

Polar Portalens Sæsonrapport 2017

Usædvanlig smeltesæson i Arktis

Sæsonen i Arktis 2016-17 har på flere måder været ekstraordinær. Vejret har været usædvanligt gunstigt for is- og sneforholdene i Arktis, og det betyder, at Indlandsisen er kommet styrket ud af sæsonen. Sæsonen har været knap så nådig ved havisen, hvor havtemperaturerne nogle steder har været usædvanligt høje, og hvor der har været mere åbent vand end i gennemsnittet 1981-2010.

Grønland oplevede intens nedbør – både regn og sne – i løbet af efteråret og vinteren. Og sommeren – og dermed smeltesæsonen – var kort. De store mængder sne, specielt i Sydøstgrønland, gav i øvrigt en meget høj albedo, der har betydet, at den hvide overflade har kunnet reflektere mere af solens lys og dermed optage mindre varmeenergi.

Resultatet er, at man skal helt tilbage til 1980-erne og 1990-erne for at se så positivt et regnestykke, når man trækker afsmeltning og forløbige tal for kælving af isbjerger fra nedbørsmængderne.

Men resultatet fra et enkelt år kan ikke tages som udtryk for, at klimaet er ved at ændre sig i en gunstig retning for isen. På Indlandsisen foregår der en evig konkurrence mellem nedbør og afsmeltning. Og tendensen i de sidste mange år tyder på, at afsmeltningen er den afgørende faktor – også selv om der er

enkelte år, hvor nedbøren overstiger afsmeltningen, som det var tilfældet i 2017.

Havisens 2017-minimum ligner på mange måder det minimum, man så i 2016. Også i 2017 har vandtemperaturerne været høje, og der har været mere åbent vand end normalt. Det gav en hæmmet og langsom tilvækst af havisen gennem efteråret 2017, som betyder, at vi gik ind i 2018 med tynd is.

I det følgende ser vi på de væsentligste overvågningsresultater i Arktis i 2017:

- Meget nedbør, kølig sommer samt svag og kort smeltesæson
- Usædvanlig lille afsmeltning
- Sidste år med GRACE
- Indlandsisens albedo var i 2017 den tredjehøjeste i 18 år
- En svækket arktisk havis blev hjulpet af den kolde sommer 2017

Meget nedbør, kølig sommer samt svag og kort smeltesæson

Årets sæson på Indlandsisen (sept. 2016 til aug. 2017) har været præget af et meget snefuldt efterår, varmt vejr både vinter og forår, en kølig sommer og en svag og kort smeltesæson.

I oktober 2016 fik især det østlige Grønland omkring Tasiilaq meget store mængder regn og sne, da resterne af de tropiske orkaner Matthew og Nicole bevægede sig ind over

land. Efter oktobers ekstreme nedbør fortsatte resten af vinteren meget gennemsnitligt, og dele af det nordvestlige Grønland oplevede endda mindre sne end sædvanligt.

To tidspunkter benyttes til at vurdere, hvornår og hvordan afsmeltningen finder sted fra Indlandsisen. Det ene er starttidspunktet for smeltesæsonen, defineret som den første af tre dage, hvor der vedvarende

har været en afsmeltning over mere end 5% af Indlandsisens areal. Det andet er ablationsstarten, der er defineret som den første af tre dage, hvor Indlandsisen mister mere end et gigaton dagligt fra overfladen.

Smeltesæsonen startede allerede d. 5. maj 2017, og det er den tredjetidligste start siden 1981. Men hurtigt efter smeltesæsonens start fulgte en periode med kulde og sne, og det betød, at starten på perioden med høje smeltetab alligevel indtraf senere.

Ablationsstarten fandt således sted d. 11. juni, og dette ganske gennemsnitlige tidspunkt placerer årets ablationsstart på en 12. plads siden 1981. Den største afsmeltning

fandt sted – helt sædvanligt – i slutningen af juli.

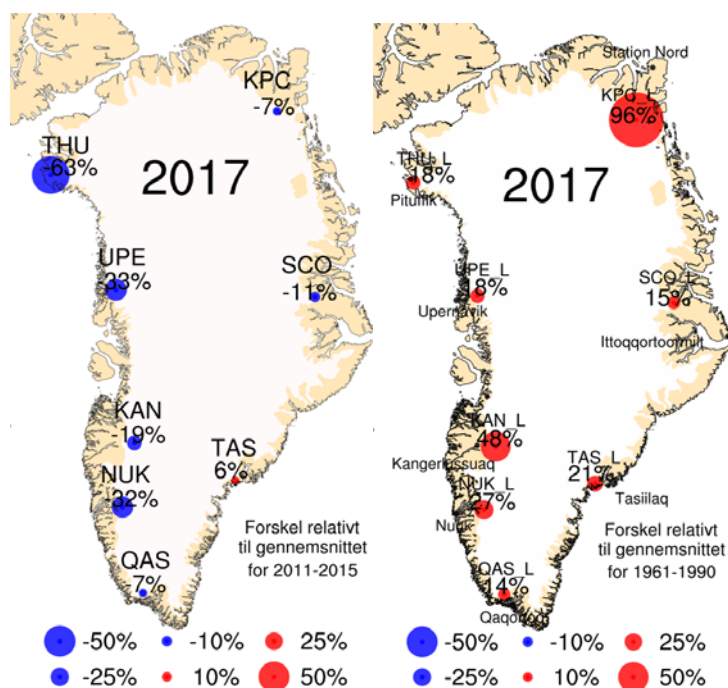
Til gengæld var det samlede massetab mere usædvanligt. I ca. en uge fra 27. juni til 5. juli observerede man tæt på nul eller ligefrem en smule positiv overflademassebalance svarende til en nettogevinst i masse ved overfladen. Det afspejlede også en periode med meget lave temperaturer for juli måned, hvor der på Summit-stationen (i 3.216 meters højde) d. 4. juli 2017 blev målt en rekordlav juli-temperatur på -33 °C. Usædvanligt nok blev der senere i samme måned også sat en juli-varmerekord – igen på Summit – hvor der d. 28. juli blev målt +1,9 °C.

Usædvanligt lille afsmeltning

Overflademassebalancen (SMB) for sæsonen 2016-2017 (sept. 2016 til aug. 2017) ligger på en femteplads over positive resultater siden 1981. Overflademassebalancen er et udtryk for den isolerede tilvækst og afsmeltning af Indlandsisens overflade og overvåges både via egentlige målinger og computersimuleringer.

Afsmeltning fra Indlandsisen måles direkte på udvalgte steder under PROMICE-projektet.

Observationer fra de omkring 20 vejrstationer i Indlandsisens smelteområde viser, at alle temperaturer i juni, juli og august lå enten på eller under gennemsnitstemperaturerne for årene 2008-2017. Langs den vestlige del af smelteområdet var juli måned den koldeste registreret i denne periode, og temperaturerne i juni, juli og august viste sig at være mere end en standardafvigelse under gennemsnitstemperaturerne.

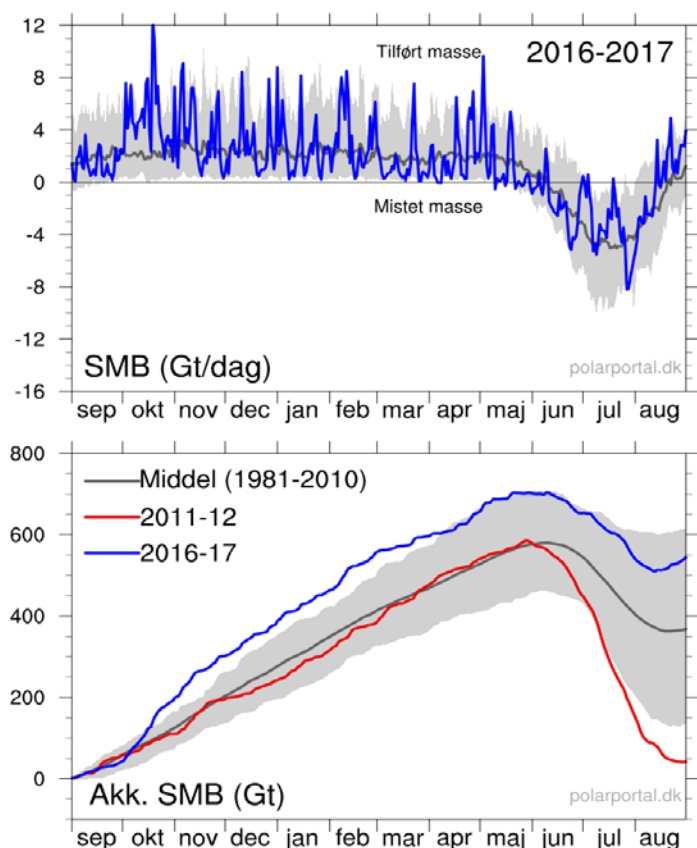


Figur 1: Kortene viser netto-afsmeltningsafvigelserne (anomalierne) for 2017 ved de lavereliggende PROMICE vejrstationer set i forhold til perioderne 2011-2015 (venstre) og 1961-1990 (højre).

På samme måde var den samlede nettoafsmeltning for hele 2017 enten nær eller under gennemsnittet for 2011-2015 ved alle 20 målepositioner. De største negative afvigelser sås ved iskappens vestlige rand (Fig. 1 tv). Efter en simpel omregning af afsmeltningsafvigelserne for 2017 ift. klima-referenceperioden 1961-1990 (Van As et al, 2016; Fig. 1 th), hvor iskappen antages at være i ligevægt, ser vi at alle afvigelserne er positive, og at stationen ved Kronprins Christian Land (KPC) har den største positive afvigelse.

DMI foretager desuden daglige simuleringer af, hvor meget is eller vand Indlandsisen af-

giver eller ophober. Ud fra disse simuleringer kan man få et samlet mål for, hvordan overflademassebalancen udvikler sig over hele Indlandsisen (Fig. 2). Ved afslutningen af årets sæson (31. aug. 2017) var overflademassebalancens nettoresultat 544 Gt, hvilket betyder, at der faldt 544 Gt mere sne end den mængde, der smeltede og løb ud i havet (eksklusiv tab af gletsjere og isbjerge). De store mængder sne i efteråret 2016 og i løbet af vinteren kombineret med den kølige og korte smeltesæson bragte således SMB'en væsentlig over gennemsnittet for perioden 1981 til 2010 på 368 Gt.



Figur 2: Den øverste kurve viser det totale daglige simulerede bidrag til overflademassebalancen fra alle punkter på Indlandsisen. Den nederste kurve viser den samlede akkumulerede overflademasse. Den blå kurve viser sæsonen 2016-17, og det ses, at sæsonen ved afslutningen placerer sig over den grå normal-kurve.

Overflademassebalance

Overflademassebalancen er et udtryk for den isolerede tilvækst og afsmeltning af Indlandsisens overflade. Nedbør er med til at øge Indlandsisens masse, mens afsmeltning får Indlandsisen til at svinde. I forhold til den totale massebalance fortæller overflademassebalancen om bidraget ved Indlandsisens overflade – det vil sige eksklusiv dét, der tabes, når gletsjere kælder isbjerge og smelter i mødet med varmt havvand. Siden 1990-erne har overflademasse-balancen generelt været faldende.

Sidste år med GRACE

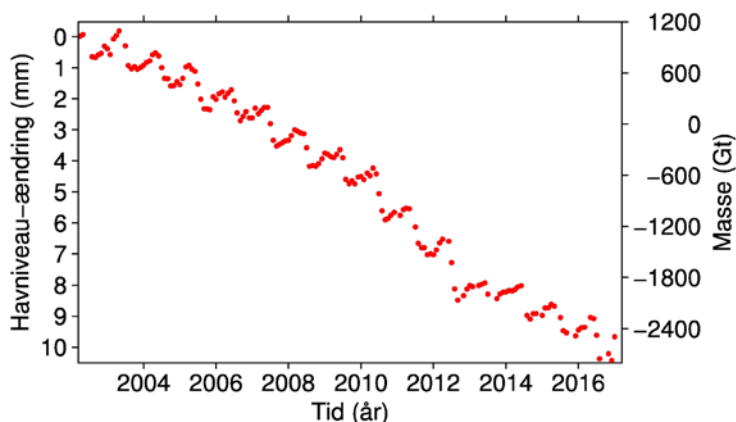
Data til beregninger af iskappens bidrag til havniveaustigning er siden 2002 kommet fra GRACE-satellitterne.

GRACE-missionen har været en kæmpe succes, og efter mere end 15 års dataindsamling blev missionen afsluttet i oktober 2017. I sidste ende var batterierne på den ene af satellitterne brugt op, men under alle omstændigheder vil begge satellitter nå en så lav højde at de vil brænde op i atmosfæren i løbet af vinteren. Missionen var oprindeligt planlagt til kun at vare 5 år.

Der vil nu komme et hul i tyngdedata inden GRACE follow-on missionen kan levere data til at fortsætte den værdifulde tidsserie af masseændringer af Grønlands indlandsis. GRACE follow-on er planlagt til opsendelse i 2018.

Siden 2002 har totalmassebalancen for Grønlands indlandsis været negativ med et typisk tab på omkring 200 til 300 Gt om året. Disse tal inkluderer både tab i overflademassebalancen og tab i form af gletsjere og isbjerge. Men i sæsonen 2016-17 blev det samlede masseregnskab efter alt at dømmes omkring nul – ligefrem måske en anelse positivt. Det gennemsnitlige tab af is, når gletsjere og isbjerge tabes til havet, er omkring 500 Gt. Hvis man trækker det fra de 544 Gt, som er resultatet fra overflademassebalancen, bliver nettoresultatet, at Grønlands indlandsis har vundet en smule masse i år – omkring 44 Gt.

Men dette tal skal ses i lyset af den samlede ismasse, som Grønlands indlandsis har mistet siden 2002 – nemlig 3600 Gt. Her gør 44 Gt desværre ikke den store forskel. Dette er dog et foreløbigt estimat baseret på tidligere gennemsnitstal for kælvning.



Figur 3: Kurven viser udviklingen i den totale masseændring af Indlandsisen måned for måned, målt i Gt (1 Gt er 1 mia. tons eller 1 km³ vand. 1000 Gt svarer til 2,8 mm globalt havniveau). Målingerne er foretaget siden 2002 og frem til januar 2017. Masseændringerne er vist i forhold til juni 2006, mens omregningen til havniveauændringer er vist i forhold til 2002. Det er vigtigt at påpege, at data fra midt-2016 og frem er behæftet med væsentlig større usikkerhed end tidligere estimater p.g.a. problemer med diverse instrumenter på satellitterne. Derfor kan de totale masseændringer i sæsonen 2016-17 ikke beregnes på basis af data fra GRACE.

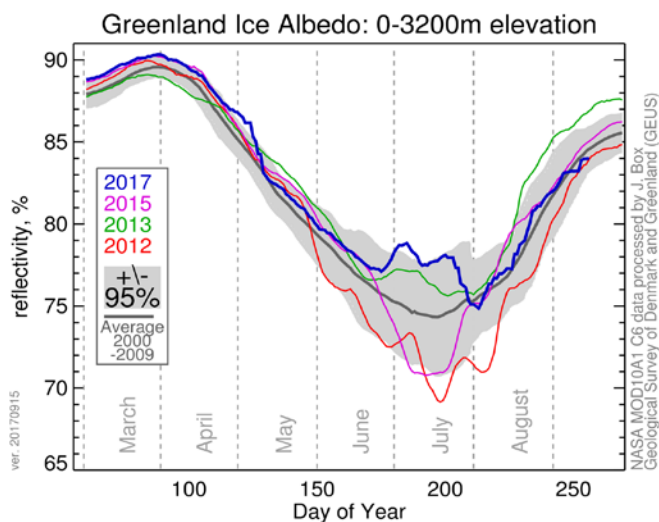
Indlandsisens albedo var i 2017 den tredje højeste i 18 år

I 2017 har sommeralbedoen fra juni til august været den tredje højeste siden 2000, kun overgået af årene 2000 og 2013. Det skyldes først og fremmest nedbøren, der fulgte med de tidligere tropiske orkaner Matthew og Nicole i oktober 2016. Fordi det var meget fugtigt og varmt (dog under frysepunktet), kom der store mængder sne,

som kunne holde Indlandsisen relativt snedækket gennem smeltesæsonen 2017. Dette snedække betød, at der forekom en usædvanligt stor refleksion af sollys (Fig. 4), og dermed varmeenergi, hvilket var med til at bidrage til den mindre afsmeltning.

Albedo-data stammer fra MODIS-satellitten (Moderate-resolution Imaging spectroradiometer), som siden 2000 har observeret Jordens refleksion af sollys. Albedoen er et udtryk for en overflades evne til at reflektere

solens stråler. Jo lysere en overflade er, desto bedre er den til at reflektere solens stråler. Mørke overflader opsuger tværtimod større mængder af solenergien som varme.



Figur 4: Figuren viser de daglige gennemsnit af albedomålinger for årene 2012, 2013, 2015 og 2017. Den blå kurve er 2017. Det er tydeligt, at den ligger langt over gennemsnittet i sommermånederne juni og juli over 2000-2009 (grå).

En svækket arktisk havis blev hjulpet af den kolde sommer 2017

Den arktiske havis kom svækket ind i smeltesæsonen 2017. Det kolde sommergejr i polarområderne bremsede godt nok årets afsmeltning. Men det betød ikke, at havisen gik styrket ud af smeltesæsonen, og situationen tilsvarende i høj grad, den man så i 2016.

Feks. var forholdene i september 2017 meget lig dem i september 2016: Der manglede store mængder is i Beauforthavet og i Tjukterhavet. Og nogle steder var temperaturerne op til 4 °C varmere end normalt i det hav, der omgav isen. De høje temperaturer blev især målt i Baffinbugten, Hudson Bay og i det østsibiriske hav. I det østsibiriske hav var temperaturen op til 10 °C, og det er usædvanlig højt. Resultatet blev, at Arktis igen gik ind i et nyt år med en svækket og sårbar havis.

Observationer af isens udbredelse viser, at arealet af den arktiske sommerhavis siden slutningen af 1970'erne er faldet årligt med ca. 94.000 km² i gennemsnit. Dette er mere end det dobbelte af Danmarks landareal.

Havisen er vigtig for klimaet, fordi den er lys og således har en høj albedo. Jo mindre havis

der er, desto større bliver de mørke overflader i Arktis, som absorberer solenergi og dermed bidrager yderligere til opvarmning og afsmeltning af isen. Solens energi øger også opvarmning af havet, og det forsinker opfrysningen om efteråret. Det betyder, at isen derfor har kortere tid til at vokse sig tyk i løbet af vinteren. Det kan bevirke, at den er tyndere om foråret og bryder tidligere op.

Marts-udbredelsen

Hvert år i marts topper havisen i Arktis med sin største udbredelse. I 2017 var toppen dog bemærkelsesværdig lav efter et halvt år med usædvanligt høje temperaturer i efteråret 2016 og vinteren 2017. Hver dag igennem den første halvdel af 2017 lå arealet af havis i Arktis, med få undtagelser, på det lavest målte niveau for årstiden. Det samme blev også tilfældet for årets maksimale udbredelse, der typisk falder midt i marts. I marts kulminerer efterårets og vinterens tilvækst af isen, inden afsmeltningen gennem foråret og sommeren tager over som den dominerende proces.

Isudbredelsen i marts 2017 var ca. på samme

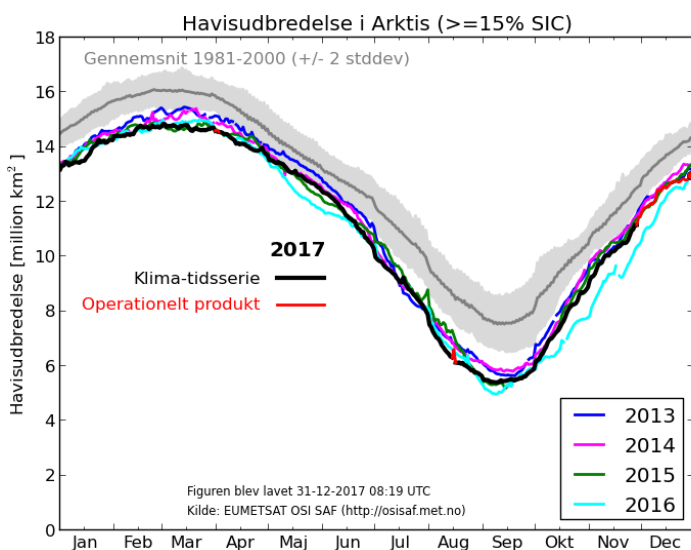
niveau som i vintrene 2006, 2015 og 2016, hvilket er det laveste, der er målt i de sidste 40 år med moderne satellitter. Den lave marts-udbredelse i 2017 blev ledsaget af en kraftig varme-anomali over Kara- og Laptev-havet og relativt varm luft, som blæste ind over Barentshavet. Det var netop i Barentshavet, Karahavet og i Okotskhavet nord for Japan, at der manglede is i marts 2017 i forhold til et normalt år.

I løbet af efteråret 2016 lå temperaturen i nordpolsområdet flere gange op til 15°C over normalen. I en kort periode i efteråret var det endda hele 20°C varmere end normalt. Det gav dårlige vækstbetingelser for isen og betød som sagt, at havisarealet var lavt i marts 2017, men det betød også, at isen var tynd. DMI's egen is-model viste, at det samlede volumen af is i marts 2017 delte bundrekorden med 2016.

Fra tilfrysningen startede i september 2016 og frem til december 2016, manglede der omkring 1 million kvadratkilometer is i forhold til gennemsnittet for de seneste 5 år. Det gennemsnit var i forvejen lavt. Bruger vi perioden fra 1978 til 2000 som udgangspunkt i stedet, så manglede der 2 millioner kvadratkilometer. Det svarer til 46 gange Danmarks landareal.

Smeltesæsonen

Omkring Sankt Hans er det daglige solenergi-input højere i nordpolområdet end noget andet sted på Jorden. Det betyder, at en af klodens ellers koldeste egne oplever plusgrader hen over sommeren, og det accelererer afsmeltningen af havisen. I 2017 skiftede temperaturen i nordpolområdet fra frost til tøj den 13. juni. Det er meget tæt på det normale, der er den 12. juni.



Figur 5: DMI's kurve af havis-udbredelse. Billedet er baseret på EUMETSAT's OSISAF iskoncentrationsberegninger, og det viser arealet af havområder, der har mere end 15% isdække. Grafik fra Polar Portal.

Udbredelse af arktisk havis

Udbredelsen af den arktiske havis analyseres af både det amerikanske NSIDC og det europæiske EUMETSAT - og herigennem DMI. Begge centre anvender de samme satellitdata, men de behandler "støj" over åbent vand og langs iskanterne lidt forskelligt. Det betyder, at kurverne for udbredelsen ikke altid er helt ens. De europæiske tal er afdækket via data fra DMI-forskere, og de er bl.a. publiceret i tidsskriftet The Cryosphere.

Plusgraderne betyder, at sneen og isen ændrer egenskaber: Smeltende is optager f.eks. mere solstråling end is, der endnu ikke

har nået smeltepunktet. Plusgrader betyder også, at der ikke dannes ny is i sprækker og revner, og at nedbør falder som regn og ikke

sne. Det bidrager alt sammen til afsmeltningen. Fordi plusgraderne accelererer afsmeltningen, er datoen, hvor temperaturen passerer frysepunktet, vigtig for hvor meget is, der når at smelte henover sommeren, og for hvor meget is, der er tilbage ved det årlige minimum i september.

I 2017 gav den meget gennemsnitlige dato for starten af smeltesæsonen dog ikke et hint om isudbredelsen i september. I 2017 blev vejrforholdene i løbet af sommeren nemlig igen afgørende for isens udbredelse og volumen. I efteråret 2016 stod det klart, at den arktiske havis ville komme svækket ind i smeltesæsonen 2017. Det gjorde den, men koldt sommervejr i polområdet bremsede altså sommerens afsmeltning i 2017.

Situationen i slutningen af sommeren 2017 var dermed meget lig med 2016 på samme tid. Vandtemperaturen omkring isen var høj, og der var mere åbent vand end normalt, hvilket gav en hæmmet og langsom tilvækst af is igennem efteråret – faktisk den laveste tilvækst man har set i løbet af de sidste mindst 8 år, hvor man har kunnet følge tilvæksten med den europæiske SMOS-satellit.

Det betød, at isen startede 2018 med sin laveste udbredelse for årstiden i mindst 40 år.