

Iltsvind og havdød

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, Institut for Rumforskning og –teknologi Danmarks Tekniske Universitet.

Weekendavisen, 30. januar 2009

Udsigt. Et varmere klima kan medføre endnu mere iltsvind på havbunden. En ny model har regnet 100.000 år ud i fremtiden og det ser ikke godt ud..

Fisk har brug for ilt for at kunne leve, og det gælder for de fleste levende organismer i havet. Hvis mængden af ilt i havet bliver for lav, flygter fiskene eller også dør de sammen med muslinger og andre dyr, som ikke kan nå at komme væk. Resultatet bliver en såkaldt død zone, hvor svovlbakterier breder sig og danner en hvid belægning, der som et liglagen lægger sig over havbunden.

Iltsvind nær ved kysterne skyldes ofte at der er udledt for store mængder næringsstoffer, men da det foregår under havoverfladen, er det kun de særligt dramatiske begivenheder, der får vores opmærksomhed. Herhjemme var det for eksempel tilfældet i august 1997, hvor en stor del af livet i Mariager Fjord blev udslettet, samt i 1986 hvor jomfruummerne døde i stort tal i Kattegat og dermed var med til at sikre vedtagelsen af den første vandmiljøplan året efter.

Typisk breder iltsvindet sig hvert år i de indre danske farvande sidst på sommeren, især hvis der kommer længere perioder med varmt og stille vejr. Derfor var sidste års blæsende sommer i hvert fald til stor glæde for fisk, krabber og muslinger, fordi den bidrog til at iltforholdene var lidt bedre end normalt.

Men der er også store områder, der permanent ligger øde og livløse hen. Østersøen dækker således over døde zoner på i alt 42.000 kvadratkilometer, altså et areal på størrelse med Danmarks, og repræsenterer det havområde med den største døde zone i verden. En titel Østersøen - i hvert fald for en tid - har overtaget fra Sortehavet, hvor Sovjetunionens sammenbrud fik forbruget af kunstgødning til at falde drastisk, hvilket i løbet af det efterfølgende årti gjorde det muligt for fiskene vende tilbage til store dele af Sortehavet. Det kan således lade sig gøre at vække de døde zoner til live igen, hvis forureningen kommer under kontrol, men det ser ud til at være en undtagelse mere end en regel, for på verdensplan er antallet af døde zoner blevet fordoblet hvert årti siden 1960'erne og de dækker nu et samlet areal på 245.000 kvadratkilometer.

En joker i denne udvikling er de fremtidige klimaændringer, som kan få udviklingen til at accelerere. Varmere vand kan ikke optage så meget ilt som køligere vand, så hvis havtemperaturen stiger globalt, vil områderne med iltsvind langsomt brede sig. Hvis man vil prøve at regne på det, kræver det en imidlertid en klimamodel, der kan lave beregninger meget langt ud i fremtiden. For eksempel indgår kulstofkredsløbet både i nedbrydningen af bjergarter på landjorden og i aflejringer på havbunden og mange af de vigtige kredsløb i havet ændrer sig derfor kun langsomt. Lige netop sådan en model er -

efter mange års arbejde - blevet udviklet af professor Gary Shaffer fra Niels Bohr Institutet i samarbejde med oceanograf Steffen M. Olsen fra Danmarks Meteorologiske Institut og undertegnede. Med modellen kan vi nu, ligesom hovedpersonen i H. G. Wells *Tidsmaskinen*, dreje på knapperne og springe hundreder af tusinder af år frem til for eksempel året 802.701. I en første anvendelse af modellen, som blev offentliggjort i søndags i tidsskriftet *Nature Geoscience*, har vi dog indskrænket os til at studere i klimasystemet 100.000 år ude i fremtiden. Blandt andet har vi undersøgt, hvad der sker, hvis kloden de næste 100 år oplever en opvarmning, der svarer til scenarierne fra FN's klimapanel, og herefter en afkøling. Da mange af kredsløbene i havet som nævnt kun ændrer sig meget langsomt, så viser modellen, at middeltemperaturen dernede først topper 1.500-2.000 år senere. For oceanernes iltindhold sker udviklingen over endnu længere tid og det vil fortsætte med at falde indtil det når et minimum på et tidspunkt mellem år 3960 og 5280, alt efter hvilket scenarie, der bliver brugt.

Effekten forstærkes af, et varmere klima også forventes at formindske de havstrømme, der bringer ilt fra atmosfæren ned i havet, og de døde zoner vil i så fald brede sig langt udover kystområderne og også ned i dybhavet. Modellen viser nu, at områderne med iltmangel vil blive mangedoblet og i de mest ekstreme af klimapanelets scenarier vil over 10 procent af oceanerne blive ramt af iltmangel. Når områderne med lavt iltindhold begynder at brede sig i havet vil der ske det, at vigtige næringsstoffer fjernes fra havet ved en bakteriel proces, der kaldes denitrifikation. I processen omdannes nitrat til kvælstof, og det vil ændre den biologiske produktion i havenes overfladelag fordi det vil favorisere de planktonarter, som er i stand til at optage det opløste kvælstof. Modellen fortæller ikke, hvad der vil ske med oceanernes økosystem, men effekten vil ikke blot være iltmangel, men kan sætte gang i en kæde af uforudsigelige og dermed store ændringer i økosystemets struktur.

En model må ikke forveksles med virkeligheden og for at den skal kunne regne så langt ud i fremtiden har det også været nødvendigt at indføre forenklinger i beskrivelsen af de talrige koblinger mellem klimasystemets geologiske, biologiske og fysiske processer. Derfor kan modellen for eksempel ikke sige noget om, præcist hvor i verdenshavene, problemerne vil være størst, men den kan give en god fornemmelse for de meget lange tidsskalaer der er indbygget i dele af Jordens klimasystem. Her har oceanerne og havbundens sedimenter den fordel, at de virker som en støddæmper på mange af klimapåvirkningerne. Til gengæld vil de kunne huske, hvad der er sket, selv efter flere tusinde år.

Kilder:

Artiklen i *Nature Geoscience* og en beskrivelse af modellen kan findes på hjemmesiden for *Danish Center for Earth System Science* (www.dCESS.dk). Det er hensigten at computerkoden til modellen i løbet af det kommende år vil blive lagt ud på hjemmesiden og så kan alle interesserede lave deres egne beregninger.