

Mindre gletschere og klimaet - metoder, komplikationer og resultater

Af Jacob Clement Yde og Niels Tvis Knudsen, Geologisk Institut, Aarhus Universitet.

Til trods for at de mindre gletschere og iskapper kun udgør ca. 3 % af det samlede gletscherdækkede areal, så har de bidraget med 25 - 50 % af de seneste årtiers havniveaustigning. Det er således vigtigt ikke kun at fokusere på de store isskjolde på Antarktis og i Grønland som glacielle bidragydere, men også at intensivere den systematiske overvågning af de mindre gletschere og iskapper.

De mindre gletschere og iskapper er nogle af de bedste indikatorer på lokale klimaforandringer, vi finder i naturen, idet de hurtigt tilpasser deres form og udbredelse i forhold til klimaet. Men som med så meget andet er der en række komplikationer, der besværliggør en umiddelbar tolkning af samspillet mellem gletschere og klima. Hertil anvendes to vigtige metoder til at indhente den nødvendige viden, så man har det bedst mulige grundlag for at bestemme tidligere, nuværende og fremtidige ændringer i isudbredelsen og relationen til havniveaet.

Massebalance

Den mest præcise metode er ved massebalancemålinger i felten, hvor der etableres et net af stager på hele gletscheren. Om foråret, før snesmeltningen begynder, måles snetykkelsen ved hver stage, så man får viden om vinterens snemængde. Sidst på sommeren måler man, hvor meget is og sne der er smeltet ved hver stage, og ofte skal stagerne bores længere ned i isen, så de er klar til næste sæson. Samlet giver disse målinger et billede af, hvordan en gletschers masse er ændret i det forgangne år.

Desværre er massebalancemålinger meget ressourcekrævende, både økonomisk og mandskabsmæssigt, så det er umuligt at foretage sådanne målinger ret mange steder. Eksempelvis bliver der kun udført massebalancemålinger ét sted i Grønland i øjeblikket, nemlig ved Mittivakkat Gletscheren 20 km vest for Tasiilaq i Sydøstgrønland. Her er det til gengæld muligt at sammenholde gletscherens massebalance med vandbalancemålinger og klimamodellering. Massebalancemålingerne mellem 1995 og 2006



Opmåling og genboring af stage på Mittivakkat Gletscheren, Sydøstgrønland. (Foto: Jacob Clement Yde)

ved Mittivakkat Gletscheren viser, at bortset fra 1995/1996 og 2002/2003 har gletscheren hvert år mistet masse, svarende til 7 % af sin masse siden 1995.

Billedanalyse

For at få et overblik over, hvorledes samtlige gletschere i et område responderer på

klimaforandringer, er det nødvendigt at indsamle alle tilgængelige informationer om gletscherens udbredelse gennem tiden. Antallet af gletschere er i sig selv en ubrugelig målestok, da gletschere under tilbagesmeltning ofte splittes op i et antal mindre gletschere. Samtidig er der en negativ korrelation mellem antallet af gletschere og deres

areal, således at der altid vil være relativt mange gletschere, der vil ligge tæt på det nedre areal for definitionen af gletschere (0,2 - 0,3 km²) inden for et givent område.

De bedste kilder er billeder, enten taget fra jorden, fly eller satellitter. Sammenligner man billeder fra forskellige år og kortlægger gletscherfronternes position, får man et indtryk af, hvordan gletscherne tilpasser sig klimaet, men der er adskillige forhold, man skal være opmærksom på.

For det første er der en forsinkelse fra en klimaændring indtræffer, til gletscherfrontens position ændres. Responstiden afhænger blandt andet af isbevægelseshastigheden, temperaturen ved bunden af gletscheren, gletscherens størrelse, landskabets topografi, hvilke dele af gletscheren, der er mest påvirket af klimaændringen, og hvilke klimaparametre der er ændret. Eksempelvis kan en temperaturstigning ved gletscherfronten få fronten til at ændre position inden for ganske få år, mens en øget sneakkumulationen på de øverste dele af gletscheren først vil få gletscherfronten til at bevæge sig fremad efter nogle år.

For det andet er der stor forskel mellem gletschere, der ender på land eller i vand. Gletschere, der ender på land, vil ved en massetilvækst ofte kunne skubbe fronten til en lavere højde, hvor sommertemperaturen er højere og isafsmeltningen derfor er større. Gletschere, der ender i vand, har ikke denne mulighed. Hvis gletscherne er begrænset til siderne af stejle fjelde, som eksempelvis i en fjord, vil de rykke hurtigt frem indtil de finder en position, hvor fjorden udvides og kælvningshastigheden af isbjerger er i ligevægt med klimaet. Hvis klimaet derimod bliver mindre gunstigt for gletscherne, kan de hurtigt rykke fronten tilbage igen.



Gletschere og randmoræner i Rensdyrdalen på Disko Ø, Vestgrønland. (Flyfoto fra 1964. Gengivet med tilladelse G-17-99, Kort og Matrikelstyrelsen)

Gletschere, der ender i fjorde, kaldes ofte for tidevandsgletschere, og de er langt mere følsomme overfor klimaændringer end gletschere, der ender på land.

For det tredje er det nødvendigt at identificere og udelukke såkaldte galoperende gletschere (Se Geologisk Nyt 5/99), da variationer af fronterne af disse gletschere ikke umiddelbart er relateret til klimaet. Galoperende gletschere har kortvarige (1 - 10 år) periodiske fremrykninger, hvor fronten

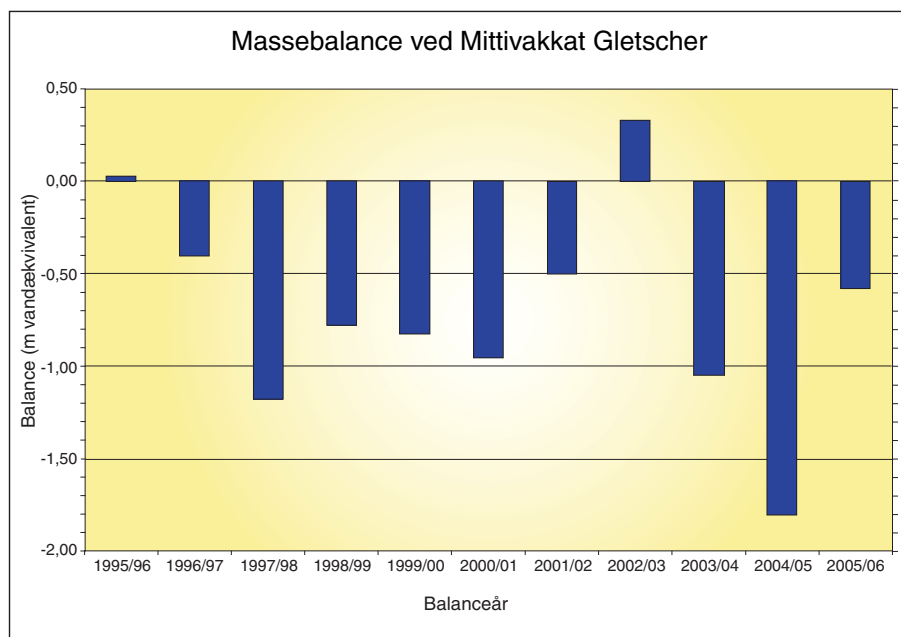
bevæger sig hurtigt fremad i terrænet, efterfulgt af en langvarig (20 - 200 år) periode hvor gletscherfronten først flyttes relativt hurtigt tilbage, og derefter akkumuleres is til et nyt fremstød. Galoperende gletschere kan således give et fuldstændigt misvisende billede af klimaændringer, afhængigt af på hvilket tidspunkt de observeres.

For det fjerde kan store dele af fronten være dækket af et sedimentlag, der beskytter den underliggende is mod afsmeltning. Fronten af en sådan gletscher vil ikke umiddelbart flytte sig for at tilpasse sig klimaet. I stedet vil gletscheren ændre tykkelse bag det sedimentdækkede område. Hvis der eksempelvis har været en øget afsmeltning gennem en længere årrække, kan hele den sedimentdækkede front kobles af den aktive gletscher og ligge efterladt i terrænet.

Hvis gletscheren senere avancerer, kan den sedimentdækkede front igen kobles på gletscheren. Det kan være særdeles svært eller ligefrem umuligt ud fra billeder at vurdere, hvad der er aktiv gletscher, hvad der er moræne, og hvad der er dødis. Derfor er der en øget usikkerhed ved at bruge variationer af gletscherfronten til at sige noget om klimaet ved sedimentdækkede gletschere.

Resultater

Til trods for de nævnte komplikationer er det muligt at tolke gletschervariationer i relation til klimaet. Resultaterne viser, at i Alperne er det gletscherdækkede areal mindsket med 50 % fra 1850 - 2000, og at de vil være isfri i løbet af ganske få årtier, hvis sommertemperaturen stiger med 5 °C. I Kaukasus har 94 % af gletscherne truk-



Netto massebalance ved Mittivakkat Gletscheren, Sydøstgrønland, fra 1995 til 2006. (Grafik: Forfatterne)



Unnavngiven gletscher, der siden 1964 har trukket sig ca. 600 m tilbage – den ligger på Disko-øen. (Foto: Jacob Clement Yde)

ket sig tilbage fra 1985 til 2000. Det er det samme billede af gletschertilbagetrækning, man i øjeblikket har mange andre steder i verden, som fx i Rocky Mountains, Centralasien, Irian Jaya, Afrika og New Zealand. På Disko Ø i Vestgrønland har 69 % af gletscherne trukket sig tilbage mellem 1953 og 2005, selvom sommertemperaturen har væ-

ret nogenlunde stabil mellem 1930 og 1990, samtidig med at nedbøren ikke har ændret sig væsentligt. Det viser, at gletscherne reagerer på en tidligere klimaændring, nemlig temperaturstigningen på 2 - 4 °C mellem 1920 - 1930, og at reaktionen på temperaturstigningen siden 1990 stadig venter forude. ■

Om gletschere

Gletschere dækker ca. 10 % af jordens landoverflade.

- Antarktis (13,5 mio. km²)
- Grønland (2 mio. km²)
- Andre gletschere og iskapper (0,5 mio. km²)

Kort nyt

Kæmpe forstenet skov fundet ved tilfælde
Geologer har fundet resterne af en kæmpe underjordisk regnskov gemt i en kulmine i Illinois, USA. Den forstenede skov, der blev begravet af et jordskælv for 300 millioner år siden, da Nordamerika og Europa hang sammen ved Ækvator.

Skoven blev opdaget i 2005 af John Nelson fra Illinois Geologiske Undersøgelser, som lavede rutinemålinger i en mine. Han tilkaldte palæontologer, for at de kunne se nærmere på skoven. På deres vej 100 meter ned i minen kunne palæontologerne tydeligt se rester af skoven fra minelamperne. Den forstenede skov indeholder gigant-versioner af flere af nutidens plantetyper, blandt andet

40 meter høje bregner. Skoven er ikke den ældste af sin art, men dens enorme størrelse gør det muligt at studere fordelingen af planterne i skoven. Således er det tydeligt, at planterne varierer fra område til område og ikke bare er fordelt tilfældigt over hele skoven.

Nature.com 23 april 2007/JT

Watertech opkøbt af Birch & Krogboe

Det er ikke manglende succes, der har ført til salget – tværtimod har der været høj vækst i firmaet, der har ca. 50 ansatte, og dermed er det det 20. største rådgivende ingeniørfirma i Danmark. Om salget siger den hidtidige administrerende direktør, Jens

Baadsgaard Pedersen: “I god tid har jeg ønsket at planlægge et generationsskifte. Det er min holdning, at man skal gennemføre et generationsskifte med rettidig omhu og ikke vente til det bliver alt for sent.” Det er Birch & Krogboes fjerde opkøb på to år, men den første af denne type virksomhed. Birch & Krogboe har med dette køb samt tidligere virksomhedsopkøb opnået en vækst på 250 højtuddannede konsulenter på to år.

Watertech fortsætter med samme navn, medarbejdere, arbejdsområder og kunder. Fordelen for kunderne vil desuden være en bedre backup på bygge- og anlægsdelen af de kommende opgaver

Watertech nyt/UVH ■