

Periodiske klimasvingninger er en naturlig prosess. Effekter av menneskelig påvirkning som adderer seg til de naturlige klimasvingningene, vil ventelig gi en betydelig temperaturstigning i de kommende år. Dette kan påvirke våre ville fiskebestander både positivt og negativt. For norsk havbruk kan en moderat temperaturstigning være gunstig. Temperaturstigninger på flere °C vil imidlertid kunne skape økende sykdoms- og parasittproblemer. En temperaturstigning vil øke hyppigheten av ekstreme værtilstander, og sannsynligheten for miljøskadelige ulykker til havs vil øke.

Klimaet i de norske fiskeriområder er i stadig endring. De siste hundre års klimautvikling gir et godt eksempel på naturlige svingninger i havklimaet. Ved forrige århundreskifte hadde vi et ganske kjølig klima. Temperaturen økte utover 1910- og 20-tallet, og rundt 1930 var klimaet mildt. På 40- og 50-tallet sank temperaturen mot et lavnivå som ble nådd i 60-årene. I 70-årene så vi en tydelig tendens til økende temperaturer, og på 90-tallet var vi tilbake til det samme milde klimaet som vi hadde i slutten av 1930-årene. Hvis vi analyserer registrerte og beregnede klimasvingninger over tid, finner vi at tidsseriene inneholder både periodiske (repeterende) og ikke-periodiske komponenter. Siden 1970-årene er vi blitt mer og mer opptatt av ikke-periodiske komponenter i klimasvingningene som mest sannsynlig skyldes menneskelig aktivitet. Kanskje ser vi en sammenheng mellom klimaforandringer og menneskenes utslipp av klimagasser. Disse utslippene kan gi oss et varig varmere klima (se innledningsartikkelen om klima og klimaprosesser side 69).

Golfstrømmen

De høye temperaturene i forhold til breddegraden i våre nordlige havområder skyldes transport av varmt vann fra Atlanterhavet inn i Norskehavet. Strømmen som fører dette vannet mot Norskehavet bærer navnet "Den nordatlantiske strøm", men i Norskehavet der den strømmer nordover langs eggakanten, er den kjent som "Den norske atlantehavsstrøm". Fordi kildene til dette varme vannet kan spores helt tilbake til Golfstrømmen ved sørøstkysten av USA, der den strømmer øst gjennom

Floridastredet fra Mexicogolfen, blir Den norske atlantehavsstrømmen ofte kalt "Golfstrømmen".

Underveis blir det varme vannet fra Mexicogolfen avkjølt både gjennom varmetap til atmosfæren og ved at det blandes med kaldere vann fra nord. Blandingen med kaldt vann skjer spesielt langs Den arktiske fronten i den nordvestlige delen av Atlanterhavet, som omfatter området øst av Newfoundland, Labradorhavet og vestlige deler av Irmingerhavet ved Sørøst-Grønland (Figur 6.4). Selv om møtet med det kalde og relativt ferske vannet fra Østgrønlands- og Labradorstrømmen skaper en betydelig nedkjøling av atlantehavsvannet før det når Norskehavet, er det likevel varmt nok til å avgi store varmemengder til atmosfæren også over De nordiske havene og Barentshavet.

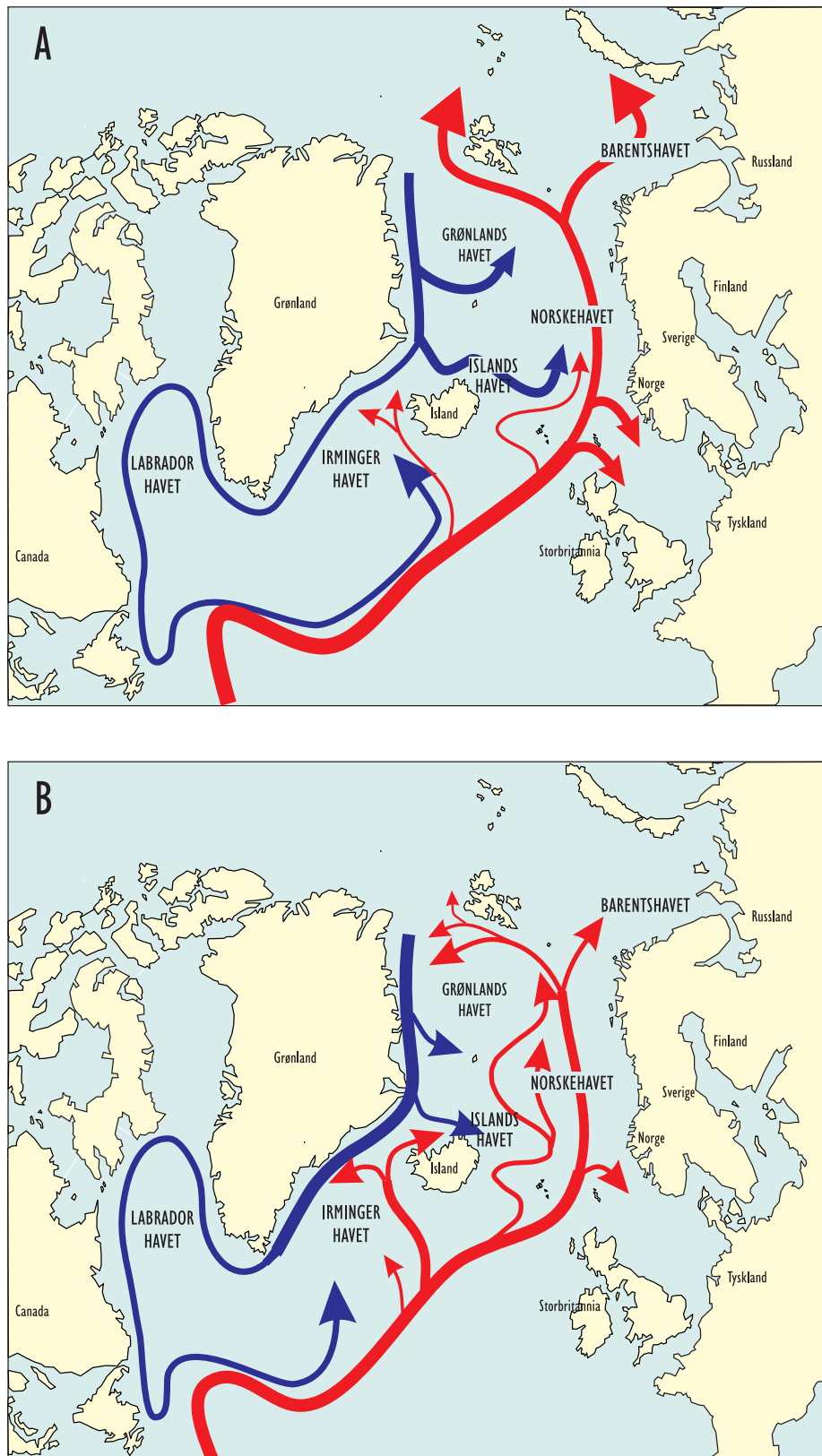
Hva driver havstrømmene?

Drivkreftene til strømsystemet i det nordlige Atlanterhavet og De nordiske hav (Islandshavet, Norskehavet og Grønlandshavet) har to hovedledd, den såkalte termohaline sirkulasjonen og vinddriften.

Den termohaline sirkulasjon

Den termohaline sirkulasjonen skyldes at vannet som avkjøles på vei nordover blir tyngre og derved synker ned mot større dyp. I Grønlandshavet er slik nedsynking betydelig i den kalde årstid. Der kan det avkjølte vannet synke helt til bunns og danne nytt såkalt "bunnvann". Selv om det ikke har vært påvist vesentlig bunnvannsdannelse siden 1970-årene, dannes det likevel mye vann som er vesentlig tyngre enn det innstrømmende vannet, slik at de dypere lagene i De nordiske hav fremdeles domineres av kaldt, tungt vann (ca. -1°C). Dette vannet er isolert fra de dype lagene i det nordlige Atlanterhavet av en undersjøisk rygg som strekker seg fra Grønland, via Island og Færøyene til Skottland. De dypeste passasjene over denne ryggen finner vi i en smal, 850 m dyp renne sør av Færøyene, og i Danmarkstredet der sadeldypet er 620 m.

Drivkraften i den termohaline sirkulasjonen er at det kalde vannet i de dypere lag av De nordiske havene er mye tyngre enn vannmassene på tilsvarende dyp sør av Grønland-Skottlandryggen.



Figur 6.4

Hovedtrekk i sirkulasjonsmønsteret i nordlige deler av Atlanterhavet og i De nordiske hav. Blå farge representerer arktiske vannmasser mens atlantisk vann er rødt. A: strømbildet ved høy NAO-indeks. B: strømbildet ved lav NAO-indeks (se teksten for forklaring).

Main features of the circulation in the northern North Atlantic and the Nordic Seas. Blue colour represents Arctic water masses while Atlantic water is shown in red. A: the main currents when the NAO-index is high. B: the main currents when the NAO-index is low.

Derfor renner dypvannet fra De nordiske havene gjennom de dypeste passasjene i ryggen og derfra ned langs bunnen til de store dyp i Atlanterhavet. Det tunge vannet som renner ut i Atlanterhavet blir erstattet med en tilsvarende innstrømning av varmt atlantehavsvann fra sør. Det er rett og slett tyngdeforskjellen mellom vannet som er avkjølt i nordlige havområder og det varme atlantehavsvannet som er drivkraften til den termohaline sirkulasjon, og dermed til Golfstrømmen.

Vinddriften og NAO-indeksen

Endringer i vindsystemet nord i Atlanterhavet kan gi store klimaeffekter. Den viktigste drivkraften for vindene i Nord-Atlanteren er de fremherskende trykkdifferanser mellom nord og sør. Området rundt Island er stort sett preget av vedvarende lavtrykkdannelser. Lenger sør, over Azorene, er der et stabilt høytrykksområde. Den langsomt pulserende trykkforskjellen mellom Azorerhøytrykket og Islandslavtrykket kalles Den Nordatlantiske Oscillasjonen, eller NAO-indeksen. NAO-indeksen er en viktig indikator for klimautviklingen i det nordatlantiske området. Når indeksen er høy, dannes det vedvarende kraftige sørvestlige vinder over Nordvest-Europa. Når indeksen er lav, avtar de sørvestlige vindene. Sammenhengen mellom vinddrift og strøm er komplisert. Vinden virker nemlig både på transportvolumet og på utbredelsen av vannmassene.

Høy NAO-indeks (Figur 6.4A)

I grove trekk gjør en høy NAO-indeks Den norske atlantehavsstrømmen smal, men sterk. Forholdsvis mye varmt vann strømmer inn i Barentshavet og Polhavet. Idet atlantehavsstrømmen blir smalere og atlantehavsvannet trykkes østover, blir det erstattet av kaldere vann fra vest. Dette skyldes at Øst-Grønlandsstrømmen som fører kaldt og ferskt vann sørover fra Polhavet, på grunn av de samme vindforholdene blir bredere. Spesielt øker transporten i Jan Mayenstrømmen og Øst-Islandsstrømmen, som begge er avgreninger mot øst, henholdsvis nord av Jan Mayen og nord av Island. Vindforholdene driver således arktisk vann tilbake til de nordlige havområdene, og transporten ut gjennom Danmarkstredet blir tilsvarende mindre. Derved øker både temperaturen og saltholdigheten i det nordvestlige Atlanterhavet. Også atlantehavsvannet som kommer inn i Norskehavet blir varmere og saltere.

Lav NAO-indeks (Figur 6.4B)

I perioder med lav NAO-indeks avtar de sør-

vestlige vindene. Da blir Den norske atlantehavsstrømmen forholdsvis bred og sprer seg mer vestover. Tilsvarende blir Østgrønlandsstrømmen smalere, og forgreningene inn i De nordiske havene blir svakere. Derimot vil det strømme mer arktisk vann ut gjennom Danmarkstredet slik at det nordvestlige Atlanterhavet langsomt blir kaldere og mindre salt.

NAO-indeksen svinger mellom høye og lave verdier med periodetider opp til flere tiår. Siden 1960-årene har indeksen vært økende, og økningen har vært den kraftigste siden regelmessige observasjoner av lufttrykk tok til for knappe 150 år siden. En del av denne økningen antas å henge sammen med den menneskeskapte drivhuseffekten, men vi vet ikke hvor mye. Selv om økningen av NAO-indeksen siden 1960-årene er den sterkeste som er observert, er det likevel sannsynlig at naturlige reguleringsmekanismer etter hvert bringer den til å synke igjen, slik at klimaet igjen styres mot en tilstand med mindre sørvestlige vinder. I så fall vil Den norske atlantehavsstrømmen på ny bli bredere og Øst-Islandsstrømmen igjen bli svakere. De vestlige delene av Norskehavet og nord-islandske farvann vil igjen bli varmere. Transporten av atlantehavsvann til Polhavet og Barentshavet vil avta og skape en tendens til lavere temperaturer i disse nordlige områdene.

Hva om NAO-indeksen ikke avtar?

Dersom NAO-indeksen forblir permanent høy vil det skapes et vedvarende sørvestlig vindmønster i det nordlige Atlanterhavet slik at påtrykket av arktisk vann fra vest vil øke. Effekten av en eventuell vedvarende høy NAO-indeks kan vi allerede nå studere i Grønlandshavet, der dannelse av bunnvann har uteblitt i de siste 30 år. Denne manglende bunnvannsdannelse skyldes at vindforholdene i en årrekke har spredt ferskt, og derfor lett arktisk vann utover hele havoverflaten. Dette ferske vannet virker som et isolerende lokk. Selv om vannet i lokket avkjøles til frysepunktet, blir det likevel ikke så tungt at det synker ned til de underliggende, saltere vannmassene.

Svekket Golfstrøm?

Dersom det innstiller seg et mønster med vedvarende kraftige sørvestlige vinder, kan vi risikere at det arktiske overflatevannet som kommer vestfra kan bli lettere enn det innstrømmende atlantehavsvannet og derved danne et lignende isolerende lokk i Norskehavet. En slik lokkdannelse vil også her hindre varmeutveksling til atmosfæren og følgelig

skape betraktelig lavere vintertemperaturer. Det vindblandede overflatelaget i Norskehavet vil bli vesentlig kaldere om vinteren fordi det ikke blander seg med de underliggende atlantiske vannmassene slik det gjør nå. I så fall oppstår en situasjon som vi aldri tidligere har erfart. På kort sikt vil nok fremdeles mye varme nå Barentshavet og Polhavet, men skulle NAO-indeksen forbli høy over en lengre tidskala, vil innstrømningen av vann fra Atlanterhavet måtte avta fordi den termohaline sirkulasjonen – Golfstrømmens viktigste drivkraft – vil bli svekket.

Et varmere fremtidsklima?

Den høye kompleksiteten i de klimaskapende prosessene gjør det vanskelig å trekke sikre konklusjoner om fremtidens klima. Vi kan ennå ikke si om menneskelige påvirkninger kommer til å gi en vedvarende temperaturøkning, eller om de naturlige klimasvingningene vil få størst effekt. Vi konstaterer imidlertid at vi nå er inne i en periode med ekstremt rask oppvarming både på land og i hav. Det er overveiende sannsynlig at denne oppvarmingen vil vedvare i de nærmeste ti år.

Klimaets påvirkning på fiskebestandene

De forventede endringer i miljøforholdene som er skissert over kan få store konsekvenser for flere av våre store fiskebestander. Generelt kan det sies at høye temperaturer favoriserer god rekruttering og god individuell vekst hos de fleste fiskebestander. Historiske data har bekreftet en slik sammenheng. På kort sikt vil derfor flere bestander kunne rekruttere bedre ved en økning i temperaturen. På den annen side kan økt fisketetthet føre til en redusert vekst og dårligere kondisjon, som igjen vil svekke rekruttering på litt lengre sikt. Videre vet vi at de ulike fiskebestandene har egne temperaturpreferanser. Endringer i temperaturen i havet kan derfor føre til at fiskebestandene får en annen utbredelse enn de har i dag, og at tradisjonelt gode fiskeområder kanskje vil bli mindre gode i fremtiden. Figur 6.5 viser hvordan vi tror en endring mot varmere klima vil påvirke utbredelsen av noen viktige fiskebestander.

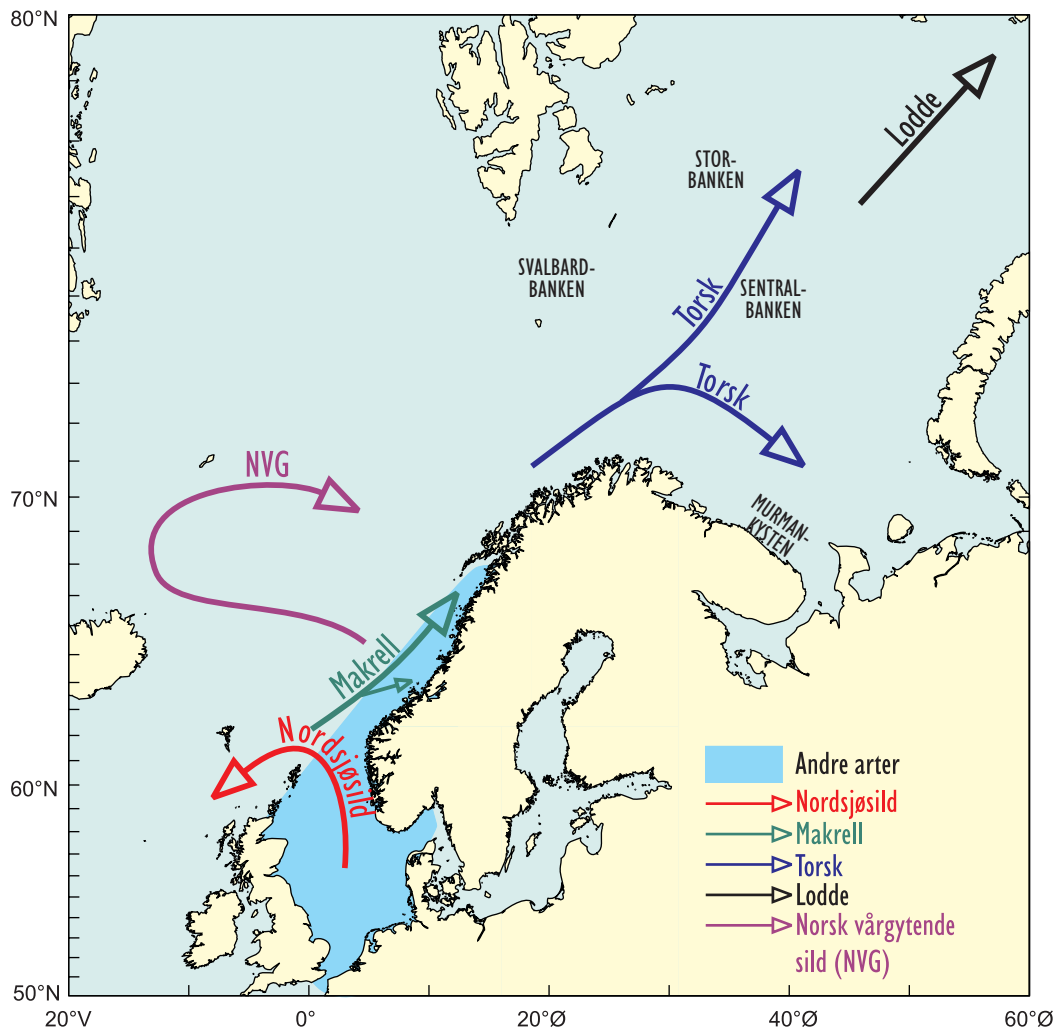
Nordsjøen

I Nordsjøen kan vi vente en temperaturøkning på 1-2°C i hele området. En generell økning i temperaturen vil føre til at vi får en innvandring av mer sydlige arter. Sardin og ansjos vil bli vanligere å finne, og disse vil konkurrere med de pelagiske artene sild og makrell som vi nå finner her. Sild og

makrell vil trolig vandre nordover siden det kan bli for varmt i Nordsjøen. Silden i Nordsjøen har nå en nordligere utbredelse enn tidligere, og vi finner stadig større mengder sild rundt Shetland. Makrellen vil også få en nordligere fordeling, og den vil vandre stadig lenger nord langs kysten om sommeren. Dette har vi allerede sett tendenser til. Nå er det ikke lenger uvanlig å få gode fangster av makrell utenfor Nordland. For ti år siden var dette nesten utenkelig. For noen arter av bunnfisk, først og fremst torsk, vil høyere temperaturer virke ugunstig slik at disse bestandene kommer til å avta. Selv om den totale mengden av fisk nok ikke vil minske, vil arts-mønsteret kunne føre til at fangstverdien går ned.

Norskehavet og norskekysten

En fortsettelse av den tendensen vi nå ser til temperaturøkning i østlige deler av Norskehavet og langs norskekysten, kan også her føre til økt innvandring av mer sydlige arter. Makrell vil bli vanligere nordover langs kysten om sommeren og høsten. Makrellstørje kan bli utbredt i Norskehavet igjen. En temperaturøkning vil også kunne virke positivt for rekrutteringen av flere viktige fiskebestander. Dette gjelder i første rekke sild og torsk. Historiske data viser at høy temperatur favoriserer god rekruttering hos disse bestandene, og bestandene vil derfor kunne øke i mengde dersom beskatningen ikke er for høy. Dersom den nåværende situasjonen med fremherskende sørvestlige vinder avbrytes, vil temperaturen i vestlige deler av Norskehavet og havet mot Island igjen stige. På sin sommervandring vil silda derfor trolig oppholde seg i lengre perioder i den vestlige delen av havet. Videre er det sannsynlig at silda gjenopptar sitt gamle vandringsmønster med sommerbeiting ved Island og overvintring i Norskehavet. Dette var vanlig i mellomkrigstiden og fram til de første årene på 1960-tallet da vi jo hadde en periode med mildt klima. Økte sildemengder kan også føre til en generell økning av mengde bunnfisk langs kysten, fordi silda trolig vil fortsette å gyte på de tradisjonelle gyteplassene og berike kystområdene med egg og yngel. Dersom vi får en ekstrem situasjon med fortsatt økende sørvestlig vindmønster, vil forholdene for fiskebestandene bli langt vanskeligere å forutsi. Den kjønnsmodne delen av torskebestanden vil sannsynligvis ikke få store problemer, men innvirkningen på produksjonen av planteplankton og forholdene for yngelpopulasjoner kan derimot bli betydelige, sannsynligvis til det verre.



Figur 6.5 Endringer i utbredelse av noen viktige fiskebestander, basert på antagelsen om en økning i temperaturen i det kommende tiår.
Changes in the geographical distribution of some common fish stocks, based on the assumption of a general increase in temperature in the coming ten years.

Barentshavet

I dag dominerer varmt atlantehavsvann i de sørlige deler av Barentshavet og kaldt arktisk vann i nord. Polarfronten, som er grensen mellom disse vannmassene, følger bunntopografien i de vestlige deler av Barentshavet (mellom Svalbardbanken og Sentralbanken) og vil flytte seg minimalt som følge av de naturlige klimasvingningene. Derimot er grensen mellom de kalde og varme vannmassene mye mer diffus øst for Sentralbanken. En økt transport av atlantehavsvann vil derfor få ulike konsekvenser i forskjellige deler av Barentshavet. I området rundt Svalbardbanken og opp til Storbanken vil det trolig bli liten endring i vannmassenes fordeling. I de sørlige deler vil temperaturen øke, kanskje opp mot et par grader. Denne økte varmestrommen vil bre seg østover i Barentshavet helt mot kysten av Novaja Semlja. Dette betyr at i områder hvor vi i dag bare observerer

plussgrader i spesielt varme år, sannsynligvis vil måle temperaturer over 0 °C hvert eneste år. Dette vil også gjelde for Murmankysten. Som en konsekvens av oppvarmingen vil også isgrensen flytte seg lengre nord om vinteren. Dette medfører at den planktonproduksjonen som er knyttet til isens tilbaketreking om sommeren vil få dårligere vilkår. Oppvarmingen vil sannsynligvis også føre til at torsk, hyse, sild og lodde får en mer østlig utbredelse enn i dag. Fiskefelt som tradisjonelt sett har vært rike, kan få redusert betydning som følge av en temperaturøkning. En større del av torsken vil oppholde seg i russisk økonomisk sone, og lodda vil fordele seg i nordøstlige deler av havet, - særlig om høsten. Lodda vil fremdeles gyte langs Finnmarkskysten. Det er ikke påvist at lodda rekrutterer bedre ved økt temperatur, men veksten kan bli bedre. Dette kan paradoksalt nok

føre til en lavere bestand fordi raskere vekst fører til tidligere gyting hvoretter mesteparten av lodda dør. Dersom temperaturøkningen medfører en økt hyppighet av gode sildeårsklasser, vil også sildens fremgang kunne hemme lodderekutteringen. I så fall kan resultatet bli en langvarig reduksjon av loddebestanden.

Effekter på havbruksnæringen

For havbruksnæringen kan varmere klima i første omgang være en fordel. Fisken vil f.eks. vokse omtrent 10 % raskere for hver °C som temperaturen øker (hvis den ikke blir for høy). Økt temperatur gir også økte muligheter for oppdrett av varmekjære arter som f.eks. piggvar, men mulighetene til økonomisk gevinst må avveies mot muligheten for nye sykdommer, mer hyppige oppblomstringer av giftige alger og nye parasitter. Samlet sett er det liten grunn til å tro at temperaturøkninger opp til 1°C vil gi uønskede effekter, men skulle oppvarmingen bli på flere grader, er det imidlertid grunn til uro.

Ekstreme værforhold

En overgang mot varmere klima vil etter alt å dømme skape mer ekstreme værforhold. Med en planlagt økt transport av olje og radioaktivt avfall langs norskekysten, vil hyppigere stormer høyst sannsynlig øke faren for miljøskadende ulykker til sjøs. Tre skipsforlis langs norskekysten ved årsskiftet 2000/01 i relativt rolig vær, bare antyder hva følgene kan bli. Et forlis med påfølgende utslipp av olje i et område med store forekomster av fiskelarver kan virke negativt inn på larvenes overlevelse. Oppdrettsanleggene langs kysten vil også bli sterkt skadelidende av et slikt oljespill. Verst vil det imidlertid være dersom et fartøy med dårlig sikret radioaktivt avfall skulle forlise langs norskekysten. Radioaktive komponenter vil da kunne spre seg nordover langs kysten, inn i Barentshavet og opp langs kysten av Spitsbergen. Markedsverdien for norske fiskeprodukter av både vill fisk og oppdrettsfisk fra de berørte områder vil i så fall kunne synke dramatisk.