



ligartartumi A. P. Olsenimi silasiorfiup ilaatigut kissassuseq, aputip issussusia, seqernup qinngorneri anorillu sukkassusia uuttortartarpei.

Wejrstationen på gletsjertungen af A. P. Olsens iskappe måler bl.a. temperatur, snedybde, solindstråling og vindhastighed.

Apineruneratigut iigartartut aakkiartornerat unikaallattoq

Silaannaap pissusiata allanngoriartornera

oqaluuserineqartillugu Kalaallit Nunaanni iigartartut alutornartut assingi nunarsuarmi ingerlaartarput. ligartartut qumarsimasut nukinnut nunarsuarmik kissarnerulersitsisunut malunniutitut isigineqarput. Maanna Kalaallit Nunaanni iigartartunik marlunnik nakkutilliinerit takutippaat ukiuunerani apinerujussua sermip aakkiartorneranut qanoq malunniuttarnersoq

■ KIANNERULERNERA

Signe Høgslund aamma
Peter Bondo Christensen

Ilisimatusaammit GEM-imit ilisimatuserne-
rup nutaap naqissuserpaa: Ukiuunerani api-
nerutillugu aasakkut iigartartut annikinne-
rusumik aakkiartortarput.

Aamma Tunup avannaarsuarni Nuullu
eqqaani sumiiffinni annikinnerusumik issit-
tuni assiliaq taamaappoq. Tamanna Kalaallit

GEM-programmi (Greenland Ecosystem Monitoring) ukioq manna Kalaallit Nunaanni pinggortitamit paasissutissanik katersinermi ukiunik 25-nngortorsiorpoq.

Programmimit Tunup Avannaarsuani Issittumit avannarlermit Nuup eqqaani Issittumut kujasissumut sila pissusia-
ta allanngoriartornerata sunniutai misissugarineqarput, Qeqertarsuarmilu uuttortaavimmit Issittup kujasissumiit-
tup avannarpasissumiillu akornanni ikaarsaariarfik misissugarineqarluni.

Paasissutissat nangeqattaartut piffissamit sivisuumeersut Issittumi nakkutilliinerit annertunerpaartaraat.

GEM-programmi tallimanik immikkoortortaqarpoq:

- KlimaBasis, silap pissusianik imermullu tunngasunik suliaqarfiusoq
- GeoBasis, nunami nunap sannaanik kemiimullu tunngasunik suliaqarfiusoq
- GlasioBasis, serminik iigartartunik aakkiartornerinillu suliaqarfiusoq
- BioBasis, naasunik nunamilu uumasunik imermilu tarajuunngitsumi suliaqarfiusoq
- MarinBasis, sineriak sinerlugu immami uumassuilinnut, sananeqaatinut kemiimillu tunngasunik suliaqarfiusoq

Programmi ilisimatuuksikkut suliaqarfiit akimorlugit suliaqarfiuvoq suliaqartullu tassallutik immikkut ilisimasal-
lit Kalaallit Nunaanni Danmarkimilu sullissivinnersut, ilaatigut ASIAQ, Pinngortitaleriffik, Københavns Universitet,
Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet aamma GEUS (Danmarkimi Kalaallit Nunaannilu ujarassiooqar-
nikkut misissuisoqarfiit).

Sermitsiaq nalliuttorsiornermut atatillugu GEM-programmi pillugu allaaserisanik arfiniilinnik ilanngussaqaarpoq.

Sapaatip-akunnerani matumani allaaserisaq BioBasisimi angusanik aallaaveqaarpoq.

Nunaanni kangerlunnut nunarsuarmilu
immap killingata qaffanneruneranerant
sunniuteqarpoq.

Iigartartuni marlunni Sermersuarmut
attuamangitsuni apummik aakkiartorner-
millu uuttortaanerit ingerlanneqarput:
Nuummot qanittumi Kangerluarsunnguup
eqqaani Qasigiannguani iigartartoq Tunullu
avannaarsuani Zackenbergimut qanittumi
A. P. Olsenip iigartartuani.

»Iigartartut taamaattut iigartartunit Ser-
mersuarmut atasunit annikinnerujussu-
sarpur. Sumiiffinnili taamaattuni iigartartut
Kalaallit Nunaanniit sermip tamakkiisup
immap killingata qaffakkiartornerata 20
procentianik ilaliisarput«, Signe Hillerup
Larsen GEUS-imi ilisimatooq oqaluttuarpoq.

Naatsiivinni immitserutit nipisiutillu

Iigartartupiluunersuit takeqisut Kalaallit
Nunaannik ilusilersuisut ukiup ingerlanera-
ni namminerisaminnik uumassuseqarlutillu
aalariaseqarput. Uumassuseqarneruvorlu
annertuumik apummit ilusilersorneqartoq.
Aput sermip qaanut nakkaasoq piffissap
ingerlanerani serminngortarpoq, aputillu
aakkiartorfimmi appasinnerusumiittup
iigartartoq qanoq aakkiartussanersoq aqut-
tarpaa.

Kalaallit Nunaanni iigartartunit Sermer-
suarmut attuamangitsunit paasissutissat
ikittuinnaapput, paasissutissalli pigineqar-
tut takutippaat aputip issussusia aakkiartor-
nerlu imminnut atalluinnartut.

»Nalunngilarput iigartartuni aputip issusisia ukiumiit ukiumut nikerartupilussuusoq. Tamanna ersarittarpoq assersuutigalugu Zackenbergimi ilisimatusarnermi ingerlatsivimmiit A. P. Olsenip iigartartuanukaraangatta. Ukiut ilaanni ujararujussuit akornisigut sangujoraartariaqartarpugut, aputeqartorsuunngimmat, ukiut ilaanni qamuterammik ingerlarsorsinnaasarluta«, Signe Hillerup Larsen oqarpoq.

Aputilli qanoq issutigineranut eqqoriaaneq aputip ersarissumik issusianik paasisaqarnermit allaaneruvoq. Suliassaavorlu ilungersunartoq ukioq kaajallallugu iigartartup qaani aputip issusianik aakkiartornermillu uuttortaneq.

Ilungersunartoq suliarisinnaaniarlugu ilisimatuut iigartartuni nammineri silasiorfinnik nammineq ingerlatitsisunik inisiippat. Silasiorfiit ilaattut nipisiuteeqqanik ikkussisoqarsimavoq, taakkulu minutsit qulikkaarlugit iigartartup qaavanut unga-sissuseq uuttortarpaat. Aputip issusisia taamatut uuttortaneqarpoq.

Aakkiartornermi? Matumani ilisimatuut sakkuusivimmiissimapput periutsimik immikkuullarissumik pilersitsiniarlutik, naatsiivinni immitserut nalinginnaasoq atorlugu atorsinnaasumik. Immitserut narlusuumik sermip iluanut 15 meterinik ningineqartarpoq naqqaniit sermip qaanut atasumik. Taava imerpalasumik qerinaveersaammik immerneqartarpoq naqqaniiporlu naqitsinermut uuttuut, immitserut qanoq imaqartiginersaq nalunaarsortarlugu. Sermeq aak-

kaangat naatsiivinnik immitserut sermip qaanut siaartarpoq immitserutillu naqqani naqitsineq sakkukillilluni, aakkiartornerlu uuttortaneqarsinnaalerluni.

»Naak 'naatsiivinnik immitserummik periuseq' pisariitsupilussuugaluarluni tupinnaannartumik atorsinnaalluarpoq, paasisutissallu matumani katersat pingaartupilussuupput. Taamaallilluta aputip issusisia aakkiartornerlu eqqortumik naleqqiussinnaalerpavut«, Signe Hillerup Larsen nassuaavoq.

Aakkiartornermiit aputeqarnerusoq

Aput sermerlu imminnut ataqqissaarput ukiunilu kingullerni qulikkuaani paasisutissat takutippaat aakkiartorfimmi aputeqarnerujussuata aakkiartorneq pinngitsoortikkaa, naak sermip issusisia meteri angullugu annikillissusaagaluartoq.

Silap pissusianik pisuusaartitsiviit ilaasa siulittuutigaat siunissami Tunup avannaarsuani A. P. Olsenip iigartartuani nittaannerusalerumaartoq. Taamaassappat iigartartup qaava aputeqarnerulissaaq, taamaallilluni sermeq annertusilluni. Aamma iigartartup killingani aasaanerani aputip aakkiartornera unikaallatsinneqassaaq.

»Ilaatigut taamatut pisoqarneratigut nunap ilaani allaniit Tunup avannaarsuarni iigartartup annertussusiata allannornissaa naatsorsuutiginnilarput. Ukiuni qulikkaani aggersuni nunarsuaq kiatsinnerupat

Tunup avannaarsuani apisarnerunissaa naatsorsuutigineqarpoq, Signe Hillerup Larsen oqaluttuarpoq.

Signe Hillerup Larsenip erseqqissarppaa pissutsit arlalissuit sunniuteqaqataasut ilisimatuut siulittuigaangata ukiuni aggersuni nunarsuarmi immap killingata qaffasissusia qanoq annertutigiumaarnersaq.

Apisarnerata allannornerata, kiatsikkiartornerup aakkiartornerullu akornanni pissutsit imminnut noqquoruttut takusutissaqippat nukiit imaannaanngitsut ilisimatuut paasiniagaat suunersut.

Ukiuni qulini paasisutissaqalerneq aallartilluarnerusoq

Ukiut qulit kingulliit ingerlaneranni iigartartut nakkutiginerisigut iigartartut qanoq pissuseqartarnerannik paasisaqarfivoq, silallu pissusaa qanoq taakkununga sunniuttarnersaq, kisianni sivoorsuarmik uuttortaaqartariaqarpoq ilisimatuut aputip annertussusianut aakkiartornermullu atatillugu siunissami silap qanoq ikkumaarneranik siulittuuteqarsinnaallissappata.

»Maannakkut suliaq ingerlaqqittariaqarpoq. Ukiuni 30-ni sivosunerumilluunniit uuttortaalluni paasisutissat assersuutigalugu silamut pisuusaartitsinermut atorneqassappata«, Signe Hillerup Larsen oqaluttuarpoq.

Ilisimatuut takutippaat aput sunut tama-

nut pingartupilussuusoq iigartartuni eqqaanilu sunik pisoqarneranut. Sulili ilisimanngilaat aput qanoq annertutigisoq kubikmeterimi ataatsimiissinnaanersaq. Taamaatumik alloriarnerup tullerissavaa nakkutigissallugu aput qanoq ussitsiginersaq, taamaallilluni eqqortumik naatsorsorneqarsinnaalluni aput iigartartup aakkiartorneranut qanoq sunniuttarnersaq.

Ilisimatuut aamma nakkutiginnerup annertusinissaa sulissutigaat sumiiffik isorartunerusoq misissorsinnaaniarlugu. Siunissami iigartartut aakkiartornerannik paasinneq silasiutini nammineq ingerlasuni ingerlanneqassaaq ungasianiit malussar-nikkut dronit qaammataasallu atorlugit. Taamaallillutik sermimi naatsiivinni immitserutit ukiuni aggersuni akimasuunik ilaqartinneqalissappat.

Annerusumik paasinaaffissaq:

Signe Hillerup Larsen, GEUS-imi ilisimatoq; mail: shl@geus.dk; oqar. +45 9133 3840



Meterinik arlalinnik apineratigut silasiut qallerneqarsimavoq. Taamaallaat anorimut uuttuut iigartartup A. P. Olsenip qaani takussaavoq.

Flere meters nedbør har dækket vejrstationen. Kun vindmåleren stikker op over snemasserne på toppen af AP. Olsen gletsjeren.

GEM-programmet (Greenland Ecosystem Monitoring) kan i år fejre 25 års jubilæum for indsamling af data fra den grønlandske natur.

Programmet undersøger effekterne af klimaforandringerne fra Højarktis i Nordøstgrønland til Lavarktis ved Nuuk, hvor stationen på Disko repræsenterer overgangen mellem Lav- og Højarktisk.

De lange data-tidsserier udgør det mest omfattende overvågningsprogram i Arktis.

GEM-programmet består af fem delprogrammer:

- KlimaBasis, der fokuserer på klima og hydrologi
- GeoBasis der fokuserer på måling af fysiske og kemiske forhold på land
- GlasioBasis der fokuserer på gletsjere og afsmeltning
- BioBasis der fokuserer plante og dyreliv på land og i ferskvand
- MarinBasis der fokuserer biologiske, fysiske og kemiske forhold i havet langs kysten

Programmet er tværfagligt med eksperter fra forskellige grønlandske og danske institutioner herunder ASIAQ, Grønlands Naturinstitut, Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland).

Sermitsiaq bringer seks artikler om GEM-programmet i anledningen af jubilæet.

Denne uges artikel tager udgangspunkt i resultater fra delprogrammet GlasioBasis.

Mere sne bremser gletsjernes afsmeltning

Ikoniske billeder af Grønlands gletsjere går verden rundt, når klimaforandringerne debatteres. De skrumpende gletsjere er blevet et symbol på de kræfter, vi er oppe imod i en varmere verden. Nu viser overvågningen af to grønlandske gletsjere, at vinterens snemasser påvirker, hvordan isen smelter

TEMPERATURÆNDRINGER

Signe Høgslund og Peter Bondo Christensen

Ny forskning fra GEM-programmet slår fast: Jo mere sne der kommer om vinteren, jo mindre gletsjer-is smelter væk om sommeren.

Og billedet er det samme både i det højarktiske Nordøstgrønland og i de lavarktiske områder ved Nuuk. Det har betydning både for de grønlandske fjorde og for vandstandsstigningen i verdenshavene.

Målingerne af sne og afsmeltning er foretaget på to gletsjere, der ikke har kontakt til indlandsisen: Qasigiannugit gletsjeren ved Kobbefjord tæt på Nuuk og A. P. Olsen gletsjeren tæt ved Zackenberg i Nordøstgrønland.

»Denne type gletsjere dækker et meget mindre område end gletsjere, der er i kontakt med indlandsisen. Men de lokale gletsjere bidrager med op til 20 % af den stigning

i havniveauet, som de grønlandske ismasser bidrager med som helhed«, fortæller Signe Hillerup Larsen, der er forsker ved GEUS – De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.

Med haveslanger og akustisk sonar

De gigantiske gletsjertunger, der former det grønlandske landskab, har deres eget liv og rytme gennem året. Og det er et liv, der i høj grad bliver formet af sneen. Sne der lander på toppen af gletsjeren bliver efterhånden til is, og det sne, der lander i afsmeltningssonen længer nede, styrer, hvordan gletsjeren smelter.

Der findes meget få data fra de gletsjere i Grønland, der ikke er knyttet til indlandsisen, men de data, der findes, viser en tæt sammenhæng mellem snedybder og afsmeltning.

»Vi vidste, at snedybderne på gletsjerne varierer enormt fra år til år. Det er tydeligt, når vi fx bevæger os fra forskningsstationen i Zackenberg til A.P. Olsen iskappen. Nogle år skal vi zigzagge mellem store klippe-



© Signe Hillerup Larsen

Silasiorfiup qanittuani aakkiartorneq naatsiivinni immitserut naqitsinermullu uuttuut atorlugit uuttortarneqartarpoq. Sermip ilaa aakkaangat immitserut sermip qaani manissumiilertarpoq.

Tæt ved vejrstationen måles afsmeltningen med en haveslange og en trykmåler. Her er noget af isen smeltet væk og haveslangen ligger fladt på isens overflade.

blokke, fordi der ikke er meget sne, mens vi andre år kan køre direkte hen over landskabet på snescooteren«, siger Signe Hillerup Larsen.

Men ét er en fornemmelse for snedybder, noget andet er at få præcise data om sneen. Og det er en udfordrende opgave at måle snedybde og afsmeltning på toppen af en gletsjer året rundt.

For at løse den udfordring placerede forskerne automatiserede vejrstationer på selve gletsjerne. Sammen med vejrstationerne sad der små sonarer, der hvert tiende minut målte afstanden ned til gletsjerenes overflade. Det giver et mål for snedybden.

Men hvad med afsmeltningen? Her var forskerne en tur i redskabsskuret for at udvikle en unik metode, der fungerer vha.

en almindelig haveslange. Haveslangen blev gravet femten meter lodret ned i isen hvorfra den strakte sig til isens overflade. Så blev den fyldt med antifrostvæske og i bunden lå en trykmåler, der registrerede, hvor meget væske der stod i slangen. Når isen smelter, lægger haveslangen sig på isen og trykket falder i bunden af slangen, og afsmeltningen kan beregnes.

»Selvom 'haveslangeløsningen' er meget lavpraktisk, fungerer den overraskende godt, og det er nogle utroligt vigtige data, vi indsamler her. Vi kan på denne måde sammenholde snedybde og afsmeltningen ret præcist«, forklarer Signe Hillerup Larsen.

Mere sne mindre afsmeltning

Sne og is hænger nøje sammen og data fra de sidste ti år viser, at store snemasser i afsmeltningssonen forhindrer en afsmeltning, der ellers ville reducere isens tykkelse med op til en meter.

Nogle klimamodeller forudsiger, at der kommer mere nedbør i fremtiden i Nordøstgrønland hvor A.P. Olsen gletsjeren ligger. Gletsjeren bliver i givet fald fodret med mere sne på toppen, så der dannes mere is. Samtidig bremses sneen sommerens afsmeltningen ved kanten af gletsjeren.

»Det er blandt andet på grund af en denne effekt at vi ikke forventer at se de samme ændringer i gletsjernes udbredelse i Nordøstgrønland som i andre dele af landet. Når globale temperaturer stiger yderligere i de kommende årtier, forventes nedbøren nemlig også at stige i Nordøstgrønland« forklarer Signe Hillerup Larsen.

Signe Hillerup Larsen understreger, at der er mange faktorer, der spiller ind, når forskerne skal forudsige, hvordan vandtilførslen til verdenshavene udvikler sig i de kommende år.

De modsatrettede dynamikker mellem ændrede snemængder, temperaturstigning og afsmeltning er et godt eksempel på nogle af de komplekse samspil, som forskerne er i gang med at udrede.

10 års data er en god start

Overvågningen af gletsjerne gennem de sidste 10 år giver et præj om gletsjernes dynamik, og hvordan klimaet påvirker dem, men der skal en meget lang måleperiode til, før forskerne kan give et godt bud på detaljerne om snemasser og afsmeltning i fremtidens klima.

»Nu gælder det om at fortsætte arbejdet. En 30-årig måleperiode, eller længere, er nødvendigt, når data skal bruges i fx klimamodeller« Fortæller Signe Hillerup Larsen.

Forskere har vist, at sneen er meget vigtig for alt, hvad der foregår på gletsjeren og også omkring gletsjeren. Men stadig ved de ikke hvor meget sne, der rent faktisk er i en kubikmeter. Det næste skridt bliver derfor at overvåge, hvor tæt sneen er – dens massefylde – så de mere præcist kan beregne, hvordan sneen påvirker afsmeltningen fra gletsjeren.

Forskere arbejder også frem mod at udvide overvågningen, så den kan dække større områder. Fremtidens forståelse af gletsjernes afsmeltning bliver drevet både af de automatiserede vejrstationer og vha. »remote sensing« i form af droner og satellitter. Så havenslangerne på isen får fint selskab de kommende år.



© Michele Citterio

Ilisimatuut aputip annertussusia uuttortartarpaat silasiummit apummit qallersimasumit.

Forskeren måler på sneens massefylde ved en vejrstation dækket af sne.

Yderligere oplysninger:

Signe Hillerup Larsen, forsker ved GEUS ; mail: shl@geus.dk; telefon: +45 9133 3840.



© Michele Citterio

Suliffik nuannersoq. Signe Hillerup iigartartumi A.P. Olsenimi uuttortaatinik ikkussiniartooq.

En fascinerende arbejdsplads. Signe Hillerup forbereder forankringen af måleudstyr på AP. Olsen Gletsjeren.