



GLOBAL OUTLOOK FOR

ICE & SNOW



Sentrale punkter

Sentrale punkter

Is og snø er viktige komponenter i jordas klimasystem og er spesielt følsomme overfor global oppvarming. Over de siste tiårene har mengdene av is og snø minket betraktelig, særlig på den nordlige halvkule, og dette skyldes i hovedsak menneskeskapt global oppvarming. Endringer i volum og omfang av is og snø har både globale og lokale virkninger på klima og økosystemer, så vel som på menneskenes dagligliv.

Snø og diverse former for is spiller forskjellige roller innen klimasystemet. De to innlandsisene i Antarktis og på Grønland påvirker aktivt det globale klima over tidsskalaer på fra tusener til millioner av år, men kan også ha raskere effekter på eksempelvis havstigning. Snø og sjøis er, med sine store områder men relativt

små volumer, forbundet med viktige samhandlings- og tilbakekoblingseffekter på globalt nivå, inkludert solar refleksjon og havsirkulasjon. Permanent bakkefrost (permafrost) påvirker markvannsinhold og vegetasjon over nordlige områder på kontinentalt nivå, og er en av de kryosfære-komponentene som er mest følsomme overfor trender for oppvarming av atmosfæren. Etter hvert som permafrost blir oppvarmet, kan organisk materiale lagret i permafrosten slippe drivhusgasser ut i atmosfæren og øke takten på den globale oppvarming. Isbreer og innlandsis, så vel som elve- og innsjøis, med sine mindre overflater og volumer, reagerer ganske raskt på klimaeffekter og påvirker økosystemer og menneskers dagligliv på lokalt nivå. De er gode indikatorer på klimaendringer.



- En hovedkonklusjon i Den fjerde hovedrapporten, fra 2007, fra FNs klimapanel var at det er svært sannsynlig at den globale oppvarmingen over de siste 50 år i hovedsak skyldes menneskeskapte klimagasser.
- De høyeste stigninger i årlige temperaturer over hele planeten i senere tid, finner sted i det nordamerikanske Arktis, den nordlige del av det sentrale Sibir, og i Antarktis.
- Klimasystemet påvirkes både av naturlige svingninger og av eksterne faktorer som klimagasser og sola. I løpet av det 21. århundre vil den viktigste eksterne påvirkningsfaktoren på snø og is bestå av økninger i klimagasser.
- Samlet har temperaturer i Arktis økt dobbelt så mye som på verdensbasis. Klimamodellsimulering for Arktis spårytterligere stigninger i gjennomsnittstemperaturer, i tillegg til en tendens til varmere ytterligheter av både høye og lave temperaturer
- I Antarktis er ikke nyere oppvarming utbredt, men modellberegninger for slutten av det 21. århundre indikerer et bredere mønster av varmere overflatetemperaturer.
- Pågående endringer i is og snø har en overveiende sterk feedback-effekt, som vil resultere i akselererende endringstempo.



SNØ

- Gjennomsnittlig månedlig grad av snødekke på den nordlige halvkule har minsket med en takt på 1,3 % per tiår over de siste 40 årene, med størst reduksjoner i løpet av vår og sommer.
- Det spås store reduksjoner i snødekke for midt-breddegrad områder innen utgangen av dette århundret. Deler av kanadisk Arktis og Sibir forutsis å få økt nedbør i form av snø.
- Det forutsis at lufttemperaturene vil fortsette å stige i mange fjellområder, hvilket vil si at snøgrenser vil heves og at også andre endringer vil inntreffe i snødekke til fjells.
- Snø er en viktig økologisk faktor. Økt snøsmelting som følge av høyere lufttemperaturer endrer egenskaper ved snødekket, med følger for planter og dyr som samhandler med snøen. Forventede endringer i snødekke vil påvirke økosystemenes strukturer.
- Snødekke er en viktig påvirkningsfaktor på klimaet på grunn av snøens høye grad av refleksjon av solskinn og dens isolerende egenskaper. Reduksjoner i graden av snødekke vil virke tilbakekoblende, eller som direkte feedback, til global oppvarming ved å endre landoverflatens grad av solrefleksjon. Snø reflekterer en stor andel av solstrålene tilbake til atmosfæren, mens det med mindre snø vil være større overflater som absorberer solstrålene, slik at det blir varmere.
- Endringer i snødekke har dramatisk påvirkning på vannressurser. Snø i fjellområder bidrar til vannforsyninger for nesten en sjettedel av jordas befolkning.
- Endringer i snødekke påvirker menneskenes dagligliv gjennom virkninger på vannressurser, infrastruktur, livsopphold til arktiske urfolk, miljøfarer og fritidsaktiviteter om vinteren.



IS TIL HAVS

- I de siste tre tiår har det vært reduksjoner i omfanget av arktisk sjøis på 8,9% per tiår i september og 2,5% per tiår i mars. Sjøissmelting er spesielt merkbart langs den eurasiske kysten. Tykkelsen på sjøisen har minsket i deler av Arktis siden 1950-tallet, og både omfanget av og tykkelsen på arktisk sjøis forutsis å fortsette å minske, hvilket innebærer at Det arktiske hav muligens kan være isfritt innen sommeren 2100 eller tidligere.
- Antarktisk sjøis vil antakelig svinne i omfang i samme takt som i Arktis, men tykkelsen er ikke forventet å minske i samme grad.
- Reduksjoner i omfanget av sjøis akselerer smeltetakten fordi mer sollys gjenspeiles av den blanke overflaten på snø og sjøis, enn på de mørke overflatene på åpne havområder. Dette er den samme tilbakekoblingsprosessen som gjør seg gjeldende ved redusert snødekke på land. Denne tilbakekoblingsprosessen påvirker klimaet globalt.
- Smeltende sjøis kan påvirke globale mønstre i verdenshavene, i og med at økende mengder smeltende sjøis kombinert med økt ferskvannstilførsel fra smeltende isbreer og innlandsis kan resultere i store endringer i havsirkulasjon.
- Sjøis er livsviktig habitat for en rekke organismer, fra små bakterier, alger, mark og krepsdyr til sjøfugl, pingviner, hvalross, isbjørn og hvaler. Noen dyr avhengige av sjøis er allerede truet, og de spådde reduksjoner i sjøis kan føre til utryddelse.
- Vikende sjøis tvinger arktiske urfolk i kystområder til å ta i bruk andre måter å reise på og til å endre sine innhøstingsstrategier. Ytterligere tap av sjøis truer tradisjonelle former for livsopphold og kulturer.
- Økende omfang av åpent vann i polarområder vil innebære lettere tilgang for økonomiske aktiviteter som prøveboring og utvinning av olje- og gassressurser, og skipsturisme, med tilhørende fordeler og farer.
- Den nordiske havruten langs Russlands arktiske kyst er for tiden farbar 20-30 dager i året. Prognosene tilsier at innen 2080 vil den farbare perioden ha øket til 80-90 dager. Dette, kombinert med en framtidig åpning av Nordvestpassasjen gjennom Canadas farvann, vil antakelig ha en stor virkning på internasjonal skipsfart.



IS PÅ LAND

INNLANDSIS

- Årlig totalt tap av masse fra den grønlandske innlandsisen ble mer enn fordoblet i det siste tiår av det 20. århundre og kan ha blitt fordoblet igjen innen 2005. Dette har sammenheng med mer smelting og økte utslipp av is fra brearmer til havet. Varmere somre på Grønland utvider sommerens smeltesone og smelteintensitet til høyreliggende områder. Dette øker både smeltevannsutløp til havet og smeltevannsdrenering som smører breen og bidrar til breglidning, hvilket igjen fører til at mer is renner ut i havet.
- Det er uvisshet om de senere generelle endringer i ismassene i den antarktiske innlandsisen, men det er antakelig en generell reduksjon i massen, med vikende is i vest og utvidelse i øst, på grunn av økte snømengder. Isshelfene, den delen av breen som flyter på havet, blir tynnere og noen går i oppløsning. Observasjoner viser at isbreene som fører isshelfene akselererer, i så mye som åttefoldig takt, som følge av oppløsning av isshelfer.
- Observasjoner foretatt over de siste fem årene gjør det klart at eksisterende innlandsis-modeller ikke kan simulere den omfattende og raske reduksjonen av isbreene som finner sted. Eksisterende hav-modeller kan ikke simulere de endringer til havs som antakelig forårsaker noe av isreduksjonen. Dette innebærer at det på nåværende tidspunkt ikke er mulig å forutsi med noen særlig sikkerhet innlandsisens framtid, verken på kort eller lang.
- Innlandsisen på Grønland og i Antarktis inneholder omtrent 99% verdens ferskvannsis (tilsvarende havstigning på 64 meter), og endringer på disse innlandsisene vil ha dramatiske og verdensomspennende virkninger, særlig på havstigning, men også på havsirkulasjon.



IS PÅ LAND

ISBREER OG ISKAPPER

- I løpet av de siste 100 år, og særlig siden 1980-tallet, har det forekommet en verdensomspennende og dramatisk reduksjon av isbreer. Denne reduksjonen har nær sammenheng med global oppvarming.
- Beregnede økninger i globale lufttemperaturer vil besørge fortsatt reduksjon av breer og iskapper og kan føre til at isbreer forsvinner fra mange fjellområder i løpet av de kommende tiår.
- Det at isbreene forsvinner vil ha store konsekvenser for vannressursene, særlig i områder som i Himalaya-Hindu Kush, Andesfjellene, Rocky Mountains og i Alpene i Europa, der mange elver er avhengige av smeltet brevann i de tørre årstidene.
- Reduksjon av isbreene fører til avleiring av ustabile løsmasser, innsjøer oppdemte av is- og løsmasser og økt ustabilitet i breisen. Disse forholdene innebærer farer for katastrofeflommer, løsmasse i gravitetsstrømmer og isras.



IS OG HAVSTIGNING

- Havet stiger i en økende takt som forbindes med global oppvarming. Havet stiger nå i en takt på 3,1 mm per år. Gjennomsnittet for det 20. århundre var 1,7 mm per år.
- Mer enn en tredjedel av havstigningen er smeltevann fra isbreer og innlandsis, og øvrig stigning skyldes verdenshavenes varmeutvidelse. Smeltevannsbidraget til havstigningen kan forventes å fortsette og å akselerere ettersom mer og mer is på land smelter. På lang sikt er det innlandsisene på Grønland og i Antarktis som potensielt vil bidra i størst grad til havstigning, men det er også disse det er størst usikkerhet om.
- Over de neste tiårene, vil havstigningstakten til dels være låst av tidligere utslipp og vil ikke avhenge sterkt av utslipp av klimagasser i det 21. århundre. Prognosene for havstigning etter 2100 derimot, avhenger helt av fremtidige utslipp av klimagasser.
- Den fjerde hovedrapporten fra FNs Klimapanel forutsier en global havstigning på fra 20 til 80 cm i løpet av det 21. århundre. Den øvre grense for denne prognosen er imidlertid veldig usikker.
- Klimaendringer spås også å øke hyppigheten av og voldsomheten i ekstreme værphenomener til havs, som stormflo. Dette vil forverre virkningene av havstigning.
- Virkningene av havstigning i et gitt område vil avhenge av mange samhandlende faktorer, som hvorvidt kystområdet er i heving eller innsynking og i hvilken grad utvikling har endret naturlig flombeskyttelse, som kystvegetasjon.
- Havstigning kan ha store konsekvenser for mange millioner av mennesker på små øyer og ved og nær kystområder verden over. En lang rekke tilpasnings- og skadebegrensningstiltak vil behøves for å hjelpe folk til å takle konsekvensene. Slike tiltak vil stipulere samarbeid mellom nasjonalstater, så vel som mellom alle myndighetsnivåer, den private sektor, forskere, frivillige organisasjoner og lokalsamfunn.



BAKKEFROST

- Temperaturen i permafrosten har økt i løpet av de siste 20-30 årene i nesten alle områdene i den nordlige halvkule. Permafrostoppvarming meldes også fra fjellområder med permafrost. Denne oppvarmingen har ennå ikke resultert i omfattende tining av permafrost.
- Klimaendringer forutsis å resultere i tining av permafrost over det subarktiske område innen slutten av dette århundre, med den betydeligste tining i Nord-Amerika.
- Permafrost lagrer store mengder karbon, og øvre permafrostlag anslås å inneholde mer organisk karbon enn den mengde som for tiden fins i atmosfæren. Tining av permafrost resulterer i utslipp av dette karbonet i form av klimagasser som vil ha feedback-effekt på global oppvarming.
- Når isrik permafrost tiner, resulterer det i formasjoner av termokarst, landformasjoner der deler av jordoverflaten har sunket. Termokarst påvirker økosystemer og infrastrukturer og kan akselerere tining av permafrost.
- Konstruksjon og daglig bruk av eksisterende infrastruktur kan resultere i at permafrost tiner, med følger for infrastrukturen. Økninger i lufttemperaturer kan akselerere denne pågående permafrostnedbrytningen som forbindes med infrastruktur.
- Tining av permafrost har store virkninger på økosystemer, og har potensial til å endre habitater fullstendig, eksempelvis fra nordlig gran- og bjørkeskog til våtmark.
- I fjellområder kan tinende permafrost øke ustabilitet i skråninger, med økt fare for naturskader som snø-, jord- og steinskred.



ELVE- OG INNSJØIS

- Endringer som i stor grad har gjenspeilet økte lufttemperaturer påvirker elve- og innsjøis, i hovedsak i form av tidligere vårmelting og, i mindre grad, senere tilfrysing om høsten.
- Tendensen til lengre isfrie perioder spås å fortsette. Det er usikkerhet om detaljene, men sterke regionale variasjoner forventes, og endringsomfang vil avhenge av den beregnede oppvarmingsgrad.
- Isformasjoner i elver og innsjøer er en nøkkelfaktor som kontrollerer biologisk produksjon, og endringer i lengde på og periode med isbelegg påvirker økosystemer.
- I fjerntliggende områder brukes frosne elver og innsjøer som transportveier og lengre isfrie perioder innebærer redusert eller dyrere tilgang til lokalsamfunn og industriutvikling. Mange nordlige urfolk er avhengige av frosne innsjøer og elver for tilgang til tradisjonell jakt, fiske og reindrift, samt til tradisjonelle fangstområder.
- Snø- og issmelting om våren fører ofte til at elver blir demmet opp av is, hvilket resulterer i dyre flomskader. Mindre temperaturforskjeller langs elver i den nordlige halvkule kan føre til reduksjoner i flommer oppstrøms, dannet av isdammer. Dette har potensielt negative økologiske konsekvenser for deltaer der årlig flom behøves for å vedlikeholde små vann og våtmark.



STRATEGIER OG PERSPEKTIVER

Endringer i is og snø setter politiske tiltak på dagsorden på globalt, regionalt og lokalt nivå.

Globalt

- Endringer i is, snø og klima er nært forbundet med hverandre. Den viktigste globale responsen for å begrense skadene fra klimaendringer på is og snø er å redusere utslipp av klimagasser.
- Den fjerde hovedrapporten fra FNs Klimapanel konkluderer med at for å unngå videre og akselererende global oppvarming med store negative konsekvenser, må utslippene av klimagasser slutte å øke og begynne å reduseres senest om 15 til 25 år fra nå. Økonomiske vurderinger indikerer at dette er oppnåelig uten betydelige velferdstap.

Regionalt

- Tilpasningsstrategier må skreddersys til hvert område, og stipulere regional vitenskapelig kunnskap om og vurdering av virkninger av klimaendringer.
- I Arktis dreier sentrale politiske spørsmål seg om utsiktene til vikende sjøis og implikasjonene for skipsfart og for olje- og gassutvinning. Dette setter saker om jurisdiksjon og reguleringsregimer i det arktiske marine miljø på dagsorden.
- I Antarktis vil den beregnede reduksjon av sjøis sannsynligvis bidra til en allerede raskt voksende turistindustri, med potensielle innvirkninger på miljøet og på verdien av Antarktis i forskning. Dette peker mot et behov for et regelverk for å regulere turismen til Antarktis.
- I områdene Himalaya-Hindu Kush forventes beregnede endringer i snømengder og bresmelting å øke faren for både flom og vannmangel, hvilket kan komme til å berøre hundrevis av millioner av mennesker. Strategier for vannforvaltning og landbruksplanlegging må til for å redusere sårbarhet for virkningene av global oppvarming.

Lokalt

- Virkningene av endringer i is og snø er allerede kilde til stor bekymring i mange arktiske lokalsamfunn. Eksempler på lokale virkninger og skade på infrastruktur ved kysten er permafrost som tiner og økt forekomst av stormflo, samt tap av tilgang til selvbergingsressurser for urfolk. Utvidelse av skipsfart og olje- og gassutvinning vil lokalt føre med seg både sjanser og potensial for negative økonomiske og sosiale ringvirkninger. De fleste enkeltstående lokalsamfunn mangler per i dag evnen til å takle slike stressfaktorer. Responsen på disse utfordringene vil sannsynligvis variere i forhold til de forskjellige politiske og juridiske systemer blant de arktiske statene.

