



AMOC (Atlantic meridional overturning circulation)

Dato
17-02-2025

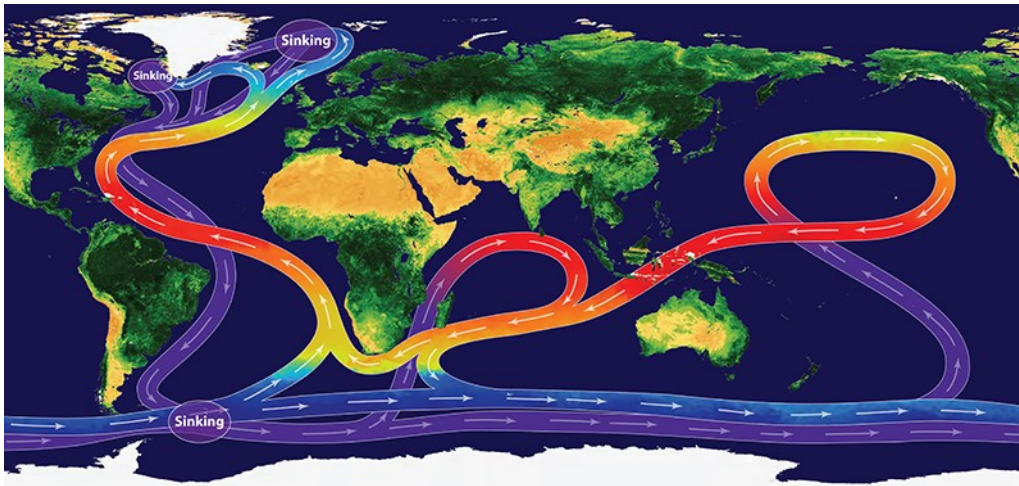
Hvad er AMOC?

AMOC (*Atlantic meridional overturning circulation*) er et stort og komplekst system af havstrømme, der transporterer varmt overfladevand fra tropiske områder i syd mod nord gennem Atlanterhavet. Efter at have afgivet varmen til atmosfæren over Nordatlanten afkøles vandet og returnerer som koldt vand i strømmene mod syd i havets dyb.

Golfstrømmen bruges af og til som et synonym for AMOC, hvilket ikke er helt korrekt, fordi AMOC er et system af mange varme og kolde havstrømme, herunder Golfstrømmen. Golfstrømmen transporterer varmt vand mod nord langs den amerikanske østkyst og er en vigtig del af AMOC samt den stærkeste havstrøm i Atlanten.

AMOC omfordeler varme på Jorden, hvilket hjælper med at regulere klimaet, især i Nordatlanten og Vesteuropa, og systemet spiller herved en central rolle i opretholdelsen af det klima, vi kender.

Ændringer i AMOC vil have indvirkning på vejrmonstre, havniveau og temperaturer, men også på havets økosystemer, CO₂-optag og iltforhold i havet.



Hvad er mulige konsekvenser af en svækkelse eller kollaps af AMOC?

Forskningen skelner mellem 1) en langsom, gradvis og forudsigelig svækkelse af AMOC frem mod år 2100, og 2) risikoen for et pludseligt og uforudsigeligt kollaps over få årtier. Konsekvenserne er behæftet med vis usikkerhed, særligt på regional skala.

Gradvis svækkelse:

Ved en markant svækkelse af AMOC frem mod år 2100 vil varmetransporten fra syd til nord mindskes betydeligt. Men selvom havsystemerne sender mindre varme nordpå, vil temperaturerne i Danmark og globalt fortsat stige som følge af global opvarmning. Denne effekt er indregnet i alle eksisterende scenarier for fremtidens klima i Danmark (DMIs KlimaAtlas).

Pludseligt kollaps:

Ved et pludseligt kollaps af AMOC vil den manglende varmetransport fra syd til nord forårsage tilsvarende ændringer i regionale vejr- og nedbørsmønstre mange steder i verden.



Ved kollaps vil temperaturen over Nordatlanten og dele af det Arktiske Ocean falde markant og udbredelsen af havis øges. Temperaturen over dele af Nordeuropa vil også falde flere grader. Det præcise temperaturfald ved et pludseligt kollaps er behæftet med en vis usikkerhed. Da temperaturfaldet kun vil være udtalt over høje breddegrader vil et kollaps medføre større temperaturforskelle mellem hhv. det nordlige og sydlige Europa. Disse forskelle kan føre til mere ekstremt vejr.

Færøerne og Grønland vil opleve markante temperaturfald, og udbredelsen af havis vil øges i havene omkring Grønland, men ikke omkring Færøerne. En generel forskydning af nedbør mod syd kan betyde lidt mindre nedbør på Færøerne og i Sydgrønland.

Et pludseligt kollaps af AMOC vil medføre et temperaturfald på flere grader i Danmark, både sommer og vinter, men vil ikke betyde en overgang til istidslignende forhold. Temperaturfaldet i Danmark vil over tid opvejes af fortsat global opvarmning, hvis globale udledninger af drivhusgasser fortsætter. Da nedbør generelt vil forskydes mod syd kan det medføre en reduktion i nedbør over Danmark.

DMI's ekspertvurdering af AMOC og forbindelsen til FN's Klimapanel, IPCC

DMI er regeringens klimavidenskabelige rådgiver og nationalt kontaktpunkt til FN's Klimapanel, IPCC. Ud over rådgivning af regeringen forsker DMI bl.a. gennem dets Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) inden for en række temaer, herunder bl.a. fremtidens ekstreme vejr, klimaforandringer ved polerne, global opvarmning og tipping points. NCKF understøtter forskning i AMOC i både Danmark og i Færøerne, herunder ved direkte observationer af styrken af AMOC i havene omkring Færøerne.

DMI forventer ikke, at AMOC står over for et nærtforestående kollaps. Denne vurdering er i overensstemmelse med IPCC's vurdering, der, i den seneste hovedrapport fra 2023, vurderer, at AMOC med stor sandsynlighed vil svækkes. IPCC vurderer, at svækkelsen ikke vil indebære et kollaps i det 21. århundrede.¹

Klimamodeller har indtil videre vist, at AMOC med meget stor sikkerhed vil svækkes gradvist med 30-40 pct. frem mod år 2100, men uden pludselige skift og uden at nå et tipping point. Klimafysiske 'tipping points' er tærskelpunkter, der ved overskridelse kan medføre pludselige, selvforstærkende og potentielt uoprettelige ændringer i Jordens klimasystem. Dette kan føre til drastiske klimaforandringer. Samlet har IPCC derfor formidlet, at et AMOC-kollaps ikke forventes i dette århundrede.

Nye enkeltstudier på området, som peger på en højere risiko eller ligefrem forudsiger et kollaps, har fået megen omtale, men DMI vurderer ikke, at disse enkeltstudier kan stå alene eller aktuelt underbygges af andre typer videnskab, af nye klima-simuleringer eller af direkte observationer. Enkeltstudierne bør derfor indgå i en samlet og tværgående forskningsmæssig vurdering, mens forskningen på området fortsætter. Andre nye enkeltstudier på området peger på stabilitet i AMOC og vil også indgå i en samlet vurdering.

¹ IPCC's synteserapport (2023) beskrev bl.a. følgende: "AMOC vil med stor sandsynlighed svækkes i løbet af det 21. århundrede for alle betragtede scenarier (high confidence), men et abrupt kollaps forventes ikke før år 2100 (medium confidence). "High confidence" og "Medium confidence" er ikke et spørgsmål om sandsynlighed (eller statistisk signifikans) for et kollaps, men er en IPCC ekspertvurdering af den tilgængelige forskning på et område. Her kan "medium confidence" fx indikere, at der er en begrænset mængde litteratur, middel robusthed i analyserne eller en moderat grad af konsensus blandt de tilgængelige studier.



IPCC peger på, at vidensgrundlaget er meget begrænset, og DMI bemærker, at det er vigtigt, at der foretages yderligere forskning på området for at belyse sandsynlighederne for et kollaps under forskellige scenarier samt potentielle konsekvenser ved et kollaps.

Sandsynlighederne for, at AMOC svækkes eller kollapse kan minimeres ved at reducere udledningen af drivhusgasser på globalt plan.

Den næste IPCC-rapport, der bl.a. kommer til at behandle forskning vedr. AMOC, bliver første delrapport af IPCC's syvende hovedrapport, som forventes færdig i 2028.

DMI deltager bl.a. i en fælles international indsats (i regi af JPI Climate og JPI Oceans²), der har til formål hurtigst muligt at opdatere den autoritative viden om risici og fremtidsscenarier for AMOC. Dette skyldes det akutte behov for at have en autoritativ viden på området allerede i 2026, og ikke først, når IPCC's rapport er færdig i 2028.

² JPI'er (*Joint Programming Initiatives*) er europæiske mellemstatslige forskningssamarbejder. JPI Climate fokuserer på at forstå og håndtere klimaforandringer. JPI Oceans sigter mod at fremme bæredygtig brug af havets ressourcer og beskytte marine økosystemer.