

Polar Portalens sæsonrapport 2013

Samlet set har 2013 været et år med stor afsmeltning fra både Grønlands indlandsis og havisen i Arktis – dog ikke nær så højt som i 2012, der stadig er rekordåret.

De væsentlige overvågningsresultater i Arktis i 2013 er:

- Iskappen bidrog med ca. 1,2 mm havniveaustigning
- Overflademassebalancen var lavere end normalt (en tilvækst på 166 Gt ift 368 Gt).
- Havisens udbredelse var mindre end normalt (5,9 mill km² ift 7,5 mill km²).
- Rekordhøj varme sidst i juli gav kraftig afsmeltning på Indlandsisen.
- Vinden har hjulpet med at holde på både indlandsis og havis.
- Gletsjerfronternes bevægelse var normal

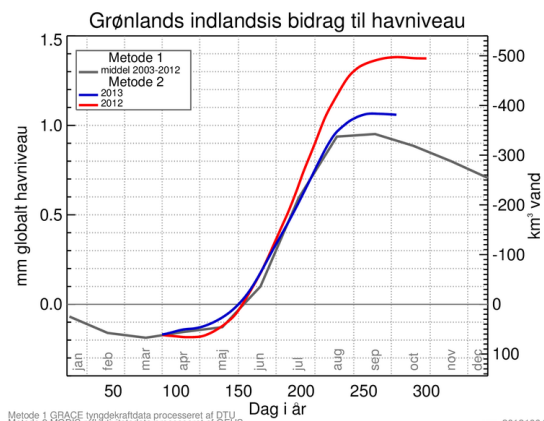
Iskappen bidrog med ca. 1,2 mm havniveaustigning

Indlandsisen mister masse på tre måder: Gennem smeltevand fra iskappens overflade, når den smelter i mødet med varmt havvand, og når gletsjere kælver og knækker af randen af indlandsisen. Indlandsisen tilføres ny masse via snefald. DTU Space har i et stort internationalt samarbejde udført satellitobservationer af iskappens masse over de seneste ca. ti år. De viser, at iskappen ikke er i balance, og at kælvingen overstiger den samlede overflademassebalance, når man medregner både snefald og smeltning. Derfor har Grønlands indlandsis mistet masse med ca. 200 Gt/år over det seneste årti. 1 Gt er 1 milliard ton og svarer til 1 kubikkilometer vand. Et massetab på 100 Gt svarer til en havstigning på 0,28 mm.

I 2012/2013 fik indlandsisen tilført 166 Gt gennem overfladen som et nettoresultat af snefald minus afsmeltning. Og det totale massetab – som inkluderer både tabet af is

fra smeltning og kælving af isbjerge samt opbygningen af is fra nedbør – estimeres til ca. 430 Gt. Et af de fænomener, som kan have forstærket afsmeltningen, er den såkaldte albedo-feedback, som er et udtryk for, hvor meget sollys et givent område reflekterer. Hvide og snedækkede områder reflekterer mere sollys og optager derved også mindre varme fra solen end mørke og udækkede områder.

I store dele af Grønland var der i år mindre akkumulation af sne i den tidlige sommer end sædvanligt. Da afsmeltningen begyndte, kom den gamle mørke sne derfor hurtigere til syne. Det kan have fået afsmeltningen til at stige ganske dramatisk, fordi den mørke sne optager mere varme end den nye hvide.



Figur 1: Samlet opgørelse af den akkumulerede ændring af sne- og ismængden (massebalancen) henover året. Ændringen er opgjort som km³ vand, og det er beregnet, hvor meget dette vand bidrager til det globale havniveau (målt i mm). Den grå linje viser gennemsnittet for perioden 2003-2012, den røde linje viser udviklingen i 2012, og den blå linje viser, hvordan udviklingen var i 2013. Se polarportal.dk for detaljer.

En anden forklaring på den store afsmeltning ligger i de udsving, der er i Grønlands særlige sæsonmæssige vejrmonstre. De er påvirket af den Nordatlantiske Oscillation (NAO). Det er et regionalt mønster af høj- og lavtrykssystemer, som betyder, at de vestlige og sydlige dele af øen skiftevis er domineret af kold luft fra nord (den positive fase) eller varm luft fra syd (den negative fase). I store dele af rekordafsmeltningsåret 2012 var NAO-indekset i sin negative fase og frembragte en tilstand med varmere luft og klar himmel. I 2013 har den negative fase været mindre fremtrædende.

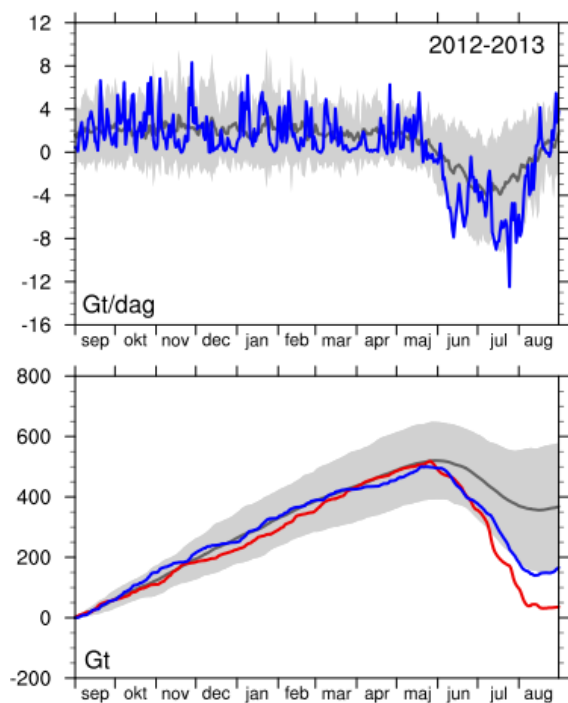
Den årlige smeltesæson er normalt på sit højeste i juli eller begyndelsen af august, og 2013 blev et år med større afsmeltning end normalt - dog mindre end det hidtil højeste niveau fra 2012. I den mest solfyldte periode fra april til september 2013 mistede iskappen masse svarende til 1,6 mm havniveau. Dette er 24 % mere end gennemsnittet for årene 2000-2013 og 21 % mindre end massetabet i rekordåret 2012. Disse massetab placerer år 2013 på en 4. plads, når det gælder afsmeltningen indenfor de seneste 14 år. Når det gennemsnitlige massebidrag fra vinterperioden oktober-marts medregnes, estimeres det, at Grønlands indlandsis i 2013 bidrog med ca. 1,2 mm havniveauanstigning. Og dette på trods af relativt kølige betingelser, og at der var et mere vedvarende og reflekterende snedække i de lavtliggende områder, hvor størstedelen af smeltevandet opstår.

Ændringerne i indlandsisens samlede masse bliver opgjort ved hjælp af to forskellige metoder. Den ene metode bygger på en satellitmåling af ændringen af tyngdekraften fra indlandsisen, som bliver mindre, når der forsvinder is. Men det tager op til 2-3 måneder at bearbejde disse data. Derfor har forskere fra GEUS udviklet en supplerende metode, som er hurtig men ikke helt så præcis som tyngdekraftmålingen. Denne metode går ud på at måle albedoeffekten, altså refleksionen af sollys fra iskappen. Der er nemlig fundet en statistisk sammenhæng

mellem albedoeffekten og tyngden af iskappen. På den måde kan der som her gives en hurtig, men foreløbig, vurdering af iskappens massetab, mens de mere præcise data bliver bearbejdet.

Overflademassebalancen var lavere end normalt

Overflademassebalancen handler om den isolerede tilvækst og afsmeltning af indlandsisens overflade – det vil sige eksklusiv dét, der tabes, når gletsjere kælver isbjerge og smelter i mødet med varmt havvand. Overflademassebalancen har været faldende siden midten af 1990-erne med det resultat, at indlandsisen mister masse år for år.



Figur 2: Øverst: Det totale daglige simulerede bidrag til overflademassebalancen fra alle punkter på indlandsisen. Nederst: Her er værdierne fra øverste kurve akkumuleret fra 1. september og frem. De blå kurver viser overflademassebalance målt i Gt for sæsonen 2012-13. Til sammenligning vises (med grå) middelkurverne fra perioden 1990-2011 sammen med 2 standardafvigelser på hver side. Den røde kurve viser den tilsvarende udvikling for sæsonen 2011-12.

Smeltesæsonen 2013 begyndte i slutningen af maj efter en længere snerig periode. Midt i juni sås en periode med kraftigere end normal afsmeltning, som blev afbrudt sidst i måneden. I de sidste to uger af juli trængte varmere luft fra syd ind over Grønland. Det gav en klar himmel med stor solindstråling, som medførte en omfattende afsmeltning.

Der foretages både egentlige målinger og simuleringer for at overvåge overflademassebalancen.

Under projektet Programme for Monitoring of the Greenland Ice Sheet (PROMICE) på GEUS måles afsmeltningen direkte ved ca. 20 målestationer. Afsmeltningen i 2013 på målestationerne ligger mellem 2,9 og 4,8 m is i Syd- og Sydvestgrønland og mellem 0,3 og 3 m ved de nordligere stationer lavere end 500 m. For stationer højere end 500 meter er afsmeltningen fra 0,0 til 2,5 m for de sydlige stationer og fra 0,4 til 2 m for de nordligere stationer.

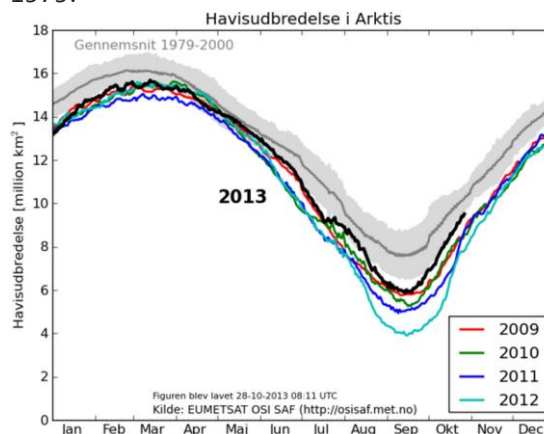
DMI foretager desuden daglige simuleringer af, hvor meget is eller vand indlandsisen afgiver eller ophober. Det giver et samlet mål for udviklingen i det, man kalder overflademassebalancen. Selv om afsmeltningen i perioden maj til august ikke er alarmerende som det høje niveau i 2012 (334 Gt ift. 482 Gt), så repræsenterer det alligevel et tab af is, som leverer et mærkbart bidrag til havniveaustigninger fra iskapen. Samlet set, over året fra september 2012 til august 2013, er der tilført 166 Gt til indlandsisen gennem overfladen (snefald minus afsmeltning). Dette er noget lavere end normalen på 368 Gt for perioden 1990-2011, men ikke så lavt som i 2012-sæsonen, hvor overfladen kun bidrog med 36 Gt.

Den højeste afsmeltning i 2013 fandt sted d. 25. juli, hvor indlandsisens overflade mistede en samlet mængde vand på 12 Gt. I 2012 var den tilsvarende højeste afsmeltning på 20 Gt på en enkelt dag.

I 2012 blev der målt helt ekstreme værdier for afsmeltning, temperatur, smeltesæsonens varighed, afstrømning og albedo-effekten. Det skyldes primært et vedvarende højtryk over Grønland, som var ledsaget af varm luft, der strømmede op fra sydvest, og som også var forbundet med få skyer og derfor store mængder af solindstråling. Generelt har der været en øget afsmeltning i Grønland, de sidste seks somre. Det tyder på en ændring i det generelle atmosfæriske cirkulationsmønster i Arktis.

Havisens udbredelse var mindre end normalt

Der har i 2013 været en relativt begrænset afsmeltning af havisen, og der har generelt været en større udbredelse af havis efter den maximale udbredelse i marts måned – når man sammenligner med de seneste 5-8 år. Det skyldes den lave havis-eksport gennem Fram Strædet, de relativt normale forårstemperaturer og den sene start på smeltesæsonen i det Arktiske Ocean. Afsmeltningen af havisen gik dog særdeles hurtigt i de første to uger af juli, hvor der dagligt smeltede et areal svarende til ca. tre gange Danmarks størrelse. Derefter gik afsmeltningen af havis tilsyneladende i stå, for at blive genoptaget i august. Minimumudbredelsen nåede 5,9 mill km² og blev dermed den sjette mindste siden 1979.



Figur 3: Daglige værdier for det totale havisareal på den nordlige halvkugle.

Havisens udbredelse i 2013 var dog stadig væsentlig under gennemsnittet for 1981-2009 (7,5 mill km²). Man bedømmer ofte isen i Arktis på dens udbredelse. Men det er også vigtigt at medregne istykkelsen og den totale mængde is i det samlede regnestykke. Tyk is er nemlig mere robust overfor sommerens afsmeltning. Og modelsimuleringer viser, at isen i 2013 fortsat er nær rekordtynd.

Der er især tre forhold, som er afgørende for, at havisens udbredelse i Arktis er lav i september:

- havisens tykkelse om foråret
- tidspunktet for starten af smeltesæsonen
- vejret om foråret og hen over sommeren.

Når den arktiske havis bliver tyndere, betyder det også, at vejret hen over sommeren i højere og højere grad kommer til at bestemme isens udbredelse i september. Det gør dels, at udsvingene fra år til år er større end tidligere, og at forudsigelsen af minimum-udbredelsen er blevet vanskeligere.

I juli 2013 var der store udsving i smeltesat. Det tyder på, at isudbredelsen i stor udstrækning styres af det aktuelle vejr. Og det hænger sammen med, at havisen er tynd og skrøbelig.

Specielt 2007 og 2012 står som bemærkelsesværdige minimums-rekorder, men faktisk er udbredelserne af is i de seneste syv år de syv laveste, der er målt. Udbredelsen af is i 2013 ligner den fra 2009.

Selv om den kolde sommer i 2013 har hjulpet på at bevare havisens udbredelse, så har den ikke hjulpet på selve istykkelsen i Arktis. Det viser simuleringer fra den amerikanske PIOMAS-model (Pan-Arctic Ice-Ocean Modeling and Assimilation System). Det samlede isvolumen har således holdt sig på samme lave niveau i de seneste tre år. Sammenlignet med perioden 1979-2011 mangler der fortsat 7-8.000 kubikkilometer havis i Arktis.

Rekordhøj varme sidst i juli gav kraftig afsmeltning

Temperaturerne i Grønland var rekordhøje i juli 2013. Her blev der d. 30. juli kl. 16 målt en temperatur på 25,9 ved målestationen Maniitsoq/Sukkertoppen, et par hundrede kilometer nord for Nuuk på Grønlands sydvestkyst. Det er den højeste temperatur, der er målt i Grønland siden 1958, hvor man begyndte en systematisk temperatur-optegnelse. Den tidligere rekord var fra 1990, hvor man målte en temperatur på 25,5 d. 27. juli.

Forklaringen på den høje temperatur d. 30. juli var, at et højtryk over Grønland kombineret med et lavtryk over Baffin Island gav en overvejende sydøstlig vind i området og dermed gode føhn-betingelser. Ekstremt høje temperaturer i Grønland vil næsten altid være forbundet med en føhn-situation. Stationen Maniitsoq/Sukkertoppen ligger ydermere ved havet, og derfor kan Solens spejling i havet om eftermiddagen have givet et bidrag til de høje temperaturer.

Vinden har hjulpet med at holde på både indlandsis og havis

I 2013 blev der ikke fjernet – eller eksporteret – så meget havis gennem Fram Strædet. Det hænger sammen med, at den transpolære vindstrømning fra Sibirien mod Grønland og Fram Strædet har været svag i store dele af foråret og sommeren. Og det skyldes igen, at vindforholdene i det centrale Arktis var præget af et relativt lavt lufttryk i juni og et relativt højt lufttryk i juli.

I forhold til indlandsisen har vinden også spillet en vigtig rolle. Det regionale mønster af høj- og lavtrykssystemer dominerer skiftevis øen med kold luft fra nord (den positive NAO-fase) og varm luft fra syd (den negative NAO-fase). I 2013 har den negative

og varme fase – som opstod sidst i juli – været mindre fremtrædende end i 2012, og det har givet en mindre afsmeltning end i 2012.

Den øgede afsmeltning i Grønland kan også opstå som en konsekvens af en systematisk og vedvarende ændring i atmosfærens cirkulation i den tidlige sommer. Denne ændring kan skabe såkaldte ”blokeringer”, som giver gode vilkår for afsmeltning. De er mest udtalt i de sydlige og vestlige dele af Grønland.

I år 2013 var der dog en koldere luftstrømning fra nord langs Vestgrønland. Sommeren 2013 viser generelt lavt tryk, flere skyer og mere nedbør over Vestgrønland på trods af nogle intense smelteperioder i starten af juni og slutningen af juli. Starten af smeltesæsonen 2013 faldt i slutningen af maj ligesom i 2012. Men afslutningen af smeltesæsonen skete med et snefald en måned tidligere end i 2012 – nemlig d. 17. august.

Gletsjerfronternes bevægelse var normal

Afsmeltningssæsonen 2013 har ikke budt på exceptionelle kælvinger som de enorme begivenheder ved Petermann-gletsjeren i 2010 og 2012. D. 29. september befandt fronten på Petermann-gletsjeren sig nær positionen ved afslutningen af sidste sommer. Kangerlussuaq-gletsjerens udløb mistede hurtigt ca. 1 km i løbet af den sidste uge i september - uden dog at nå en ny minimumudbredelse. Overordnet set har variationer i de ti største udløbsgletsjere fulgt den sædvanlige sæsoncyklus med vækst i løbet af vinteren og tilbagetrækning i løbet af sommeren.

Addendum januar 2015: En overraskelse i Indlandsisens opførsel sommeren 2013

I 2013 viste ændringen i massen af Grønlands indlandsis, som målt af Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellitterne, en meget anderledes opførsel i forhold til, hvad vi har set siden satellitternes opsendelse i 2002. Til at begynde med troede man, at det skyldtes fejl i data fra de efterhånden gamle satellitter. Det stod ikke klart før sidst i 2014, at den unormale opførsel sandsynligvis er reel. Data viser, at mellem juni 2013 og juni 2014 mistede Grønland meget lidt is. Sammenlignet med et gennemsnitligt årligt massetab på mere end 250 gigaton over de foregående 10 år, er dette ganske opsigtsvækkende. Det er muligvis en konsekvens af den ekstreme afsmeltning i 2012, der er en den største i rækken.

GRACE-satellitterne leverer månedlige målinger af masseændringen af Grønlands indlandsis og de omkringliggende gletsjere, og dermed også af Grønlands bidrag til havniveau. Udfald i data fra satellitterne er dog begyndt at forekomme hyppigere de senere år, og desuden tager det typisk nogle måneder at efterbehandle data. Derfor har Polar Portal benyttet en tilsyneladende stærk statistisk sammenhæng mellem isoverfladens refleksivitet (tilgængelig næsten real-time fra MODIS-sensoren på NASA TERRA-satellitten) og ændringer i ismassen fra GRACE til a) at udfylde huller i GRACE data og b) at estimere Grønlands istab i næsten real-time.

Sammenhængen, der blev brugt til at lave disse real-time-estimerer baseret på refleksivitet, brød sammen i 2013 og gav et for stort massetab anført i Polar Portalens sæsonrapport. Polar Portal-forskerne er nu optaget af at undersøge de fysiske processer, der ligger til grund for Grønlands overraskende neutrale massebalance i sommeren 2013. I mellemtiden opdateres der

ikke med yderligere refleksivitetsbaserede estimer af masseændringen.

For mere information se polarportal.dk eller kontakt info@polarportal.dk