



**VARMERE HAV:** Isen smelter og at livet i havet endres. Makrellen flytter nordover mens det blir vanskeligere kår for sjøpattedyr som lever i iskanten.  
FOTO: Wikipedia

# HAVET HAR FEBER

**SIV K. LAUVSET** | FORSKER, UNI RESEARCH

HAVET BLIR VARMERE. DET GIR SMELTENDE IS, ØKENDE HAVNIVÅ OG ENDRET HAVSIRKULASJON. SAMMEN BETYR DETTE MYE FOR LIVET I HAVET.

Den blå planeten vår demper symptomene på både naturlige og menneskeskapte klimaendringer. Temperaturøkningen i havoverflaten har vært på 0,6 grader de siste 135 årene, mens den i gjennomsnitt i de øverste 1000 meter har vært i underkant av 0,3 grader. Kanskje høres dette veldig lite ut, men siden vann har en mye høyere varmekapasitet enn det luft og jord har, er energiøkningen som har ført til denne temperaturøkningen veldig stor. Vi kan si havet har fått feber. Men det er ikke feberen som er problemet, for på samme måte som at vi mennesker har lavere toleranse for kvalme og hodepine når vi har feber, fører temperaturøkningen i havet til at andre endringer tolereres mye dårligere. Og det kan få alvorlige konsekvenser.

## **Havtemperaturen fortsetter å øke**

Verdens naturvernunion (IUCN) publiserte høsten 2016 en stor rapport om den pågående oppvarmingen av havet. Her har de sett på årsaker, effekter, konsekvenser og ikke minst i hvilken grad og på hvilke tidsskalaer

havet varmes opp. Bakgrunnen er at både observasjoner og forskning viser at havet har feber og at temperaturen fortsetter å øke.

Da den amerikanske forskeren Stephen Riser sammen med flere kollegaer gikk gjennom femten års observasjoner og forskningsresultater fra Argo-nettverket ble dette helt tydelig. Argo-nettverket består av automatiske observasjonsroboter som tråler havet og sender informasjon om blant annet temperatur, saltinnhold og oksygenivå tilbake til forskerne. Riser og kollegaene publiserte nylig en oppsummering av oppvarmingsstatusen i havet i Nature Climate Change. Der viser de at de øverste 900 meter av havet i gjennomsnitt har blitt 0,3 grader varmere siden slutten på 1800-tallet. Dette er en trend som med all sannsynlighet vil fortsette inn i fremtiden, og IUCN anslår en temperaturøkning på mellom en og fire grader i 2100. Dette vil føre til økt havnivåstigning og smelting av både sjøis og isbremmer.



# HAVETS ROLLE FOR OPPTAK AV VARME OG KARBON

## Fargeløse koraller

Det er ikke bare i fysikken at vi ser konsekvenser av økt temperatur. Som vist i rapporten fra IUCN har temperaturendringene allerede kommet så langt at det er synlige tegn til at store økosystemer er påvirket. For eksempel i tropiske korallrev som har blitt utsatt for bleking, der korallene kutter sitt symbiotiske forhold til en spesiell art alger og dermed blir hvite. Alle årsakene til korallbleking er ikke kjente, men temperaturøkning er en stor del av problemet.

Det store omfanget av bleking av Great Barrier Reef i Australia – kanskje verdens mest berømte korallrev – har det siste året fått mye oppmerksomhet i media. Skadene og langtidsvirkningene både her og på andre korallrev i verden påvirker alt fra turisme til lokal matproduksjon, og kostnadene er store også i kroner og øre. Derfor har også Australias regjering nå lansert en plan for å redde dette korallrevet.

## Plankton og fisk på flyttefot

En annen konsekvens av temperaturendringene er at arter og økosystemer migrerer og forflytter seg. Observasjoner viser tegn til at flere og flere arter forflytter seg mot polene og kaldere vann. Alt fra plankton og fisk til sjøfugl flytter på seg. Forskyvning av økosystemene i havet kan skje raskere enn på land, og rapporten til IUCN påpeker for eksempel en viss risiko for at de forskjellige nivåene i næringskjeden forflytter seg på ulikt vis og til ulike områder. En annen fare er at forskjellige arter kommer i konkurranse med hverandre når de havner i samme områder.

De fleste arter har tilpasset seg en spesiell økologisk nisje, og trives derfor best innenfor et visst temperaturintervall. Hvis et område blir for varmt eller området med passende temperatur utvider seg, så kommer noen arter til å flytte på seg. Et eksempel på det siste er makrell, som det siste tiåret har hatt en stadig økende utbredelse og gytebestand i norske, færøyske, islandske og grønlandske farvann. Til og med på Svalbard er sommertemperaturen i enkelte fjorder nå så høy at det fiskes makrell der.

Det er vanskelig å forske på biologiske konsekvenser av temperaturøkningen i havet siden tilpasningsprosessene er kontinuerlige og ofte går over lang tid. Derfor er mange av de mulige konsekvensene som IUCN diskuterer ennå veldig usikre. Men til tross for dette kan temperaturøkningen og dens konsekvenser på sikt ha stor påvirkning på det biologiske mangfoldet i havet.

Skilpadder er et eksempel på dyr som kan oppleve alvorlige konsekvenser av temperaturøkning. Etter eggene er lagt, er det temperaturen eggene utvikles i som bestemmer kjønn til skilpadden og varmere temperaturer gir flere hunnkjønn. Dermed kan temperaturendringene føre til endringer i kjønnsfordelingen.

## IUCN

Verdens naturvernunion / International Union for Conservation of Nature (IUCN)

IUCN er en internasjonal sammenslutning med mål om å tilby kunnskap og verktøy som gjør naturvern til en integrert del av den samfunnsmessige og økonomiske utviklingen i verden. IUCN publiserte i september 2016 en rapport om oppvarmingen av havet og konsekvensene av dette kalt «Explaining Ocean Warming: causes, scale, effects and consequences».

## Havet tar opp mer varme enn luft gjør

Mer enn 93 prosent av all ekstra varme grunnet drivhuseffekten siden 1970 er tatt opp av havet. Om man tok den samme mengden varme som er tatt opp i de øverste 2000 meterne i havet i tiden mellom 1955-2010, og flytter denne til de første 10 kilometerne av atmosfæren, ville man fått en oppvarming av luften på 36°C.

Også dyphavet varmes opp, selv om oppvarmingen i dyp-havet skjer mye saktere. Varme og karbon som blir tatt opp av havet blir ikke nødvendigvis lagret for godt. Det kan slippes ut igjen, for eksempel når overflatetemperaturene er ekstra varme, som i en El Niño-fase når vannet i Stillehavet er ekstra varmt.

## Lagdelling og redusert opptak av CO<sub>2</sub>

Smelting av sjøis og isdekker gir tilførsel av ferskvann til havet noe som også er med på å øke lagdelling av havet.

Stereke lagdelling kan påvirke den store omveltningen i havet, havets evne til å lage nytt dypvann, og med det redusere havets evne til å dra karbondioksid ned i dypet. Selv om det ventes noe nedgang i omveltningen er forskerne ikke enige i hvordan og hvor mye denne prosessen påvirkes.





## Kystsonen og marine økosystemet

Etter hvert som sjøisen blir drevet nordover følger plankton knyttet til iskanten etter. Oppvarming driver flere arter nordover, og arktiske arter vil kunne få konkurranse, noe som påvirker den arktiske matkjeden. Det er ventet at sel og hvalross vil få problemer, særlig sel som lever ved iskanten.

Kystområdene har hatt en oppvarming som 35 prosent raskere enn det åpne havet siden 1960.

Oppvarming i områder med korallrev har økt de siste tiårene. I denne perioden har flere korallrev blitt utsatt for høye temperaturer som har ført til bleking av korallene, omtrent en gang hvert sjette år. I løpet av de tre siste tiårene har perioder med korallbleking økt tre ganger så mye. De siste kjøringene av klimamodeller forutsier en årlig bleking av nesten alle korallrev innen 2050.

## Varme gir energi til orkaner

Mer varme i havet gir flere sterke orkaner. For hver grad Celsius av global oppvarming, kan man vente en økning på 25-30 prosent i forekomsten av slike sterke vindsystemer.

Flere sterke stormer i Arktis gir en økning i oversvømmelse langs kystlinjene i Arktis. Det er en uheldig utvikling for sårbare økosystem langs kysten.

## Mindre oksygen i havet

En økning av områder med mindre oksygen påvirker også den biogeokjemiske syklusen og rollen til mikroorganismer. Forskerne forventer en klar nedgang i oksygenkonsentrasjonen i havet, og mellom 18 til 50 prosent av denne nedgangen skyldes oppvarming. Høyere temperatur i overflaten reduserer sjøvannets evne til å ta opp oksygen.

En konsekvens av dette er at mindre oksygen trenger ned i dyphavet, noe som er lite gunstig for liv i dypet. En annen konsekvens av lave oksygenivå er at den forer nitrogensyklusen, slik at det blir dannet mer av gassen  $N_2O$ -lystgass. Lystgass er en potent drivhusgass og det er observert økning av utveksling av lystgass fra havet til atmosfæren.



## Vi må ikke bare ta tempen

Fokuset på klimaendringer har lenge vært på temperaturøkningen i atmosfæren, ekstremvær, tørke og flom.

Siden vi mennesker lever på landjorda og puster i atmosfæren, så er dette fokuset kanskje naturlig. Men mer enn to tredjedeler av jordoverflaten er hav. Og havet er på mange måter fortsatt en hvit flekk på kartet: bare ti prosent av havet er blitt utforsket av mennesker. Siden havet er så stort og så dypt er det både kostbart og tidkrevende å observere endringer her, men slike observasjoner er nøkkelen til forstå langtidskonsekvensene av klimaendringer.

Hverken årsaker, effekter eller konsekvenser av endringene som oppsummeres av rapporten fra naturvernunionen IUCN kan forstås hvis vi bare har observasjoner av temperaturendringene i havet. Vi må i tillegg observere havforsuringen som oppstår på grunn av økt CO<sub>2</sub>-innhold, endringene i oksygeninnhold som oppstår på grunn av temperaturendringer, og endringene i næringssaltene som oppstår på grunn av forurensning fra land. Vi må også begynne å overvåke forflytninger og migrasjoner i havet, og årsakene til disse.

Temperaturmålene for fremtiden er fremtredende i diskusjoner om klima og klimaendringer. Politiske mål som 1,5° og 2° er enkle

å formidle og enkle å forstå, men et rent temperaturmål ser derimot helt bort ifra havet. I en kommentar i Nature for to år siden argumenterer forskerne David G. Victor og Charles F. Kennel for at vi er nødt til å bevege oss bort fra slike rene temperaturmål hvis våre politiske og samfunnsøkonomiske mål skal ha noen betydning for naturen. De mener vi heller må lage målsetninger som tar i betraktning flere forskjellige stressfaktorer som påvirker naturen.

Slike livstegn kan for eksempel være oksygenivået som noen modeller anslår vil synke med opp mot sju prosent i dette århundret. Eller havets pH-verdi som i dag synker med to tusendedeler hvert år og er modellert til å synke med opp mot 0,4 i dette århundret. Det høres ikke så mye ut, men for å sette det i perspektiv så vil en tilsvarende nedgang i pH i blodet til oss mennesker være dødelig.

Nå er ikke konsekvensen for havet like direkte som for menneskers blod, så havet kommer ikke til å dø. Poenget er at vi må overvåke og forstå endringene i flere livstegn enn bare temperatur, på samme måte som hva legene gjør når vi mennesker er syke. Vi tar jo ikke bare tempen.



## Biologiske konsekvenser

- Bleking av korallrev.
- Migrasjon av arter som følger endringene i temperatur.



## Andre mulige konsekvenser

- Lavere CO<sub>2</sub>-opptak.
- Temperaturen bestemmer kjønnsutviklingen til arter som skilpadder, så økt temperatur kan føre til endret kjønnsfordeling.
- Mindre is kan føre til vanskeligere hekkeforhold for sjøfugl.
- Migrasjoner kan føre til endringer i rovdyr-byttedyr dynamikken.



## Fysiske konsekvenser

- Havnivåstigning.
- Smelting av sjøis og isbremmer.
- Endringer i stratifiseringen i havet kan forandre storskala sirkulasjon.
- Endret sirkulasjon kan føre til lavere oksygeninnhold i havet.

Alle foto: Wikipedia