

II Populærvitenskapelig sammendrag:

GLACIODYN – The dynamic response of Arctic glaciers to global warming

Hvordan reagerer breene i Arktis på de globale klimaendringer?

Nedsmelting av isbreene på kloden er den viktigste kilden til globale havnivåendringer (i tillegg til den termiske utvidelsen av havvannet). I de nærmeste hundre åra er det forventet at de største bidragene til økt havnivå vil komme fra mindre breer og iskapper og ikke fra de store innlandsisene i Antarktis og Grønland. En stor andel av disse breene ligger i Arktis der alle klimascenarier spår større og raskere oppvarming enn andre steder på kloden. I de siste 10-15 årene har vi observert at breene ikke bare smelter mer på overflaten, men i mange områder glir de raskere, det blir mer kalving av isfjell og resultatet er mer transport av is fra land ut i havet. Dette er observert på flere brestrømmer på Grønland. Vi vet enda ikke i hvilken grad økt smelting også vil gi endringer i dynamikken på andre breer i Arktis.

Det overordnede prosjektmålet er å kunne forutsi og beregne framtidige endringer i ferskvannstransporten fra isbreene og dermed gi bedre estimat også på globale havnivåendringer. Tidligere har en laget modeller over breenes framtidige respons på klimaendringer bare ved å beregne volumendringer forårsaket av smelting (temperaturendringer) og nedbør (snø). Nå er formålet også å trekke inn dynamikken i modellering av framtidig respons. Da må en forstå prosessene som gir økt glidning og transport av is. I dette prosjektet fokuseres det på noen utvalgte breer; 1) Austfonna, en stor iskappe på Nordaustlandet, Svalbard; 2) Kronebreen, en kalvende bre i Kongsfjorden, Svalbard, 3) Langfjordjøkelen, en liten iskappe i Nord-Norge og 4) Engabreen, en utløper fra Svartisen i Nordland.

Iskappen Austfonna er den største på Svalbard og er blant de største på kloden utenom Grønland og Antarktis. På Austfonna skal det foretas målinger som viser om denne store iskappen vokser eller minker. Nyere teknologi som GPS, radarmålinger, laser og automatiske værstasjoner har gitt muligheter til å foreta detaljerte og kontinuerlige målinger som bare for få år siden var umulig. Det skal gjøres målinger på breen, fra fly (også ubemannet fly) og ved hjelp av satellittdata. Kronebreen kalver ut innerst i Kongsfjorden på nordvest Spitsbergen. Her skal en studere kalvingsprosessene ved å måle kontinuerlig over en toårs periode både hastigheten, kalvingsvolumet og sammenhengen mellom vandyp, hastighet og smeltevann. På Engabreen ved Svartisen skal en observere breens glidning over underlaget direkte fra undersiden av breen. Her er det i tilknytning til Svartisen vannkraftstasjon bygd et laboratorium i tunneler under breen, noe som gir unike muligheter til å studere breen fra undersiden.

Prosjektet er en del av det internasjonale IPY-prosjektet *Glaciodyn* som skal foreta studier av en rekke utvalgte breer i Arktis. Det norske prosjektet ledes av Institutt for geofag ved Universitetet i Oslo og samarbeidspartnerne er Universitets-senteret på Svalbard (UNIS), Norut-IT, Norsk Polarinstitut, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) og Universitetet for miljø- og biovitenskap. Det samarbeides direkte med russiske og polske forskere i felt på Svalbard, og forskere fra Nederland, England, USA og Canada er involvert i tolkning av data og modelleringene.

Austfonna – feltundersøkelser 2008

Som en del av IPY prosjektet GLACIODYN (The dynamic response of Arctic glaciers to global warming) ble det gjennomført feltundersøkelser på Austfonna på Nordaustlandet, Svalbard, i perioden 6. april til 8. Mai 2008.

Feltgruppen bestod av seks personer ledet av Jon Ove Hagen fra Universitetet i Oslo. Deltagerne var i tillegg Trond Eiken, Thorben Dunse og Chris Nuth fra UiO, Evgeny Vasilenko fra Russland og Francisco Navarro fra Spania. De to siste var med som en del av et samarbeidsprosjekt med Russland. De arbeidet med radarmålinger av istykkelsen. Vasilenko har utviklet en egen radar for dette.

Målinger som var planlagt og som ble utført var:

1. Massebalansemålinger ved hjelp av staker boret ned i isen. Om lag 25 staker er etablert i ulike breutløpere og ulike høydenivåer på breen. På disse stakene kan vi direkte måle pålagring av snø gjennom året og nedsmelting av snø/is. Dermed kan vi beregne om breen øker eller minker i masse.

2. Høydeprofiler ved hjelp av GPS. Med nøyaktige GPS-mottakere som er montert på sleder bak en snøskuter kan vi måle nøyaktige høydeprofiler over brekappa. Ved å kjøre langs profiler over hele iskappa og så gjenta disse målingene hvert år langs nøyaktig samme profiler kan vi måle høydeendringer over tid. Dette brukes sammen med stakemålingene og hastighetsmålingene til å beregne de samlede masse-endringer på breen.

3. Radarmålinger av snøfordelingen. Samtidig med GPS profilene drar vi en radarantenne i en pulk bak snøskutersleden. Denne radarantenna sender ut bølger med en frekvens på 800 MHz. Disse bølgene reflekteres fra harde lag nede i snøpakka. Spesielt vil fjorårets sommeroverflate utgjøre et slikt hardt lag med høy tetthet. Bølgehastigheten gjennom snø kjenner vi. Vi måler tiden det tar for bølgen å trenge ned til det harde laget og bli reflektert tilbake til en mottager. Dermed kan snøtykkelsen beregnes. Radaren trekkes i de samme profiler på tvers av hele brekappa og dermed får vi et bilde av snøfordelingen og mengden av snø i ulike deler av Austfonna. Snømengdene her er ikke veldig store og ligger normalt på mellom 1- 2,5 meter.

4. Hastighetsmålinger. Alle stakene vi har boret ned i isen måles inn nøyaktig med GPS. Posisjonen som måles inn med såkalt relative GPS målinger. Det vil si at vi setter en GPS antenne på staken og måler ca. en halv time. Samtidig måles det med en GPS-mottaker i et referansepunkt som ligger fast opptil 100 km unna. Dermed kan posisjonen til stakene beregnes med en nøyaktighet bedre enn 5 cm i alle retninger. Ved å gjenta disse målingene etter en periode, som for eksempel neste år, kan hastigheten til hver stake beregnes.

5. Radarmålinger for bunntopografi. Lavfrekvente radarsignaler med frekvens på rundt 10 MHz kan trenge gjennom hele breen og gi refleksjoner fra overgangen mellom is og

fjell under isen. Prinsippet er det samme som for snømålingene, bølgehastigheten i is er kjent, tiden fra bølgen sendes ut til den er reflektert tilbake på overflaten måles og dermed kan istykkelsen beregnes. Disse målingene ble også utført i profiler tvers over Austfonna og langs den sentrale flytlinja langs to utløpere. Dette gir data som brukes for å beregne det samlede isvolumet i breen, men også som grunnlagsdata for å finne ut hvor mye is som transporteres ut i havet og kalver som isfjell. Det ble målt istykkelser på over 500 meter.

6. Meteorologiske målinger. To automatiske værstasjoner er etablert på breen. Disse måler hver time gjennom hele året lufttemperatur, vindstyrke og vindretning, innkommende solstråling, reflektert stråling og snøakkumulasjon og smelting av snø/is.

Alle disse dataene brukes til direkte målinger av de årlige endringer, men også som kalibreringsdata for satellitter og som inngangsdata i modellberegninger. Forskjellige satellitter kan måle med radar og laser i tillegg til optiske sensorer, men de trenger noen grunnlagsdata (fasit) til å verifisere hva som observeres. Med kalibrering fra våre bakkemålinger kan en så bruke satellittdata til målinger over store områder. Bakkemålingen kan selvfølgelig bare utføres i noen få, utvalgte områder. For å beregne hva som kan skje med breen i åra framover brukes modeller. Inngangsdata til modellene er våre bakke-data. Ved å bruke ulike klimascenarier for åra framover kan en så beregne sannsynlig utvikling av breen.

Austfonnas areal er ca. 8200 km². Den er omlag 100 km på tvers. Det vil si at denne brekappa alene er nesten 20ganger større i areal enn Jostedalsbreen og seks ganger større enn alle breene i Norge til sammen. Da er det ganske arbeidskrevende å gjøre målinger over hele fonna. Det blir mange timer på snøskuter langs profilene, ofte i dårlig vær og på skavlete underlag. Da kan ofte ikke kjøres fortere enn 10-20 km pr. time. Vi har et depot av utstyr nede ved kysten, men etablerer en teltleir inne på toppen av fonna og arbeider ut fra denne leiren. Fra Longyearbyen flys vi ut til med helikopter til depotet nede ved kysten like ved kanten av breen. Det tar en time med helikopter.

Austfonna er utsatt i dårlig vær. Vi må regne med mange dager i telta under snøstormer da en ikke kan dra ut fra leiren. I år var vi ekstra uheldig med været. De første ti dagene etter at vi kom til depotet kunne vi bare få etablert leiren på toppen, men ikke noe arbeid kunne gjøres. Det ble mye teltliv. Vind og snøfokk gjorde også at telta ble nesten begravd under drivsnøen. Det ble etter hvert mange timer med spader for å grave fram telt og utstyr.

8. mai 08

Jon Ove Hagen

GLACIODYN – The dynamic response of Arctic glaciers to global warming

Hvordan reagerer breene i Arktis på de globale klimaendringer?

Prosjektet er en del av det internasjonale IPY-prosjektet *Glaciodyn* som skal foreta studier av en rekke utvalgte breer i Arktis. Det norske prosjektet ledes av Institutt for geofag ved Universitetet i Oslo og samarbeidspartnerne er Universitets-senteret på Svalbard (UNIS), Norut-IT, Norsk Polarinstitutt, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) og Universitetet for miljø- og biovitenskap.

I prosjektet fokuseres det på noen utvalgte breer; 1) Austfonna, en stor iskappe på Nordaustlandet, Svalbard; 2) Kronebreen, en kalvende bre i Kongsfjorden, Svalbard, 3) Langfjordjøkelen, en liten iskappe i Finnmark og 4) Engabreen, en utløper fra Svartisen i Nordland.

I 2008 har det vært gjennomført feltekspedisjoner til alle disse breene.

På Austfonna var det seks personer, inkludert en samarbeidspartner fra Russland og en fra Spania, i april-mai. De arbeidet ut fra en teltleir på toppen av fonna og målte snøfordeling over hele breen med radar, høydeprofiler med GPS-profiler, istykkelses med radar, hastighetsmålinger med GPS og monterte Automatiske meteorologiske målestasjoner. Årets feltarbeid er beskrevet nærmere med film fra årets arbeid her: <http://www.polararet.no/artikler/2008/1213715734.78>

Ved Kronebreen i Kongsfjorden er det mye fokus på prosesser med kalving av isfjell. Her ble det også utført feltarbeid i april-mai med montering av automatiske kameraer, radar og hastighetsmålinger på breen. Fem personer deltok i over tre uker.

På de norske breene ble det utført tilsvarende målinger som på Svalbard med måling av volumendringer (massebalanse), bredynamikk og innsamlet meteorologiske data som grunnlag for modellering av utviklingen.

Ved Engabreen blir smeltevannet samlet opp i et tunnelsystem i 620 m høyde under 200 m tjukk is i brefallet. Her det bygd et unikt laboratorium der de subglasiale prosessene kan studeres. Her studeres koblingen mellom brebevegelser og vann, noe som er viktig for å forstå hvordan isbreene dynamisk kan reagere på klimaendringer.

Ved Engabreen fikk også en rekke skoleelever anledningen til å delta i feltarbeid og se hvordan forskerene arbeider. Elevene var koblet til et annet IPY-prosjekt, PolarEduSpace. De unge polarårsforskernes besøk er beskrevet her: <http://www.polararet.no/artikler/2008/1212652597.78>

Oslo, august 2008
Jon Ove Hagen
Prosjekteleder for Glaciodyn

Unge polarårforskere til Svartisen

Skrevet av [Anita Thorolvsen Munch, Journalist](#)

Publisert: 05.06.2008



Femteklassingene ved Reipå skole i Meløy kommune var nylig på Svartisen for å studere isbre og endemorener. Polarårprosjektet PolarEduSpace bidro med satellittbilder, kartdata og kontakt med en breforsker som befant seg under isbreen.

Engabreen er en nordvestlig utløper fra Vestisen. Brearealet som drenerer til Engabrevannet er 39,6 km². Mesteparten av arealet ligger mellom 1200 og 1450 moh. Bretungen når nesten ned til Engabrevannet som ligger 7 moh.

Fra 1903 er frontposisjonen av breen blitt målt nesten hvert år. Breen hadde et framstøt som kuliminerte i 1910, og trakk seg så langsomt tilbake fram til 1931. Elvene på nord- og østsiden av Svartisen ble regulert til vasskraftproduksjon på 1990-tallet på grunn av et tunnelsystem som ligger under breen.

Smeltevannet fra Engabreen har vært samlet opp i dette tunnelsystemet i 620 m høyde under 200 m tjukk is i brefallet.

Tidlig i mai dro femteklassen fra Meløy for å forske mer på endemorener, og se nærmere på Engenbreen. De unge Polarårforskerne fikk vite mer om hvordan breen måles, hvordan den beveger seg og hvorfor, av breforsker Miriam Jackson.

Jackson holder til i NVEs unike forskningslaboratorie som ligger 2-3 kilometer rett inn i fjellet og under Engabreen. Hit opp sliter forskere seg fra hele verden - for få andre steder er det mulig å studere buken til en isbre på denne måten.

- Målet vårt var å finne spor etter istid, forske og å publisere etterpå, fortalte lærer Rune Strømsvik.

Imponert

- Jeg synes elevene har vært ivrige og flinke. Været på ekskursjonen var vekslende, men elevene taklet en del regn og mye trasking takket være at de var godt forberedt med gode klær, og bra med mat og drikke. Det var en opplevelse å kunne komme så nært breen!, forteller lærer Strømsvik.

Femteklassingene har skrevet en egen rapport både fra forskningstoktet og fra det de har arbeidet med før, under, og etter turen.

[Rapporten kan du lese her](#)

En av elevene hadde også i oppgave å filme fra turen med videokameraet sitt.

- Når filmen er redigert, har vi tenkt å vise den på storskjerm for klassen, forteller Strømsvik.



Foto: SAREPTA
Femteklasse på Svartisen

Unikt laboratorium

Smelte vann gjør at den 200 meter tykke Engenbreen ved Svartisen stadig løfter seg fra underlaget og beveger seg. Forskere har mulighet til å studere hvordan isbreer beveger seg ved å studere breen nedenfra takket være forskningslaboratoriet som ligger i en i en fjelltunnel på undersiden.

Stedet er unikt, og her har det blitt utført studier av breis, isbevegelse, is- og vannkjemi, erosjon, sedimenter og smelte vann langs bunnen av breen.

[Les mer om laboratoriet her](#)

I fokus

Engabreen er en av de utvalgte breene som det fokuseres på i Polarårprosjektet [Glaciodyn](#).

Miriam Jackson er brefsosker ved NVE og prosjektleder for [Svartisen Subglasiale Laboratorium](#).

Engabreen er det tredje stedet i verden hvor et subglasialt inntak har blitt bygget. Den første var under Glacier D'Argentiére i Frankrike og den andre var under Bondhusbreen i Norge. Glasiologisk forskning ble utført under disse to isbreene, men tilgangen til brebunnen er ikke lenger tilgjengelig.

Data innsamling i Glaciodyn

1. Planlagte datasett.