings-salte. I et havområde uden forurening med næringssalte vil størstedelen af plankton-algerne blive ædt af dyreplanktonet. Det betyder, at det kun er få alger som synker ned på bunden - lige akkurat nok til at holde liv i bakterier og dyr, der lever af *detritus*.

Når der er få planktonalger i vandet, betyder det også, at lysforholdene vil være gode for de fastsiddende store alger og ålegræsset, som kan vokse på bunden helt ned til 10-20 meters dybde. Det giver gode levesteder mellem bundplanterne langs kysten for mange smådyr, og området fungerer som et spisekammer for mange fiskearter, bl.a. torsk, ål og skrubber. Samtidig giver det fiskeynglen gode mulig-heder for at skjule sig.

Når tilførslen af næringssalte øges, giver det en større plantevækst - det vil sige flere planktonalger. I første omgang betyder det mere mad til dyreplanktonet, men de kan slet ikke følge med og en stor del af de døde alger synker ned på bunden. Det giver mere mad til bakterierne og bunddyrene. Men nedbrydningen af den store mængde døde planktonalger, kræver meget ilt. Så meget ilt, at der kan begynde at blive dårlige iltforhold ved bunden. Der kan opstå iltsvind. Den større mængde planktonalger i vandet skygger desuden for makroalgerne og ålegræsset, der får svært ved at vokse på de større dybder.

Foto: Marc Lykke

A
T
K
A
F

EUTROFIERING

Eutrofiering er et udtryk, der ofte bruges i forbindelse med forurening med næringssalte og iltsvind. *Eutrofie-ring* betyder egentlig bare en forøgelse af næringssalte til et vandområde. Man kan også kalde det *overgødsk-ning*. Selvom det ikke er teknisk korrekt bruger man ofte også ordet eutrofiering om de miljømæssige effekter som en øget tilførsel af næringssalte medfører. Det vil sige algeopblomstringer, iltsvind osv. Det skyldes nok det forhold, at næringssalte ikke i sig selv er synlige i havmiljøet, men det er effekterne af den øgede tilførsel.

MAKROALGER

Makroalger kender også som tangplanter. Makroalger er flercellede alger. I modsætning til de encellede mikroalger (*planteplankton*), som frit flyder i vandmasserne, er tang eller makroalger som regel fastsiddende på havbunden.

F A K T A

EPIFYTTER

Hurtigtvoksende etårige trådalger - også kendt som *fedtemøg*.

F A K T A

Mange næringsstoffer betyder samtidig, at små hurtigtvoksende etårige trådalger (*epifytter*) får gode vækstbetingelser. De vokser bl.a. på de store planter og er med til at skygge dem ihjel. Områder med de vigtige ålegræs og makroalger, som f.eks. blæretang, bliver derfor mindre. Det betyder, at der bliver færre leve- og gemmesteder for fisk og smådyr.

HVAD ER ILTSVIND?

Når der er mindre end 4 mg ilt per liter havvand, taler man i Danmark om iltsvind. Når mængde af ilt er faldet til under 2 mg per liter siger man, at der er kraftigt iltsvind. Værdierne er ikke helt tilfældigt valgt. De giver et fingerpeg om, hvor små mængder ilt havets dyr kan overleve ved.

Mange fisk vil begynde at svømme væk, når mængden af ilt falder til omkring 4 mg ilt per liter. Når mængden af ilt i et område nærmer sig de 2 mg per liter vil alle fisk svømme bort. Hvis der er kraftigt iltsvind i længere tid, vil mange af bunddyrene dø. De kan sjældent flygte fra iltsvindet ligesom fiskene. Nogle af de mere sårbare bunddyr kan ikke tåle selv korte perioder med kraftigt iltsvind.

Iltsvind opstår først ved bunden. Dels fordi forbruget af ilt kan være meget stort her, og dels fordi tilførslen af nyt ilt kan være meget vanskelig. Iltforbruget i havbunden bestemmes af hvor meget organisk stof, der bliver tilført. Det kan enten være som døde alger og dyr, eller som direkte forurening med organisk materiale fra byer og industrier. Den direkte forurening påvirker især områder ved udledninger. I områderne længere væk fra land er planktonalgerne den vigtigste kilde til organisk materiale. Og algerne er jo som sagt afhængig af tilførslen af næringssalte. Derfor kan man sige, at næringssaltene er den knap, der kan skrue op for iltforbruget og derfor også for et iltsvind. Men det er samtidig hydrografiske og meteorologiske forhold, der skaber rammerne for, at iltsvindet kan opstå.

Om sommeren betyder den højere vandtemperatur både et større iltforbrug til levende organismer og et mindre indhold af ilt i vandet. Det er også temperaturen om sommeren, der gør, at lagdelingen af vandmasser (*springlaget*) vil være meget stabil (se kapitel 2 & 3). Lagdelingen virker som et låg og forhindrer, at der blandes ilt ned i bundvandet. Så længe der er låg på, vil mængden af ilt i bundvandet falde i takt med, at havbundens organismer bruger ilt i vandet.

Når *springlaget* har lagt låg på bundvandet om sommeren, er der kun en måde bundvandet kan få nyt ilt. Enten ved at vinden opblander vandmasserne eller ved tilstrømning af iltrigt bundvand. En stor del af ilt i de dybe dele af Kattegat, Øresund og Bælthavet fra stammer da også fra iltrigt bundvand, der strømmer ind fra Skagerrak. Hvor slemt et iltsvind udvikler sig afhænger meget af vejrforholdene. Ved fralandsvind kan der opstå en speciel situation, hvor iltfattigt bundvand strømmer ind på lavt vand.

NEDBRYDNING OG BUNDVENDING

Bakterierne er de vigtigste organismer, når organisk stof, som f.eks. døde plankton-alger, skal nedbrydes. Der findes mange forskellige slags bakterier, der hver især har specialiseret sig i hver sin type af nedbrydning. Nede i havbunden er der kun ilt i de øverste få mm af bunden. Hvis der lever dyr, der graver sig ned, kan der dog være ilt meget længere nede pga. af dyrene roder rundt i bunden, når de graver og bevæger sig rundt.

Da der ikke er så meget ilt ved havbunden, kan den hurtigt blive brugt op, hvis der er meget organisk materiale, som skal nedbrydes. Når iltten bruges op, overtages nedbrydningen af det organiske materiale af andre bakterier. Disse bakterier må skaffe ilt ved en proces, hvor der dannes svovlbrinte (H_2S), som er meget giftig. Svovlbrinte er en luftart og vil derfor begynde at boble op. På den måde kan den nå op i vandet og dræbe de dyr, der måtte være der.

Nogle gange ser man et hvidt lag på havbunden. Det er hvide svovlbakterier. Man kalder det liglagen. De hvide svovlbakterier er det sidste værn mod et udslip af svovlbrinte. Bakterierne fanger og ilter nemlig den svovlbrinte, der kommer op fra havbunden. Når der dannes liglagen, er det et tegn på, at der er opstået en meget kritisk situation med hensyn til ilt og svovlbrinte.

Der dannes også andre luftarter, når bakterier skal nedbryde det organiske materiale uden ilt. Det er sumpgassen metan. Når metan og svovlbrinte bobler op af havbunden, rives noget af bundmaterialet med. Det kaldes en bundvending. En bundvending er en meget alvorlig situation for fisk og andre dyr i havet.

Det sker så pludseligt, at de ikke kan nå at flygte. Det betyder, at fisk selv højt oppe i vandet kan blive slået ihjel fra det ene øjeblik til det andet.

FØLGERNE AF ILTSVIND

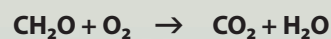
De mest synlige følger af iltsvind er selvfølgelig døde fisk og bunddyr. Der er store forskelle på, hvor hårdføre de forskellige bundlevende dyr er overfor iltsvind. Nogle bukker under næsten med det samme, og de fleste kan ikke modstå iltsvind i mere end få dage.

Det er generelt set de dyr, som lever nedgravet i havbunden, der klarer sig bedst med lidt ilt.

A

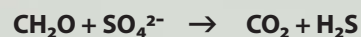
NÅR DET ORGANISKE STOF SKAL NEDBRYDES BRUGES DER FRIT ILT TIL PROCESSEN

NEDBRYDNING MED ILT:



Organisk stof + ilt $\rightarrow$ kuldioxid + vand

Den del, der ikke nedbrydes i den øverste del med ilt, kan nedbrydes uden frit ilt af bakterier, der kan ånde ved hjælp af sulfat:



Organisk stof + sulfat $\rightarrow$ kuldioxid + svovlbrinte

Den svovlbrinte, der dannes ved processen, er giftig for havets dyr. Men så længe der er ilt til stede i den øverste del af bunden, sker der ikke noget. Iltten vil nemlig reagere med svovlbrinten, så der igen dannes sulfat. Det kan ske enten ved en kemisk proces eller ved hjælp af andre bakterier.

Hvis der ikke er mere ilt, vil svovlbrinten lave forbindelser med jern i stedet for ilt. Disse jernforbindelser har en karakteristisk sort farve. Når jernet ikke kan binde mere svovlbrinte, vil der være større og større mængder frit svovlbrinte.

AT

K

A

F

Foto: Marc Lykke

Det er ofte muslinger, børsteorme, slange-stjerner og sømus. Børsteormene kan ventilere deres gange eller rør kraftigere, og kan dermed føre mere iltrigt vand ned til sig. Men til sidst må de kravle op ad rørene. Søstjerner og slangestjerner kan løfte kroppen eller kropsskiven op i mere iltrigt vand og gå på armspidserne.

De allermest hårdføre bunddyr finder man blandt muslingerne. For eksempel kan både blåmuslinger og molboøsters overleve flere uger med iltsvind. Samtidig er muslinger stort set de eneste bunddyr, der kan overleve et udslip af svovlbrinte, fordi

de er i stand til at lukke af for omgivelserne med deres skaller. Nedgravede muslinger kan føre deres ånderør højere op i vandet, hvor der er mere ilt. Dykkere har for eksempel set sandmuslinger, hvis rør normal sidder ved bundens overflade, føre rørene op til 20-30 cm op i vandet under iltsvind.

Krebsdyr og fisk er de to grupper af dyr, der dårligst tåler lave mængder af ilt, før de bukker under. De vil normalt prøve at stikke af fra iltsvindet ved at svømme eller kravle bort. Jomfruhummere forlader for eksempel deres huller, hvilket forklarer, de situationer, hvor man inden et stort om-

10.1 UDVIKLING AF ILTSVIND

1 - ILTRIGT

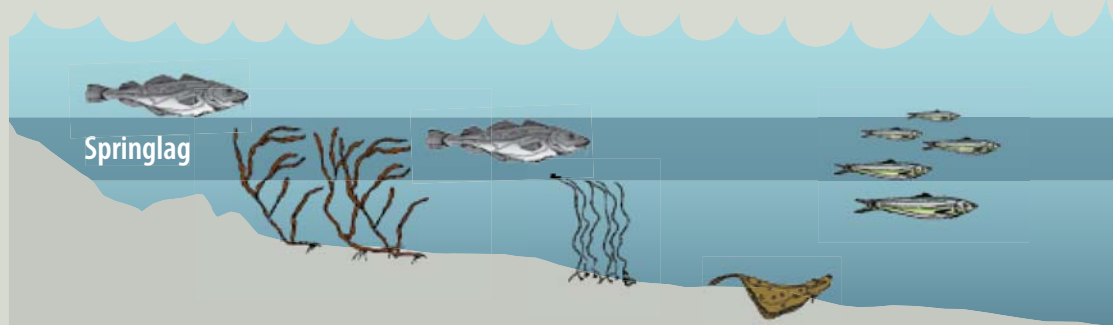
Når der er få næringssalte i overfladevandet, vil dyreplanktonet kunne nå at æde størstedelen af planktonalgerne. Det betyder, at det kun er få alger som synker ned på bunden - lige akkurat nok til at holde liv i bakterier og dyr, der lever af detritus.

2 - ILTFATTIGT

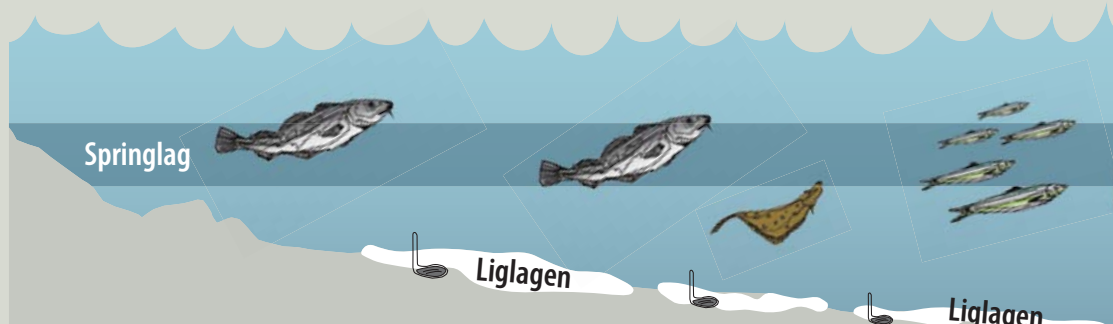
Når mængden af næringssalte øges kraftig, kan dyreplanktonet ikke følge med. Mængden af planktonalger, der synker ned på bunden, er stor. Nedbrydningen af alt det organiske materiale forbruger ilt på bunden. Bundvandet bliver mere og mere iltfattigt. Springlaget ligger som et låg og forhindrer opblanding. Fiskene svømmer væk. Andre dyr, der lever nedgravet i bunden, stikker deres ånderør højere op eller flygter væk fra havbunden.

3 - BUNDVENDING

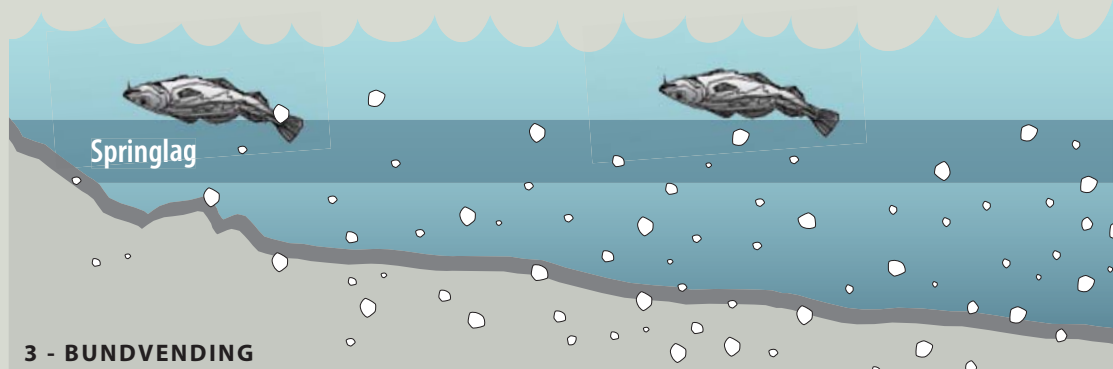
Ved en bundvending frigives svovlbrinte pludseligt til vandet. Dyr og planter dør.



1 - ILTRIGT



2 - ILTFATTIGT



3 - BUNDVENDING

fattende iltsvind har haft *hummereventyr*. Man vil også kunne se krabber flygte helt ud af vandet og sidde på moler og bolværk under kraftige iltsvind.

Udover at flygte, strække ånderør eller på anden måde forsøge at undgå iltsvindet omkring sig, kan mange dyr regulere deres krops evne til at klare lavere mængder af ilt. Fisk og krebsdyr kan både øge åndedrættet og blodets evne til at transportere ilt, så de udnytter ilten i vandet bedre. Muslinger kan for en kortere periode skifte til et stofskifte, der ikke bruger ilt. Det svarer lidt til, når vi mennesker danner mælkesyre i musklerne. I ekstreme tilfælde kan nogle muslinger nedsætte iltforbruget ved at lukke skallerne og gå i dvale. Men hvis iltsvindet fortsætter, må selv muslingerne opgive. Lange perioder med iltsvind fører derfor ofte til massedød af dyr og planter i det ramte område.

Når iltforholdene igen er blevet normale, kan økosystemet begynde at gendanne sig. Præcist, hvor lang tid det tager, er ikke rigtigt til at sige. Nogle gange tager det kun et årstid, inden et dyresamfund i et lavvandets område er gendannet. Andre gange tager det flere år. Det afhænger af hvilke dyresamfund og hvilket område, der er tale om. Er det organismer, som kan bevæge sig rundt selv, eller er de afhængige af at blive spredt med strømmen?

Størrelsen af det område, der har været ramt af iltsvind, har også stor betydning for, hvor hurtigt genetableringen sker. Hvis iltsvindet har ramt et område, der er ca. 100 m² eller mindre, er der mulighed for at voksne dyr kan indvandre direkte fra de omkringliggende områder. Men hvis området er ca. 500 m² eller mere kan mange af dyrene kun vende tilbage som larver. Derefter skal de først vokse op - nogle dyr er lang tid om at vokse op.

A
T
K
A
F

HUMMEREVENTYR

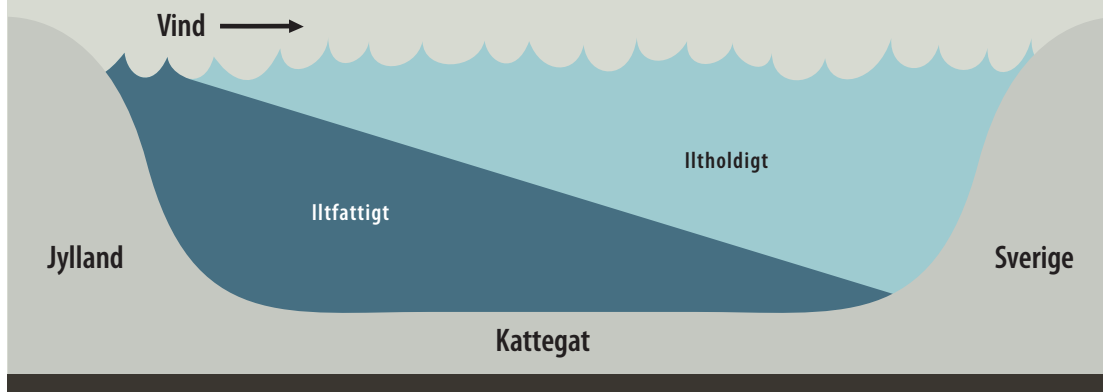
I 1986 oplevede fiskerne i Kattegat et sandt hummereventyr – de fangede masser af jomfruhummere. Det viste sig at være, fordi hummerne havde forladt deres huler og var flygtet fra et omfattende iltsvind. Senere fandt man døde hummere. Hele denne situation var startskuddet til den første vandmiljøhandlingsplan.

I 1986 og 1988 var der store områder i Kattegat med omfattende iltsvind, hvor jomfruhummerne forsvandt fra. Det var ikke før i slutningen af 1990'erne, at der var tilstrækkeligt med store dyr, så det igen kunne betale sig at fiske efter jomfruhummere i disse områder. Det tog altså 10-12 år. Blåmuslingesamfund er hurtigere til at komme tilbage. De kan etablere sig i løbet af et par år.

Det har naturligvis også stor betydning, om der opstår nye iltsvind eller organismerne får fred til genopbygningen. Korte tilfældige perioder med iltsvind stresser dyrene mere end iltsvind, der opstår regelmæssigt år efter år. Ved de regelmæssige iltsvind har dyrene og dyresamfundene evt. en mulighed for at nå at tilpasse sig. Men man ser typisk, at der er færre og mindre dyr i områder, der regelmæssigt bliver ramt af iltsvind.

10.2 FISK KAN BLIVE FANGET I ILTFATTIGT VAND

Fralandsvind (*vestenvind*) blæser overfladevand væk fra kysten – springlaget tipper, og iltfrit bundvand erstatter det overfladevand, som vinden har blæst væk. I Danmark har vi oplevet dette ved østvendte kyster bl.a. i oktober 2002, hvor døde fisk pludselig skyllede op ved den nordjyske Kattegatkyst.



Mange arter kan simpelthen ikke nå at vokse op til voksenstørrelse imellem perioder med iltsvind, enten fordi de bliver slået ihjel, eller fordi det lave indhold af ilt hæmmer dyrenes vækst.

HVAD BETYDER ILTSVIND FOR FISKENE?

Fiskene vil normalt søge væk fra områder med lavt iltindhold (4 mg/liter). Når man så alligevel oplever massedød af fisk i forbindelse med iltsvind, kan det skyldes pludselig indstrømning af iltfattigt bundvand.

Indstrømning af iltfattigt vand, der kvæler eller presser fiskene ind på stranden hænger sammen med de hydrografiske og meteorologiske forhold (se figur 10.2 og kapitel 4).

De fritsvømmende fisk som fx sild, brisling og makrel er de første, der vil flygte. Torsk, der lever nær bunden, vil også stikke af. De bundlevende fladfisk, som rødspætte, ising og skrubber, tåler bedre lavere iltindhold og reagerer senere. Man finder dem ofte i store mængder på lavt vand, når iltforholdene længere ude er dårlige.

Som tidligere nævnt kan fisk, udover at flygte, også kompensere på forskellige måder, når der er for lidt ilt i vandet. Fisk kan øge åndedrættet og regulere kroppens evne til at klare dårlige iltforhold.

Når fisken trækker vejret hurtigere, sendes der mere vand ind over gællerne. På denne måde kan fisken optage mere ilt. Men det er stadig meget mindre ilt end under normale iltforhold. Det betyder, at den ikke kan svømme så langt og så hurtigt som før. Det vil sige jo mindre ilt, jo sværere er det at flygte og komme væk fra det iltfattige vand.

10.3 DØDE FISK, DER SKYLLER OP PÅ STRANDEN

Det er ofte det billede, man har af, hvordan iltsvind rammer fisk. Men det er næppe den alvorligste konsekvens af iltsvind sammenlignet med tab af føde og opvækstområder.



Foto: Jan Høst

Fisk har en mulighed for at nedsætte deres stofskifte ved at opsøge koldere vand. Da fisk er et vekselvarmt dyr, er stofskiftet direkte afhængigt af den omgivende temperatur. En torsk i 14°C varmt vil dø, hvis der kun er 1 mg ilt /liter. Men ved 9°C har torsken nedsat sit stofskifte med ca. 40% og dermed øget sine chancer for at overleve. Høje vandtemperaturer sammen med iltsvind er derfor ekstra fatalt for fiskene. Desværre opstår iltsvind ofte i perioder med høje vandtemperaturer – nemlig om sommeren.

Man ved ikke så meget om de skader, iltsvind forårsager på fiskebestandene, men noget tyder på, at iltsvind kan stresser fisk så meget, at de lettere bliver modtagelige for sygdomme. Igennem flere år har man i Kattegat fundet en sammenhæng mellem perioder med iltsvind og isinger, som var syge af bestemte vira.

En svensk undersøgelse i den sydøstlige del af Kattegat har vist, at iltsvindet reducerede antallet af fiskearter i området til omkring halvdelen af de arter, der var at finde, når der ikke var iltsvind. Samtidig med at antallet af fiskearter blev mindre under iltsvindet, blev mængden af fisk også halveret. I de perioder, hvor iltsvindet var særligt omfattende faldt fangsterne til 3% af de normale, og bestod i stedet af døde og døende bunddyr.

De direkte skader på fiskene er ikke den eneste måde iltsvind rammer fiskebestandene på. Andre følger af iltsvind er mere indirekte. Når bunddyrene forsvinder, bliver mindre eller færre, eller sammensætningen ændres til at bestå af andre arter, vil der være mindre føde til de fisk, der lever af dem.

10.4 FISKEDØD SOM FØLGER AF ILTSVIND



Foto: Jan Høst

Mindre føde til fiskene betyder mindre eller færre fisk. Det kan i sidste ende have betydning for fiskeriet. Der er meget, der tyder på, at det går hårdest udover ynglen. Derudover betyder forureningen med næringssalte også at leve- og gemmesteder forsvinder. Mange levesteder ødelægges af den kraftige algepåvækst (*epifytter*: se næste kapitel), der følger med for mange næringssalte, og de er skadelige for æg og yngel.

Rødspættefiskeriet i Kattegat er faldet drastisk siden 1970'erne, og det kan godt hænge sammen med, at iltsvindene ødelægger rødspættens fødegrundlag og opvækstområder. Desværre er effekterne på fiskebestande ikke særlig velundersøgt eller særligt godt dokumenteret. Så det er svært at sige, hvor meget det betyder.

Der er dog meget, der tyder på, at den faldende mængde af ising og rødspætte kan hænge sammen med de hyppige forekomster af iltsvind. Man kan nemlig se, at ikke-kommercielle fiskearter som ulk, langtornet ulk, ålekvabbe, havkaruds og tangspræl også er blevet sjældnere i perioden fra 1965 til 1997.

FORSKELLIGE FISK OG ILTSVIND

ÅL

Ål er blandt de fisk, man finder i danske farvande, der kan klare sig med meget lidt ilt. Andre fisk, som f.eks. medlemmer af ørredfamilien er mere iltkrævende.



ØRREDER

Ørreder er laksefisk, der normalt foretrækker lavvandede områder med højt iltindhold. De er meget følsomme og flygter straks væk fra et område, hvor der opstår iltsvind. De bliver derfor sjældent selv direkte ofre for iltsvind, men det gør derimod ørredernes spisekamre og skjulesteder, der bl.a. er ålegræsområder.



SKRUBBE

Skrubben, der lever på havbunden kan godt tåle, at iltindholdet falder, men kun i kortere tid. Ved iltsvind reagerer den ved at flygte til de åbne kyster, hvor iltforholdene er bedre. De vender ret hurtigt tilbage til et område, når iltforholdene bliver bedre. Skrubben er ikke så kræsen i sit valg af føde. Derfor har den lettere ved at klare sig, når de følsomme bunddyr forsvinder. Man mener derfor, at virkningen af ilt-svind ikke er så voldsom, men typisk kun giver en kortvarig nedgang i skrubbebestanden.



RØDSPÆTTE

Rødspætten lever som skrubben på havbunden og er tilpasset et forholdsvis lavt iltindhold. Den er dog mere følsom end skrubben. Når iltindholdet falder, søger den ind på lavt vand og søger væk ved iltsvind. Rødspætter lever bl.a. af tyndskallede muslinger og hesterøjer. Disse bunddyr er sårbare overfor iltsvind og det rammer rødspætten hårdt. Rødspætten vender typisk senere tilbage efter et iltsvind end andre fladfisk.



SILD OG BRISLING

Sild og brisling svømmer ofte højt oppe i vandmasserne, hvor der er få iltproblemer. De er sjældent direkte påvirkede af et lavt iltindhold ved bunden eller af områder med iltsvind. Silden flygter hurtigt ud af områder med faldende indhold af ilt. Men da de vandrer meget langt mellem forskellige områder i havet, hvor de spiser eller gyder, kan områder med lavt iltindhold betyde, at fiskene må ændre sine vandringsmønstre for at undgå at svømme gennem områder med lavt iltindhold. Det har så igen betydning for de fisk, som lever af sild og brisling, f.eks. torsk. På den måde bliver fiskeriet af vandrefisk og af de fisk, der lever af vandrefiskene, indirekte påvirket af iltsvind.



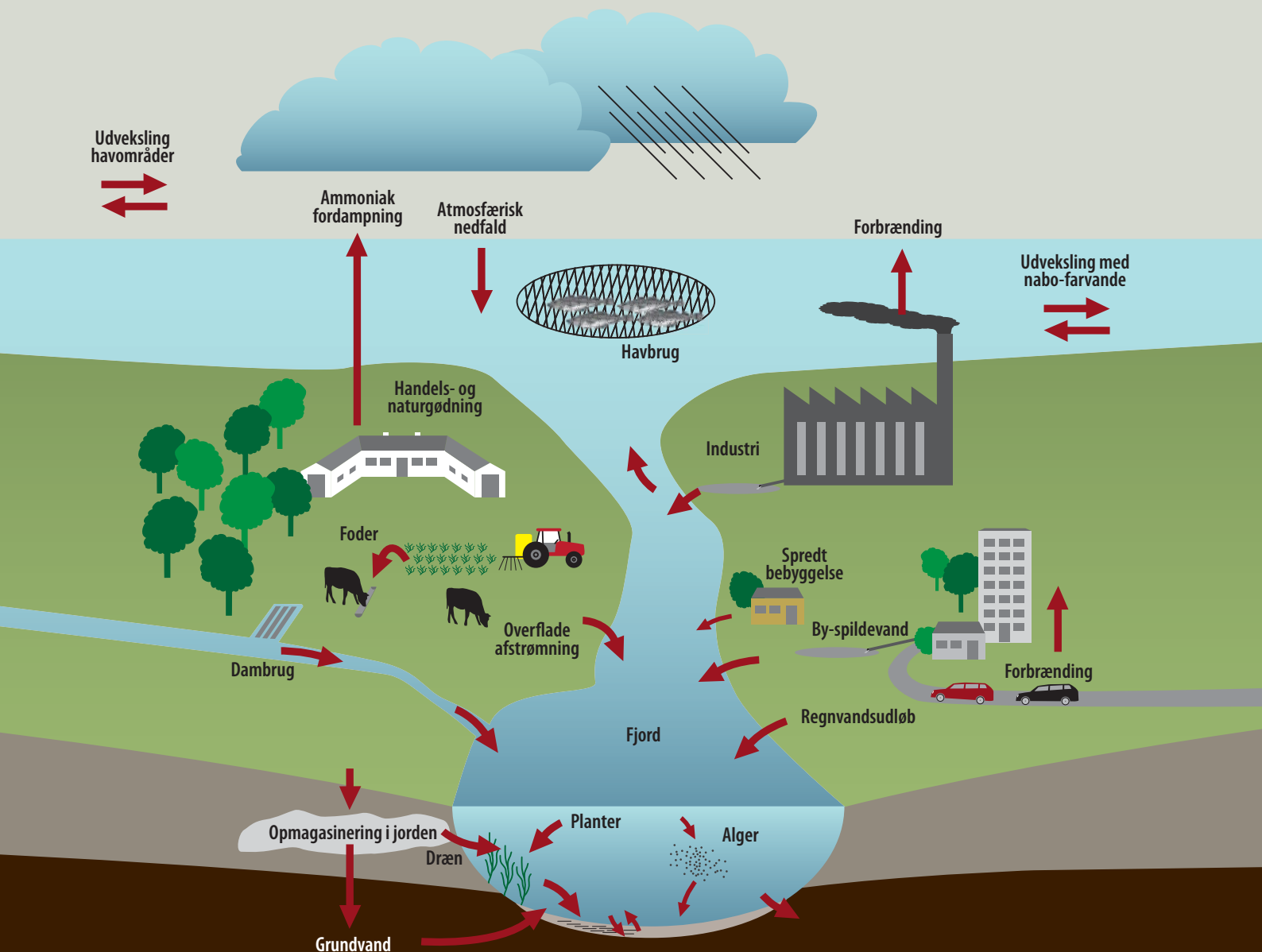
SER VI ILTSVIND OFTERE?

Iltsvind og fiskedød er ikke noget nyt fænomen. Det har formentlig altid eksisteret. I den dybe del af det sydlige Lillebælt har der eksempelvis altid været iltsvind, men i dag er det ramte område omkring fem gange større, end det var i perioden 1910-1930. Op gennem 1980'erne blev iltsvindene i de danske farvande hyppigere, af længere varighed og kraftigere,

end man tidligere havde set. Man blev opmærksom på den sammenhæng, der er mellem det øgede omfang af iltsvind og menneskers tilførsel af næringssalte til havmiljøet. Det har man prøvet at gøre noget ved, bl.a. ved at bygge rensningsanlæg og nedbringe forbruget af kunstgødning i landbruget. Men til trods for disse tiltag, har det været svært at få øje på de store forbedringer i havmiljøet.

10.5 HVOR KOMMER NÆRINGSSALTENE FRA?

Næringssaltene kommer fra det omgivende land, fra luften og fra de tilstødende havområder. Tilførslen af næringssalte har afgørende betydning for omfanget af iltsvind i havet omkring Danmark. Men vind- og vejrforhold samt havstrømme i de danske farvande spiller også en vigtig rolle. Figuren her viser de vigtigste kilder. Kilderne til kvælstof og fosfor er næsten de samme, der er dog en væsentlig forskel, og det er, at fosfor stort set ikke afgives til atmosfæren. Der er derfor heller ikke noget nedfald af fosfor af betydning fra atmosfæren.



10.6 UDVIKLINGEN I ILTSVINDET

Udviklingen i iltsvindet i de indre danske farvande fra slutningen af august til slutningen af september 2002. Den lyserøde farve viser iltsvind, mens den mørkerøde farve viser områder med kraftigt iltsvind.



Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser

Når vi oplever år, hvor iltsvindet i de danske farvande er særligt slemt, så er det fordi vejret, som for eksempel vind og regn, spiller en vigtig rolle, når der opstår iltsvind. Man kan sige, at det er vejret, der afslører forureningens omfang. Hvis der er meget nedbør i form af regn eller sne om vinteren eller foråret, betyder det, at en større mængde næringssalte udvaskes fra land og ender i havmiljøet.

Det giver en meget stor opblomstring af alger, der i løbet af sommeren ophobes som organisk materiale på havbunden. Hvis man så samme år får en meget varm og vindstille sommer, vil springlaget være særligt stabilt, og der opstår iltsvind på bunden. Det var præcis denne vejr-situation, vi så i 2002, hvor vi også oplevede det værste iltsvind i danske farvande nogensinde.

10.8 EN GOD STORM

Der skal en god efterårs- eller vinterstorm til at nedbryde et springlag, så bunden kan tilføres nyt iltrigt vand. Efterårsstormene betyder også at der strømmer nyt iltrigt bundvand ind fra Skagerrak til Kattegat.

10.7 LIMFJORDEN

Visse områder af Limfjorden modtager den dag i dag så mange næringsstoffer fra land, at det svarer til, at de bliver gødet mere end en almindelig kornmark. Dette skyldes, at Limfjorden modtager næringsstoffer fra et stort landområde. Der stadig et stort overskud af næringsstoffer i jorden til trods for de mange tiltag for at mindske forbruget af kunstgødning.



Foto: NASA

ALGESUPPE OG GIFTIGE ALGER

Udover at opblomstringer af planktonalger kan ende med iltsvind på havbunden, kan nogle planktonalger være giftige eller skadelige. De kan alt fra at gøre vandet ulækkert til direkte dræbe fisk og forgifte mennesker. De skadelige opblomstringer sker på de steder og de tider af året, hvor der er meget lys og næringsstoffer, der får algerne til at vokse hurtigt.

ALGEOPBLOMSTRINGER

Opblomstringer af planktonalger er et naturligt fænomen. Planktonalger har stor betydning for livet i havet, da de er det første led i havets fødekæde, som du kan læse om i kapitel 2. I danske havområder finder man nogle næsten regelmæssige årlige opblomstringer. Der er en forårsopblomstring omkring marts måned, når solen for alvor begynder at skinne.

Opblomstringen består for det meste af en bestemt slags alger – kiselalger. Det varer indtil, algerne har opbrugt alle næringsstofferne i vandet. Om efteråret, når vinden blander nye næringsstoffer op i fra bundvandet, kommer der en efterårsopblomstring (se kapitel 4). Efterårsopblomstringen er oftest domineret af en anden type alger – furealgerne. I løbet af sommeren kan der opstå andre lokale opblomstringer, specielt i fjorde og lavvandede områder.

A
T
K
A
F

PLANKTONALGERNE HAR SPECIELLE EVNER

Planktonalgernes evne til at vokse hurtigt er afgørende for, at de kan danne opblomstringer. Væksten foregår ved, at algerne deler sig indtil flere gange om dagen, når der er tilstrækkeligt med lys og næringsstoffer. De kan derfor hurtigt nå op på meget store mængder, fordi de vokser meget hurtigere end det dyreplankton, der æder dem.

Mange af de skadelige og giftige alger har derudover andre evner, der øger lige præcis deres chance for at danne opblomstringer. Mange af dem er flagellater. Det betyder, at de kan bevæge sig op og ned i vandsøjlen ved hjælp af svingtråde eller flageller. Hvis vandbevægelserne ikke er for store, kan de ved hjælp af svingtrådene anbringe sig der i vandet, hvor forholdet mellem lys og næringsstoffer giver den hurtigste vækst. Derudover er det også muligt, at algerne giftstoffer forhindrer dyreplankton i at æde dem og samtidig kan giftstofferne muligvis hæmme konkurrerende algers vækst.

PLANKTONALGER

Planktonalger kaldes også plante- eller fytoplankton.

FAKTA

ALGESUPPE

De forskellige planktonalger indeholder forskellige farvestoffer. Når opblomstringerne kan ses, har de derfor forskellige farver. Det kan være grøn, blågrøn, grålig, gul, brun eller rød. Farven giver et fingerpeg om, hvilke alger, der er i vandet. Men hvis man vil vide præcist hvilke alger, der er tale om, er man nødt til at bruge et mikroskop.

Foto: Claus Kern-Hansen

A
T
K
A
F

Den enkelte planktonalge er mikroskopisk lille, men kraftige opblomstringer er mulige at se med det blotte øje, fordi koncentrationen af alger er så høj, at vandet bliver farvet eller uklart. I særligt voldsomme tilfælde kan det se ud, som om der er hældt maling i vandet.

SKADELIGE OPBLOMSTRINGER

Opblomstringer af planktonalger kaldes først skadelige, når de generer mennesker eller har negative virkninger på dyre- og plantlivet i vandet.



11.1 FORSKELLIGE SKADELIGE PLANKTONALGER

I havet udgør furealger hovedparten af de giftige alger, og det er denne gruppe, der er årsag til de fleste problemer med forgiftninger af mennesker.



Efter Kaas m.fl.

Man tænker i den forbindelse oftest på de alger, der producerer giftstoffer, og som man derfor kalder giftige alger, fordi de i tidens løb har givet de store avisoverskrifter. Men man definerer skadelige planktonalger, som de alger, der kan alt lige fra at gøre vandet ulækkert til direkte at dræbe fisk og forgifte mennesker. Ud af Verdenshavens mange tusinde arter af planktonalger er det kun omkring 200, som er skadelige. I Danmark kender man til ca. 20 skadelige arter ud af flere hundrede. Der er stor forskel på hvilken virkning, de skadelige alger har. Man kan overordnet inddele algerne i 3-4 forskellige grupper efter deres virkninger.

ALGER SOM ER GIFTIGE FOR MENNESKER

Den første gruppe indeholder de alger, som producerer gift, der specielt rammer mennesker. Algerne kaldes derfor også humantoksiske alger. Virkningerne af de humantoksiske alger rækker fra milde tilfælde af hudirritation og allergiske reaktioner til feber og maveproblemer. Langt mere alvorlige forgiftninger er skader på indre organer og lammelse af vejrtrækningen. Man kan i værste tilfælde dø af det.

På vores breddegrader skyldes forgiftninger for det meste, at man spiser forgiftede

muslinger. Muslingerne filtrerer store mængder vand med alger og kan derfor ophobe algerne giftstoffer. Forgiftninger kan i nogle tilfælde opstå selv ved meget små mængder af alger i vandet. De mest almindelige humantoksiske alger er furealgerne, men giftstofferne findes også hos blågrønalger og kiselalger. Man ved at nogle af de humantoksiske alger også er meget giftige for fisk.

ALGER SOM ER GIFTIGE FOR FISK

Næste gruppe indeholder alger, der producerer gift, som er giftige for fisk. Disse alger kaldes derfor for fisketoksiske alger, selvom de også kan påvirke andre dyr og planter. Der er ikke noget, der tyder på, at algerne er giftige for mennesker. Virkningen af algerne gift optræder kun hvis de findes i store mængder, det vil sige under opblomstringer. Det går specielt udover fisk, som ikke har mulighed for at svømme væk fra algerne, det vil sige fisk fanget i garn og net eller fisk, der lever i havbrug.

F A K T A

EN GIFTIG FUREALGE

For det meste er det ganske få grupper eller arter af alger, der står bag de skadelige opblomstringer i Danmark. En af dem er furealgen *Gyrodinium mikimotoi*. Algens giftstoffer skader fiskenes gæller. Virkningerne af opblomstringerne har derfor ofte været flygtende fisk og fiskedød. Men det kan også gå ud over bunddyr.

11.2 CHATONELLA OPBLOMSTRING 1998



Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser

Der er dog også eksempler på at det er gået ud over fritsvømmende fisk. En opblomstring af *Chattonella* i Nordsøen-Skagerrak i 1998 viste, at fisk kan blive fanget i en algeopblomstring. Hornfisk, der var på vej til deres gydepladser, fortsatte deres vandring gennem algeopblomstringen, i stedet for at flygte, hvilket sandsynligvis var årsagen til at mange fisk døde. Man ved ikke så meget om de fisketoksiske giftstoffer. Men man har en formodning om at mange fisketoksiske alger, danner nogle stoffer, der ødelægger fiskens evne til at optage ilt. Resultatet er, at fisken bliver kvalt. Den første reaktion, man ser hos fiskene, er oftest, at de danner store mængder slim på gællerne.

ALGER SOM DANNER
GENERENDE STOFFER

Den tredje gruppe indeholder alger, der producerer nogle stoffer, der ikke er egentligt giftige, men som kan genere fisk og andre organismer. Et eksempel på dette er stilkalgen *Phaeocystis*, som danner stoffer, der kan genere fisk og plankton. Andre eksempler er kiselalger, som kan danne slim, der sætter sig på gællerne af fisk og forhindrer deres optagelse af ilt. Det kan i sidste ende betyde, at fiskene bliver kvalt. Andre kiselalger kan med deres kraftige udvækster ødelægge fiskenes gæller. Fiskene kan også selv producere slim, når kiselalgerne irriterer gællerne.

FLERE SKADELIGE
OPBLOMSTRINGER?

Det er ikke noget nyt fænomen med skadelige opblomstringer af planktonalger. Man har kendt til det i mange mange år. Fra Danmark findes der beretninger om algeforgiftninger tilbage til omkring 1830, men palæontologiske studier tyder på, at der også har været giftige planktonalger i danske farvande i forhistorisk tid.

Meget gamle aflejringer fra havbunden omkring Bornholm viser, at der allerede for 130 millioner år siden forekom massedød af muslinger. Forklaringen på de døde muslinger kunne godt være giftige planktonalger.

A
T
K
A
F

DEN SKUMMENDE STILKALGE

Man finder ofte den skumdannende stilkalge *Phaeocystis* langs den jyske vestkyst. Ved kraftige opblomstringer farver algen vandet brunt og danner voldsomme mængder ildelugtende skum på strandene. Algen er ikke direkte giftig, men de store mængder alger kan genere fisk og plankton og ikke mindst strandgæster.

Biologerne ved meget om de mange fysiske, kemiske og biologiske forhold, som skaber de skadelige algeopblomstringer. Alligevel er det ofte svært at finde den helt præcise forklaring på, hvorfor en bestemt skadelig opblomstring opstår.

Antallet af kendte skadelige og giftige planktonalger er steget meget inden for de sidste 25 år i hele verden. Listen bliver hele tiden tilføjet nye algearter, samtidig med at man opdager nye giftstoffer. Det er ikke ualmindeligt, at uskadelige alger pludselig viser sig at kunne danne skadelige opblomstringer.

BLÅGRØNALGER

Blågrønalger er i virkeligheden ikke alger, men *cyanobakterier*. *Cyanobakterierne* kan lave fotosyntese ligesom alger. Derudover kan de bruge kvælstof fra luften. Man støder derfor ofte på dem, der hvor der er et overskud af fosfor i vandet. Blågrønalgerne eller *cyanobakterierne* er specielt tilpasset vindstille perioder, hvor de flyder op til overfladen. Det kan de gøre, fordi de har nogle luftfyldte hulrum.

I overfladen er der mere lys og varme, som kan fremme opblomstringen. Det er derfor de kraftige opblomstringer af blågrønalger sker midt på sommeren, når det er varmt, solrigt og vindstille. I perioder med netop denne vejsituation opstår der ofte store opblomstringer i den svenske del af Østersøen. I mange tilfælde breder opblomstringerne sig herfra til de danske farvande.

Menneskers øgede tilførsel af næringsstoffer til havet siden starten af 1950'erne har øget omfanget af algeopblomstringer generelt. Dermed er næringsstofferne også under mistanke for at have øget mængden af de skadelige opblomstringer. De øgede mængder af næringsstoffer indgår derfor direkte som en forklaring på flere af de mest alvorlige skadelige opblomstringer.

Det er dog ikke kun mængden af næringsstoffer til havet, der generelt er blevet større. Forholdet mellem de vigtigste næringsstoffer har også ændret sig. Det kan betyde, at balancen mellem forskellige algearter ændres. Der er en speciel mistanke om, at mange af de skadelige alger har glæde af ændringerne i forholdet mellem næringsstofferne. Alle algearter stiller nemlig ikke samme krav til mængden af de forskellige næringsstoffer. Hermed får nogle alger simpelthen bedre vækstbetingelser end andre.

Øget opmærksomhed og overvågning af tilstanden i verdenshavene er uden tvivl også en medvirkende grund til, at man finder flere skadelige alger.

GIFTIGE ALGER SPREDES OG FLYTTES

Havstrømme kan være med til at sprede og opløse en algeopblomstring, men spredningen kan samtidig flytte opblomstringer fra et havområde til et andet. Et typisk eksempel er de hyppige potentielt skadelige opblomstringer af blågrønalger i Østersøen, som bliver spredt med strømmen til den sydlige del af Øresund. Her kan de danne nye opblomstringer.

A
T
K
A
F

Foto: Claus Kern-Hansen



Store skibe kan i forbindelse med brug af ballastvand også spille en stor rolle, når det gælder om at sprede skadelige alger til nye levesteder. Skibene er derfor endnu en ting, som er under mistanke for at øge listen af skadelige alger forskellige steder i verden. Den internationale maritime organisation (IMO) anbefaler i dag de store skibe at udskifte deres ballastvand på dybt vand. Det gøres i forsøg på at mindske den øgede risiko for spredning af skadelige alger. Men da dette skal ske ad frivillighedens vej uden nogen egentlig kontrol, ved man ikke om det rent faktisk sker.

GIFTIGE ALGER ER IKKE ALTID GIFTIGE

Et af problemerne med at undersøge de skadelige alger og deres giftstoffer er, at algerne ikke nødvendigvis er giftige, når man kigger på dem i laboratoriet. Det kan være fordi, at ikke alle alger af en giftig algeart rent faktisk er giftige. Samtidig er små forskelle i vækstkår afgørende for, hvor giftige algerne bliver. Det kan for eksempel betyde, at en algeart er giftig i ét havområde men ikke i et andet.

I Danmark dukker mange af de skadelige eller giftige alger op næsten hvert år. For det meste uden, at de laver skadelige opblomstringer. Et eksempel er kiselalgen *Pseudo-nitzschia*, som er kendt for at danne giftige opblomstringer i Nordamerika.

BALLASTVAND

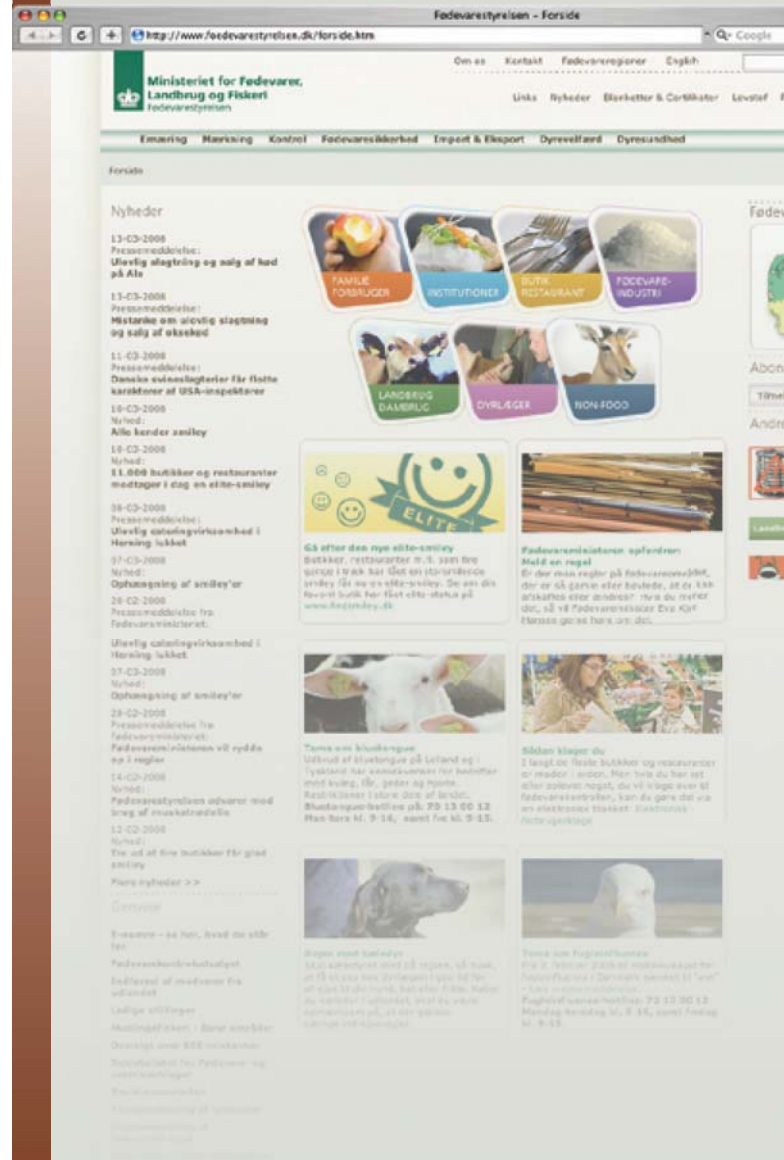
Store skibe, der sejler fra et sted på kloden til et andet må indimellem benytte sig af ballastvand for at sikre stabilitet og tilstrækkelig dybgang til at holde skruen i vandet. Ballastvand - er lige ved hånden, kan man sige, og derfor relativt nemt og billigt. Men i dette vand lever forskellige plante- og dyreorganismer, der tages om bord sammen med vandet og kastes ud igen, når ballastvandet ikke længere er nødvendigt. Se kapitel 12.

Algens gift ophobes i muslinger og kan give hukommelsestab. Algen forekommer i store mængder i Danmark næsten hvert år, men uden at man har fundet giftige virkninger af den.

GIFTIGE PLANKTONALGER I DANMARK

I Danmark følger man forekomsten af planktonalger i den rutinemæssige overvågning af havets miljølstand.

På Fødevarestyrelsens hjemmeside www.foedevarestyrelsen.dk kan du finde oplysninger om giftige alger og algegifte i muslinger.



FORURENING MED FREMMEDE ARTER

Transportskibe verden over sejler ofte med mange kubikmeter ballastvand indenbords for at holde skibet stabilt i vandet. Men hvis et skib tager vand ind nær en havn i f.eks. New York og transporterer det hele vejen til Sortehavet, flyttes alger, fiskelarver og andre organismer med til et miljø, som er langt fra deres eget. Det betyder, at der ingen naturlige fjender er. Forureningen med fremmede arter kan medføre, at lokale bestande af fisk og skaldyr udryddes - økosystemets balance ødelægges.

Dyre- og plantearters udbredelse på jordkloden er bestemt af deres krav til de fysiske og kemiske forhold på levestedet. Herudover er udbredelsen selvfølgelig også bestemt af deres evne til at vandre og spredes med strømme, vinde eller med andre organismer. Os mennesker spiller en stor rolle, når det gælder om at sprede organismer til områder, hvor de ikke hører naturligt hjemme. Menneskets spredning af ikke hjemmehørende organismer er i dag stigende over det meste af jordkloden.

På havet er utilsigtet spredning og introduktion af ikke-hjemmehørende arter øget i takt med forøgelsen i skibstrafikken. Det vil sige lige siden vikingetiden eller tidligere, er fremmede arter blevet transporteret som begroning på skibe eller sammen med ballast i form af vand, sand og sten.

I dag sker spredningen af fremmede organismer i mindre målestok, når organismer sidder fast på skibsskrog (inkl. lystbåde) og fiskeredskaber mv. Derimod er de helt store syndere spredning via akvakultur og skibes udledning af ballastvand. Fem til ti milliarder tons vand fra verdenshavene bliver hvert år flyttet rundt. Det sker når fragtskibene fylder og tømmer deres enorme tanke med ballastvand og dermed også lukker de dyr, planter og bakterier, der lever i vandet, ud i nye omgivelser.

F
A
K
T
A

BALLASTVAND

Ballastvand er vand, der tages ombord fra hav eller flod og som opbevares i specielle tanke placeret i hver side i skibets yderste del samt for og agter. I nogle skibe (fortrinsvis ældre tankskibe) opbevares det også i tomme olietanke. Formålet med ballastvand er, at give skibet tyngde til at opretholde stabilitet, sikre manøvreegenskaber og holde skruen i vandet. Ekstra ballastvand tages ombord, hvis skibet skal ligge lavere i vandet for at komme under en bro eller for at sikre stabilitet i hårdt vejr. Ballastvandet afkastes igen, når skibet skal lastes eller hvis det f.eks. har for stor en dybgang til at komme ind i havne.

På globalt plan regner man med, at ballastvand er en af de største kilder til overførsel af fremmede arter mellem havene.

SKIBES BLINDE PASSAGERER

De blinde passagerer fra ballastvandet er et stigende problem i verdenshavene. Selvom det generelt er relativt få arter, der er i stand til at kunne leve videre i et helt nyt marint miljø, så kan de få, der overlever, undertiden spredes hurtigt og volde meget store skader i de nye områder. Det skyldes det forhold, at de fremmede arter ikke har naturlige fjender det nye levested. På den måde får de frit spil til at fortære eller fortrænge det oprindelige plante- og dyreliv. Man kan også overføre sygdomme og giftige alger via ballastvand.

F.eks. mener man, at det var *kolerabakterier* fra ballastvand, der i begyndelsen af 1990'erne gjorde en million mennesker syge og var skyld i over 10.000 dødsfald langs de sydamerikanske kyster.

I de danske havområder er størsteparten af de indførte arter sandsynligvis kommet hertil inden for de sidste 150-200 år. Men man har også kendskab til endnu tidligere eksempler. *Sandmuslingen* har eksisteret her siden vikingetiden. *Tøffelsneglen*, der oprindeligt er hjemmehørende ved den Nordamerikanske kyst, blev importeret til Limfjorden i 1940'erne i forbindelse med import af østers fra Holland.

DEFINITIONER:

INTRODUCEREDE, IKKE-HJEMMEHØRENDE OG INVASIVE ARTER.

Der anvendes en række forskellige udtryk for at beskrive de arter, der ikke er naturligt hjemmehørende i et område. Introducerede eller indførte arter er fremmede arter, der alene ved menneskelig aktivitet er kommet til danske farvande. OSPAR-konventionen definerer fremmede eller ikke-hjemmehørende arter således:

”En art betragtes som ikke hjemmehørende, hvis dens naturlige (dvs. historiske) udbredelsesområde er geografisk fjernt”.

Arter, der kommer til som følge af simpel udbredelse af dens område betragtes ikke som ikke-hjemmehørende.

Ikke-hjemmehørende arter kaldes for invasive arter, hvis de ved at etablere sig kan true økosystemet, levesteder eller andre arter.

De invasive arter kan forskyde den økologiske balance i et givet plante- eller dyresamfund. Den økologiske balance, er oftest opnået gennem lang tids udvikling, hvor arterne har tilpasset sig hinanden og det lokale livsgrundlag i form af klima, nærings- og fødebetingelser, geologi osv. Invasive arter kan fortrænge naturligt hjemmehørende arter.

Den amerikanske knivmusling fandt man første gang i Vadehavet i 1981. Man ser dens karakteristiske langstrakte skaller, der er skyllet på strandene, overalt i de indre danske farvande. *Den østasiatiske søpung* optrådte første gang i 1980 i Limfjorden, hvor den nu er meget almindelig. Der er ikke konstateret negative følger af disse introduktioner.

Fra danske farvande kendes kun få eksempler på invasive plantearter. I 1984 blev *Butbladet sargassotang* første gang observeret i den vestlige del af Limfjorden. Siden har den spredt sig til Kattegat, hvor den i 1985 blev fundet ved Bohuslän og senere ved Sjællands nordkyst. Den synes, at kunne fortrænge eller erstatte langsomtvoksende makroalger.

Et andet eksempel er introduktionen af potentielt giftige planktonalger. Man mener, at *Chattonella-algen* er indført til de danske farvande med ballastvand. Den stammer fra havområdet udfor Japan, hvor den har påført det japanske akvakulturerhverv store tab. I 1996 blev algen for første gang observeret i nordiske havområder. *Chattonella-algen* opnår en hurtig vækst ved høje næringssaltskoncentrationer og er i stand til at starte opblomstringen tidligt på foråret ved lave temperaturer.

I foråret 1998 og i 2001 blev der observeret *Chattonella-opblomstringer* i Skagerrak og Kattegat. På den norske kyst, hvor der er en omfattende opdrætsvirksomhed af laks, medførte opblomstringen et tab på omkring 800 tons laks i 1998 og på omkring 1000 tons i 2001. På den danske kyst gik det specielt ud over hornfisk.

A

T

K

A

F

Et klassisk eksempel på ballastvandets betydning stammer fra Tasmanien. Her var muslingeforgiftninger af typen PSP ikke kendt før 1980'erne, hvor flere arter, bl.a. furealgen *Gymnodinium catenatum*, dannede giftige opblomstringer. Algerne var nye for området, og cyster af algerne blev senere påvist i ballastvand i skibe fra mulige *moderlande* i Østasien.

Et andet klassisk eksempel på, hvor galt det kan gå, når nye arter introduceres via ballastvand er desværre meget aktuelt i DK. Det drejer sig om *ribbegoplen*, *Mnemiopsis leidyi*, også kendt som *dræbergoplen*. Den er blevet mere og mere almindelig i danske farvande, hvor den tilsyneladende trives godt. Man ved endnu ikke hvilke konsekvenser, det kommer til at få i de danske farvande, men man frygter det værste.

Ribbegoplen er nemlig årsag til, at fiskeriet i Sortehavet kollapsede i løbet af få år efter, at den var blevet introduceret. Goplen blev for første gang observeret i Sortehavet i 1982. Den var blevet introduceret med ballastvand fra USA's Atlanterhavskyst. Goplen havde ingen naturlige fjender og er derudover kendt for at være den ribbegople, som har den hurtigste væksthastighed. Den voksede derfor og spredte sig meget hurtigt.

CYSTER AF ALGER?

Mange planktonalger har et *cystestadium*, det vil sige et hvilestadie, i deres livscyklus. Når planktonalgerne er i dette stadie behøver de ikke lys for at overleve. De kan derfor overleve flere år i mørket på havbunden – eller i ballasttanke. Ballasttanke kan indeholde hundrede millioner cyster af giftige alger, og hvis tankene tømmes et sted, hvor vækstforholdene passer til algens krav, spirer cysterne, og algen har fået et nyt levested.

F
A
K
T
A

PSP-MUSLINGEFORGIFTNING

PSP er en forkortelse for lammende eller paralytisk muslingeforgiftning. Forkortelsen er dannet ud fra den engelske betegnelse *Paralytic Shellfish Poisoning*. Det er den kraftigste type muslingeforgiftning, der findes. PSP-giftene er nervegifte, der påvirker centralnervesystemet. Alvorlige forgiftninger giver muskellammelse, åndedrætsbesvær og kan være dødelig 2-24 timer efter, at de forgiftede muslinger er indtaget. Man har nogle få gange fundet PSP-gifte i danske muslinger men har ikke set forgiftninger.

Ribbegoplen er også kendt for at være meget grådig. Den fortærer alt, hvad den kan komme i nærheden af dyreplankton, og kan også æde fiskeæg, fiskelarver og småfisk. I Sortehavet medførte det, at bestandene af en række vigtige fiskearter blev stærkt reduceret. Fiskeriet oplevede således en nedgang i landingerne fra 700.000 tons til 100.000 tons per år. Tusindvis af fiskere måtte stoppe deres fiskeri.

Foto: Professor, Hans Ulrik Ritsgård, Marinbiologisk Forskningscenter, Syddansk Universitet



Da det Kaspiske Hav er forbundet med Sortehavet, spredte *ribbegoplen* sig også til dette vandområde. I efteråret 1999 blev de første *ribbegopler* observeret her, og de opbyggede meget hurtigt en tæt population. I løbet af et par år blev fiskeriet efter den vigtigste konsumfisk reduceret med 2/3. Det skete formodentlig fordi størstedelen af dyreplankton - fiskenes føde - var blevet ædt op af *ribbegoplerne*. Introduktionen af fremmede arter kan altså medføre store økologiske ændringer, der kan få store økonomiske konsekvenser for de mennesker, der udnytter disse økosystemers ressourcer af fisk og skaldyr.

DRÆBERGOPLEN

Navnet *dræbergoplen* er lidt poppet og lidt misvisende, idet nogle måske tror, det er en gople, der dræber mennesker. Det er der nu på ingen måde tale om, men det er alvorligt nok. Den har fået hele økosystemer og fiskeri-erhverv til at bryde sammen. Den relativt lille gople kan blive op til 18 cm. Den er meget dygtig til at formere sig. Goplen er nemlig *hermafrodit* - det betyder at den blot skal møde en anden gople for at formere sig, men det behøver ikke at være af det modsatte køn. Den bliver kønsmoden i løbet af blot 2 uger, og en voksen ribbegople kan gyde 2000 æg om dagen.

Arten er kendt for at være den ribbegople, som har den hurtigste væksthastighed - den kan syvdoble sin vægt i løbet af en uge. Det betyder også, at den er meget grådig. Derudover kan den leve i næsten fersk vand med 3‰ salt og helt op til fuldstyrke saltvand på 39‰. Temperaturen i de danske farvande er heller ikke noget problem - den overlever i vandtemperaturer, der ligger mellem 2 og 32°C. Den er altså meget dygtig til at tilpasse sig forskellige forhold.

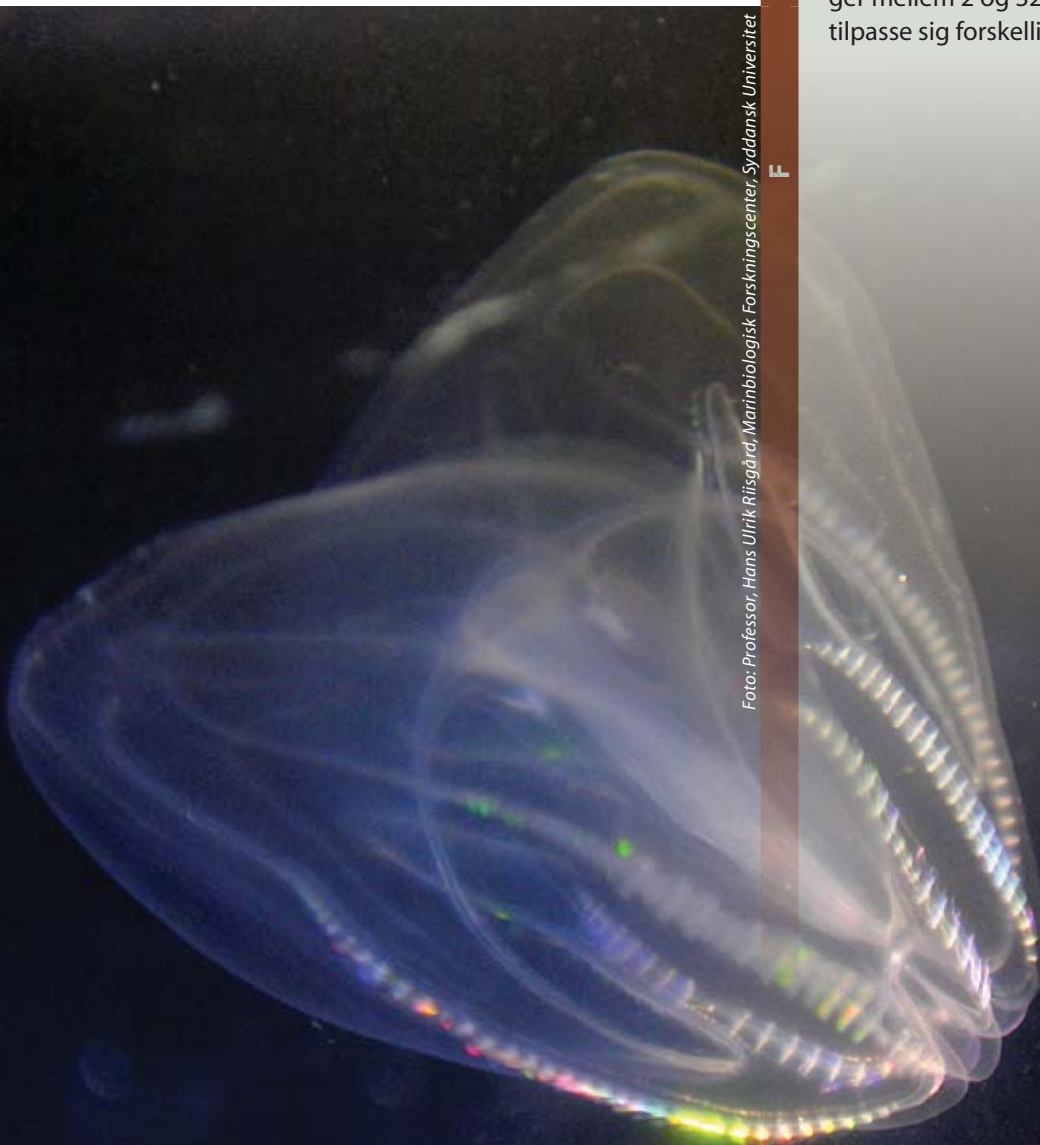


Foto: Professor, Hans Ulrik Riisgård, Marinbiologisk Forskningscenter, Syddansk Universitet

12.1 DRÆBERGOPLER

Dræbergoplen eller *Mnemiopsis leidyi* som den hedder på latin. Smuk ser den ud!



Foto: Professor, Hans Ulrik Riisgård, Marinbiologisk Forskningscenter, Syddansk Universitet

HVAD KAN MAN GØRE?

I februar 2004 vedtog FN's Søfartsorganisation, IMO, en ny konvention om ballastvand. Det er en global konvention som forpligter skibsfarten og lokale myndigheder til at forebygge, minimere og i sidste ende at fjerne risikoen for indførsel af skadelige arter gennem kontrol med skibenes ballastvand. Problemet lige nu er bare at konventionen ikke er trådt i kraft endnu, fordi der er for få lande, der har ratificeret aftalen.

Som proceduren er nu, kan de enkelte lande fastsætte restriktioner, men der er ingen internationale regler for ballastvand udover nogle anbefalinger, som ansvarlige skibsførere kan vælge at følge.

F A K T A

EGNE REGLER

Flere havne i bl.a. USA og Australien har indført deres egne regler, der påbyder skibene at tømme deres ballastvand midt i de saltholdige oceaner og indtage noget nyt. Det sker for at begrænse overførsel af dyr og planter til fremmede områder.

Overordnet set kan man gøre to ting for at nedsætte risikoen for spredning af organismer via ballastvand:

- 1 Ballastvandet udskiftes på åbent hav langt fra kystområderne
- 2 Ballastvandet renses, inden det ledes ud ved losning

Det er da også disse to metoder IMOs konvention opstiller som løsning på problemet med udledning af ballastvand.

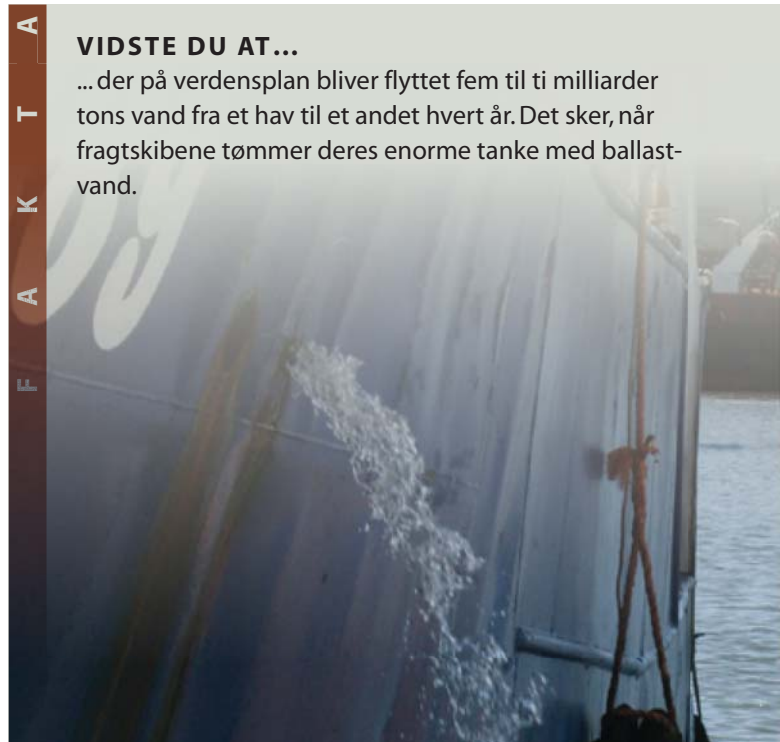
Konventionens bestemmelser skal forhindre spredning af skadelige organismer, enten ved at skibene skifter ballastvand på dybt vand langt fra kysten eller ved at de installerer godkendte behandlingsanlæg om bord. Det betyder at fx nye skibe fra 2009 skal begynde at rense ballastvand, når det ledes ud, hvis teknologien ellers kan nå at blive udviklet. For begge metoder gælder, at hvert skib skal have en plan for håndtering af ballastvand, samt føre en optegnelse for alle operationer med ballastvand

Den første metode med udskiftning af ballastvand på åbent hav, kræver mindst 95% af ballastvandet udskiftes. Derved undgår man at flytte arter fra et kystområde til et andet. Eksempelvis er risikoen for at starte en giftig algeopblomstring på det dybe vand lille, fordi oceanerne er næringsfattige. Det er en metode, der økonomisk set er til at overskue, men da det ikke giver nogen garanti for renheden af ballastvandet, vil metoden kun blive tilladt i en overgangsperiode.

Den anden metode opstiller krav til renheden af det udledte ballastvand. Det kan opnås ved filtrering eller ved på anden måde at fjerne levedygtige organismer. Der findes endnu ikke en teknologi, som har vist sig at være rigtig brugbar, og der findes heller ikke noget godkendt behandlingsanlæg på markedet.

VIDSTE DU AT...

... der på verdensplan bliver flyttet fem til ti milliarder tons vand fra et hav til et andet hvert år. Det sker, når fragtskibene tømmer deres enorme tanke med ballastvand.



KONVENTION OM BALLASTVAND

The International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments.

Konventionen træder i kraft 12 måneder efter, at den er underskrevet af mindst 30 stater, som skal repræsentere minimum 35% af verdenstonnagen. Konventionen er pr. januar 2007 underskrevet af 11 lande, som repræsenterer 3,36% af verdens-tonnagen. Disse lande er: Barbados, Egypten, Kiribati, Maldiverne, Nigeria, Norge, Sierre Leone, Spanien, St. Kitts and Nevis, Syrien og Tuvalu.

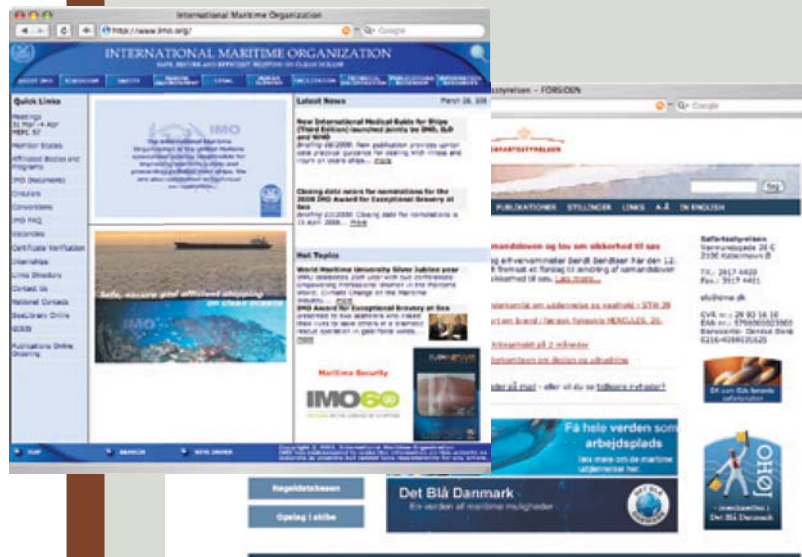
Du kan læse mere om konventionen på IMOs og Søfartsstyrelsens hjemmesider: www.imo.org og www.sofartsstyrelsen.dk

F A K T A

F A K T A

IMO

IMO er en forkortelse for International Maritime Organization. Det er FNs søfartsorganisation som har regler om beskyttelse af havets natur og miljø som en del af sit arbejdsområde.



METODER TIL AT FJERNE SKADELIGE ORGANISMER

Man kan fjerne eller dræbe skadelige organismer i ballastvand ved forskellige metoder som for eksempel filtrering, UV-behandling, varmebehandling, ozon, nitrogen, og kemikalier (*gift*). Problemet er bare, at de fleste af metoderne er meget dyre, uhåndterbare eller direkte uønskede, som for eksempel brug af gift.

F
A
K
T
A

Problemet er altså for det første, at man har vedtaget regler i forventning om en teknologisk udvikling, som ikke har vist sig mulig inden for den forventede tidsramme. For det andet har landene været alt for tilbageholdende med at ratificere de regler, de selv har været med til at vedtage. For at råde bod på dette, har IMOs generalforsamling vedtaget en resolution, som opfordrer landene til først at håndhæve kravet om behandlingsanlæg overfor skibe, bygget i 2009, når de har gennemgået deres andet årlige syn eller i 2011, alt efter hvilken dato, der kommer først.

FREMMEDE ARTER MED AKVAKULTURER

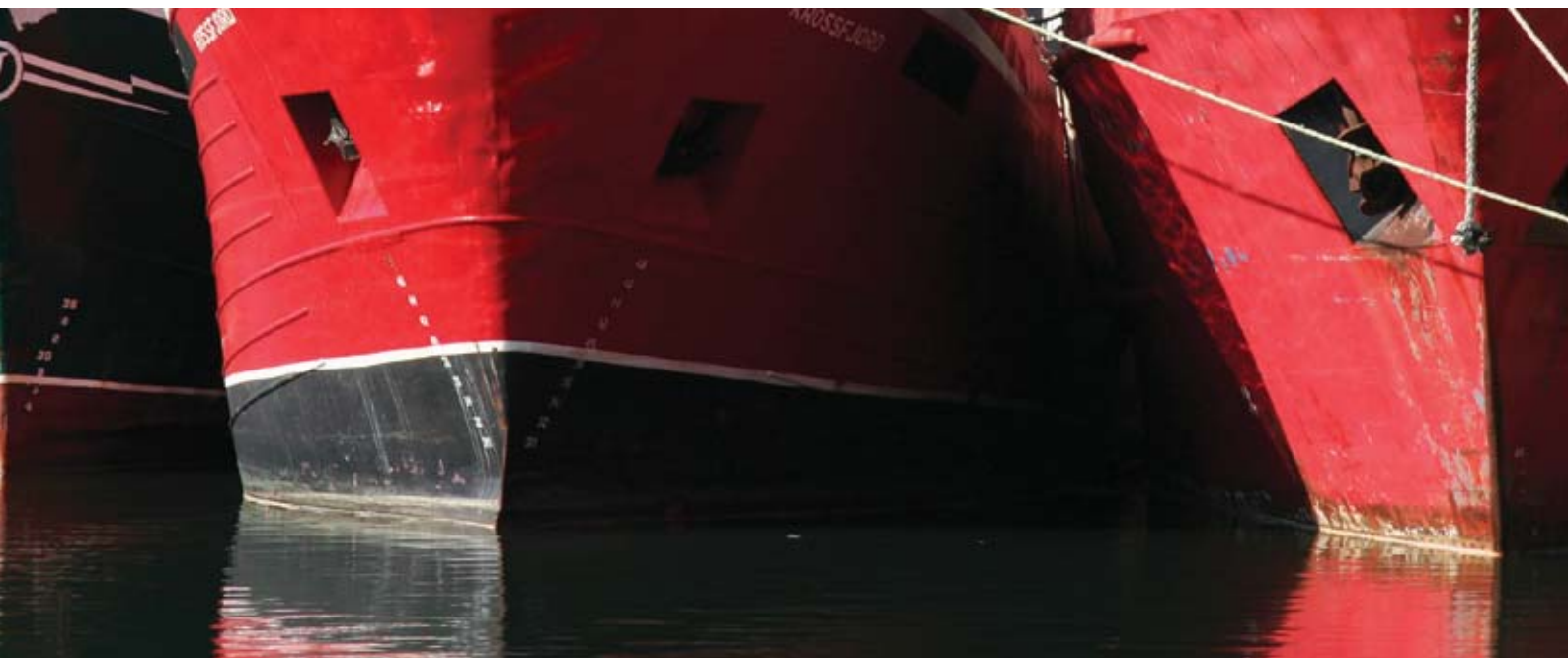
I forbindelse med akvakultur kan der også ske en utilsigtet introduktion af nye arter sammen med de arter, man ønsker at dyrke. I 1980 opdagede man, at en sending østers importeret fra Frankrig var inficeret med parasitten *Bonamia ostreae*.

Denne parasit har i bl.a. Holland og Frankrig medført stor dødelighed hos bestandene af europæisk østers (*Ostrea edulis*), der gav store tab for østersdyrkerne. Senere undersøgelser har heldigvis vist, at *Bonamia* ikke har etableret sig i de danske østersbestande.

En parasitisk orm (*Anguillicola crassa*) i ålens svømmeblære blev i 1979 importeret med ål fra Stillehavsområdet, der skulle bruges til at hjælpe bestanden op i Italien. Omtrent samtidig blev den introduceret til Nordeuropa i forbindelse med import af konsumål fra Japan. I de følgende år spredte parasitten sig til ålebestandene i det meste af Europa.

Parasitten ligger inde i ålens svømmeblære, der bliver skadet eller helt ødelagt. Dette kan muligvis hindre ålen i at vandre til Sargasso for at yngle. Man mener, at en del af forklaringen på ålebestandens nedgang de senere år kan skyldes parasitangreb af disse svømmeblæreorm.

Et andet problem med akvakulturer er, at individer kan slippe ud og etablere vilde bestande. Stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), kommer oprindeligt fra Japan og Sydøstasien. Arten har været og bliver dyrket i store dele af Europa. I Danmark blev der for første gang introduceret stillehavsøsters til brug i akvakulturer i 1960'erne.



Op gennem 1970'erne og 1980'erne blev der importeret store mængder til dyrkning i både Vadehavet, Lillebælt, Det Sydfynske Øhav, Mariager Fjord, Isefjorden og i Horsens Fjord. Ingen af de nævnte kulturer dyrkes i dag, men som det typisk ses fra akvakulturer slipper individer ud og bliver vildtlevende, hvilket også har været tilfældet med stillehavsøsters. De introducerede stillehavsøsters er spredt som larver, der er blevet gydt fra dyrkede østers.

Tilladelsen til dyrkning blev givet på baggrund af en antagelse om, at stillehavsøsters ikke kunne formere sig i de tempererede egne, fordi det er for koldt. Stillehavsøsters kræver vandtemperaturer over 20°C for at gyde. Man mente derfor ikke, at stillehavsøsters kunne udgøre en trussel i forhold til at spredes i vilde bestande. Men de senere års stigning i havvandstemperaturen er formentlig årsag til, at de nu kan formere sig. Man har kendskab til vildtlevende individer i Vadehavet, Isefjorden, Limfjorden og Horsens Fjord. I den hollandske og tyske del af Vadehavet har vildtlevende stillehavsøsters invaderet store områder.

Her danner de revlignende strukturer og ændrer markant på økosystemet omkring sig. Stillehavsøsters er også veletableret flere steder i den danske del af Vadehavet, hvor bestandene på bare få år er vokset markant og lokalt har skabt tætte banker. I Limfjorden blev unge individer af *C. gigas* observeret første gang omkring 2002-2003. Hvordan stillehavsøsters er spredt til Limfjorden, vides ikke med sikkerhed. Spredningen kan skyldes tidligere forsøg med opdræt i Nissum Bredning, havstrømme fra Vadehavet eller transport af skaldyr enten til rensning eller til udsætning i Fjorden.

Stillehavsøsters har ingen naturlige fjender i danske farvande. Den vokser meget hurtigt (100 mm det første år) og kan udkonkurrere andre muslingearter på lavt vand, som fx blåmuslinger. Hvor fx blåmuslinger bliver omkring 8 cm, så kan stillehavsøsters blive mere end dobbelt så store. Dermed er den nye art en konkurrent til muslingerne i kampen om den planktoniske føde i vandet. I Holland har denne art etableret tætte vilde bestande, der fuldstændig udkonkurrerer blåmuslingebestandene i områderne.

Artens tilstedeværelse kan skabe store problemer for det veletablerede muslingefiskeri i Limfjorden. Man frygter også at stillehavsøsters kan udgøre et problem i forhold til bestanden af europæiske fladeøsters (*Ostrea edulis*) i Limfjorden, der i modsætning til europæisk fladeøsters fra Holland og Frankrig ikke er ramt af den skadelige østersparasit *Bonamia ostrea*.

Hvis blåmuslingebanker erstattes af stillehavsøsters vil det også få alvorlige konsekvenser for mange havfugle som fx edderfugle, strandskader og sølv-måger, fordi skaller af stillehavsøsters i modsætning til blåmuslinger er så hårde, at fuglene ikke kan spise dem.

12.2 EUROPÆISK ØSTERS



OLIEFORURENING

Udtømning af olie på havene – og særligt forlis af olietankskibe - forvolder store skader på fisk, søfugle, skaldyr og andre organismer. Vi kender alle til historier om oliekatastrofer, hvor store kyststrækninger forurenes. Døde fisk og fugle smurt ind i olie. Forureningen kan betyde ændringer i det pågældende havområdes økosystem lang tid fremover, for ikke tale om de menneskelige konsekvenser, når indtægtsmuligheder for lokale fiskersamfund slås i stykker.

I november 2002 sank olietankeren Prestige ud for Spaniens nordvestlige kyst. Cirka 40.000 tons olie slap ud i havet og forurenede store kyststrækninger, og meget fugle og dyreliv blev skadet. Efter denne katastrofe opstod der krav om at lignende ulykker måtte undgås. bl. a. ved at forbyde enkeltskrogede tankskibe.

Set med fiskernes øjne har en alvorlig olieforurening to umiddelbare konsekvenser i form af døde fisk og ødelagte fangstredskaber. Derudover er det i høj grad et spørgsmål om tid og sted, som afgør langtidseffekten af uheldet. For eksempel vil selv et mindre oliespild i et vigtigt gydeområde midt i gydeperioden give en større og mere langvarig skade end et stort oliespild uden for gydeperioden.

HVOR KOMMER OLIEFORURENINGEN FRA

Olien ender i havet som spild fra olie-boreplatforme og skibe eller som følge af uheld. De fleste udslip sker under rutine operationer såsom under på- og aflastning, hvilket normalt sker i havne og ved olie-terminaler. De fleste af disse uheld er små med mindre udslip. Det er i forbindelse med grundstødning eller kollision de store udslip kan ske og en større katastrofe kan indtræde. Skibstrafikken i danske farvande er øget kraftigt de senere år – det gælder både i antal og i størrelsen af skibene.

Det er især transporten af olie med store fragtskibe i Østersøen og op gennem Øresund og Storebælt, der vokser kraftigt. Det øger risikoen for skibssulykker. De danske farvande er kendt for at være vanskelige at sejle i. Selvom de er godt afmærkede, snor sejlrenderne sig gennem mange øer, banker og stenrev. Der er overalt kun få kilometer til nærmeste kyst.

Med den store russiske olieudskibningshavn Primorsk ved Skt. Petersborg vil antallet af skibe, der sejler olie ud fra Østersøen, stige betragteligt. Man regner med en tredobling af tankersejladsen i området inden år 2050. Alene gennem Østersøen er fragtmængden af olie mere end fordoblet på bare fire år. Ifølge en finsk rapport vil olietransporterne nå op på 190 millioner ton olie i 2010. I 2004 var de på 90 millioner ton.



EKSEMPLER PÅ OLIEKATASTROFER

MARTS 2001

Baltic Carrier havarerer og lækker olie ud for Møn.

NOVEMBER 2002

Tankeren *Prestige* sejler gennem danske farvande, havarerer og går til bunds ud for Spaniens kyst. Ca. 40.000 tons olie slap ud. Mere end 2800 km kyst blev forurenet. Fiskeriet måtte lukke i 4 måneder – i et område der regnes for et af Europas mest fiskeri-afhængige.

FEBRUAR 2003

Olietankeren *Acushnet* går på grund ved Samsø.

MAJ 2003

Fragtskibet *Fu Shan Hai* bliver sejlet ned i Østersøen ud for Bornholm og synker med sine fulde olietanke.

Danmark indvinder olie og naturgas fra omkring 40 platforme i Nordsøen. Udledningerne af olie med produktionsvandet har de senere år været stigende.

Det skyldes, at mængden af produktionsvand og dermed olieudledningen stiger med oliefelternes alder. Bortset fra et enkelt større uheld i 2000 er spildet fra de danske platforme i Nordsøen relativt konstant (se figur 13.1). Spildet udgøres hovedsagelig af mindre uheld med udslip på under et ton. Uheldet i 2000 skyldtes problemer ved lastebøjen på Syd Arne feltet.



Foto: Lars Bertelsen, DONG

OVERVÅGNING

Det er Søværnets Operative Kommando (SOK), der skal holde øje med olieforureningen på havet. Meldinger om formodede/konstaterede olieobservationer (OIL OBS) tilgår SOK fra flyovervågning, som suppleres af satellitbilleder. Derudover modtager SOK meldinger fra skibsfarten i danske farvande og fra olieinstallationerne i Nordsøen samt meldinger ved kollision, grundstødning eller forlis. SOK modtager også meldinger fra observatører i land, civile fly, og fra udenlandske miljømyndigheder.

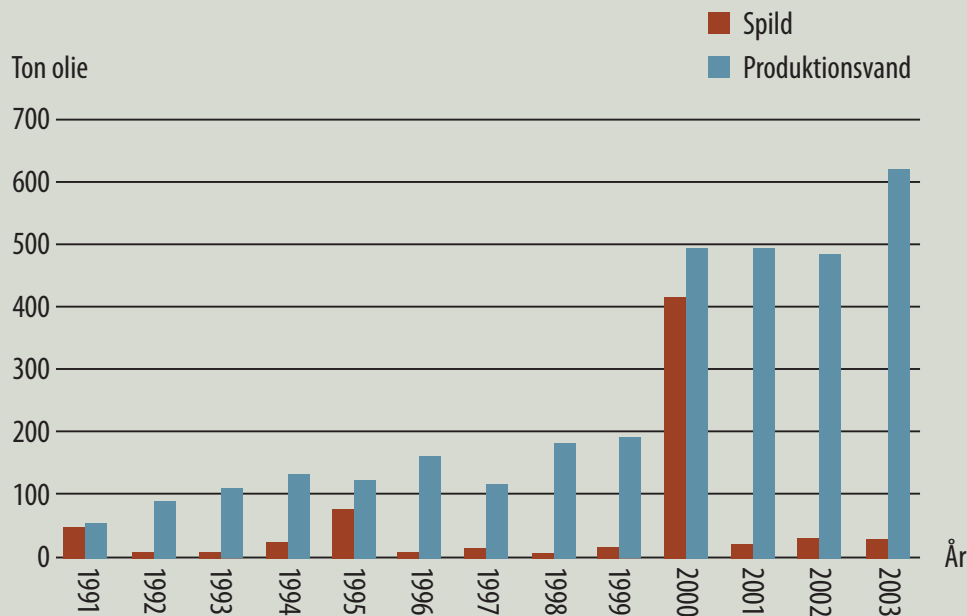
Som noget nyt har SOK i 2006 iværksat en havmiljø-kampagne henvendt til lystsejlere, der ved at melde sig som havmiljøvogtere organiseres i en meldetjeneste til indrapportering af observerede olieforureninger.



Ud over egentlige tankskibulykker, hvor store mængder olie løber ud og forårsager enorme oliepøle, kommer langt flere, mindre olieudslip fra skibe under sejlads. Trods alle forbud skyller de deres tanke med havvand før næste brændstofpåfyldning for at undgå miljøafgifter. På danske og mange andre kyster er det tit rester fra sådanne små forureningsudslip, der sætter sig godt fast under dine fødder efter en dejlig gåtur på en sandstrand. Faktisk udgør skylning af tanke et af de største bidrag til havforureningen. Hvert år er den mængde olie, der slippes ud på denne måde, formodentlig langt større end det, der i samme tidsrum spildes ved indberettede og derigennem kendte ulykker.

13.1 UDLEDNING AF OLIEPLATFORME

Figuren viser mængden af udledt olie fra platformene i Nordsøen i perioden 1991-2003, fordelt på spild og produktionsvand.



Kilde: Miljøstyrelsen

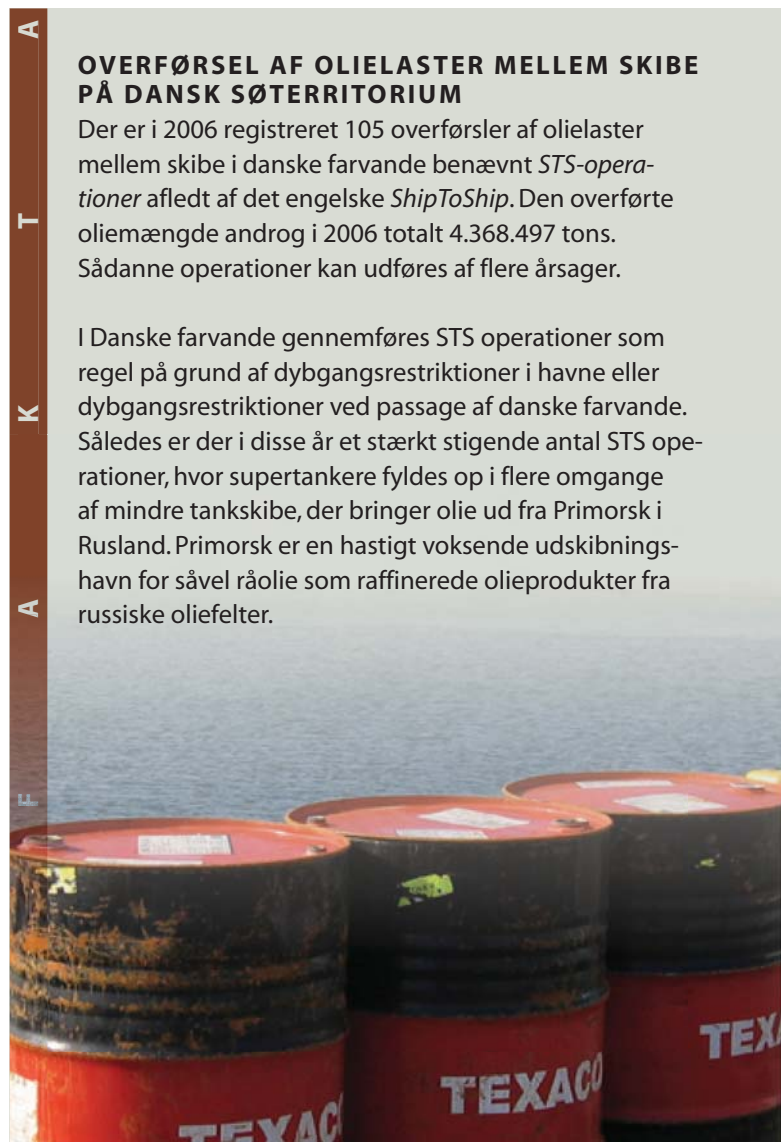
Det er ikke muligt at sætte eksakte tal på de mængder olie, der ulovligt bliver udledt i danske farvande hvert år. Antallet af meldinger om observationer kan ikke umiddelbart bruges som et direkte udtryk for, antallet af ulovlige olieforureninger. Som regel drejer over halvdelen af alle observationerne sig om enten let olie/diesel, der fordamper, eller mudder/alger/strømskel, hvor det altså viser sig at være falsk alarm. Antallet af meldinger steg fra 2006 til 2007. Det behøver dog ikke at være et udtryk for en øget forurening, men kan være et resultat af øget opmærksomhed omkring beskyttelse af havmiljøet.

En kilde til øget risiko for olieforurening af danske farvande er trafikintensiteten. Intensiteten er støt stigende, og for blot at give et indtryk af denne voksende intensitet, vises i 13.2 udviklingen i antallet af lastede tankskibe, der årligt passerer danske farvande.

OVERFØRSEL AF OLIELASTER MELLEM SKIBE PÅ DANSK SØTERRITORIUM

Der er i 2006 registreret 105 overførsler af olielaster mellem skibe i danske farvande benævnt *STS-operationer* afledt af det engelske *ShipToShip*. Den overførte oliemængde androg i 2006 totalt 4.368.497 tons. Sådanne operationer kan udføres af flere årsager.

I Danske farvande gennemføres STS operationer som regel på grund af dybgangsrestriktioner i havne eller dybgangsrestriktioner ved passage af danske farvande. Således er der i disse år et stærkt stigende antal STS operationer, hvor supertankere fyldes op i flere omgange af mindre tankskibe, der bringer olie ud fra Primorsk i Rusland. Primorsk er en hastigt voksende udskibningshavn for såvel råolie som raffinerede olieprodukter fra russiske olielager.



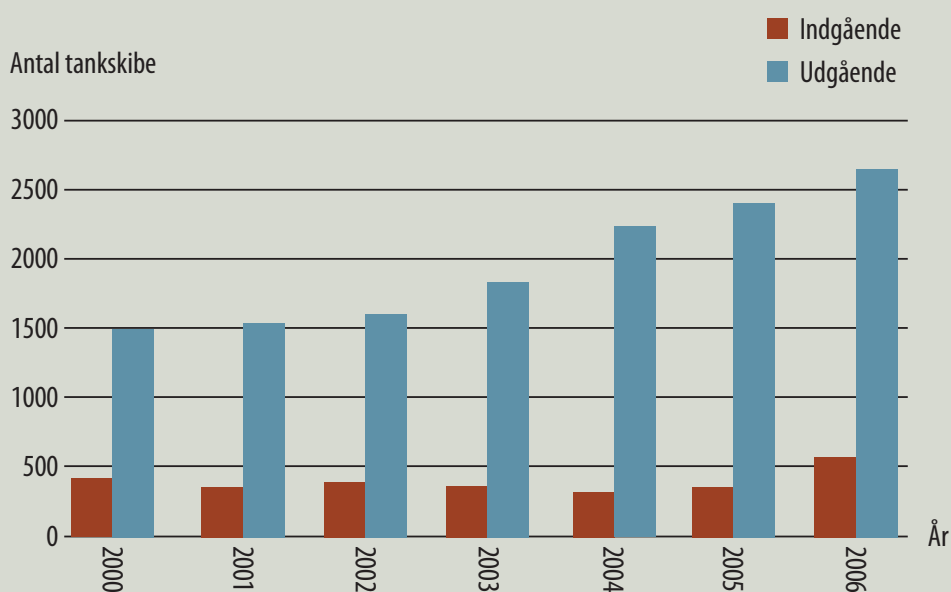
I den forbindelse kan nævnes, at den store forskel i ind- og udpassager kan tilskrives udskibning af olie fra Primorsk i Rusland og deraf følgende STS-operationer. Udover den øgede risiko for uheld i forbindelse med kollisioner, grundstødninger m.m., så øger antallet af skibe også antallet af sager, hvor olie enten bevidst eller uagtsomt udledes i havet. Figur 13.3 viser udviklingen i olietransporter i mil tons.

HVORFOR ER OLIE SKADELIG?

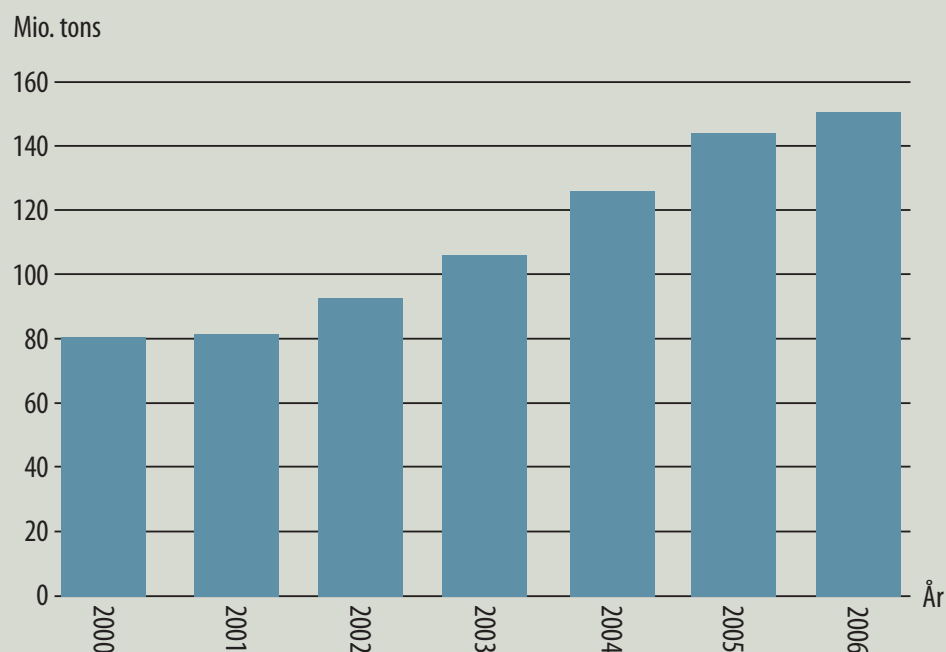
Oliens fysiske og kemiske egenskaber gør, at det ikke kan blandes med vand, og at den klumper sammen og klister på faste overflader. Den kan komme til at ligge som et tykt og tungt lag på havoverfladen, dyr, planter og havbunden. Derved kan den være kvælende og hæmmende i en sådan grad, at det fører til døden. Havfugle hører til nogle af de mest udsatte organismer ved et oliestild, fordi de tilbringer megen tid på havoverfladen. Olien sætter sig i fjerdragten og trykker den sammen. Det går ud over fjerenes evne til at isolere fuglene mod kulde og give opdrift. Derfor dør de hurtigt af sult, afkøling eller fordi de drukner.

Selve den klistrede oliesubstans laver de mest synlige og største skader på naturen, men olie indeholder også nogle giftige stoffer som kaldes PAH'er.

13.2 ANTALLET AF IND- OG UDGÅENDE TANKSKIBE I DANSK FARVAND



13.3 OLIE TRANSPORTER Gennem DANSKE FARVANDE



OLIE INDEHOLDER GIFTIGE STOFFER

Olie er en kompleks blanding af forskellige organiske stoffer, hvor molekylerne kan have varierende størrelse og egenskaber. Visse bestanddele af olie kan være giftige eller endda kræftfremkaldende, hvis de indtages via føden eller optages gennem hud og gæller. Hvis man spiser fisk fra olieforurenet vand, vil man få mange af disse giftstoffer. Det er især PAH'erne, der gør olien giftig. PAH en forkortelse for *polycykliske aromatiske hydrocarboner* (*hydrocarboner* er det samme som *kulbrinter*). Du kan læse mere om PAH'er i kapitlet om Miljøgifte.



Læs mere om PAH'er i kapitlet om Miljøgifte. De giftige PAH'er har en længerevarende effekt, og det vil påvirke natur og miljø i det forurenede vand og i sedimentet (*bundmaterialet*). Effekten på fiskeriet efter skibsforslis med større olieudslip varierer afhængig af vejrforholdene, strømforhold, spredningen af olieforureningen og ikke mindst olietypen. Jo lettere olien er, jo større mængder fordampes, inden den når at gøre skade.

HVAD SKER DER MED OLIE I HAVMILJØET

Når der sker et større olieudslip, vil olien danne en samlet masse på vandoverfladen, der spredes i større eller mindre omfang, afhængigt af vandstrømme og vinden. Umiddelbart efter udslippet begynder oliens kemiske sammensætning at ændre sig.

De letteste bestanddele af olien forsvinder først fra vandet. De fordampes simpelthen. Der er også stoffer, der relativt hurtigt opløses i havvandet. Andre bestanddele vil begynde at gå i stykker (*forvitte*), når de påvirkes af lys og ilt.

Og endelig er der bakterier som så at sige *spiser* olie, og dermed aktivt er med til at nedbryde olien. Bakteriernes nedbrydning af olien er afhængig af ilt og temperatur. Jo lavere temperaturen er, jo langsommere foregår nedbrydningen.

PAH'er opløst i havvandet *forsvinder* relativt hurtigt ved en kombination af, at havvandet fortyndes, og at PAH'erne nedbrydes eller bindes til organiske partikler og falder ned på havbunden.

Det kan være meget svært at komme af med den del af PAH'erne, der har lagt sig på bunden og har blandet sig med sand og mudder (*sediment*). PAH'er har nemlig en tendens til at binde sig til de organiske stoffer i sedimentet. Når de først er bundet til partiklerne i sedimentet, vil de være mindre udsat for forvitring og bliver derfor hængende i længere tid. Hvor PAH opløst i havvand vil *forsvinde* over dage, vil PAH bundet til sediment forsvinde i løbet af måneder eller år i takt med, at det bliver nedbrudt af bakterierne.

MÅLINGER AF PAH

Målinger fra vandet i Grønsund lige efter ulykken med *Baltic Carrier* ved Møn viste PAH-niveauer i havvandet, der var 10 gange højere end normalt. Allerede to måneder senere var koncentrationen faldet til det normale niveau igen. Men i sedimentet var det først efter 3 år målinger af PAH'er viste, at forureningen var tilbage på normalt niveau. Der var endda et mindre område, hvor koncentrationen i sedimentet stadig var forhøjet.



13.4 OLIENTANKER PÅ VEJ GENNEM ØSTERSØEN



Foto: European Community

ØKOLOGISKE EFFEKTER AF OLIEFORURENING

Konsekvensen af en olieforurening afhænger af olietypens fysiske og kemiske egenskaber. Oliens giftighed (*toksitet*) hænger sammen med dens kemiske sammensætning, som er forskellig afhængigt af, hvilken type olie det er og hvor den stammer fra. Der kan altså være stor forskel på, hvor giftig råolie af forskellig oprindelse er.

Den økologiske effekt af et olieudslip er også afhængig af hvor og hvilke organismer, der er til stede i området. Fisk og andre havlevende dyr opholder sig sjældent i havoverfladen, og er på den måde mindre følsomme overfor olie som flyder på overfladen end fx havfugle. Koncentrationen af giftstoffer formindskes hurtigt under en olieplamage i åbent farvand. Det er derfor ikke ligegyldigt, hvor dybt under olien organismene befinder sig.

De fleste dyr vil forsøge at flygte fra olien, hvis de kan. Mange bunddyr vil grave sig ned og fisk vil svømme bort. Man mener, at fisk undgår olie, fordi de kan lugte det. Dyrene kan både påvirkes direkte af giftstofferne ved at dyrene slås ihjel, og indirekte i form af ikke-dødelige forgiftninger, og ved at dyrenes levesteder og fødegrundlag bliver ødelagt. Smådyr såsom krabber, orme, snegle og muslinger, der udgør fødegrundlaget for en lang række fisk og fugle, kan forsvinde lokalt.

En olieforurening i åbent hav vil oftest have færre konsekvenser sammenlignet med et tilsvarende udslip i et kystnært farvand. Blandt andet fordi organismetætheden som regel er relativt lav i åbent hav i forhold til kystnære områder. Kystnære områder er desuden ofte opvækstområder for fisk.

TOKSISK

Toksisk er et andet ord for giftigt.

FAKTA

IKKE-DØDELIGE FORGIFTNINGER

Ikke-dødelige forgiftninger giver det man kalder *sublethale effekter*. Det betyder, at organismen ikke dør direkte af forgiftningen, men at det giftige stof alligevel har en eller anden effekt f. eks. i form af ændret adfærd eller misdannelser.

FAKTA

EFFEKTER PÅ FISKERIET EFTER BALTIC CARRIER ULYKKEN

Den 29. marts 2001 stødte tankskibet *Baltic Carrier* sammen med fragtskibet *Tern* nær Falsters kyst. Efter sammenstødet slap 2.700 tons tung, tyktflydende bunkerolie ud i vandet. Olien drev i de følgende dage ind på de nærliggende kyster og ind i Grønsund omkring Farø.

De umiddelbart synlige effekter på naturen var meget dramatiske. Billeder af olie, der flød på vandet og billeder af fugle, planter og kyster indsmurt i olie. Det var noget, der gjorde indtryk. På grund af dårligt vejr fik myndighederne kun opsamlet de 1.100 tons. Der skete stor skade på de lokale fiskeres bundgarnsnet. Desuden forsvandt fiskene også i de områder, hvor bundgarnene ikke var blevet øde-

lagt af olien. De første 5-6 måneder efter olieudslippet var der ingen fangster, men omkring otte måneder efter begyndte bestanden at vende tilbage til området igen. Olieforureningen fik derfor en direkte betydning for fiskeriet, både det kommercielle og fritidsfiskeriet. Fiskeriet blev dog ikke lukket i modsætning til praksis i andre lande.

Koncentrationen af PAH i fisk fra havbrugene i Grønsund var så lave, at Fødevaredirektoratet vurderede, at der ikke var nogen forøget kræftisiko ved at spise fiskene. Der findes ikke umiddelbart nogen grænseværdier for PAH'er, hverken i Danmark eller internationalt. Men på basis af koncentrationen af PAH i muslinger var vandet i Grønsund stadig uegnet til fiskeri tre måneder efter ulykken ifølge norske grænseværdier. Det var først i december, det meste af området igen var egnet til havbrug og fiskeri vurderet ud fra de norske grænseværdier. Tidspunktet var sammenfaldende med, hvornår fiskene vendte tilbage til området. Tre havbrug måtte lukkes i hele 2001, fordi de eksporterede fiskerogn til Japan, hvor man ikke vil modtage rogn fra fisk, som har udsat for selv en beskeden olieforurening. Det gav et samlet tab på ca. 20 millioner kroner.

Indholdet af PAH i havdyrene fra Grønsund faldt meget langsomt. Dette gjaldt især for muslinger og skrubber. Muslinger lever af at filtrere vandet for fødepartikler. Derved kommer de nemt til at spise partikler med PAH. Skrubber er også udsat fordi de lever på bunden, hvor de hele tiden er i tæt kontakt med det PAH-forurenede bundmateriale. Målinger af PAH'er i muslinger viste - ligesom i sedimentet - at indholdet var tilbage på normalt niveau efter ca. 3 år.

F A K T A

13.5 FUGL INDSMURT I OLIE EFTER ULYKKE



Foto: European Community

HVAD KAN MAN GØRE?

Det bedste vil jo være at undgå at olien slipper ud i havet. Det vender vi tilbage til senere. Men når skaden er sket, kan man prøve at mindske skaderne ved olieudslip på havet på flere måder. Lige når olien er sluppet ud, er det muligt at brænde en del af den af, nemlig den del, der indeholder lette kulbrinteforbindelser. Lette kulbrinte forbindelser har en lav antændelsestemperatur. Så de kan faktisk brænde, selvom de ligger oven på det kølende vand.

Hvis der går længere tid, fordamper de lette kulbrinter af sig selv. Kun de tunge kulbrinter bliver tilbage, og dem kan vi ikke brænde af, fordi de netop pga. deres store masse kræver en høj antændelsestemperatur. Den kan vi ikke opnå, når olien ligger og flyder på havet, fordi vandet køler for meget. En anden måde at mindske skaderne er ved at inddæmme olieudslippet med en flydespærring. Her udnytter man, at olien flyder oven på vandet. Når olien er inddæmmet, kan man suge den op. Det kan naturligvis være svært at inddæmme olien, hvis der er store bølger.

Der er meget kritik af beredskabet i Danmark. En analyse fra Forsvarsministeriet viser, at det statistisk set kun er muligt at opsamle 10 – 20 procent af olien ved et udslip. Det skyldes først og fremmest, at vejrforholdene ofte gør det vanskeligt eller direkte umuligt, at inddæmme og opsamle olien.

Analysen viser også, at det er meget krævende at forbedre beredskabet. Selv hvis de danske miljøskibe kunne komme hurtigere frem end nu, og hvis Danmark fordoblede mængden af flydespærringer,

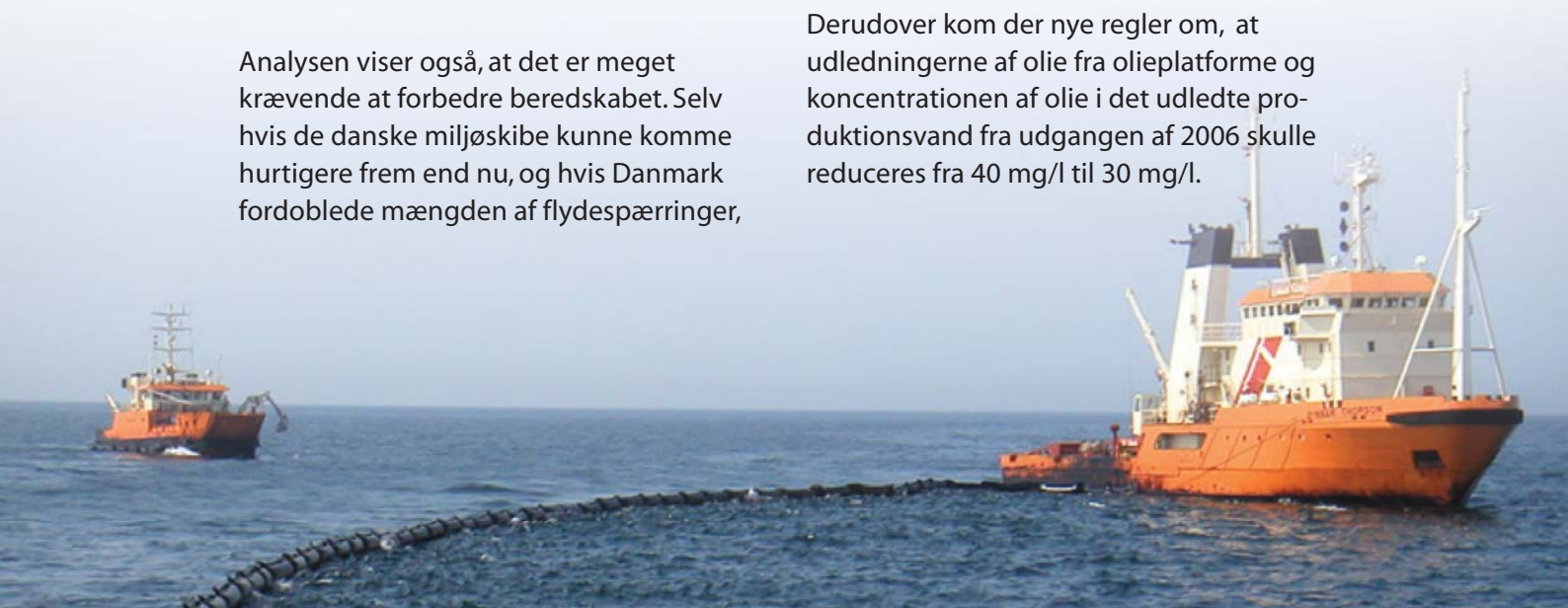
ville beredskabet mod olieforurening ikke blive væsentligt bedre. Beregninger viser, at en katastrofe med 3.000 tons olie i gennemsnit vil ramme Danmark hvert femte år. Større skibe, der sejler igennem danske farvande, kaldes op og rådes til at tage lods om bord. Hvis de vælger alligevel ikke at tage lods om bord, får de at vide, at Søværnets Operative Kommando holder særligt øje med dem. Deres manglende lyst til at tage lods ombord bliver meddelt deres hjemland. Den øgede indsats på dette område har væsentligt fremmet villigheden til at tage lods om bord.

INTERNATIONALE INITIATIVER

I forsøget på at forebygge olieforurening er internationalt samarbejde et meget vigtigt våben i kampen mod olieforurening. Danmark har arbejdet aktivt i internationale fora for at styrke den forebyggende indsats mod olieforureningen.

Et eksempel på et meget betydningsfuldt internationalt miljøresultat er forbudet mod udledninger af olie fra skibe i Nordsøen, der trådte i kraft i august 1999. I regi af Den Internationale Maritime Organisation (IMO) under FN fik Nordsøen status som *Special Area* med hensyn til forurening fra skibe, hvor olieforurening er en vigtig del. Det indebærer, at der fra skibe kun må udledes olieholdigt materiale med en koncentration på 15 mg/l, så den ikke er synlig.

Derudover kom der nye regler om, at udledningerne af olie fra olieplatforme og koncentrationen af olie i det udledte produktionsvand fra udgangen af 2006 skulle reduceres fra 40 mg/l til 30 mg/l.



Et andet internationalt miljøresultat er, at der i juli 1996 blev indført en såkaldt eksklusiv økonomisk zone omkring Danmark. Det betyder, at vi kan håndhæve de internationale miljøbeskyttelsesregler helt ud til 200 sømil fra land overfor udenlandske skibe.

Danmark har også arbejdet aktivt for at sikre, at der nu er blevet vedtaget regionale regler for tvungen aflevering af olieaffald i alle havne i Østersøområdet. Reglerne trådte i kraft i midten af år 2000.

Fra den 1. maj 2004 blev samtlige Østersølande – undtagen Rusland – medlemmer af EU. Det betyder, at også Polen, Estland, Letland og Litauen fra 1. maj 2004 skulle følge EU-reglerne for transport af tung olie i enkeltskrogede tankskibe til/fra havnene i EU samt efterleve EU-landenes tilkendegivelse om ikke at ville gøre brug af de undtagelsesmuligheder, som er indeholdt i de IMO-regler, der trådte i kraft den 5. april 2005.

Selvom Rusland som flagstat følger samme linje og ikke benytter de undtagelser for international transport af tung olie, som IMO-reglerne giver mulighed for, vil dette ikke fjerne risikoen for, at enkeltskrogede tankskibe sejler gennem de danske stræder med tung olie. Dette skyldes, at størstedelen af de skibe, som henter olie i Rusland, ikke sejler under russisk flag.

EU's regler skærper både kravet om udfasning af enkeltskrogede tankskibe og indfører et forbud mod transport af tung olie i enkeltskrogede tankskibe til og fra medlemsstaternes havne. Den 5. april 2005, trådte strengere globale regler i kraft for enkeltskrogede tankskibe og deres transport af tung olie. Reglerne er udarbejdet af IMO efter pres fra EU. EU-reglerne omfatter kun skibe, der anløber en havn i EU, mens

de internationale regler gælder alle skibe, der sejler i transit forbi vore kyster, for eksempel fra Rusland til USA. Men en ting er regler, noget andet er, om de bliver fulgt. Overvågning af havmiljøet og dermed også ulovlige olieforureninger er selvsagt meget dyrt, da det indebærer brug af fly og satellitter. Den øgede opmærksomhed på olieforureningen, hvor alle holder øje, kan forhåbentlig udover at ulovlige udledninger opdages, også have en præventiv effekt, som vil komme havmiljøet til gode.

A

IMO-REGLERNES INDHOLD

FORBUD MOD TRANSPORT

AF TUNG OLIE I ENKELTSKROGEDE TANKSKIBE

For de større tankskibe gælder forbudet mod transport af tung olie i enkeltskrogede tankskibe fra april 2005 og for de mindre tankskibe gælder forbudet fra 2008.

T

I en begrænset periode har de enkelte lande dog mulighed for helt eller delvist at friholde visse typer af tankskibe fra dette forbud. Udstrækningen af friholdelse afhænger af skibets størrelse, om skibet er udstyret med delvist dobbeltskrog eller om skibet har været underkastet en særlig tilstandsvurdering.

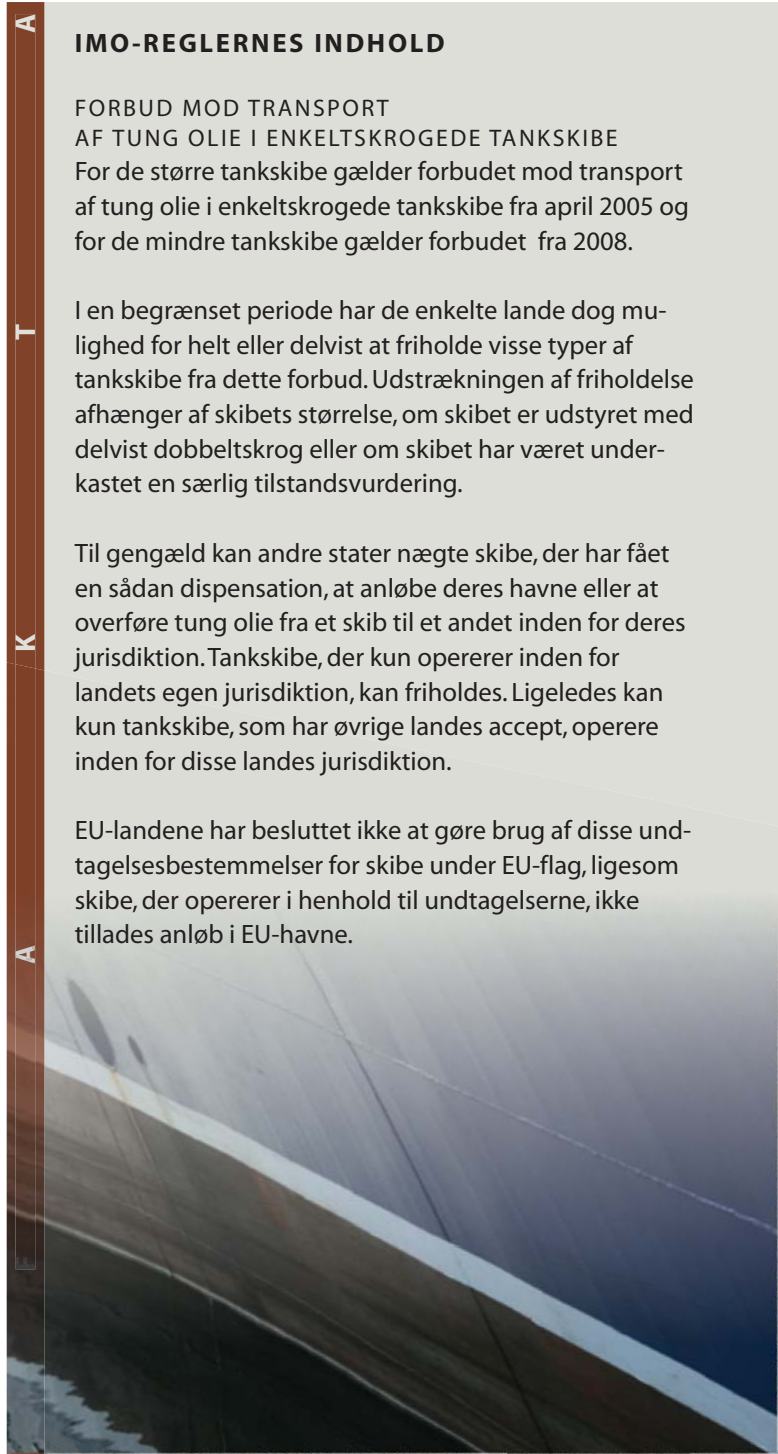
K

Til gengæld kan andre stater nægte skibe, der har fået en sådan dispensation, at anløbe deres havne eller at overføre tung olie fra et skib til et andet inden for deres jurisdiktion. Tankskibe, der kun opererer inden for landets egen jurisdiktion, kan friholdes. Ligeledes kan kun tankskibe, som har øvrige landes accept, operere inden for disse landes jurisdiktion.

A

EU-landene har besluttet ikke at gøre brug af disse undtagelsesbestemmelser for skibe under EU-flag, ligesom skibe, der opererer i henhold til undtagelserne, ikke tillades anløb i EU-havne.

E



MILJØGIFTE

En af konsekvenserne ved menneskers aktiviteter er, at havmiljøet tilføres miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Mange af stofferne ophobes i havmiljøet og i fødekæderne. Det betyder, at stofferne forbliver i havmiljøet selv længe efter man er holdt op med at bruge dem. Stoffernes effekt på fisk er ofte ikke særlig godt undersøgt, og det er svært at sige noget konkret om, hvad det betyder for fiskebestandene. Men det betyder noget for fiskeriet, da fisk er en fødevare- og vi kan ikke have gift i fødevarer.

HVORDAN ENDER MILJØGIFTE I HAVET?

Mange miljøfremmede stoffer og tungmetaller bruges i helt almindelige produkter, som vi bruger til daglig. De forskellige aktiviteter, når disse produkter skal produceres, når vi bruger dem og ikke mindst, når vi skal skaffe os med dem igen betyder at stofferne kan ende i havmiljøet. Det er både gennem punktkilder, og kilder der giver en mere diffus tilførsel, at de miljøfremmede stoffer og tungmetaller ender i havmiljøet. De diffuse kilder betyder, at stofferne ender i havet via havstrømme, vandløb og nedfald fra luften. Tilførsel via punktkilder betyder, at stofferne tilføres

MILJØFREMMEDE STOFFER

Miljøfremmede stoffer er de stoffer, der ikke findes naturligt i miljøet, men kommer fra menneskers aktiviteter.

FAKTA

PERSISTENTE STOFFER

Når et stof betegnes persistent, så betyder det at det nedbrydes meget langsomt og derfor forbliver i miljøet længe.

i forbindelse med renseanlæg, industriudløb og havbrug. Klapning af havneslam og olieudslip fra skibe og boreplatforme regnes også som punktkilder. Skibstrafik kan altså både være en punktkilde og en kilde til mere diffus forurening fx med udslip af miljøfremmede stoffer til luften og af antibegrøningsmidler (se figur 14.1).

Forurening fra punktkilder har ofte kun effekter i lokale eller regionale områder som for eksempel i lukkede fjorde eller havne. Den mere diffuse forurening, der transporteres via havstrømme, luften og skibstrafik over store afstande, kan påvirke store områder.

FAKTA

14.1 MENNESKESKABTE KILDER OG TILFØRSEL AF TUNGMETALLER OG MILJØFREMMEDE STOFFER TIL VANDMILJØET

Aktiviteter i samfundet

Industriens produktionsprocesser
Landbrugets brug af pesticider
Øvrige brug af kemikalier
Brug af antibegrøningsmidler



Punktkilder

- Renseanlæg
- Udledninger fra industri
- Hav- og dambrug
- Udledning fra skibe og boreplatforme
- Klapning af sediment

Diffuse kilder

- Atmosfærisk nedfald
- Via vandløb
- Havstrømme
- Frigivelse af anti begrøningsmidler

TABEL 1

TILFØRSEL AF METALLER OG MILJØFREMMEDDE STOFFER TIL NORDSØEN OG ØSTERSØEN

STOF	NORDSØEN (TONS/ÅR)		ØSTERSØEN (TONS/ÅR)	
	VAND	ATMOSFÆRISK	VAND	ATMOSFÆRISK
Bly	434 - 850	800 - 1670	307	150
Cadmium	18 - 36	12 - 19	24	5
Kobber	1160 - 1428	56 - 234	126	i.d.
Kviksølv	6 - 9	4 - 35	13	5
Zink	4244 - 5191	2299	449	i.d.
Arsen	41	65	i.d.	i.d.
TBT	71	i.d.	i.d.	i.d.
Dioxin	0,000005	0,002	i.d.	i.d.
Co-planare PCB-forbindelser				
PCB-forbindelser	1,5		i.d.	i.d.
Chlor-pesticider	lindan: 0,7 - 40 endosulfan: 2 simazin: 139 atrazin: 127	driner: 1 DDT: 7	i.d. i.d.	i.d. i.d.
PAH	0,9 - 21	5904 - 7000	i.d.	i.d.
Hormon-lignende stoffer, phthalater, m.m.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

i.d.: ingen tilgængelig data.

Kilde: Delrapport vedr. miljøfremmede stoffer. Udvalget om Miljøpåvirkninger og Fiskeriressourcer. Stig Møllergaard m.fl.

BIOTILGÆNGELIGHED

De miljøfarlige stoffer kan beskrives ud fra, hvor nemt de optages af levende organismer (*biotilgængelighed*), deres giftighed og om de er stabile og kun langsomt nedbrydes (*persistente*).

Miljøfremmede stoffer og tungmetaller, som ender havet, findes både opløst i vandet, og bundet til partikler eller organisk materiale i vandmassen. De vandlevende organismer kan optage de miljøfremmede stoffer, dels direkte fra vandet og dels via føden. De fleste organismer, fra bakterier til fisk, har på den måde mulighed for at få de miljøfremmede stoffer og tungmetaller i sig.

Stofferne ophobes ofte i havbunden (*sedimentet*). Koncentrationerne af disse stoffer er derfor ofte meget højere i bundmaterialet end i vandmassen. Det hænger sammen med at mange af stofferne er fedtopløselige. Det betyder, at de har svært ved at opløses i vand, men meget gerne vil binde sig til fx organisk materiale og fedtvævet i organismer. Disse stoffer nedbrydes ikke særligt let hverken i sedimentet eller i organismer. De kan derfor være svære at skille sig af med, når de først er kommet ind i organismen. Det er derfor især bakterierne i havbunden og de bundlevende dyr, der udsættes for stofferne.

Bunddyr er føde for mange fiskearter. Hvis de miljøfremmede stoffer påvirke bunddyrene direkte så de dør, kan det give fødemangel for de bundlevende fiskearter – det er ikke godt. Men det er heller ikke godt, hvis bunddyrene overlever, for så vil de miljøfremmede stoffer overføres til de fisk, som æder dem. På den måde bliver mange af stofferne opkoncentreret gennem fødekæden.

Ved at havbunden ophober stofferne betyder, at den kan senere komme til at fungere som en kilde til forurening. De miljøfremmede stoffer kan nemlig frigøres fra havbunden og midlertidigt føres tilbage til vandmassen, fx ved ophvirvling (*resuspension*) ved kraftig vind, strøm, ændrede iltforhold eller i forbindelse med aktiviteter som fiskeri og råstofindvinding.

Det er bl.a. en af grundene til, at man, kan blive ved med at finde stofferne i havmiljøet selvom stofferne ikke bruges mere.

EKSEMPLER PÅ MILJØFREMMED E STOFFER

PAH

PAHer kaldes også for tjærestoffer. Mange af stofferne i denne gruppe stammer fra olieprodukter og forbrænding af olieprodukter. PAH dannes ofte ved forbrændingsprocesser og kan findes i udstødningsgas fra biler, skorstensrøg, grillrøg og skovbrande. De kan findes i luften eller i forbindelse med sodpartikler og dermed spredes i naturen.

Men langt de fleste PAHer (ca. 75%) i danske farvande kommer fra udslip af olieprodukter direkte i havmiljøet, enten fra skibe eller fra olieudvinding.

PCB, HCH OG DDT

PCBer er industrikemikalier, som ikke bruges i Danmark mere (næsten udfaset). DDT og HCH blev tidligere brugt til at bekæmpe insekter i landbruget, men er nu forbudt i Danmark. DDT og HCB tilhører gruppen af persistente chlorpesticider. Denne gruppe af kemikalier er alle meget biotilgængelige og persistente. De har i lang tid haft en stor effekt på vores havmiljø. På grund af stofferne kun nedbrydes meget langsomt, findes de stadig i et vist omfang i miljøet og kan visse steder stadig være et problem, selv om de ikke bruges længere.

DIOXIN

Dioxin er en samlebetegnelse for en gruppe klorholdige giftstoffer. Dioxiner bliver hverken produceret eller brugt kommercielt. Det er en uønsket forurening uden nogen som helst nytteværdi. Dioxinerne dannes hovedsagelig på to måder, enten som biprodukt ved industrielle processer, som involverer klor eller brom eller ved afbrænding eller stærk opvarmning (fra ca. 400°C) af organiske stoffer som indeholder klor.

PCB, HCH OG DDT

PCB står for polyklorede bifenylter (engelsk: *Poly-Chlorinated-Biphenyls*).

HCH står for hexaklorocyclohexan (engelsk: *Hexa-Chlorocyclo-Hexane*).

DDT står for di klorodifenyiltrikloretan (engelsk: *Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane*).

Disse stoffer tilhører gruppen af polyklorede halogene aromatiske kulbrinter.

F A K T A



F A K T A

DIOXIN

Dioxiner er en betegnelse for en stofgruppe på 75 giftige kemikalier. Det kemiske navn på denne gruppe er *polyklorede dibenzodioxiner (PCDD)*. En nært beslægtet gruppe kemikalier kaldes *furaner*, eller mere præcist *polyklorede dibenzofuraner*. Denne gruppe består af 135 forskellige stoffer. Det er almindeligt at omtale begge disse to stofgrupper som dioxin.

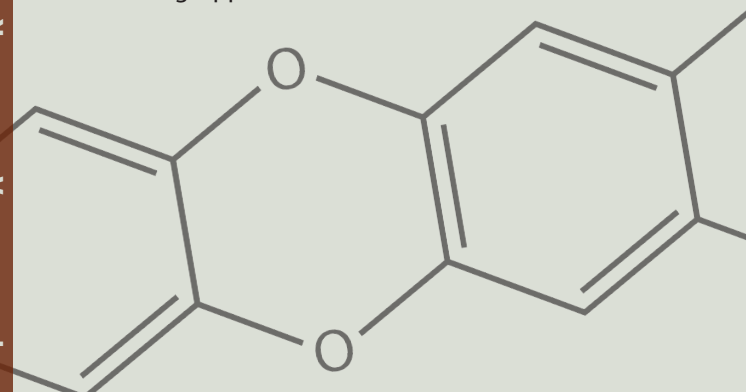




Foto: Fiskeri- og søfartsmuseet, Esbjerg

Dertil har nyere forskning vist, at små mængder dioxiner kan dannes ved kompostering og afbrænding af træ. Der er også observeret spor af dioxiner i slam fra renseanlæg. Dioxiner findes i luften både som damp eller bundet til partikler. Det sidste er det mest almindelige, og som regel vil dioxinerne binde sig til aske eller sod. Gennem bindingerne kan dioxinerne opholde sig i luften i lang tid og transporteres over store afstande. Dioxiner findes derfor på hele kloden. Spredningen af dioxiner sker også via vand. Dioxinerne er ikke opløselige i vand, men kan binde sig til partikler der sedimenterer på sø- eller havbunden. På den måde lagres dioxinerne i bundsedimenterne. Dioxiner er meget biotilgængelige, svært nedbrydelige og giftige. Dioxin ophobes i fedtvæv og dermed i fede fisk.

BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE

Bromerede flammehæmmere tilhører en ny gruppe af miljøfarlige stoffer. Stofferne bruges for at forhindre brand i bl.a. tekstiler, TV-apparater, computere, køkkenmaskiner og bilinventar. Forskellige typer af plast i eksempelvis elektriske apparater tilsættes kemiske stoffer for at hæmme

antændelse af materialet og dermed formindske risikoen for spredning af brand. Der er tale om en række forskellige stoffer, hvoraf nogle indeholder grundstoffet brom. Visse af disse bromforbindelser ophobes i naturen og kan være farlige for mennesker og miljø. Stofferne produceres ikke i Danmark, men importeres mest som bestanddele af plastvarer og laminater til videre produktion i Danmark, men også i færdigvarer. Når apparaterne produceres, bruges eller bortskaffes, kan de skadelige stoffer sive ud i luften og indåndes af mennesker eller optages i naturens kredsløb via regn og støv. Man har fundet bromerede flammehæmmere i sæler og hvaler. På den måde ved man, at stofferne ophobes i fødekæden i havet.

ANTIBEGRONINGSMIDLER, FX TBT

Antibegroningsmidler er giftstoffer, som påføres skibe for at forhindre begroning på skroget. Ved begroning øges forbruget af brændstof og sejlhastigheden mindskes. Visse antibegroningsmidler er blevet forbudt for skibe under 25 m (*TBT, Irgarol, Diuron*), men samtidig introduceres der nye giftige produkter på markedet (*Sea-nine, Zink Omadine*). For store skibe er brugen af de gamle produkter stadig tilladt.

TBT har siden 1960'erne været brugt i stort omfang som et meget effektivt og giftigt antibegroningsmiddel i bundmalinger til skibe. Negative effekter af TBT i det marine miljø blev påvist allerede i 1980'erne hvor bl.a. muslinger og havsnegle viste sig at være særligt følsomme. De største forureninger af TBT forekommer i havne og marinaer. Der arbejdes internationalt på at få et total forbud mod TBT i 2008.

BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE

Bromerede flammehæmmere er også *halogenerede aromatiske stoffer*. De to mest problematiske stofgrupper er indtil videre PBB(*polybromerede biphenyler*) og PBDE (*polybromerede diphenylethere*).

F A K T A

TBT

TBT står for *tributyltin*.

F A K T A

HORMONLIGNENDE STOFFER

De hormonlignende stoffer findes bl.a. i svangerskabsforebyggende midler, kosmetik, vaskepulver og blødgørere, som findes i legetøj og neglelak. De ender bl.a. i havmiljøet via spillevand, vandløb og floder. Man ved at hormonlignende kemikalier kan forstyrre kønsudviklingen hos fisk. Disse stoffer mistænkes for at være årsag til forringet sædkvalitet og øget forekomst af testikelkræft hos mennesker.

Alkylphenoler er en række stoffer, der bl.a. forekommer i udslip fra olierelateret virksomhed, som også har vist sig at have hormonforstyrrende effekter. I dag er der registreret 118 forskellige stoffer med dokumenteret hormonforstyrrende effekt, og der er 553 stoffer på EU's observationsliste.

TUNGMETALLER

Metaller forekommer naturligt i miljøet, men pga. menneskelige aktiviteter sker der en øget tilførsel. På den måde bliver koncentrationerne højere end baggrunds-niveauet. Til metallerne hører blandt andet tungmetaller som cadmium, kviksølv, kobber, bly og zink. Planter og dyr har brug for små mængder af kobber og zink (*mikro-næringsstoffer*), men hvis niveauet bliver for højt, er stofferne giftige.

BLY (PB)

Bly er et af de almindeligste tungmetaller på jorden. Det er let at forme og kan tåle forskellige slags syrer. Derfor har bly været brugt til mange forskellige formål lige siden oldtiden. Desværre er bly giftigt. Bly skader vores nervesystem og hjernen.

Har man optaget meget bly i kroppen, bliver man dårligere til at lære, og man kan ligefrem blive sindssyg. For meget bly i kroppen kan også betyde, at man ikke kan få børn. Vi kan få bly i kroppen, hvis der er bly i luften, eller i den mad vi spiser.

I dag bruger industrien stadig bly i akkumulatorer (bil-batterier), i billedrør i fjernsyn, i computerskærme og i forskellige former for plast. På laboratorier bruger personalet kapper af bly hvis de skal beskytte sig mod røntgenstråling. I den kemiske industri bruger man bly i rør og kar for at de ikke skal blive ødelagt af syrer.

I EU er der forskellige forbud mod at anvende bly. Det er da er det lykkedes at erstatte bly med andre stoffer og materialer i mange produkter. Det gælder blandt andet i benzin, ammunition, i kapper rundt om elektriske kabler, i maling og i lodde-metal. Generelt set er den samlede tilførsel af bly til Nordsøen også blevet omkring 70% mindre i tidsperioden fra 1985 til 1999/2000.

CADMIUM (CD)

Cadmium er et sjældent metal i naturen. Men det har været meget brugt i maling, i plastic og til at beskytte jern og stål mod at ruste. I dag bruger vi mest cadmium i genopladelige batterier. Cadmium er meget giftigt og ophobes i organismer. Batterier, som indeholder cadmium, klassificeres som farligt affald. Generelt er tilførslen af cadmium til Nordsøen formindsket ca. 70 % i tidsperioden fra 1985 til 1999/2000.



KOBBER (CU)

Kobber er sjældent i naturen, men er et af de ældste kendte metaller. I bittesmå mængder er kobber et nødvendigt stof for alle organismer. Men kobber kan også virke som en gift. Det udnytter man i tryk-imprægneret træ og i skibsmaling. Kobber er god til at lede varme og elektrisk strøm. Omkring halvdelen af al kobber bruger vi i ledninger, kontakter og forskellige former for elektriske apparater.

Fra flere lande omkring Nordsøen er tilførslen af kobber formindsket med ca. 50% i tidsperioden 1985-1999/2000.

KVIKSØLV (HG)

Kviksølv er en af de farligste miljøgifte, der findes. Kviksølv er det eneste rene metal, der er flydende ved stuetemperatur. Kviksølv har været brugt til mange formål. Blandt andet til fremstilling af klor, i afbrydere i elektriske apparater (for eksempel kaffemaskiner) og i termometre. Forurening med kviksølv stammer primært fra afbrænding af kul og affald samt fra minedrift og industri.

Kviksølv er giftigt for både dyr og mennesker. Derfor har man i mange år forsøgt at erstatte kviksølv med andre stoffer. Heldigvis bruger vi ikke så meget kviksølv mere. Men desværre så forsvinder det kviksølv, der allerede er spredt i naturen, ikke. I stedet hober det sig op i jord, vand og organismer. Kviksølvet findes især i havet og søerne.

Kviksølv er fundet overalt på kloden i både mennesker og dyr. Der sker en opkoncentrering i fødekæden, så rovdyrene øverst i fødekæden har en højere belastning end dyr på et lavere trin i fødekæden. Kviksølv er konstateret i dyr og mennesker på Grønland og andre arktiske områder.

Dette understreger, at der er tale om et globalt problem, da der ikke er lokale kilder af betydning, og at der derfor må ske en betydende transport via luften. Den samlede tilførsel af kviksølv til Nordsøen er blevet ca. 70% mindre i perioden fra 1985 til 1999/2000.

EFFEKTER AF MILJØFREMMEDE STOFFER

Mange miljøfremmede stoffer er giftige og kan slå organismer ihjel. Men ofte er det de ikke-dødelige forgiftninger, hvor organismene udsættes for mindre koncentrationer evt. over lang tid, der påvirker økosystemerne. Det er også den slags forgiftninger, der er svære at undersøge og dermed påvise.

For eksempel ved man, at krabbers nedgravnings- og flugttadfærd kan ændres, når de påvirkes af giftstoffer. Det betyder, at krabberne bliver et lettere bytte for rovdyr, hvilket er fatalt for krabberne. Men det betyder også, at giftstofferne føres videre i fødekæden, og at risikoen for at rovdyrene ophober giftstofferne øges. Andre påvirkninger kan være ændret fødesøgnings- og yngleadfærd, som også kan vise sig at være fatale.

Miljøfremmede stoffer kan have forskellige effekter på de forskellige dele af havmiljøet. Nogle stoffer kan være hormonforstyrrende og påvirke forplantningen, mens andre kan påvirke immunforsvaret og give øget følsomhed overfor sygdomme. Der findes desuden miljøfremmede stoffer, der påvirker stofskiftet, så væksten forandres. Det samme stof kan også have forskellige virkninger på forskellige organismer. For eksempel påvirker TBT stofskiftet hos planteplankton, mens det påvirker kønskarakteren hos snegle.



Vi bliver ofte først opmærksomme på effekterne af de miljøfremmede stoffer, når de rammer større dyr, som fx rovfugle og sæler. Eller når vores mad, i dette tilfælde fiskene, bliver sundhedsskadelige at spise. Miljøfarlige stoffers påvirkning af alger, dyreplankton og bakterier har sjældent så synlige effekter som for større dyr. Det betyder, at den økologiske struktur og processerne i mange biologiske samfund allerede kan have været påvirket i lang tid, før effekterne af de miljøfarlige stoffer opdages.

Undersøgelser af fx antibegroningmidler, som TBT, viser, at både planteplankton og bakteriesamfund er påvirket ved de koncentrationer, som man i dag måler i vandmiljøet. Planteplankton og bakterier udgør de to meget centrale dele af havets økosystem, idet de er forudsætningen for produktion af organisk materiale og nedbrydning af dette. Det er svært at observere effekterne på disse organismer direkte i havmiljøet, men ud fra laboratorieforsøg og feltstudier har man nogen viden om effekterne. Det er også svært at sige, hvad det betyder for det samlede økosystem.

TOKSISK

Toksisk er et andet ord for giftigt.

FAKTA

EFFEKT AF

PAH'ER (KULBRINTER) FRA OLIE

PAH'er opløst i havvandet *forsvinder* relativt hurtigt ved en kombination af, at havvandet fortyndes, og at PAH'erne nedbrydes eller bindes til organiske partikler og falder ned på havbunden.

Tilgængæld kan være meget svært at komme af med den del af PAH'erne, der har lagt sig på bunden og har blandet sig med sand og mudder (sediment). Når de først er bundet til partiklerne i sedimentet, vil de være mindre udsat for nedbrydning og bliver derfor hængende i længere tid. Hvor PAH opløst i havvand vil *forsvinde* over dage, vil PAH bundet til sediment forsvinde i løbet af måneder eller år i takt med, at det bliver nedbrudt af bakterierne.

Vandlevende dyr optager PAH'er direkte fra vandet eller ved at spise forgiftede planter og dyr. Stofferne optages over huden, gællerne og/eller gennem tarmen. Dyrene har en tendens til at ophobe giftstofferne, især hvis de er højt oppe i fødekæden, som fx rovfisk. Man taler om at giftstofferne bioakkumulerer.

Følsomheden overfor de giftige forbindelser varierer mellem forskellige organismer og også med de enkelte organismers alder. Som med så mange andre giftstoffer er det påvist, at æg og larvestadiet er mere følsomt end de voksne udviklingsstadier. Det gælder både hos fisk og andre dyr, der lever i havet. Det er vist, at fiskelarver er omkring 10 gange mere følsomme end voksne individer. Hos fiskelarver ved man, at hvis de udsættes for olie, kan det medføre misdannelser og formindsket vækst.

PAH

PAH står for polyaromatiske kulbrinter (engelsk: *Polycyclic Aromatic-Hydrocarbons*).



Når man skal undersøge effekten af PAH'er, skelner man mellem, om stofferne optages via vand eller sediment. I forhold til fisk er det mest almindeligt, at man har undersøgt effekten af PAH i vandet, selvom vandkoncentrationen af PAH forbindelser er ringe i forhold til sedimentkoncentrationerne. Det skyldes, at udviklingen af de fleste fiskearters æg og larvestadierne foregår i de frie vandmasser. Senere vil nogle af arterne ændre levested og blive bundlevende i forskellig grad.

Den vandopløselige del af olien, som er den, der primært vil påvirke fiskene, indeholder hovedsagelig naphthalener. De mest skadelige stoffer i olien er netop naphthol og naphthalener. En række af de andre skadelige stoffer som benzen, toluen og xylen vil relativt hurtigt fordampe, og vil derfor kun i mindre grad bidrage til den toksiske effekt overfor fiskene.

VOKSNE FISK

Hvis voksne fisk udsættes for kemiske stoffer, som har en ubehagelig lugt som f. eks. olie, vil man se fisken flygte til et uforurenet område – det man kalder afværgereaktioner. Undersøgelse af afværgereaktioner hos fladfisk overfor oliebelastet bundlag (*sediment*) viste, at fladfisk undgik bund med en oliekoncentration på 2%, men kun hvis bunden havde den kornstørrelse som fiskearten foretrak. Når det rene sediment havde den forkerte kornstørrelse, foretrak fiskene at blive ved den olieforurenede bund. Det betyder, at fladfisk i forbindelse med olieudslip kan blive udsat for et forurenet bundlag, hvis der ikke findes noget uforurenet med den rette kornstørrelse indenfor en passende afstand.

Foto: Jens Dige

ÆG OG LARVER

Der er især fra norsk side lavet en lang række undersøgelser af de forskellige oliefraktioners giftvirkning overfor fiskeæg og larver. Undersøgelserne har hovedsagligt været foretaget på torskeæg og larver, men for enkelte af de mere giftige komponenter har undersøgelserne også omfattet stenbider, lodde, rødspætte, skrubbe og håising. En af grundene til, at man først og fremmest har valgt torskeæg og larver, er, at både de norske og danske oliefelter ligger i denne arts- og gydeområder.

De fleste studier er lavet som laboratoriestudier af test-stoffernes akutte toksicitet, hvilket vil sige at fiskeæg og larver er blevet udsat for stofferne i 96 timer, se tabel 14.2. Tabel 14.2 giver et indtryk af hvilke bestanddele i olien der er mest giftig. Som det ses er de vandopløselige naftalener klart de mest giftige komponenter.

En undersøgelse af effekten af forskellige koncentrationer af 2-methylnaftalen (en komponent i den vandopløselige fraktion af olie) på æg og larver fra torsk, håising, skrubbe, rødspætte, lodde og stenbider, viste, at torskeæg var mest følsomme med en faldende følsomhed ned gennem de nævnte arter. For larvernes vedkommende var denne artsforskil i følsomhed mindre tydelig.

TABEL 2

GIFTIGHED AF PAH

Akut toksicitetstest på torskeæg præsenteret som 96 timers EC₅₀. EC₅₀ står for effekt koncentration, hvor effekten er mindst 50 % døde eller skadet æg/larver.

TESTSTOF	96 TIMERS C ₅₀ (MG/L)
1,3 - dimethylnaftalen	0,1 - 0,3
Methylnaftalener	0,3 - 1
Naftalen	1,25
Beluftet (weathered) olie	1 - 5
Xylener	4
Fotooxideret olie	> 4
Ekofisk råolie	24
Fenoler	> 30

Kilde: Stig Møllergaard m.fl.

Ved at undersøge giftigheden af forskellige typer boremudder overfor torskeæg og larver har man set at dieselolie baseret boremudder er mest giftigt, mens mineralolie og vandbaseret boremudder kun havde meget ringe effekt.

NORSKE UNDERSØGELSER

Nye norske undersøgelser i *Ekofiskområdet* viser, at koncentrationen af PAH'er i vandfasen ligger i niveauet 0,1-0,4 µg/l i nærheden af platformene, mens niveauet i 50-60 km ligger på 0,03-0,06 µg/l). Da de mere giftige komponenter af olien, *naftalener* og PAH-forbindelser, udgør 10-15% af disse koncentrationer vil de i nærmiljøet omkring platformene udgøre 0,015-0,06 µg/l. Som det fremgår af tabel 14.2 ligger den effektive dosis overfor torskeæg af den mest giftige komponent, 1,3-dimethylnaftalen, på 0,1-0,3 mg/l, hvilket er ca. 1000 gange højere end det niveau, der findes i umiddelbar nærhed af platformene.

Set i forhold til flugtreaktion hos torsk ligger de angivne koncentrationer af kulbrinter i platformenes nærhed ca. 100 gange under de værdier, man har fundet udløser flugtreaktioner.

Oliebaseret boremudder findes i områder omkring borehuller. Man ved at bunddyrene er påvirket af det forurenede boremudder i en afstand af 1500-3000 m fra installationerne. Denne situation må dog forventes at blive bedre i fremtiden, idet man siden 1997 gik over til syntetisk boremudder.

Mange PAH-forbindelser er kræftfremkaldende. Man kunne derfor frygte, at bundle-vende fisk i områder, som er forurenede med PAH'er, ville få mange flere svulster i leveren end fisk i uforurenede områder.

De eksisterende undersøgelser af ising i Nordsøen har dog vist en nedadgående tendens i forekomsten af leversvulster siden midten af 1990'erne.

Med den viden, der findes i dag, er der ikke noget, der taler for, at den almindelige belastning af havmiljøet med olieculbrinter herunder naftalener og PAH-forbindelser fra olieinstallationer påvirker torskebestandene. Der findes ikke mange data om de øvrige fiskearter, men alt peger dog i retning af at torsk er mest følsom. Derfor forventer man heller ikke, at de øvrige arter vil blive påvirket i negativ retning.

Imidlertid er især torsken sårbar i forbindelse med større spild af olie i forbindelse med uheld, da dens gydeområde, som nævnt falder sammen med både de norske, danske og skotske olieindvindingsområder. Effekten af større oliespild vil dog helt afhænge af tidspunktet. Hvis det sker i torskens gydetid vil det alt andet lige have større effekt, end hvis det sker udenfor. Det er imidlertid svært at vurdere effekten på fiskebestanden af større tab af fiskeæg og -larver, da den naturlige dødelighed i disse stadier i forvejen er ret stor.

IKKE-DØDELIGE FORGIFTNINGER

Ikke-dødelige forgiftninger giver det man kalder *sublethale effekter*. Det betyder, at organismen ikke dør direkte af forgiftningen, men at det giftige stof alligevel har en eller anden effekt f.eks. i form af ændret adfærd eller misdannelser.

EFFEKT AF PCB, DDT OG HCB

PCB-forbindelserne er fedtopløselige og opkoncentreres gennem fødekæderne. Fiskene optager PCB-forbindelser via føden og de opkoncentreres dermed i fedtet. Det betyder, at der overføres PCB fra moderfisk til æg, da blommemassen mest består af fedt.

PCB-FORBINDELSER

PCB-forbindelser er kendt for at give forplantnings- og udviklingsforstyrrelser, påvirkning af immunsystemet, leverskader, neurologiske skader og påvirkning af skjoldbruskkirtlen.

F A K T A

Meget tyder på, at hvis moderfisken har været påvirket af DDT, så øges sandsynligheden for misdannelser hos fiskelarverne. Der skal dog en højere vandkoncentration af DDT til end den man finder i Nordsøen.

En undersøgelse af fisk fra Nordsøen set over perioden 1988-1992, viste en sammenhæng mellem lav klækkerate af æg fra hestemakrel, ising, skrubbe, rødspætte og hvilling og rognens indhold af PCB- og DDT-forbindelser.

For Østersøen har man tilsvarende fundet sammenhæng mellem nedsat klækkerate og PCB-koncentrationer i rognen hos skrubbe og sild. Hos sildene fandt man også en sammenhæng mellem DDE-koncentrationen og nedsat klækkerate. Det er sandsynligt, at PCB og DDE tilsammen giver en større negativ effekt på klækkeraten af sild.

De seneste 10-15 års forbedringer af havmiljøet mht. PCB og persistente chlorpesticider synes at have fjernet risikoen for at disse stoffer kan påvirke fiskebestandene i negativ retning i form af øget dødelighed eller misdannelser. Myndighederne mener derfor, at PCB og persistente chlorpesticider ikke udgør nogen trussel overfor fiskeriet i dag, men kan have gjort det tidligere.

DDE

DDE er et nedbrydningsprodukt af DDT og er også meget giftigt.

F A K T A

EFFEKT AF DIOXIN**OG DIOXINLIGNENDE PCB**

Den toksikologiske effekt af dioxin og dioxinlignende PCB-forbindelser svarer stort set til effekterne af PCB. Dog indeholder gruppen af dioxin og dioxinlignende PCB en række forbindelser, som har en markant højere toksicitet end de almindelige PCB-forbindelser.

Der findes kun ganske få feltstudier vedrørende effekten af dioxinlignende PCB-forbindelser, mens der ikke eksisterer nogen feltundersøgelser på egentlige dioxiner. Undersøgelser er primært udført på æg og nyklækket fiskeyngel, hvor effekten enten er udviklingsforstyrrelser eller død.

Der findes ikke mange data om dioxinindholdet i havmiljøet og fisk. En enkelt feltundersøgelse på voksne fisk har vist, at der kan være en sammenhæng mellem et højt indhold af dioxinlignende PCB-forbindelser og sygdom hos laks. Man har fundet høje indhold i sediment og fisk i områderne nær punktkilder og i sedimentet i udmundingerne af de store floder Scheldte og Rhinen.

Belastningen i Østersøen er generelt højere end i Nordsøen, hvilket skyldes, at Østersøen fungerer som en slags sedimentationsbasin. Da dioxin opkoncentreres i fedtvæv, indeholder fede fiskearter, som hovedsagligt bruges til produktion af fiskeolie, de største koncentrationer. Det kan være et problem i forhold til fiskeriet.

Ifølge Fødevaredirektoratet er det ikke et problem for fisk fanget i Nordsøen og Kattegat, men der er problemer med fisk, specielt fede fisk, fanget i Østersøen. Fødevareministeriet begrænsede laksefiskeriet i Østersøen i 2004, fordi undersøgelser af lakseprøver viste, at grænseværdien for giftstoffet dioxin var overskredet.

GRÆNSEVÆRDIER FOR DIOXIN

Den 4. november 2006 trådte EU's grænseværdier for de dioxinlignende PCB i kraft. De nye grænseværdier gælder for dioxin og summen af dioxin og de dioxinlignende PCB og kan ses i Kommissionens Forordning nr. 1881/2006. Grænseværdien er en fælles EU-grænseværdi. Hvis fødevarer indeholder højere mængder af giftstoffer end grænseværdien, er de ulovlige.

I november 2006 blev EU-grænseværdierne for dioxin og dioxinlignende PCB skærpet til også at gælde summen af dioxin og dioxinlignende PCB. Efterfølgende undersøgelser i Østersøen har vist, at laksene også har problemer med at overholde grænseværdien for summen af dioxin og dioxinlignende PCB.

Sverige og Finland har i forbindelse med deres optagelse i EU fået en særordning. Det betyder, at de har lov til at fange fisk med et højere indhold af dioxin og dioxinlignende PCB. Til gengæld må de ikke eksportere fiskene, og deres kostråd omkring fisk tager højde for, at der er et højere indhold af dioxin og dioxinlignende PCB i fiskene.

De baltiske lande, Polen og Tyskland skal på lige fod med Danmark overholde EU's grænseværdier for dioxin og dioxinlignende PCB og derfor sikre, at der ikke omsættes fisk som overskrider grænseværdierne.

EFFEKT AF TBT

Der findes ikke så meget viden om effekten af TBT på forskellige fiskearter. Men nogle af de undersøgelser, der findes, viser, at det først og fremmest er æg- og larvestadierne, dvs. de tidlige udviklingsstadier, det går ud over. Undersøgelser har vist både større dødelighed hos fiskelarver og også flere misdannelser.

REGLER FOR LAKSEFISKERIET I ØSTERSØEN

De nye regler betyder at

- alle laks i vægtklassen 2,0 til 5,5 kg renses vægt skal dybdetrimmes inden de må omsættes
- laks større end 5,5 kg renses vægt må ikke benyttes til human konsum
- laks større end 5,5 kg renses vægt skal inden landing skæres over på midten
- laks større end 5,5 kg renses vægt skal overhældes med et godkendt farvestof efter landing, og må kun gå til destruktion.

Desuden skal alle laks, der er bestemt til omsætning uden for det nationale marked, dybdetrimmes inden de indgår i samhandlen eller eksporteres. Denne bestemmelse gælder også laks, der er fanget før den 22. november 2006.

Dybdetrimningsprocessen skal udføres efter en branchekode. En større undersøgelse afsluttet den 4. april 2007 viser, at når der tages højde for analyseusikkerheden, kan dybdetrimmet laks under 5,5 kg renses vægt overholde grænseværdien.

Derudover har man fundet skader i hud, muskler, øjne og nyrer. Påvirkning med TBT igennem længere tid (28 dage eller mere), i relativt små doser, viste at immunsystemet blev dårligere.

Man har set forstyrrelser i reguleringen af væksten hos skrubbe yngel, der under deres opvækst lever i brakvandszonen, hvor der er stor risiko for at blive påvirket af TBT. Havneområder er særligt belastede med TBT, hvilket man er blevet opmærksom på kan være et problem i forhold til klapning af havnesediment.

F A K T A

F A K T A



Skal man generalisere ud fra de sparsomme oplysninger, der er til rådighed, vil fiskeyngel, der klækkes eller vokser op i områder, hvor der er en stor belastning med TBT (havneområder og lignende), have mindre chancer på at overleve. Men hvad det reelt betyder for fiskebestandene er svært at sige.

I de frie vandmasser ligger TBT-koncentrationen generelt lav (ca. 0,5 ng/l), men det kan variere lokalt afhængig af strømforhold og passage af skibe. Der kan derfor ikke forventes alvorlig negativ påvirkning af fiskeæg og larver i de åbne farvande, men lokalt i de indre farvande kan der opnås koncentrationer, som måske kan være skadelige for disse tidlige udviklingsstadier.

På grund af den begrænsede viden, vil videnskabsfolk ikke komme med klare konklusioner vedrørende effekten på fiskeriet. Man regner med at belastningen vil blive mindre i takt med, at TBT ikke må bruges på skibe mere. Der vil dog længe efter forureningen er stoppet være fare for at den mængde der i årenes løb er op-hobet i sedimentet frigøres (*resuspenderes*) til vandfasen. Det kan derfor være effekter mange år endnu, selvom brugen af TBT vil være stoppet.

EFFEKT AF

HORMONLIGNENDE STOFFER

De mest tydelige effekter er registreret i ferskvand som fx floder belastet med renset byspildvand. I England har man fundet kønsforstyrrelser hos hanskrubber. Årsagen til disse forandringer menes først og fremmest at være belastning med industri-spildevand. I havområder synes effekterne da også at være af mere lokal karakter ved flodmundinger eller nær punktkilder. Alkylphenoler er en række stoffer, der bl.a. forekommer i udslip fra olielateret

virksomhed. Undersøgelser i Norge har vist, at stofferne kan have en negativ effekt på torsk i form af mindre og forsinket af kønsmodning hos både han- og hunfisk. Den negative effekt er fremkommet ved koncentrationer, som man kan forvente kunne findes i områder med stor udledning af produktionsvand fra offshore industrien. Den forsinkede kønsmodning kan betyde, at gydningen forsinkes og den optimale fødemængde ikke vil være til stede for torskeynglen, når denne klækkes. Det vil kunne betyde en dårligere vækst og overlevelse. På længere sigt kan det måske have en negativ effekt på Nordsøens torskebestand.

Set i lyset af, at der skal bruges mere produktionspildevand, jo ældre borerne bliver, vil det være interessant med flere undersøgelser for at dokumentere de norske undersøgelser, samt at undersøge effekten på andre kommercielle fiskearter. Man bør undersøge mulighederne for at kunne rense procesvandet bedre.

Man har lavet undersøgelser af, hvornår rødspætte og tunge bliver kønsmodne i forhold til alder i perioden 1960-95. Undersøgelserne viste at der var en tendens til at fiskene blev kønsmodne tidligere. Hos ising har man observeret ændringer i kønsfordelingen i perioden 1981-95 på forskellige lokaliteter i Nordsøen. Men en anden undersøgelse fra perioden 1983-93 viste dog ingen forskelle i kønsfordelingen hos isinger i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat.

Det er svært at sige om hormonlignende stoffer vil have en større effekt på fiskebestandene og dermed fiskeriet, når man ser generelt på vore farvande. Men det kan sandsynligvis godt betyde noget i kystnære områder, der er kraftigt belastet eller nær boreplatforme.

EFFEKT AF RADIOAKTIVE STOFFER

Den almindelige forurening med radioaktive stoffer kommer fra atomkraftværker og atomoparbejdningsvirksomheder. De tunge radioaktive stoffer såsom uran, cæsium og plutonium bindes til partikler. Det betyder, at de først og fremmest findes i sedimentet. Herfra vil de kunne indgå i fødekæderne.

Ved uheld som på Chernobyl blev store områder af den Botniske Bugt og ferskvandsområder i Sverige og Finland forurenede med cæsium. Dette kunne påvises i fisk fanget i disse områder, men der foreligger ikke nogen dokumentation på, at det havde en direkte negativ effekt på fiskebestandene.

Større udslip af radioaktive stoffer i forbindelse med uheld på anlæg vil i værste tilfælde kunne få alvorlige konsekvenser for fiskeriet, hvis forurening af fiskene når niveauer, som gør fiskene uegnet til menneskeføde.

EFFEKT AF GIFTGAS-

OG AMMUNITIONSDEPONERING

Der findes ikke nogen undersøgelser, der beskriver effekten af giftgas- og ammunitionsdeponering i havet på fiskebestandene. Så længe stoffer som sennepsgas og lignende ligger i vandet og dermed ikke kommer i forbindelse med atmosfærisk luft skulle de være uvirksomme og dermed ikke udgøre nogen risiko for fiskebestandene.

Giftgas- og ammunitionsdeponering sætter begrænsninger for fiskeriets arealudnyttelse, hvilket er den vigtigste effekt. Af og til fanges ammunition eller giftgasrester, som ødelægger redskaber og evt. også hele fangsten.

EFFEKT AF TUNGMETALLER

Tungmetaller kan ikke, som andre grundstoffer, nedbrydes. Det er en uheldig egenskab, der gør, at de ophobes i plante- og dyrevæv.

KOBBER

Effekten af kobber på de tidlige udviklingsstadier af Nordsø-sild viste, at larver holdt i vand med kobberkoncentrationer på 0,01, 0,03 og 0,05 mg/l udviste en reduceret længdevækst, som var proportional med stigningen i metalkoncentrationen. Endvidere udviste de to høje doser forstyrrelser i øjnernes udvikling, og de fleste fisk i den højeste dosering udviklede misdannelser i ryghvirvel og kæber.

CADMIUM

Undersøgelser af cadmiums effekt på de tidlige udviklingsstadier af sild og skrubbe fra Østersøen og på hornfisk viser ingen effekt på overlevelse af æg ved en eksponering på 1000 µg/l. Den store modstandskraft overfor cadmium menes at skyldes, at æghinderne udviser en *cadmium-bindende* effekt. De senere udviklingsstadier synes mindre påvirkelige af stoffet.



Når først tungmetallet er optaget i organismen, er det utroligt svært at komme af med igen. Dermed ligner tungmetaller de miljøfremmede stoffer. Koncentrationen stiger i organismen med alderen, og kan også opkoncentreres gennem fødekæden.

Som med de miljøfremmede stoffer skelner man også her mellem vandfasen og sedimentet. Der findes desværre ikke meget viden om giftigheden af tungmetallerne i vandfasen, som omhandler arter fra vore farvande. De få forsøg, der findes, har været med metal koncentrationer, der er 100-1000 gange højere end dem, man faktisk finder i vandfasen i Nordsøen.

Et udvalg (*Udvalget for Miljøpåvirkninger og fiskeri*) konkluderede i 2003, at effekten af tungmetaller i vandfasen i Nordsøen såvel som i Østersøen ikke forventes at forårsage negativ påvirkning af de fiskebestandene, der lever oppe i vandfasen. Der kan dog godt lokalt i nærheden af punktkilder være koncentrationer, som kan tænkes at give problemer.

De største koncentrationer af tungmetaller findes i sedimentet, men der findes ikke undersøgelser, som belyser en eventuel effekt på fiskeæg og tidlige udviklingsstadier af høje tungmetalkoncentrationer i sedimentet. Det ville ellers være relevant at undersøge i forhold til de æg, som lægges på bunden. Det kan også være relevant i forhold til moderfiskene, der kan have forhøjet indhold af tungmetaller fordi deres fødeemner er blevet forurenede fra sedimentet. Tungmetaller kan via moderfisken evt. tænkes at påvirke æggene.

Den alvorligste påvirkning af fiskeriet er sandsynligvis, at opkoncentreringen gennem fødekæden betyder, at gamle (store) fisk og fisk øverst i fødekæden kan indeholde så store mængder af tungmetaller,

at deres indhold overstiger det acceptable indhold for fiskeprodukter til konsum. Dette gælder specielt for kviksølv, hvor Fødevareministeriet er kommet med anbefalinger for gravide og ammende, som pga. højt kviksølvindhold skal undgå at spise hovedmåltider bestående af følgende fiskearter: tun, røkke, helleflynder, oliefisk, sværdfisk, sildehaj, gedde, aborre og sandart.

I lokale områder med stor tungmetalbelastning, som f.eks. Københavns Havn, kan fiskene indeholde større mængder end hvad der er acceptabelt at spise. I sådanne områder er der dog som oftest fra myndighedernes side taget forholdsregler i form af fiskeriforbud.

HVAD GØR MAN FOR AT UNDGÅ MILJØGIFTE?

Der bruges mange tusinde kemiske stoffer, og mange af disse genfindes i vandmiljøet, hvor de ophobes via fødekæden i bl.a. fisk. Det er vigtigt at forebygge problemet ved kilden.

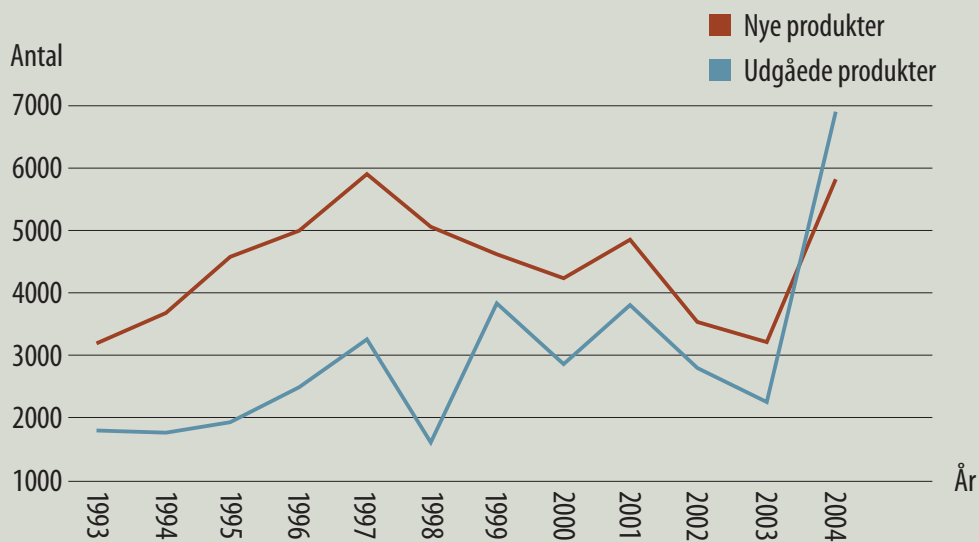
Det kan gøres ved at hindre vand- og luftforurening og arbejde for, at det er velundersøgte, uskadelige stoffer, der anvendes.



Foto: Rasmus Schønning / www.CampingDanmark.dk

14.2 NYE KEMISKE PRODUKTER

Figuren viser udviklingen i antallet af nye anmeldte kemiske produkter til *Miljøstyrelsens og Arbejdstilsynets fælles Produktregister* i det pågældende år samt antal kemiske produkter, der udgår fra markedet. Antallet af udgåede/annullerede produkter for 2004 er meget stort, hvilket skyldes, at firmaerne er blevet påmindet om deres pligt til at give oplysninger til *Produktregistret*, og dermed er der blevet samlet op på gamle produkter, der for længst er udgået.



Kilde: Miljøstyrelsen

Traditionelt har opmærksomheden været rettet mod forureninger som dioxiner, PCB, DDT mfl., der tidligere har været brugt meget som pesticider. I de senere år er der dog kommet en stigende erkendelse af, at andre miljøforurenende stoffer også kan ophobes i fødekæderne og evt. føre til en forurening af fødevarerne. Det drejer sig bl.a. om stoffer som bruges i industrien eller som husholdningskemikalier, bl.a. desinfektionsmidler, og kosmetik.

Internationalt samarbejder fødevaremyndighederne om at undersøge stoffernes sundhedsmæssige effekter og deres forekomst i fødevarerne. For dioxiner har fødevaremyndighederne således fastsat grænseværdier for de mest forurenede fødevarer. Samtidigt forsøger miljømyndighederne at reducere dioxinforureningen af miljøet. Det samme er sket for tungmetaller som bly, cadmium og kviksølv.

Der er i mange år blevet arbejdet for at få samlet viden og få sat grænseværdier for de miljøfremmede stoffer i fødevarer. Mange af de stoffer, der findes i fisk og andre fødevarer, er imidlertid stadigvæk ikke undersøgt eller vurderet tilstrækkeligt for deres sundhedsmæssige effekter på mennesker. Dette kan give specifikke problemer for eksporterende virksomheder, fx efter olieudslip, hvor fisk kan blive forurenede. Det er imidlertid et omfattende og ressourcekrævende arbejde at få vurderet alle miljøfremmede stoffer alene af den grund, at der er så mange stoffer og der kommer hele tiden nye stoffer på markedet.

I Danmark er der i de senere år blevet anmeldt mellem 3000 og 6000 nye kemiske produkter til Produktregistret om året. I alt er 39.000 kemiske produkter anmeldt til registeret på grund af deres indhold af farlige stoffer. Der er på det danske marked omkring 20.000 kemiske stoffer, som skønnes at indgå i 100.000 kemiske produkter.

EU har til dato klassificeret ca. 3.800 kemiske stof- og stofgrupper som farlige. Hver stofgruppe kan indeholde adskillige stoffer. Det betyder, at ca. 8.000 stoffer er klassificeret som farlige i EU. Når et stof er farligt, skal såvel stoffet som de produkter, stoffet indgår i, færemærkes og have oplysninger om sikker brug.

I begyndelsen af 1980'erne blev der i EU registreret omkring 100.000 kemiske stoffer og de færreste af disse stoffer er klassificeret for deres skadelige virkninger. Miljøstyrelsen har ved hjælp af computermodeller vurderet 47.000 af disse stoffer. Stofferne er vurderet for: Akut dødelig virkning ved indtagelse, allergifremkaldende effekt ved kontakt, skader på arveanlæggene, kræftfremkaldende virkninger og farlighed for vandmiljøet.

Resultatet af vurderingerne er, at 21.000 af stofferne har en eller flere af de farlige egenskaber. Stofferne er nu blevet opført på den *Vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer*. Hensigten med den vejledende liste er at hjælpe industrien til selv at klassificere de ellers uvurderede stoffer.

14.3 KLASSIFICERING AF KEMISKE STOFFER

Figuren viser udviklingen fra 1993 til 2004 i antallet af klassificerede stoffer på EU's liste over farlige stoffer samt antallet af nye stoffer, der er blevet klassificeret for hvert af årene i den pågældende periode. Ved klassificering tages der stilling til stoffets mulige effekter for mennesker og miljø, f.eks. om stoffet er kræftfremkaldende, udgør en risiko for vandorganismer eller er brandfarligt.



Kilde: Miljøstyrelsen

KLIMAÆNDRINGER OG FISKERIET

Vi har i de seneste år haft flere tilfælde af ekstreme vejrforhold – man taler om global opvarmning og klimaforandringer. Havene spiller en afgørende rolle for, hvordan klimaet udvikler sig, og klimaet spiller en overordnet rolle for struktur og funktion i økosystemerne i havet. Men hvordan vil ændringer i jordens klima påvirke fiskene i havet.

KLIMAÆNDRINGER

Når man taler om vejret over en længere periode - typisk 30 år eller mere - bruger man i stedet betegnelsen klima. Der har altid været variationer i klimaet. Istider er opstået og forsvundet igen. Nogle klimaændringer sker over millioner af år, mens andre sker over årtusinder eller blot årtier.

Der er i dag stor fokus på de aktuelle klimaændringer, og man taler om en global opvarmning. Klimaforskere analyserer temperatursvingninger. Det gælder både i atmosfæren og i havene samt nedbør, snedække og en lang række andre parametre. Alle værdierne sættes ind i større modelberegninger, såkaldte klimamodeller som bruges til at fremsætte hypoteser for, hvordan fremtidens klima kan blive. De ændringer, der er sket med klimaet i de senere år, er ikke specielt dramatiske set i et langt historisk perspektiv, men det specielle er, at de er sket langt hurtigere end man har set det tidligere.

I Danmark har vi de seneste år haft flere tilfælde af ekstreme vejrforhold med varmere rekorder, den største nedbørsmængde, århundredets orkan osv. Men der har også kun været foretaget systematiske målinger de sidste godt 100 år. På baggrund af de globale målinger debatteres det derfor ivrigt om de klimaændringer, vi ser i dag, er en følge af menneskeskabte aktiviteter, eller om det blot er en del af jordens naturlige klimavariation.

De fleste er dog enige om, at det er menneskeskabte aktiviteter, der har ændret atmosfærens sammensætning, så der bl.a. er et øget indhold af CO₂ (kuldioxid). Den øgede mængde af CO₂ kommer især fra menneskelige aktiviteter som afbrænding af fossilt brændstof, skovrydninger og landbrugsdrift. Disse aktiviteter frigiver store mængder af kulstof (C), som før har været bundet i kulstofreservoirer som fx olie og gas.

A

KULSTOFS KREDSLØB

Alt liv på jorden er baseret på kulstofforbindelser og kulstofets kredsløb på jorden har både betydning for klimaet og for livets udfoldelse på kloden. Atmosfærisk luft består bl.a. af 0.03% kuldioxid også kaldet CO₂. Mængden af CO₂ i atmosfæren har i de sidste årtier været konstant stigende, hvilket er medvirkende til, at der sker en global opvarmning, også kaldet drivhuseffekten.

T

Oprindeligt kommer atmosfærens indhold af kulstof i form af CO₂ fra vulkansk aktivitet tidligt i jordens levetid, og der tilføres stadig beskedne mængder CO₂ til atmosfæren af den vej. Men langt største-delen af den øgede tilførsel kommer i dag fra menneskets aktiviteter.

K

CO₂ fra atmosfæren udveksles med hav- og ferskvand. Planteplankton optager opløst CO₂ fra vandet og bruger kulstoffet herfra til opbygningen af organisk stof ved fotosyntesen (se kapitel 2). Plante-planktonet ædes af dyreplanktonet som ædes af større organismer osv. På den måde indbygges kulstoffet i levende materiale – i biomasse. Den del af kredsløbet, hvor kulstoffet i kortere eller længere tid er *lagret* i organismernes organiske stof betegnes det korte C-kredsløb. Til forskel herfra er der store mængder af jordens kulstof, der er bundet i kalk, kul, olie- og gasforekomster, og hvor det kan tage millioner af år før kulstoffet igen indgår i kredsløbet. Dette betegnes det lange kulstofkredsløb.

A

F

CO₂ og visse andre gasser i atmosfæren har en evne til at reflektere varmestråling. De kaldes derfor for drivhusgasser. Drivhusgasser i atmosfæren holder på varmen på jorden. Hvis ikke de fandtes, ville alt varme forsvinde ud i rummet, og jorden ville være for kold til at opretholde liv. Så det er ikke drivhuseffekten i sig selv, der er problemet. Det er den forøgede drivhuseffekt, som fører til højere temperaturer på jorden, som er problemet. Ikke mindst fordi den højere globale temperatur fører en masse andre ændringer i jordens klima med sig.

Temperaturen i atmosfæren omkring jorden er steget med 0,74°C på et århundrede. Dette tal virker måske umiddelbart ikke særlig skræmmende, men det er et gennemsnitstal. Det betyder, at de regionale temperaturændringer godt kan være højere, hvilket vil have store konsekvenser for disse regioner. De mest avancerede klimamodeller forudser, at temperaturen på Jorden i løbet af de næste ca. 100 år i gennemsnit vil stige mellem 1,4 og 5,8°C. Man har opstillet forskellige scenarier alt efter, hvordan samfundene kan tænkes at udvikle sig, og specielt ud fra hvordan vores udnyttelse af fossilt brændstof udvikler sig.

DEN TERMOHALINE CIRKULATION

Havene spiller en stor rolle for, hvordan klimaet udvikler sig, og klimaet spiller en overordnet rolle for struktur og funktion i havøkosystemerne. Højere temperaturer medfører dels større fordampning – og dermed mere nedbør og dels øget afsmeltning af isen ved polerne. Det betyder, at der nogle steder på jorden bliver havet mere salt (*i troperne*), mens det andre steder bliver mere fersk (*polarområder*). Det vil påvirke havstrømme og hele den termohaline cirkulation, der er med til at fordele varmen på jorden.

De store havstrømme bliver drevet af et komplekst samspil mellem vinde, vandets saltholdighed og temperatur, bundens topografi samt jordens rotation. Ved beskrivelser af større globale havstrømme skelner man mellem strømme i de øvre vandlag, dvs. den øverste kilometer, og dybereliggende strømme. De øvre havstrømme påvirkes og drives hovedsagligt af vinde og af jordens rotation. De dybereliggende havstrømme drives hovedsagligt af forskelle i vandets massefylde, som afhænger af forskelle i vandets saltholdighed, temperatur og tryk - de kaldes den termohaline cirkulation.

F
A
K
T
A

TOPOGRAFI

Topografi er dannet ud fra to græske ord:

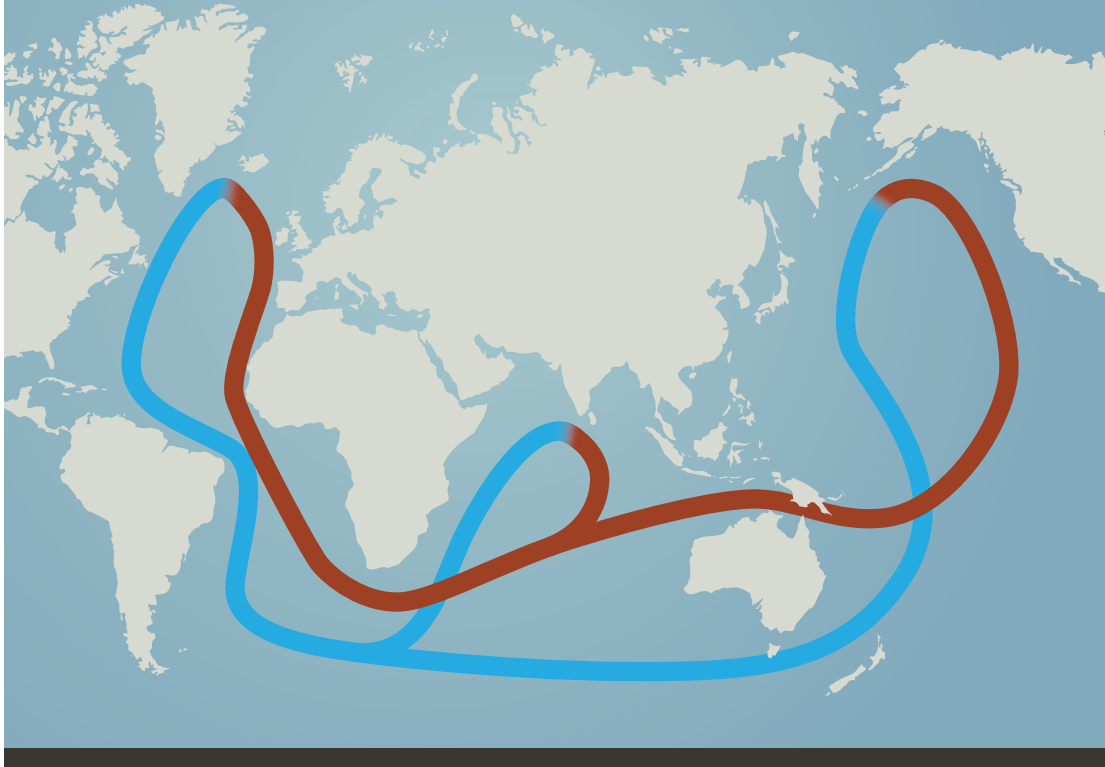
Topos = sted

Graphein = beskrive

Ordet betyder altså stedbeskrivelse. Topografi beskriver et terræns fysiske form dvs. i dette tilfælde havbundens.

15.1 DEN TERMOHALINE CIRKULATION

Den *termohaline cirkulation* eller havets store transportbånd. Betegnelsen termohalin hentyder til de latinske betegnelser for temperatur (*termo*) og saltholdighed (*halin*). Den blå farve viser den kolde strømning, og den røde farve viser den varme.



Den vigtigste bestanddel af den termohaline cirkulation er dannelsen af dybvandsmasser, som generelt sker, ved at saltholdigt overfladevand afkøles. Afkølingen øger vandets massefylde, og vandet vil synke ned til et dybere niveau. Det har vist sig, at det kun er få steder, hvor de rette fysiske betingelser er til stede for dybvandsdannelse, og de ligger primært i det atlantiske område. I Nordatlanten foregår dybvandsdannelsen især i Det Arktiske Ocean og de Nordiske Have, primært Grønlandshavet, men også i nogen grad i området mellem Sydgrønland og Labrador.

Dybvandsdannelsen i Nordatlanten er på flere måder unik. Den finder kun sted, fordi saltholdigheden i Nordatlanten er meget høj. De høje saltholdigheder skyldes, at vand, der fordampes fra Atlanterhavet,

føres væk fra området af vinden i atmosfæren, hvilket ikke er tilfældet i fx Stillehavet, hvor Rocky Mountains og Andesbjergene modvirker en borttransport. Selv de vandmasser, der findes på dybder større end 1500 meter i Stillehavet og det Indiske Ocean udgøres hovedsageligt af dybvand dannet i Nordatlanten.

Det betyder, at den globale thermohaline cirkulation bindes sammen i *Det store Transportbånd*, og drivmekanismen i dette globale cirkulations system er den nordatlantiske dybvandsdannelse. De seneste års klimaforskning har vist, at *Det store Transportbånd* har meget stor betydning for det globale klima og ikke mindst - har det helt afgørende betydning for klimaet i Skandinavien og Nordeuropa.

GLOBAL OPVARMNING

Klodens klima bliver varmere og varmere. Denne udvikling rammer selvfølgelig også de marine økosystemer, som allerede lider under forskellige følger af klimaændringerne.

Nogle af de vigtigste ændringer er:

- *Opvarmningen af havvandet* – Atmosfærens øgede temperatur medfører en opvarmning af havvandet. Overfladevandets temperatur er steget med ca. 1,5°C siden 1960'erne. Nylig forskning viser, at havvandet er blevet varmere helt ned til 3 000 meters dybde. For eksempel er temperaturen i Nordsøen steget med 1,1°C i de sidste 30 år
- *Overfladevandets forsurening* – Havene kan absorbere atmosfærens CO₂. Da gaskoncentrationen er i konstant stigning, stiger også den absorberede mængde, hvilket fører til en forsurening af vandet. Havenes pH-værdi er faldet fra 8,2 til 8,1 siden midten af det 19. århundrede
- *Havenes stigende vandstand* – Opvarmningen betyder, at isen smelter det gælder både isen på de to poler og bjergenes gletschere. Alt dette vand, som har været oplagret i fast form, løber nu ud i havene, hvilket betyder at vandstanden stiger. Siden 1870 er den steget med 19,5 cm, hvilket skaber problemer langs kysterne
- *Det øgede antal ekstreme meteorologiske fænomener* – Klimaændringerne medfører nu et stigende antal perioder med tørke, regn og orkaner. I det nordøstlige Atlanterhav er der stigende forekomster af ualmindelig kraftig vind og høje bølger



A

T

K

A

F

Både øget nedbør og øget issmeltning, pga. en global opvarmning, vil skabe en forøget udstrømning fra det Arktiske Ocean via den Østgrønlandske Strøm. Det vil betyde, at det lettere arktiske vand med lavere saltholdighed vil lægge sig over det salte Nordatlantiske vand. Dermed formindskes den Nordatlantiske dybvandsdannelse, og den globale termohaline cirkulation kan svækkes kraftigt.

Når der ikke dannes dybvand svækkes den sydgående transport af dybvand. Hermed sker der heller ikke en nordgående transport af varmt, salt vand i overfladen. Konsekvensen bliver, at den gren af den Nordatlantiske Strøm (*Golfstrømmen*), der strømmer ind i de Nordiske have, bliver kraftigt svækket og i stedet vil slå sig sammen med den gren, der strømmer sydover som den Kanariske Strøm.

Det betyder, at de varmemængder, som Den Nordatlantiske Strøm transporterede nordpå, forsvinder. Det vil have katastrofale følger for havtemperaturerne i Nordatlanten samt for klimaet i Skandinavien og Nordeuropa. Der er efterhånden mange sikre beviser for, at det var en sådan svækkelse af den globale termohaline cirkulation, der var årsagen til den seneste istid.

Hvis dette skulle ske, vil den globale opvarmning altså ironisk nok betyde, at vi i Danmark ville få det koldere. Klimamodelerne forudser dog ikke et fuldstændigt kollaps af dybhavscirkulationen, men at cirkulationen i Nordatlanten vil blive mindre over de næste ca. 100 år. Herefter vil der gradvist ske en ændring tilbage mod vores nuværende niveau. Der er intet, der på nuværende tidspunkt tyder på, at golfstrømmen er særlig påvirket af den globale opvarmning.

HVAD KAN KLIMAÆNDRINGER BETYDE FOR FISKENE?

I tidligere kapitler er det gennemgået, hvordan hydrografien spiller en stor rolle for den biologiske produktion i havet. Det betyder naturligvis også, at klimaændringer, som medfører forandringer i lufttemperatur, vindforhold, skydække og nedbør, direkte påvirker den biologiske produktion i havet. Og det påvirker måden som denne produktion strømmer gennem de marine fødekæder til fiskene. Kort sagt kan variation i næsten alle større aspekter af fiskeøkologi (fx vækst rater, vandringsmønstre, gydetidspunkter) i nogen grad spores til klimatiske variationer såsom sæsonmæssig opvarmning, vandopblanding i forbindelse med storme og temperatur.

Nutidens geografiske fordeling af fiskepopulationer er et resultat af en langsigtet tilpasning til de miljømæssige og klimatiske forhold i lokalområder. Hvis disse forhold ændres som fx pga. global opvarmning, må man forvente enten direkte dødelighed. Eller at fordeling og udbredelsesområder rykker mod nord eller syd.

Et eksempel på en direkte dødelig effekt af det man kan kalde temperaturstress, er effekten af lav temperatur på tunger (*Solea solea*) i Nordsøen. Tunger i denne region er tæt på den nordligste grænse for denne arts udbredelsesområde. Under hårde vintrere i Nordsøen dør tungerne pga. de lave temperaturer.

Hvis ændringer i hydrografien sker gradvist og over en længere tidperiode, kan en fiskepopulation muligvis nå at reagere ved at skifte fordelingsretning. Det er der flere eksempler på. I Vestgrønland oplevede man en varmeperioden i tiden 1910-1930, der betød en stigning i mængden af torsk og andre tempererede nordlige arter.

Bestandstætheden faldt efterfølgende til meget lave niveauer, bl.a. fordi forholdene blev koldere. Lignende forandringer er set i den sydlige Nordsø og i Den Engelske Kanal, hvor sardin ofte har erstattet sild som den dominerende pelagiske art i løbet af de sidste 2-3- hundrede år. Historiske forandringer som disse i fiskenes udbredelse, kan måske give et fingerpeg om, hvad der vil ske som følge af den globale opvarmning.



Foto: Kingfish Dive & Travel - www.kingfish.dk

Nogle forandringer sker allerede. Et eksempel er tyklæbet mulle (*Chelon labrosus*). Den har sit nordligste fordelingspunkt i den sydlige Nordsø, men er nu blevet almindelig i danske farvande og kan yngle her. Det er en værdifuld fisk og landingerne i Danmark er steget markant over de sidste 15-20 år. Også andre mere sydlige arter flytter sig. Det er f.eks. mulle, europæisk ansjos, sardin, atlantisk tun, aftrækkerfisk, pigrokke, almindelig rævehaj og blåhaj.

Samme fænomen gør sig også gældende længere mod syd. Arter, som normalt har levet langs den afrikanske kyst, kan nu findes på nordligere breddegrader. Tropiske arter af torsk (*Physiculus dalwigki*), havkvabbe (*Gaidropsarus granti*) og havål (*Pisodonophis semicinctus*) kan nu findes så langt mod nord som ud for Galicien i det nordvestlige Spanien. På samme måde kommer der flere og flere tropiske fisk, der har taget fast ophold i Middelhavet. Disse ændringer er ikke i sig selv negative, fordi de undertiden skaber nye muligheder for fiskeriet. Man ved bare ikke rigtigt, hvad det betyder for resten af økosystemet, når arterne flytter.

Fiskepopulationer har gennemlevet store forandringer i fordeling og mængde i hundredvis af år. Disse forandringer har

også fundet sted, når fiskeriet har været meget mindre end nu. I nogle tilfælde er forandringerne sket i forbindelse med store klimaforandringer. For eksempel har sildefangsterne i Bohuslän (Sverige) varieret både over årtier og århundrede. Disse svingninger er delvis styret af klimaets påvirkning af sildenes vandringsmønstre. Man har dokumenteret lignende svingninger for Limfjordens sildebestand over de sidste 400 år. Udover at fiskene flytter udbredelsesområde kan klimaændringer altså også føre til ændringer i årstidsbestemte vandringsmønstre hos nogle arter.

Disse vandringsmønstre har stor indflydelse på, hvordan fiskeriet i Danmark er tilrettelagt (fx tidspunkt og placering af redskaber) samt hvordan arterne spiller sammen med andre arter i forhold til konkurrence og prædation. Vandringerne er relateret til sæsonmæssige variationer i hydrografiske forhold, så som saltholdighed og temperatur. Ændringer i årstidsbestemt opvarmning eller afkølingsmønstre vil kunne føre til ændringer i vandringerne for arter som fx makrel (*Scomber scomber*) og hornfisk (*Belone belone*) i danske farvande.

Både rekruttering og overlevelse af larver synes også at være delvis afhængigt af klimaet. Det betyder, at opvarmningen kan spille en rolle i nedgangen i bestandene af torsk i Nordsøen og Østersøen. Det er der forskellige grunde til, eftersom samspillet mellem klimaet og økosystemerne er yderst sammensat. I Nordsøen kan denne nedgang sandsynligvis tilskrives, at populationerne af plankton har flyttet sig. Vandloppen, *Calanus finmarchicus*, er den art, der er torskelarvers væsentligste føde i Nordsøen. *Calanus finmarchicus* har flyttet sig fra Nordsøen i retning af Atlanterhavet, da den foretrækker koldere vande. Mængden af *Calanus finmarchicus* i Nordsøen er faldet med 70% siden 1960'erne.

De vandloppearter, som kommer sydfra og overtager *Calanus finmarchicus* levesteder findes ikke i så stort omfang og ser ikke ud til at passe til torskens larvestadium. På den måde er nedgangen i larvernes yndlingsbytte derfor en del af forklaringen på nordsøtorskens problemer.

I Østersøen er sammenhængen en anden. Her har klimaforandringerne formodentlig betydet mindre indstrømning af nordsøvand gennem Skagerak. De milde vintre, den faldende tilførsel af havvand fra Skagerrak samt den stigende regnmængde og vandtilførsel fra åer og floder har gradvist tilført Østersøen mere ferskvand. Saltvandet, der er tungere end ferskvand, skal derfor findes på større dybder. Torskeæg synker i ferskvand og kræver en vis saltindholdighed for at holde sig flydende. De ender dermed at synke ned på større dybder. Men på større dybder er der ingen ilt og de vil gå til af iltmangel.

Klimaforandringer kan påvirke fiskeproduktionen og især rekrutteringen på endnu mere komplicerede måder. Et eksempel er påvirkningen af temperatur, cirkulation og prædation på rekrutteringen af rødspætter i Nordsøen. I kolde år produceres stærke årgange, når den regionale hydrografi transporterer de pelagiske æg og larver til lavvandende kystnære opvækstområder langs den sydlige Nordsø. Den alm. hestereje (*Crangon crangon*) prædation er høj og kan formindske mængden af rødspætter. Hesterejer tåler imidlertid ikke de lave temperaturer. Prædationsraten er derfor meget lavere i kolde år. Resultatet bliver større årgange af rødspætte, men forklaringen er altså et samspil af flere faktorer.

Klimaændringerne lægger også andre former for pres på de marine økosystemer. En af de forventede klimaforandringer er, at

det vil regne meget kraftigere. Det kan føre til oversvømmelser og en større afstrømning af ferskvand til kystnære områder. Hermed vil udvaskningen af næringssalte til de kystnære farvande øges, dvs. det vil være med til at forøge eutrofieringen. En forøget eutrofiering sammen med højere vandtemperaturer kan ændre planteplanktonsamfundet og de fødekæder som fører biomasse og energi op til fiskene. De kan også ændre den kystnære bundvegetation som giver leve- og skjulesteder for ungfisk. Samspillet mellem eutrofiering og klimaændringer kan også betyde en højere risiko for iltsvind. Både pga. eutrofieringen i sig selv, men også fordi jo varmere vandet er, jo mindre ilt kan der opløses. Til gengæld kan en større frekvens af storme delvis kompensere for de skadelige effekter denne øget tilførsel af næringssalte medfører. Det er altså uklart, hvordan de forskellige aspekter af et forandret klima vil påvirke danske farvande og fiskeriet.

ET BUD PÅ

FREMTIDENS FISKESAMFUND

Danske forskere er kommet med et spekulativt bud på fremtidens fiskesamfund i danske farvande. De har forestillet sig en temperatur stigning mellem 2-4°C i løbet af de næste 100 år. Det bygger på fiskearternes nuværende geografiske fordelinger og effekten af temperatur på især rekruttering. Fiskesammensætningen i danske farvande er en blanding af både koldtilpasset og varmtilpasset arter. Denne artssammensætning findes delvis pga. indvandringen af flere varmtilpasset arter de senere år. Hvis tendensen til højere temperaturer fortsætter kan man forestille sig at flere varmtilpasset arter vil indvandre og/eller at forekomsten af varmtilpasset arter øges (se figur 15.2).



15.2 FREMTIDENS FISKESAMFUND

Et bud på hvordan den globale opvarmning kan påvirke sammensætningen af fiskearter i danske farvande. Figuren tager udgangspunkt i de fiskearter, som blev fanget i det kommercielle fiskeri i 1990'erne. Figuren viser kun nogle få arter for at gøre den tydelig, og den skal ses som et skøn i stedet for at tages helt bogstaveligt. Arterne er blevet adskilt mellem dem, som er kold- eller varm tilpasset. De kriterier som er brugt til at adskille arterne, er deres geografiske fordelinger, og hvad man ved om deres biologiske reaktion (f. eks. rekruttering) til temperatursvingninger.

ARTSKODER

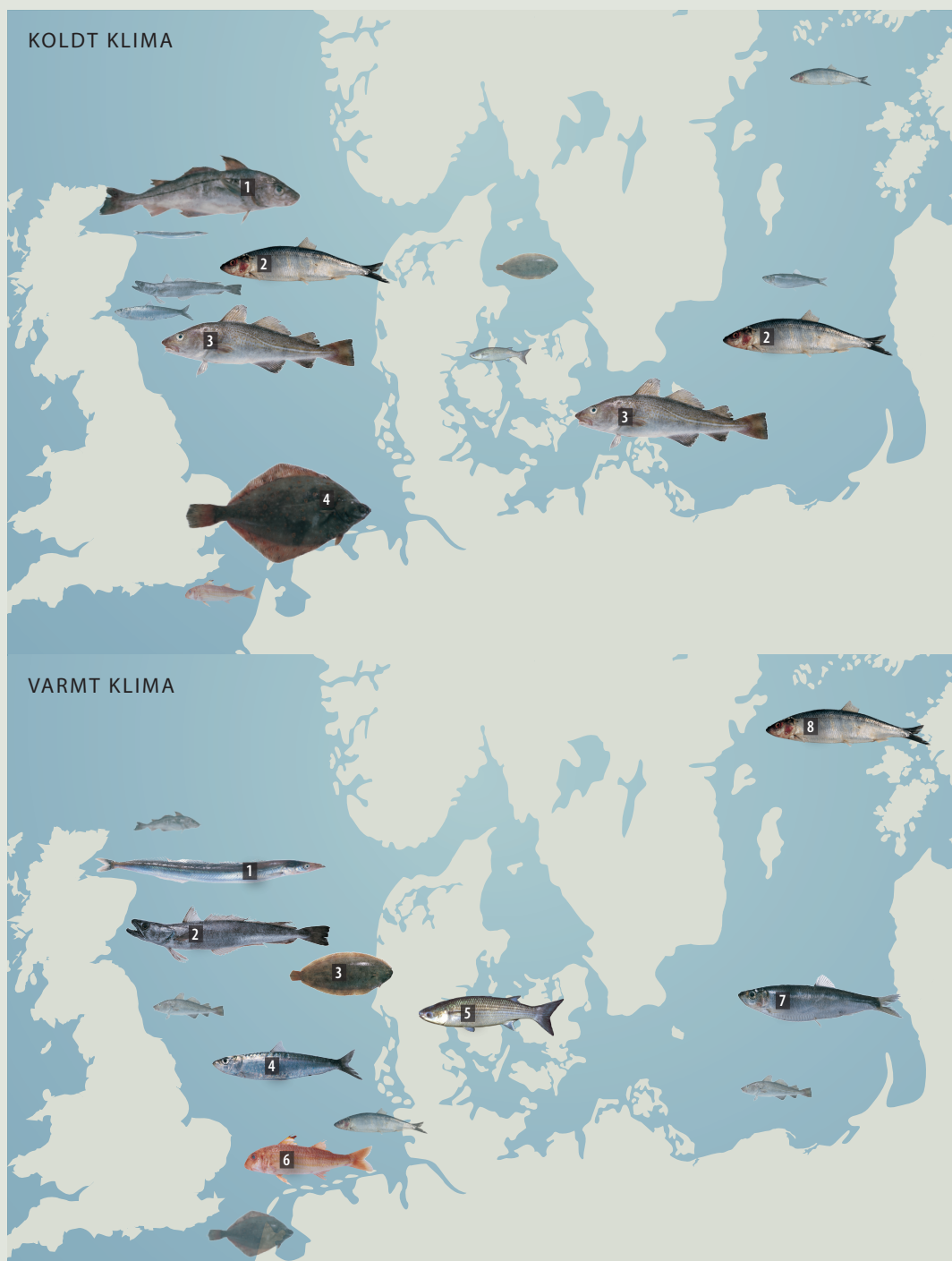
KOLDT KLIMA

- 1 Kuller (*Melanogrammus aeglefinus*).
- 2 Sild (*Clupea harengus*).
- 3 Torsk (*Gadus morhua*).
- 4 Rødspætte (*Pleuronectes platessa*).

VARMT KLIMA

- 1 Tobis (*Ammodytes marinus*).
- 2 Kulmule (*Merluccius merluccius*).
- 3 Tunge (*Solea solea*).
- 4 Sardin (*Sardina pilchardus*).
- 5 Tyklæbet mulde (*Chelon labrosus*).
- 6 Mulle (*Mullus barbatus*).
- 7 Brisling (*Sprattus sprattus*).
- 8 Sild (*Clupea harengus*).

Bemærk at alle arter er til stede på begge paneler, men det er kun dem som forventes at forekomme mest, der er kodet.



Ifølge den danske rapport fra *Udvalget om Miljøpåvirkninger og fiskeriressourcer Delrapport vedr. klimaændringer*, så kan der til trods for den nuværende begrænsede viden, forventes tre typer forandringer i løbet af den nærmeste fremtid:

- For det første vil overlevelse, vækst og reproduktion af de fiskearter som i øjeblikket findes i danske farvande forandres, da temperaturerne stiger og saltholdigheden falder. Disse forandringer vil være gunstige for nogle arter og skadelige for andre. Den relative mængde af disse arter, som i øjeblikket lever i danske farvande, vil derfor ændres
- For det andet vil sammensætningen af fiskebestandene forandre sig efterhånden. Vi kan forvente at se nye arter komme ind i danske farvande, og eksisterende arter vil blive sjældnere eller uddø lokalt. Disse forandringer vil skyldes:
 - 1 indvandring af eksotiske arter, sandsynligvis fra mere tempererede områder sydpå
 - 2 succes/fiasco for lokale arter til at tilpasse sig til de ændrede forhold
 - 3 etableringen af nyindvandret arter, som kan blive direkte konkurrenter eller prædatorer af arter som lever i danske farvande i øjeblikket. Hvad der umiddelbart ikke er klart, er hvilke arter der vil indvandre eller forsvinde, og om den samlede artsdiversitet eller rigdom af fiskebestande vil forandres. Det er heller ikke klart, hvordan klimaforandringerne vil påvirke genetisk diversitet inden for en art

- For det tredje kan andelen af pelagiske og demersale arter inden for fiskesamfundet forandres. Højere temperaturer og lave saltholdigheder vil resultere i længere sæson for planktonproduktionen og kan derfor favorisere de arter som græsser direkte på plante- og dyreplankton. Sådanne arter kan være sild, brisling eller andre såkaldte zooplanktivorer

Det er på nuværende tidspunkt uklart både hvordan klimaet vil se ud i Nord-europa gennem de næste årtier, og hvordan marine økosystemer og fiskepopulationer vil reagere på klimaændringerne. Vi behøver mere viden om, hvordan klimaet sammen med andre miljøfaktorer (f. eks. eutrofiering) styrer det marine økosystems struktur/funktion og fiskeproduktion. Det vil være nødvendigt at forbedre og udvikle fiskerimodeller (f. eks. de modeller som bruges til bestandsvurdering og prognoser, gydebiomasse-rekrutteringsforhold og flerartsinteraktioner), så vi har en mulighed får at indrette fiskeriet på en måde, så vi kan fortsætte med at have et fiskerierhverv i Danmark.

Det kræver så også, at fiskerisektoren tilpasser både fiskeriet, og forædlings- og markedsføringsmetoderne til arter, som ikke traditionelt har været almindelige i danske farvande tidligere. Hvis Danmark fx skal erstatte fiskeriet af torsk med andre arter, som fx tyklæbet multe, kræver det en omstilling i den danske fiskerflåde, men også en ændring af dansk madkultur.

15.3 TYKLÆBET MULTE OG TORSK

Skal tyklæbet multe erstatte torsk på middagsbordet?

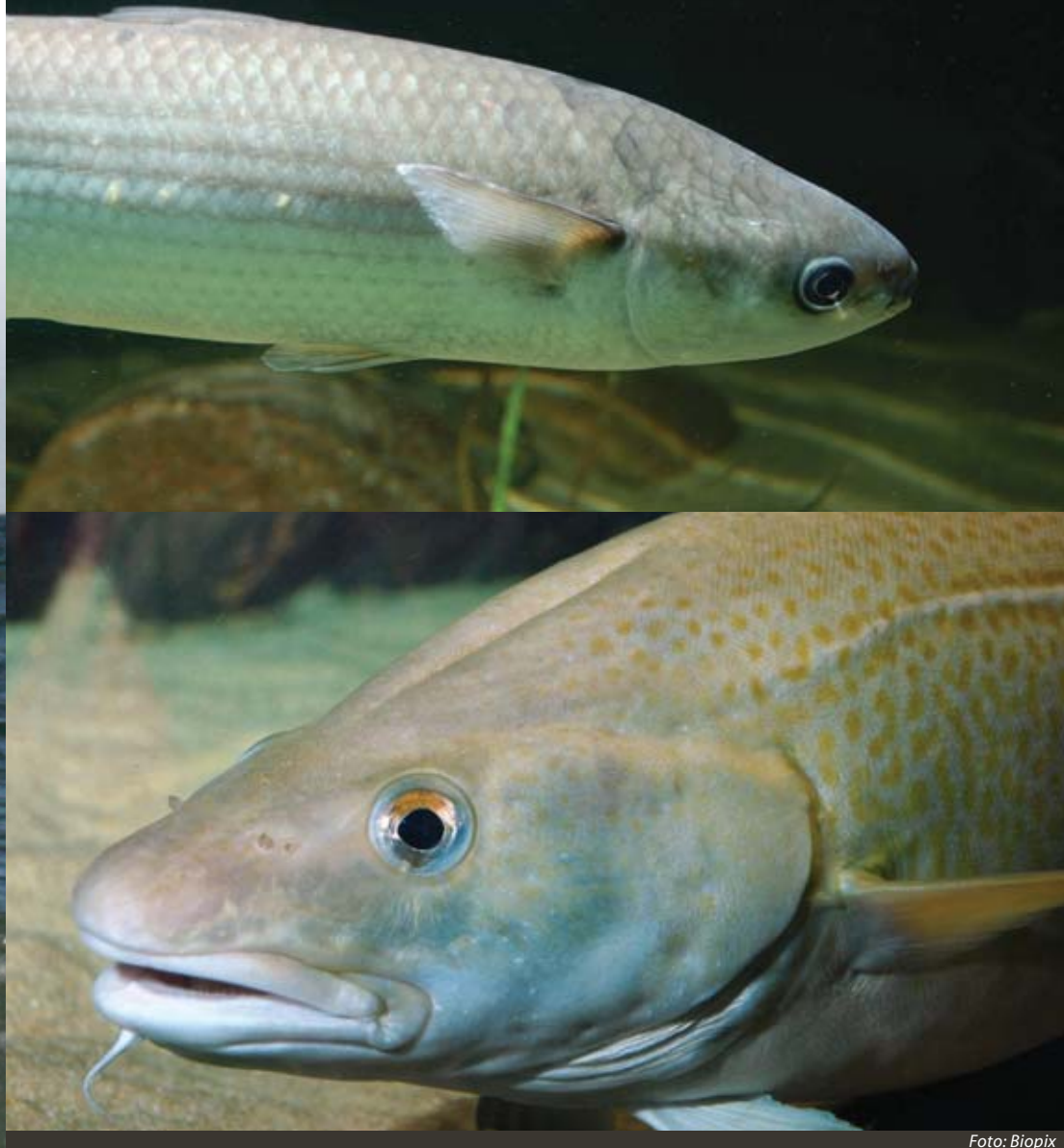


Foto: Biopix

LITTERATURHENVISNINGER

LITTERATUR

Kurt Buchmann - *Østersøtorskens biologi*.
DSR Tryk, Frederiksberg 1994.

Henrik Carl - *Gads håndbog om fisk*.
Gads Forlag.

Peter Bondo Christensen m.fl. (red) - *Iltsvind*.
Miljøbiblioteket Forlaget Hovedland 2004.

Jørgen Møller Christensen - *Torsken*.
Naturens Verden /Rhodos, København 1981.

Danmarks Natur, bind 3 - Havet.
Politikens Forlag 1987.

Jes Fenger - *CO₂ - Hvorfra, hvorfor, hvor meget?*
Temarapport DMU, 2000.

Signe Foverskov m.fl. - *Bundmaling til skibe - et miljøproblem*.
Temarapport DMU, 1999.

Finn Hansen m.fl. - *Den blå planet - en grundbog i geografi*.
Forlaget Systime A/S. Nørhaven A/S Viborg 2000.

Niels k. Haastrup og Torben Steinfeldt - *Ballast Water Management Convention*.
Danmark og Konventionen Skibschefprojekt SIMAC 2006.

Carsten Bagge Jensen m.fl. - *Økologi og naturforvaltning. 2. udgave*.
NUCLEUS 2003.

Ulrich Karlson (red) - *Tjærestoffer*.
Miljøbiblioteket Forlaget Hovedland 2006.

Carsten Krog - *Fiskeri og havmiljø*.
G.E.C. Gads Forlag 1993.

Hanne Kaas m.fl. - *Giftige alger og algeopblomstringer*.
Temarapport DMU 1999.

Lars Chresten Lund-Hansen m.fl. - *Basisbog i fysisk-biologisk oceanografi*.
Gads Forlag 1994.

Brian R. MacKenzie m.fl. - *Udvalget om Miljøpåvirkninger og fiskeressourcer*.
Delrapport vedr. klimaændringer. DFU-rapport nr 109-02.

Stig Møllergaard m.fl. - *Udvalget om Miljøpåvirkninger og fiskeressourcer*.
Delrapport vedr. miljøfremmede stoffer. DFU-rapport nr. 111-02.

Betty Bügel Mogensen m.fl. - *Bekæmpelsesmidler - anvendelse og spredning i miljøet*. Tema-
rapport DMU, 1999.

Steen Munch-Petersen - *Fiskebestande og fiskeri 2003*.
DFU-rapport 2003.

Bent Muus mfl. - *Havfisk og fiskeri*.
Gads Forlag 1998.

Naturvetenskapeliga Forskningsrådets årsbok 1992 - *Östersjön - et hav i förändring*.
Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla 1992.

Sven Achton Nielsen - *Fiskeribiologi og havlære*.
Iver C. Weilbach & co. A/S 1991.

Torkel Gissel Nielsen og Per Juel Hansen - *Dyreplankton i danske farvande*.
Temarapport DMU 1999.

NOAHs havserie, bind 2 - *Åndenød*.
NOAHs Forlag 1985.

Ole Poulsen - *Skagerakfrontens dynamik*.
Havforskning fra Miljøstyrelsen nr. 7, 1991.

Eigil Sakshaug m.fl. - *Økosystem Barentshavet*.
Mesna-trykk A.s., Lillehammer 1992.

Søren Warmning m.fl. - *Havsnød - en bog om havøkologi, forurening og Vandmiljøplanen*.
NOAH's Forlag 1992.

RELEVANT HJEMMESIDER**FORSKNINGSINSTITUTIONER**

Danmarks Miljøundersøgelser: www.dmu.dk

Danmarks fiskeriundersøgelser: www.aqua.dtu.dk

STYRELSE

Miljøstyrelsen: www.mst.dk

Fødevarestyrelsen: www.foedevarestyrelsen.dk

ORGANISATIONER OG FORENINGER

Danmarks fiskeriforening: www.fiskeriforening.dk

International Maritime Organization: www.imo.org

International Council for the Exploration of the Sea (ICES): www.ices.dk

ANDET

Speciale om ballastvand af Janne Sanderhoff: <http://ballastvand.1go.dk/>

Ballast Management: www.ballastmanagement.com

Global Ballast Water Management Programme: <http://globallast.imo.org/>

FOTOS

Claus Kern-Hansen.

Professor, Hans Ulrik Riisgård, Marinbiologisk Forskningscenter, Syddansk Universitet.

Marc Lykke - www.x-tremesports.dk.

NASA.

European Community.

Kingfish Dive & Travel - www.kingfish.dk.

Rasmus Schønning / www.CampingDanmark.dk.

Fiskeri- og søfartsmuseet, Esbjerg.

Kattegatcentret, Grenå.

Lars Bertelsen, DONG.

Jan Høst.

Fisheries and Oceans Canada, J. F. Saint-Pierre.

Jens Dige.

Biopix.

Stefan Neuenfeldt.

Anders J. Hansen.

Jørgen Nørrevang.

Ebba Hovgaard.

Dorte Grastrup-Hansen.

NOAA.

Joseph D. Warren.

STIKORDSREGISTER

A

ACFM 54

Alger

- makro 63
- kisel 9
- Chatonella 74, 78
- plankton 72
- fure 73
- blågrøn 75
- stilk 74

Algesuppe 72

Amplitude 12

B

Ballastvand 76, 77, 81, 82

Beauforts skala 13

Biotilgængelighed 95

Blommesækken 46

Bly 98

Bundvending 65

C

Cadmium 98

Cyanobakterier 75

D

DDE 103

DDT 96

Densitet 9

Diatoméer 9

Diffusion 11

Dioxin 96

Downwelling 17

Dønninger 13

E

Effort 54, 59

Epifauna 26

Epifytter 63

Eutrofiering 62

F

FAO 56

Farveskifte 41

Fiskebanker 29

Fiskebestand 49

Fiskedød 68

Fiskelarve 45

Fiskestid 42

Forsigtighedsprincip 56

Frekvens 12

Friktion 18

Fotosyntese 18, 20, 110

Fødekæde 2

- pelagisk 3

Fødenet 24

G

Global opvarmning 113, 117

Golfstrømmen 113

Gydebestand 49, 58

H

HCH 96

Hydrografi 5, 29

Hydrografiske målinger 7

I

ICES 54, 55, 60

Infauna 26

IMO 82, 93

K

Kobber 99
Kromatoforer 41
Kulstof, Co2 110
Kulstofkredsløb 110
Kviksølv 99

L

Liglagen 65
Lys 8
Lysets energi 8

M

Migration 43
Måltart 57

N

Nedbrydning 64
Nedsynkning 16
Nipflod 14
Næringssalte 62, 65, 70
Næringsstoffer 18, 20

O

Olieudslip 82
Opblomstring
- alge 20, 72
- forårs 20

P

PAH 89, 91, 96, 100
PCB 96
PCB-forbindelser 103
Plankton 2
- plante 3, 19, 24, 110
- fyto 19
- dyre 21, 24
Primærproduktion 19, 36
Produktregistret 109
Prædator 42
PSP 79

R

Remote sensing 7
Ressourcegrundlaget 55
Ribbegoplen 79

S

Salt 5
Saltholdighed 5
Sediment 89, 90
Sedimentation 26
Sekundærproduktion 21
ShipToShip 87
Sidelinje 42
Springflod 14
Springlag 11, 17, 20, 31, 63
- temperatur 11
- salt 11
Stammer 47
STECF 59
Stejlhed 12
Stoffer
- miljøfremmede 94
- persistente 94
- klassificerede 109
Strøm 30
- bund 16
- overflade 16, 34
- mønster 30
- forhold 30, 33
Sublethale effekter 90, 102

T

TAC 59
TBT 96
Temperatur 5
Toksitet 90, 100
Topografi 111
Trofiske niveauer 4
Tsunami 13

U

Undersøgelser
- føde 39

- fiskeri 52, 53

Upwelling 17

V

Vandanalyser 10

Vandløpper 23, 24, 39, 116

Vind

- hastighed 12

- styrke 12

- stuvning 14

Z

Zonering 18

Ø

Økosystem 2, 3, 39

Øresten 40

Å

Årgangsstyrken 49