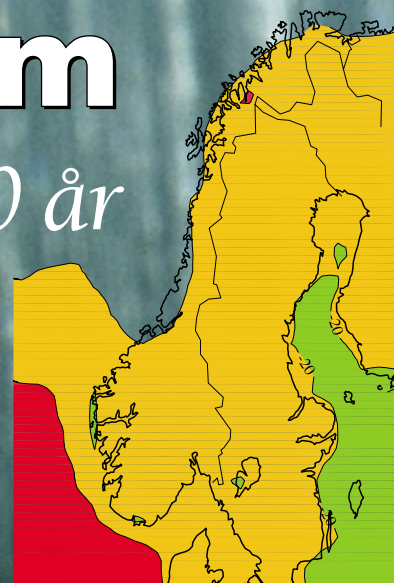


RegClim

Klimaet i Norge om 50 år



Fakta om RegClim

RegClim er kortnavnet på et koordinert forskningsprosjekt for utvikling av *scenarier for klimautviklingen i Norden, omliggende havområder og deler av Arktis ved en global oppvarming.*

Seks norske institutter deltar:

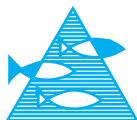
- Det norske meteorologiske institutt
- Havforskningsinstituttet
- Institutt for geofysikk, Universitetet i Oslo
- Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen
- Nansen Senteret for Miljø og Fjernmåling
- Norsk institutt for luftforskning

Prosjektet er finansiert gjennom Norges forskningsråds Forskningsprogram om endringer i klima og ozonlag under området for miljø og utvikling. Budsjettet for År 2000 er ca. 6.5 mill. kroner i tillegg til en betydelig egenfinansiering av flere deltakende institutter. Prosjektet er en storbruker av IT-ressurser fra Forskningsrådets program for tungregning. Omkring 35 forskere er involvert.

Det norske meteorologiske institutt har ansvar for å koordinere prosjektet, og prosjektet har en ledergruppe av tre forskere, hvorav professor Tond Iversen, Institutt for geofysikk, Universitetet i Oslo, er leder.

Prosjektet har en bred internasjonal kontaktflate. Det er samarbeidsavtaler med et av verdens fremste klimasentre, Max-Planck-Institut für Meteorologie i Hamburg, og med tilsvarende klimaprojekter i de andre nordiske landene.

RegClim har egne populærvitenskapelige sider i tidsskriftet CICERONE, som kan abonneres på gratis fra CICERO – Senter for Klimaforskning.



www.nilu.no/regclim

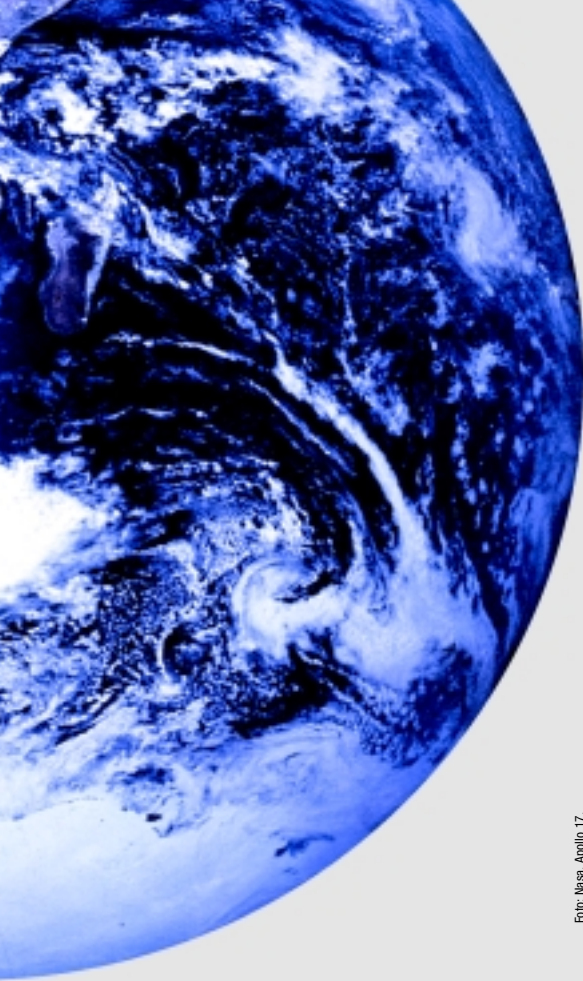
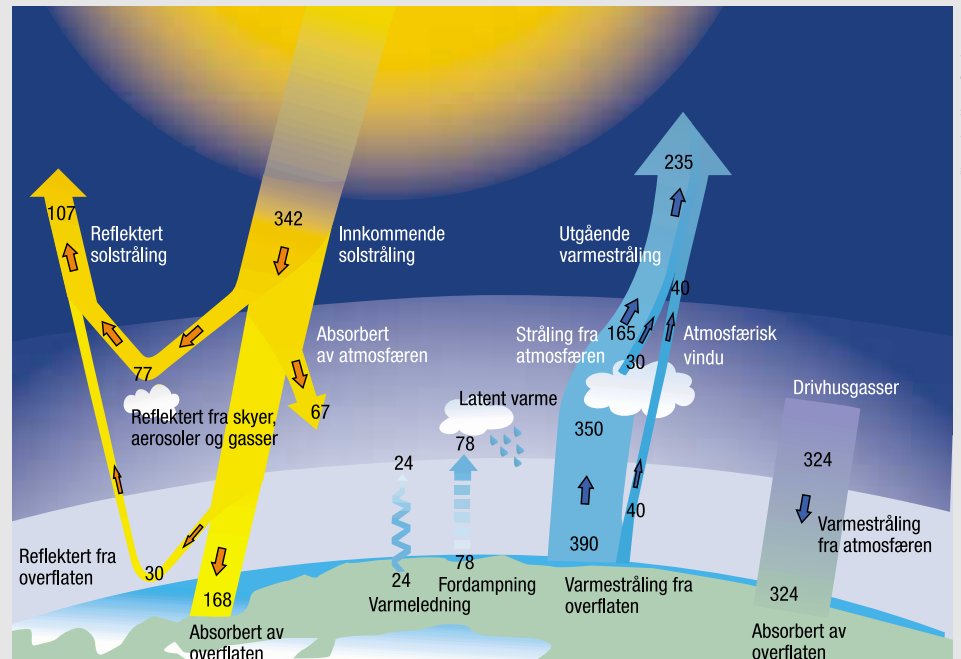


Foto: Nasa, Apollo 17.



Illustrasjon: Hanne Stenbro

Skjematisk framstilling av varmebalansen. (ref. IPCC 1995)

Spørsmålet om klimaet endres som følge av menneskelig påvirkning blir stadig mer aktuelt. Her presenteres en populær framstilling av naturvitenskapelig klimaforskning og av forskningsprosjektet RegClim med utvalgte resultater. Flere resultater kan finnes på internett www.nilu.no/regclim eller i tidsskriftet Cicerone.

Klimasystemet

Klimasystemet består av de fysiske delene av jordkloden som bestemmer jordoverflatens klima. Disse er atmosfæren, havet, biosfæren og landjorda. Klimaet varierer naturlig uten forandringer i ytre betingelser. Slike fluktuasjoner er uforutsigbare, men variasjoner kan også skapes ved endringer i ytre betingelser. Disse endringene kan være naturlige eller menneskeskapte. Å skille indre fluktuasjoner fra variasjoner som skyldes endringer i ytre betingelser, er en av de store utfordringer i klimaforskningen. Jordas atmosfære er et «hav» av luft som omhyller kloden. Omkring 80% av lufta fins i de nederste 12~15 km av atmosfæren, der nesten all utvikling av vær foregår. Nesten all resterende luft finnes i stratosfæren opp til ca. 50 km.

Atmosfæren inneholder like mye masse som et 10 meter dypt vannlag, og varmekapasiteten til verdenshavene er svært mye større enn atmosfærens. Havet er derfor en vesentlig tregere del av klimasystemet enn atmosfæren. Utbredelsen av havis og snø er meget viktig for jordoverflatens evne til å reflektere sollys (albedo). Saltholdig havvann som fryser kan gi opphav til kalde og saltholdige vannmasser som kan synke raskt til bunns, og derved påvirke havstrømmene og igjen klimaet. Jordas biologi, geologi og kjemi er ved sin påvirkning av atmosfærens og havets sammensetning samt landjordas beskaffenhet, viktige deler av klimasystemet. For tidsutviklinger over tusen år og lengre, og spesielt for istider, er landjordas isbreer av stor betydning.

Klimaforskere tar alle disse forholdene i betraktning når mulighetene for menneskelig påvirkning av jordas klima studeres.

Jordas varmebudsjett

Jorda mottar varme fra solas utstråling. I gjennomsnitt kommer 342 W/m² inn til ytterkanten av jordas atmosfære dersom strålingsvarmen fordeles jevnt over jordkloden. Av denne solstrålingen reflekteres ca. 31% tilbake til verdensrommet. Dette tallet kalles *den globale albedo*. Resten – ca. 235 W/m² – absorberes i klimasystemet.

Siden temperaturen i klimasystemet ikke øker systematisk, stråler jorda ut igjen like mye varme som den mottar fra sola. Det skjer ved varmestråling, og utstrålingen svarer til at jorda har en strålingstemperatur på

-18°C. Imidlertid er gjennomsnittstemperaturen på jordoverflaten ca. 15°C; altså 33 grader høyere. Denne forskjellen skyldes *atmosfærens naturlige drivhuseffekt*. Den er en følge av at atmosfæren absorberer solstråling mindre effektivt enn den absorberer varmestråling fra jordoverflaten. Bare ca. 29% av den delen av solstrålingen som absorberes i klimasystemet kommer atmosfæren til del, mens hele 90% av varmestrålingen fra jordoverflaten absorberes der. Atmosfæren mottar 519 W/m² ved absorpsjon av varmestråling fra jordoverflaten og solstråling, og ved varmeledning og fordampning fra bakken. Til gjengjeld bidrar den med varmestråling tilbake mot bakken (324 W/m²) og ut til verdensrommet (195 W/m²).

Altså mottar jordoverflaten betydelig mer strålingsvarme enn klimasystemet totalt. Tilsammen mottar jordoverflaten 492 W/m², som er over det dobbelte av hva klimasystemet totalt mottar (235 W/m²). Varmestråling fra atmosfæren er det største bidraget (ca. 66%), mens resten er direkte solstråling. Atmosfærens varmestråling skyldes skyer og *klimagasser* (vanndamp, CO₂, metan, lystgass, ozon som de viktigste). Jordoverflaten holdes i varmebalanse hovedsakelig ved å avgis varmestråling (ca. 79%), men også ved varmeledning og fordampning til atmosfæren.

klimasystemet

Vær, vind og havstrømmer

Den viktigste grunnen til alle bevegelsene i atmosfæren og havet er at varmebudsjettet ikke er i likevekt overalt. Solinnstrålingen er større enn varmetapet ut mot verdensrommet i et belte mellom 35°S og 35°N. Utenfor denne sonen mister jorda mer varme ved utstråling enn den mottar fra sola. Forskjellen mellom ekvator og polene i netto innstråling er ca. 150 W/m². Denne manglende strålingsbalansen kompenseres ved at luft- og havstrømmer frakter varme fra lave til høye breddegrader. Uten en slik bevegelse ville temperaturforskjellen mellom tropene og polene vært mye større. Varmetransporten mot polene i atmosfæren skjer i høy grad via lavtrykk og høytrykk utenfor tropene.

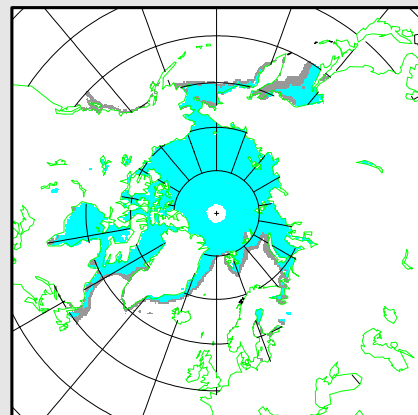
Vindene i atmosfæren lager havbølger og driver strømmer i havets øverste 100~1000m. På grunn av havenes begrensning og form presses *vinddrevne strømmer* ofte direkte fra lave til høye breddegrader, f.eks. «Golfstrøm»-systemet i Nord-Atlanteren som transporterer varme langt inn i Arktis. Grovt sagt transporteres 40% av varmen i havet og resten i atmosfæren. Siden havene bare kan frakte varme i visse sektorer, varierer varmetransporten i havet mye mer regionalt.

En del av strømsystemene i havet drives av tetthetsforskjeller og ikke av vinden. Slike strømmer kalles *termohaline* og involverer vannmasser helt ned til de store havdyp. *Dyp- og bunnvannsdannelse* skyldes overflatevann som synker ned mot bunnen. Dette kan skje langsomt når vannet i overflaten avgir sin varme til atmosfæren, og mer dramatisk, men mindre regelmessig, når saltholdig havvann fryser. Bunnvannsdannelse skjer ofte i Weddelhavet i Antarktis, men forekommer mer eller mindre regelmessig om vinteren i Labradorhavet, i Grønlandshavet, Barentshavet og i Polhavet.

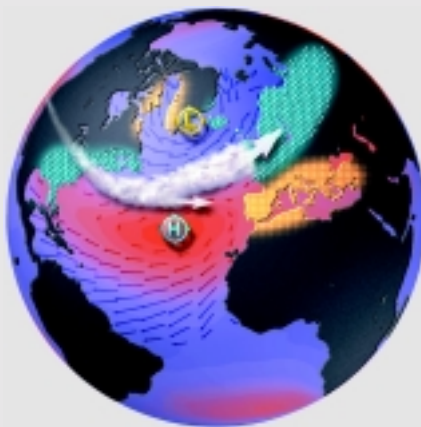
Vår viten om de grunnleggende årsaker til de spesielle is- og strømforholdene i våre nære havområder er mangelfull sammenliknet med hva vi vet om mange atmosfæriske forhold. Hav og havis er derfor dårlig kjente faktorer i vår forståelse av klimasystemet.

Er klimaet hos oss spesielt?

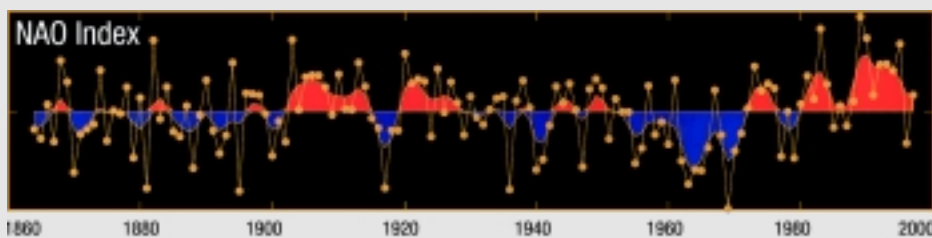
Vår region er i en særstilling. De varme havstrømmene i Nord-Atlanteren, med forlengelser inn i De nordiske hav og Barentshavet, henger sammen med at grensen for havisens utbredelse går usedvanlig langt nord. Den egentlige årsaken til vårt milde klima er et kontroversielt spørsmål. Noen hevder at de varme havstrømmene er den egentlige årsaken, mens andre mener at atmosfæren og havet virker sammen. Nyere forskning tyder på at luftstrømmene i våre områder også styres av forhold langt vekk, f.eks. i tropene. Slike fjernvirkninger er kjent siden Jack Bjerknes beskrev dem i 1968, men systematiske studier av hva som bestemmer slike regionale strømningssystemer, har bare såvidt startet.



Utbredelse av havis på nordlige halvkule 26. mars 2000. Blå farge angir fast is, mens grå angir åpen drivis.



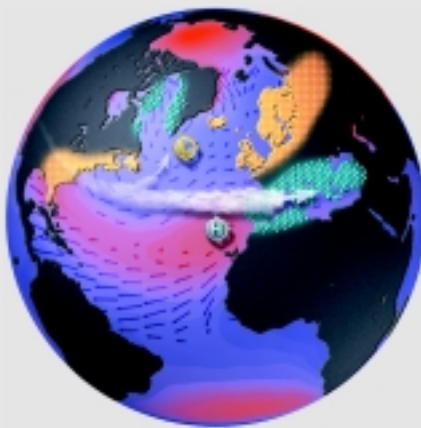
Over: Høy NAO-indeks: Lavtrykk i nordlig bane inn i Norskehavet med milde fuktige luftstrømmer innover Nord-Europa.



NAO-indeksens variasjon i vintresesongene fra 1865-1998. Blått viser år med lav NAO-indeks, rødt angir høy indeks.

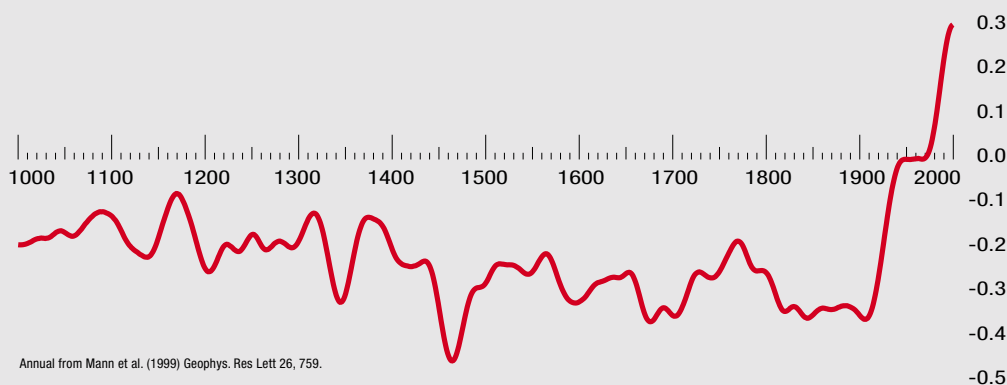
T.h. Lav NAO-indeks: Lavtrykk i sørlig bane med arktiske luftstrømmer over Nord-Europa.

NOAA Office of Global Programs /
Lamont-Doherty Earth Observatory
of Columbia University



1990-årene. Det har altså vært en økning av NAO-indeksen siden 1960-årene.

I den senere tid er det blitt vanlig å betrakte Den nord-atlantiske oscillasjon som en del av et enda større luftstrømsystem under navnet *Den arktiske oscillasjon (AO)*, som også har forbindelse med luftstrømmene i stratosfæren.



Denne kurven viser det beste anslag av hvordan den 50-årsmidlede temperaturen på nordlige halvkule har utviklet seg gjennom millenniet 1000-2000. Temperaturkurven er gitt som avvik fra gjennomsnittstemperatur for perioden 1961-1990 (°C). Kurven er en rekonstruksjon av instrumentdata fra det siste århundret satt sammen med indirekte data (træringer osv.) for de foregående 900 år. Tallenes usikkerhet øker betydelig bakover i tiden, men usikkerhetsanslag viser at den høye temperaturen mot slutten av det 20. århundret er godt utenfor usikkerhetsområdet for kurven gjennom hele millenniet. 1998 var overveiende sannsynlig millenniets varmeste år.

Menneskeskapte endringer

Mennesker kan påvirke klimasystemet effektivt ved å forrykke strålingsbudsjettene globalt og regionalt. Dette kan skje ved å endre atmosfærens innhold av drivhusgasser og partikler. Partiklene påvirker refleksjon og absorpsjon av solstråling direkte, og indirekte ved at de endrer skyenes egenskaper.

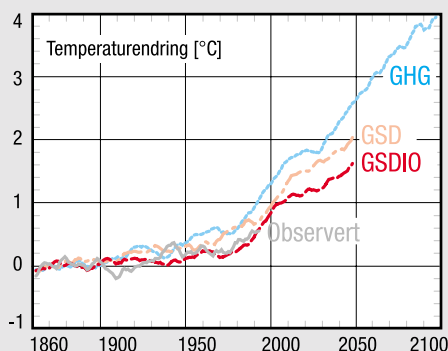
Når drivhuseffekten øker og temperaturen begynner å stige i atmosfæren og havet, vil luftas innhold av vanndamp også kunne øke. Vanndamp er den mest effektive drivhusgass som finnes naturlig, og en menneskeskapt økning av drivhusgasser får dermed en sterk ekstravirkning. Vann, is og vanndamp har imidlertid et kretsløp i atmosfæren, og vanndampens drivhuseffekt avhenger sterkt av om den finnes i høyere luftlag eller ved bakken. Mulige endringer i skyforholdene øker usikkerheten om vanndampens ekstravirkning ytterligere, og det er umulig å resonnerer seg fram til effektene av endret innhold av drivhusgasser og partikler i atmosfæren. Det må gjøres beregninger ved hjelp av avanserte klimamodeller for å kunne vurdere mulige klimaendringer.

Klimamodeller - globale scenarier

Klimamodeller er svært omfattende datamaskinprogrammer som bygger på fysiske lover for atmosfære, hav, jordoverflate og havis. Modellene er globale og beregner tilstanden i luft og hav time for time, dag for dag og år for år fra en gitt utgangstilstand og mange år fram i tid. Klimaet i modellene forandres ved at strålingsforholdene endres (gjørne kalt et *strålingspådriv*, målt i W/m^2). Når det gjelder beregningen av menneskeskapte klimaendringer, er de viktigste pådrivene gitt ved endring av klimagasser og partikler (aerosoler) i lufta. Modellene kan på ingen måte varsle været for bestemte dager flere år og framover, men dette er ikke til hinder for at den statistiske fordelingen av ulike værtyper, altså klimaet, kan beregnes ved ulike scenarier for endringer i atmosfærens innhold av klimagasser og aerosoler. Å vurdere hvor gode slike scenarier for klimautviklingen blir er også en del av klimaforskningen, men de kan aldri bli så gode at det

ikke er rom for tvil om deres riktighet.

Det finnes to store klimasentra i Europa som anvender slike globale klimamodeller som kopler atmosfære, hav og havis: Hadleysenteret (HC) i England og Max Planck-instituttet (MPI) i Tyskland. Tilsvarende sentra finnes også i USA. Begge sentrene starter sine simuleringer fra det man vet om atmosfærens innhold av klimagasser i 1860, og beregningene bruker



Observert og beregnet endring i global middeltemperatur nær jordoverflaten med forskjellige scenarier av strålingspådriv; bare drivhusgasser (GHG), med drivhusgasser justert med den direkte effekten av aerosoler (GSD) og drivhusgasser justert med både den direkte og indirekte effekten av aerosoler (GSDIO). Endringene er i forhold til observert middeltemperatur for perioden 1860 til 1900 og en kontrollberegning som ikke har variasjon i strålingspådrivene.

scenarier for klimagasser og partikler i atmosfæren, gjerne fram til år 2050 eller 2100. Scenariene for endring i klimagasser og partikler utarbeides av eksperter i forståelse med IPCC - FN's klimapanel.

Økningen i gassene gir et strålingspådriv som i dag er beregnet til ca $2.3 W/m^2$ i middel over jordkloden i forhold til førindustriell tid. Utviklingen videre framover for de neste 50 og 100 år er blant annet beregnet ved MPI og HC for ulike scenarier av klimagasser og partikler. Resultatene viser en global oppvarming, ca tre grader over hundre år i HC-modellen og ca to grader i MPI-modellen. Slike globale scenarier danner utgangspunktet for å beregne mulige klimaendringer i utvalgte regioner, som er en viktig oppgave for RegClim.

Det er viktig for våre politikere og beslutningstakere å forstå hvordan klimaet i våre områder kan komme til å endres. Dersom de globale scenariene slår til – hvordan blir da de klimatiske forholdene endret i vår region? Dette er et hovedspørsmål for forskningsprosjektet RegClim.

RegClim har som hovedmål å

- beregne *regionale scenarier* for klimaets utvikling i Norden, tilgrensende havområder og deler av Arktis ut fra de beste globale beregningene
- undersøke sikkerheten av slike scenarier ved å forbedre beregninger av *regionale strålingspådriv*, som f.eks. varierer sterkt mellom forurensede områder i Europa og omkringliggende havområder og Arktis
- undersøke sikkerheten av slike scenarier ved å forstå bedre *mekanismene bak de varme havstrømmene* og de isfrie havområdene hos oss, og om man risikerer drastiske forandringer ved endrede strålingspådriv.

Disse oppgavene kan Norge bidra til å løse ved å bruke tilgjengelig kompetanse innen meteorologi og oseanografi i et koordinert samarbeid mellom flere institutter, men gode internasjonale relasjoner er nødvendig.

Hvordan har klimaet utviklet seg i Norge de siste 100 år?

Ved Det norske meteorologiske institutt har man vedlikeholdt et nettverk av observasjonsstasjoner for å kartlegge klimautviklingen i alle deler av Norge. Sterke indikasjon på global oppvarming de siste 100-140 år utelukker ikke store variasjoner mellom ulike deler av kloden. Selv mellom ulike landsdeler i Norge er det forskjeller i temperaturutviklingen. Fra 1876 til i dag har det vært en signifikant økning av temperaturen, unntatt for Finnmarksvidda. Avhengig av landsdel, varierer stigningen mellom 0.4 og 1.2 °C. Stigningen har skjedd i to perioder i løpet av de første 40 år av 1900-tallet, og i en periode etter 1980. Det var en

klimaendringer – prosjekt RegClim

avkjøling i perioden mellom disse, særlig i de nordlige landsdeler om vinteren. Lengst nord i landet og i Svalbard-området var temperaturnivået i 1930-åra høyere enn dagens nivå.

Den årlige nedbørmengden har siden slutten av 1800-tallet økt med mellom 5 og 18% avhengig av landsdel. Størst økning er det i Trøndelag, Nordland, Troms og Vest-Finnmark. På Østlandet skjedde økningen i årsnedbør hovedsakelig før 1940, mens det på Vestlandet har vært en kraftig nedbør-økning etter 1960. I Nord-Norge har økningen skjedd gradvis fra 1920.

Forstår vi hvorfor?

Økningen av den globale gjennomsnittstemperaturen de siste 100 år har skjedd over to etapper: en fram mot 1940 og en fra slutten av 1970-tallet og fram til i dag. Klimasystemet er ustabilt med bevegelser i ustoppelig utvikling og med betydelige interne naturlige fluktasjoner som ikke kan forutberegnes. Det er derfor umulig å forklare alle kortvarige varme og kalde perioder, også trender over 100 år kan være tilfeldige. Globale klimaberegninger har sannsynliggjort at begge perioder med temperaturstigning skyldes menneskeskapte strålingspådriv som har samvirket med naturlige fluktasjoner, men at den menneskeskapte komponenten er vesentlig mer betydelig i den senere perioden.

Temperaturutviklingen i vår region kan ikke uten videre avledes fra den globale oppvarmingen. Lufta over kontinenter er varmet opp mer enn over oseaner, og det har vært avkjøling de siste tiårene over nordøstre Canada. De naturlige fluktasjonene er antagelig større på høye breddegrader (bl.a. Arktis) enn de fleste andre steder på kloden.

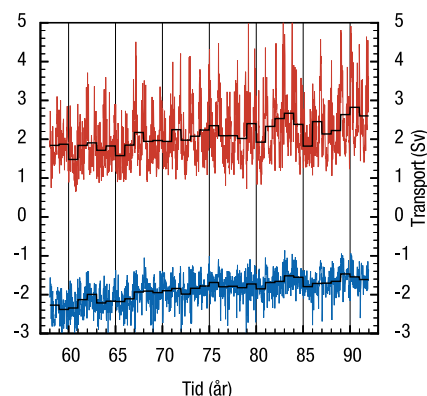
Strålingspådriv av partikler og ozon

Partikler kan reflektere og absorbere sollys, og vil kunne gi en *direkte effekt* som kan variere sterkt regionalt. Dessuten kan de medvirke til å bestemme størrelse og antall av skydråper. Små skydråper reflekterer mer sollys enn store, og nedbørutløsningen er mindre effektiv med små dråper enn med store. Flere partikler i atmosfæren kan derfor gi mer reflekterende skyer og en større skydekning. Dette er en *indirekte effekt* som forventes å virke avkjølende, men med store regionale variasjoner. Ozonmengden i atmosfærens nederste 10-12 km har økt som en følge av forurensning fra biltrafikk og industri. Dette påvirker strålingsbalansen både fordi ozon er en drivhusgass som absorberer varmestråling fra jordoverflaten og fordi ozon absorberer en del av solstrålingen.

Ved Institutt for geofysikk, Universitetet i Oslo og ved Norsk institutt for luftforskning arbeider man med disse temaene innen RegClim. Figuren nedenfor viser beregnet strålingspådriv på grunn av direkte og indirekte effekter av svovel- og sotpartikler tilført lufta ved forbrenning av fossilt brensel. Globalt midlet er den direkte effekt estimert til -0.31 W/m^2 , altså en svak tendens til avkjøling, men det er regionale variasjoner med store negative tall ved forurensede områder på midlere breddegrader og positive verdier rundt polene og ved ørkner. Det globale tallet for den indirekte effekt er -1.5 W/m^2 . Globale strålingspådriv av økte ozonkonsentrasjoner siden 1850 er beregnet ved å bruke globale modeller for atmosfærens kjemi og stråling, til 0.36 W/m^2 , altså et positivt bidrag. Det arbeides videre både med å forbedre beregningene og for å avklare klimasystemets respons.

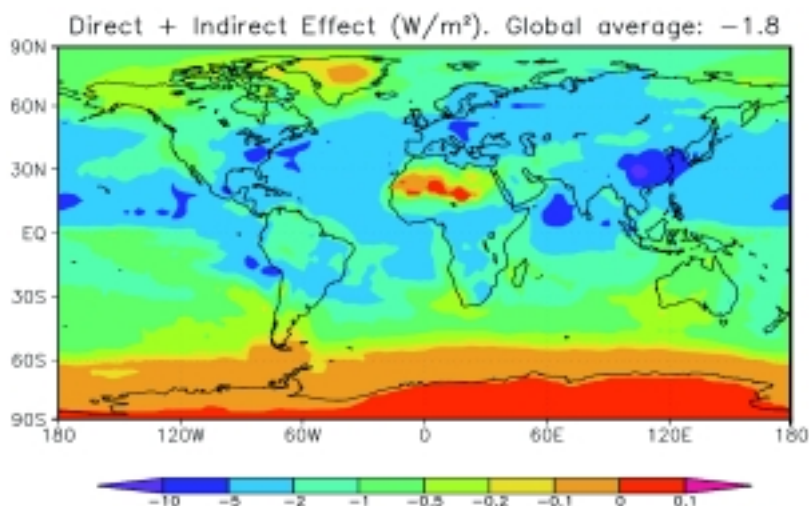
Variabilitet i havstrømmene og deres varmetransport

En stor usikkerhet ved klimascenarier, spesielt i vår del av verden, er hva som skjer med havstrømmene som bringer varmt vann med isfrie forhold langt inn i Arktis. Det har ikke alltid vært slik. Så sent som på slutten av 1800-tallet var Barentshavet islagt nesten helt syd til Finmarks-kysten, noe som tilskrives naturlige variasjoner. Videre vet vi at det har vært en betydelig økning av tilførselen av varmt vann til Norskehavet siden 1960-tallet, at bunnvannsdannelsen i Grønlandshavet er svekket de siste tjue årene og at det er store naturlige variasjoner. De varme havstrømmene skyldes delvis vind og delvis termohalin sirkulasjon, og endringer i disse forholdene vil også gi endringer i havstrøm-



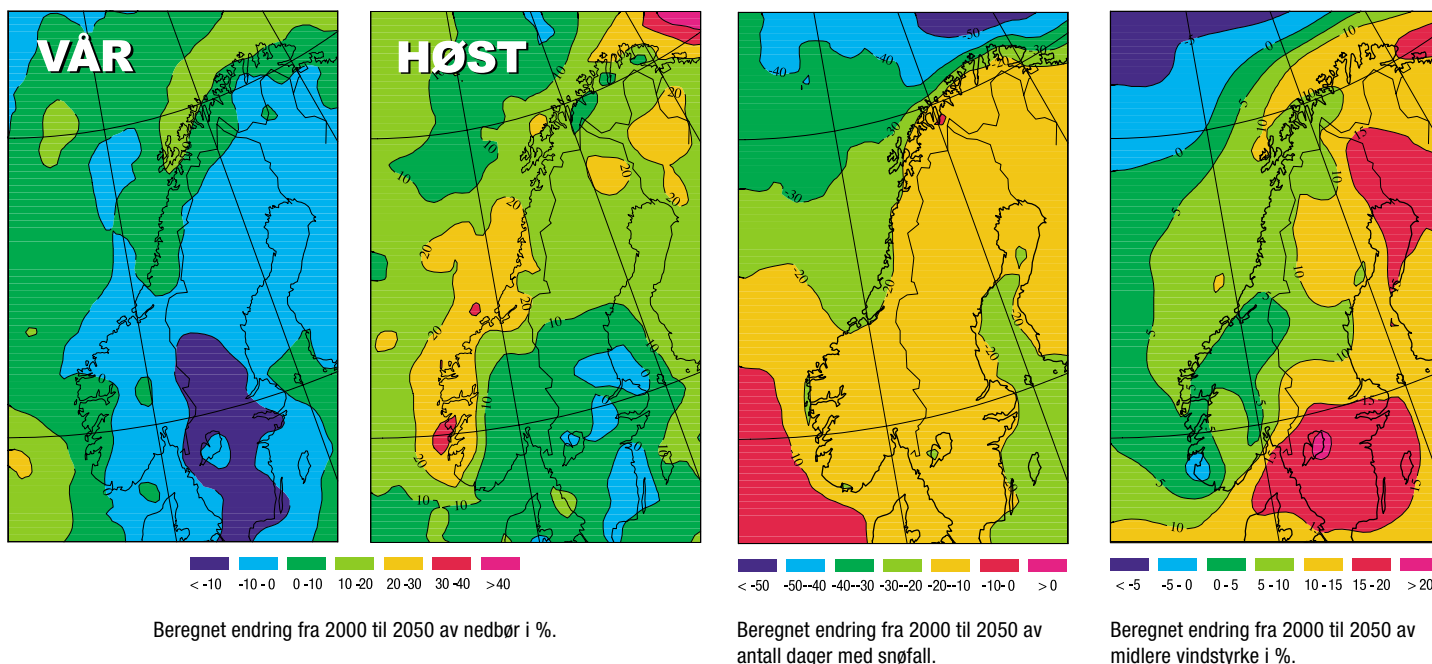
Beregnet transport inn (rød) og ut (blå) av Norskehavet over Færøy-Shetland-kanalen for perioden 1958-1992. Sort kurve er beregnet årsmiddel.

mene. Det er fremmet hypoteser som indikerer at våre nære havområder kan bli islagt i store deler av vinterhalvåret, men dette må ennå anses som svært spekulativt. I RegClim er problemstillingen i fokus ved Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen, Nansen Senteret for Miljø og Fjernmåling, Havforskningsinstituttet og ved Det norske meteorologiske institutt. Som et eksempel på et delresultat viser figuren beregninger av innstrømning av varmt overflatevann og utstrømning av kaldt dypvann over Færøy-Shetland-kanalen. Beregningene er gjort ved Nansen-senteret. De må sammenliknes med observasjoner, men trendene er forenlig med den observerte smeltingen av is i Arktis. For å kunne utvikle scenarier for den videre utviklingen, kreves modellering med kobling av hav-is-systemet med atmosfæren. Arbeidet med dette er i gang.



Kart over beregnet årlig strålingspådriv (W/m^2) som skyldes partikler av svovel og sot som tilføres lufta ved forbrenning av fossilt brensel. (I tillegg kommer forbrenning av biomasse som er viktigst i tropene.)

Et klimascenario for Norge om 50 år



Nedskalerte globale scenarier

Fordi klimamønstrene i de globale modellene ikke tar tilstrekkelig hensyn til detaljer i formen på fjell og kystlinjer, anvender RegClim egne metoder for å beregne detaljerte scenarier for klimaendringer i våre områder. Dette kaller vi nedskalering, fordi scenariene bygger direkte på resultatene fra de globale modellene, men med flere detaljer i våre områder. RegClim bruker to metoder for å beregne de regionale scenariene: empirisk nedskalering og dynamisk nedskalering. Dette arbeidet gjøres ved Det norske meteorologiske institutt.

Ved empirisk nedskalering utvikles statistiske sammenhenger mellom observerte lokale klimaparametere (f.eks. temperatur og nedbør) og observerte storstilte atmosfæriske forhold (f.eks. fordelingen av lufttrykk på havets nivå), som deretter anvendes på beregnede scenarier for slike storstilte forhold fra globale klimamodeller. Dynamisk nedskalering anvender en klimamodell, men kun innenfor et begrenset geografisk område omkring Norge. Informasjon fra ett globalt beregnet scenario styrer de regionale beregningene via områdets ytre begrensning (rendene).

RegClim har gjort nedskaleringer basert på globale prognoser fra MPI for tiden fram til 2050. Det er ingen vesentlige forskjeller mellom resultatene fra de empiriske og de dynamiske nedskaleringene.

Hovedtrekkene i analysearbeidet hittil antyder følgende klimautvikling i Norge for perioden 2000-2050:

Temperatur

- Årsmiddeltemperaturen i ulike deler av Norge vil øke med 0.2-0.5 °C pr. tiår
- Økningen vil være størst om vinteren; minst om våren og sommeren
- Økningen vil være større i innlandet enn langs kysten
- Spesielt stor temperaturøkning ventes i Svalbard/Barentshavs-regionen

Nedbør

- Årsnedbøren vil øke de fleste steder i Norge
- Økningen vil være størst på Vestlandet

- Økningen vil være størst om høsten
- Det ventes å bli mindre nedbør om våren på Østlandet

Vind

- Midlere vindhastighet vil øke litt de fleste steder i vinterhalvåret
- Økningen vil være størst i Langfjellene og på kysten av Møre og Trøndelag og i Barentshavet øst for Finnmark
- Økningen vil være minst på Vestlandskysten sør for Bergen og øst for Lindesnes
- Antall stormer vil øke litt, mest på kysten av Møre og Trøndelag

Det understrekes at dette er ett av flere mulige scenarier for klimautviklingen. Dette scenariet er basert på globale beregninger som er ufullstendige m.h.t regionale strålingspådriv og is- og strømforhold i våre nære havområder. Derfor arbeides det også med slike spørsmål i RegClim.

Gjennomsnittlig temperaturendring fra perioden (1980 - 2000) til (2030 - 2050)

Område	sesong	økning (°C)
Norge	hele året	1.2
	vår (mar - mai)	1.1
	sommer (jun - aug)	0.9
	høst (sep - nov)	1.4
	vinter (des - feb)	1.6
Nord-Norge	hele året	1.6
	vår	1.4
	sommer	1.2
	høst	1.7
	vinter	2.0
Vestlandet	hele året	1.0
	vår	0.9
	sommer	0.7
	høst	1.1
	vinter	1.2
Østlandet	hele året	1.1
	vår	1.0
	sommer	0.6
	høst	1.3
	vinter	1.3

Gjennomsnittlig nedbørendring fra perioden (1980 - 2000) til (2030 - 2050)

Område	sesong	økning (mm/døgn)	økning (prosent)
Norge	hele året	0.4	9.6
	vår (mar - mai)	0.0	0.1
	sommer (jun - aug)	0.4	9.5
	høst (sep - nov)	0.9	17.1
	vinter (des - feb)	0.4	9.4
Nord-Norge	hele året	0.3	7.8
	vår	0.2	5.0
	sommer	0.1	1.5
	høst	0.8	18.2
	vinter	0.2	5.2
Vestlandet	hele året	0.8	13.5
	vår	0.1	1.2
	sommer	1.0	18.2
	høst	1.5	23.5
	vinter	0.6	9.3
Østlandet	hele året	0.2	4.3
	vår	-0.1	-4.1
	sommer	0.1	1.7
	høst	0.3	6.9
	vinter	0.4	13.1

RegClim

- Det norske meteorologiske institutt
- Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen
- Havforskningsinstituttet
- Institutt for geofysikk, Universitetet i Oslo
- Nansen Senteret for Miljø og Fjernmåling
- Norsk institutt for luftforskning

Prosjektledelse

Prof. Trond Iversen (leder),
Institutt for geofysikk, Universitetet i Oslo

Prof. Sigbjørn Grønås,
Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen

Seniorforsker Eivind A. Martinsen,
Det norske meteorologiske institutt

Offisiell prosjektkontakt

Faglig sekretær Dr. Britt Ann K. Høiskar
Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, N-2007 Kjeller, Norway
Telefon: +47 63 89 81 79
e-mail: britt@nilu.no

www.nilu.no/regclim