

GLETSCHERUNDERSØGELSER I GRØNLAND UNDER DET GEOFYSISKE ÅR

Af amanuensis, cand. mag. *Børge Fristrup*

Ved de tidligere internationale polarår har der ikke været foretaget specielle gletscherundersøgelser, selv om man naturligvis har beskrevet gletschernes udbredelse og deres karakter i forbindelse med en almindelig geografisk oversigt over undersøgelsesområderne. Det er anderledes i dette internationale geofysiske år, her indgår glaciologien d. v. s. studiet af gletscherne med et meget betydeligt og selvstændigt arbejdsprogram. Der er iværksat isundersøgelser i næsten alle jordens land-isområder ikke blot i Arktis og Antarktis, men også i de fleste af de gletscherrige højbjerge, således i de europæiske alper, i de nordamerikanske klippebjerge, i de sydamerikanske Cordillerer og i Asiens vidtstrakte bjergkæder. Både fra amerikansk og fra russisk side er stærke kræfter sat ind på udforskningen af sne og is.

Det internationale geofysiske år har til opgave at give en så udtømmende beskrivelse som muligt af de fysiske forhold på og i den klode, vi bor på og af det lufthav, der omgiver os, vel og mærke således at man også får kendskab til, om de fysiske forhold er konstante, eller om der sker ændringer deri. Det er velkendt, at der i de sidste halvtreds år er sket en meget betydelig klimaforandring over store dele af jordkloden, og at denne forandring eller måske rettere klimasvingning særlig har vist sig som en mildnelse af klimaet indenfor det subarktiske og arktiske område på den nordlige halvkugle. Studiet af klimasvingninger kan naturligvis i sin simpleste form løses ved en ren matematisk analyse af et tilstrækkeligt stort klimatologisk observationsmateriale; men der er den vanskelighed, at der kun findes et fåtal af stationer, hvorfra der foreligger langvarige serier af kontinuerlige målinger, og specielt i arktisk område er der yderst få brugbare stationer. Det vil derfor for store strækningers vedkommende kun være muligt at bestemme en klimasvingning ad indirekte vej, gennem undersøgelse af klimaforandringens indvirken på naturen. Hertil kan man dels bruge biologiske

iaagttagelser, særlig vedrørende ændringer og forskydninger i planter og dyrearters udbredelse, og dels kan man studere gletschernes størrelsesvariationer, vandstandsændringer og lignende mere fysisk betonedede forandringer. Gletscherne er særlig velegnede, fordi de reagerer ret sikkert overfor klimatiske forandringer; bliver klimaet varmere eller mere tørt, så vil gletscherne formindskes, og omvendt vil de vokse i tilfælde af, at klimaet bliver koldere eller nedbørsmængden tiltager. Dertil kommer at isens udbredelse er praktisk talt upåvirket af menneskelig indflydelse i modsætning til f. eks. vandstandsændringer i søer, der hænger sammen med dræning og industriel udnyttelse af vandkraften o. s. v. Gletscherne kan med andre ord bruges som en slags klimatoskoper, hvorpå man kan aflæse, hvorledes klimaet har været de sidste år sammenlignet med tidligere tid. Det er typisk for gletscherne, at de ikke reagerer, fordi et enkelt eller et par enkelte år har særlig afvigende meteorologiske forhold. Bortset fra visse undtagelser, vil isen kun reagere overfor mere retningsbetonedede ændringer af klimaet; hastigheden, hvormed de reagerer, er naturligvis forskellig og afhænger bl. a. af forholdet mellem størrelsen af firnområdet, hvor isen bygges op, og udbredelsen af gletschertungen, hvor afsmeltningen finder sted. Reaktionshastigheden vil også afhænge af isens temperatur og øvrige fysiske tilstand; hvis isen er særlig kold, som den er det i en del nordgrønlandske gletschere, så vil gletscheren reagere meget langsomt; i modsætning hertil vil de mere tempererede gletschere, hvor isen i det meste af året har temperaturer lige omkring smeltepunktet, kunne reagere relativ hurtigt. I almindelighed vil det tage 10-20 år eller mere førend en klimaændring kan nå at gøre sig mærkbart gældende.

Danmark har deltaget i de glaciologiske undersøgelser med undersøgelser på Grønland, og disse studier har været koncentreret om lokale bræer udenfor den egentlige indlandsis, dels er disse bræer nemlig i højere grad end indlandsisen følsomme overfor mere kortvarige temperatursvingninger, og dels er de naturligvis i rent teknisk og transportmæssig henseende lettere tilgængelig for undersøgelser. En undersøgelse af selve indlandsisen planlægges netop i de kommende år gennem en international ekspedition i samarbejde mellem Danmark, Frankrig, Schweiz, Tyskland og Østrig. Det danske bidrag til det geofysiske års glaciologiske undersøgelser har særlig drejet sig om analyse af nogle særlig udvalgte bræer med speciel henblik på gletschernes materialehusholdning, d. v. s. balance mellem pålejring og afsmeltningen af sne og is, samtidig med at man har studeret afsmeltningens afhængighed af mikroklimatologiske forhold. Tilsvarende undersøgelser har kun i ringe omfang været iværksat tidligere i Grønland; fra Østgrønland foreligger således professor Hans Ahlmanns undersøgelser af Freja Bræen på Clavering Øen, og i Nordgrønland har tilsvarende undersøgelser været iværksat på Dansk Pearyland Ekspedi-



*Etablering af en målestation ved hjælp af hundeslæde.
Hurlburt Bræen juni 1957.*

Foto: B. Fristrup

tion, hvorimod de senere års amerikanske undersøgelser ved Thule særlig har været koncentreret om selve indlandsisen.

I betragtning af Grønlands store udstrækning og de meget store geografiske og klimatiske forskelle mellem Nord- og Sydgrønland og mellem Vest- og Østgrønland blev det nødvendigt at undersøge flere bræer samtidigt, og der måtte foretages borer ned i isen for at skaffe oplysninger om isens temperaturforhold og



Fronten af Mitdluarqat Bræen fotograferet af dr. K. Milthers i 1933.

fysiske beskaffenhed i de lag, hvor de årlige temperatursvingninger ikke gør sig særlig gældende. Arbejdet med undersøgelse af grønlandske gletschere har stået på siden 1956, hvor der blev foretaget en første rekognoscering af de vestgrønlandske stationer samtidig med, at udrustning og instrumenter blev bragt op. I 1957 iværksattes målinger fra 3 stationer i Vest- og Nordgrønland og i 1958 arbejdedes i Angmagssalik distriktet. De udvalgte stationer har således hver for sig været repræsentative for et større grønlandsk klimaområde, ligesom de udvalgte bræer må formodes at være typiske for området gletschere, både hvad angår størrelse og form, og hvad angår deres lokale beliggenhed i forhold til fremherskende vindretninger, nedbørsforhold o. s. v. Hertil kommer så, at gletscherne også i anden henseende måtte opfylde en hel del krav, idet de måtte være let tilgængelige og derfor så vidt muligt ligge i nærheden af kysten, og de måtte være



Fronten af Mítdluarqat Bræen fotograferet 1958.

Foto: B. Fristrup

så ufarlige som muligt at færdes på, d. v. s. med mindst mulige spalter og ikke alt for stejle.

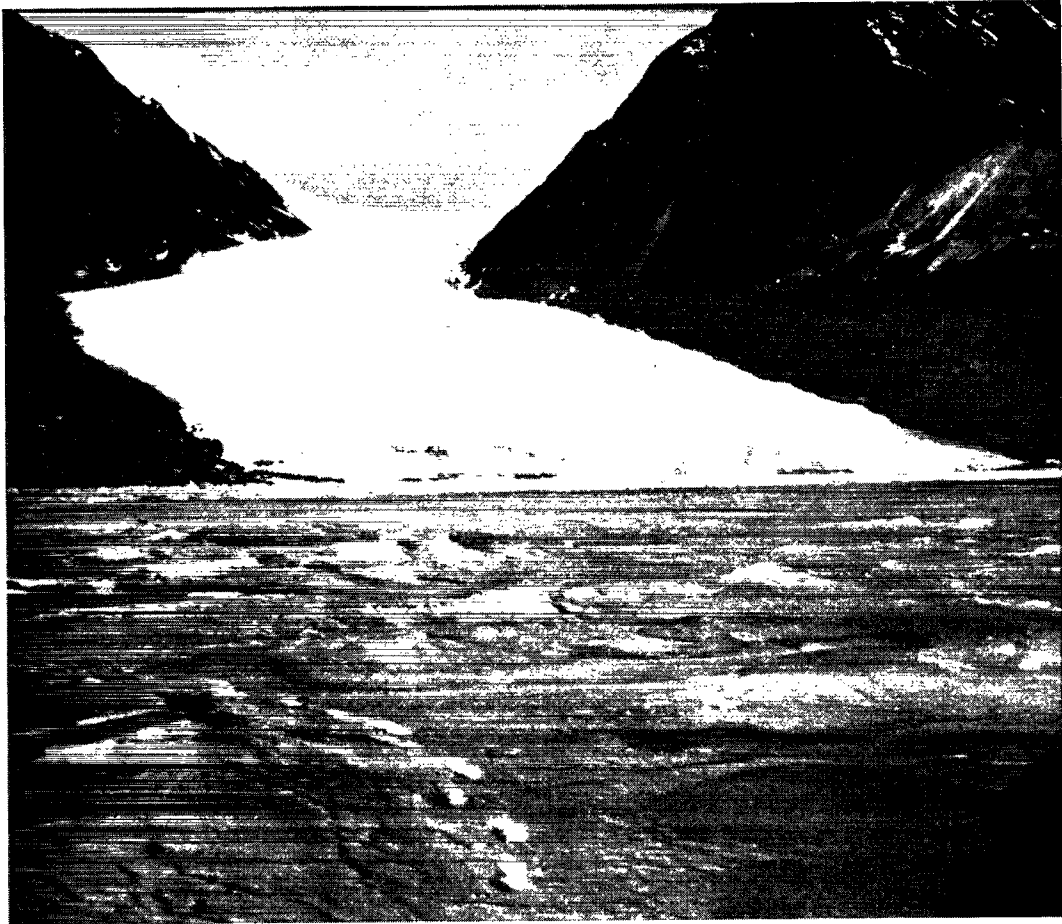
Der blev udarbejdet et fælles arbejdsprogram for alle stationerne i overensstemmelse med de krav og retningslinier, der er fastlagt af den glaciologiske arbejdsgruppe indenfor ledelsen af det internationale geofysiske år. Der er således blevet foretaget en opmåling og kortlægning af bræfronten af samtlige gletschere og en gennemfotografering af fronterne med henblik på gennem sammenligning med ældre fotografisk materiale at få en registrering af frontbevægelserne gennem de senere år. Samtidig hermed etableredes faste målepunkter markeret med kobberbolte hugget ind i klipperne og afmærket med stenvarde for lettere at kunne genfinde dem. Disse punkter kan så tjene til udgangspunkt for fremtidige genopmålinger, således at det også fremover vil være muligt at følge de udvalgte bræers

størrelsesvariationer meget nøje. Snefald og afsmeltning målt ved at bestemme sne- eller isoverfladens højde i forhold til nedborede bambusstager; de samme stager blev benyttet til måling af isens bevægeshastighed, idet stagerne indmålt med teodolit i forhold til faste punkter udenfor bræerne. For de fleste af de udvalgte bræer var isen i meget ringe bevægelse, de fleste steder har hastigheden kun været relativ få meter om året, og med den gennemgående korte arbejdsæson har målingerne heraf derfor været meget usikre. I intet tilfælde er der dog tale om store hastigheder, som tåler sammenligning med de bevægelser, som er konstateret for udløberne fra selve indlandsisen, her kan man komme op på bevægelser af indtil 20 m eller mere pr. døgn.

Der gennemførtes fuldstændige meteorologiske observationer hver tredje time døgnet igennem, og ved siden heraf foretoges selvregistrering af temperatur, fugtighed, vindhastighed o. s. v. på samme måde som ved normale vejrstationer; og tillige hermed blev der også gennemført måling af f. eks. antallet af solskins-timer og af selve indstrålingens størrelse, målinger, som normalt ikke bliver iværksat på de grønlandske vejrstationer.

Ved siden af disse målinger, som er et krav fra det internationale geofysiske års ledelse, blev der gennemført en række specialundersøgelser, forskellige ved de forskellige stationer, afhængigt af deltagernes særlige interesser og erfaringer. Der er således gennemført detaljerede målinger og analyser af vindprofiler over sne- og isoverflader indtil en højde af 15 m, og ved Angmagssalik foretoges kontinuerlig registrering af afstrømningen til brug for en detailanalyse af forholdet mellem afstrømningen fra bræen og de mikroklimatiske faktorer, som betinger afstrømningen. Ved hjælp af kernebor førtes borer ned til en dybde af 15 m, og i borehullet anbragtes el-modstandstermometre, hvorefter hullet igen blev lukket med sne og is, så kabler og følelegemer kunne fryse fast. Temperaturen i forskellige dybder af isen blev således registreret en gang om ugen sommeren igennem, og ved den nordligste af stationerne blev der også foretaget målinger i vintertiden.

Det sydgrønlandske klima er meget nedbørsrigt med stærkt snefald om vinteren og megen regn og slud i sommertiden, samtidig med at temperaturforholdene bliver præget af vejrets oceaniske karakter med relativ kølige somre. Hele Sydgrønland fra Prins Christians Sund og nordpå er rigt på gletschere, men det viste sig alligevel vanskeligt at finde en egnet bræ, idet landskabet er så udpræget alpint med forrevne fjeldtinder og stejle bjergvægge, at de fleste af bræerne bliver meget stejle, og mange steder spærres adgangen til firnområderne af mægtige isfald. En velegnet bræ blev dog fundet på den høje, sneklædte Sermersoq Ø, der ligger 20 km sydøst for udstedet Sydprøven. Ved øens højeste punkt, det 1276



Fronten af Hurlburt Bræen set fra kysten juni 1958.

Foto: B. Fristrup

m høje, meget stejle Kitdlavat, ligger en lille gletscher, som skyder sig mod nord ned i et dalstrøg, hvor den ender i en sø med en 15-20 m høj, næsten lodret is-front; søens vandspejl ligger 490 m over havet. Bræen, der vist ikke har noget officielt navn, men undertiden kaldes Napassorssuaq, er en typisk dalgletscher med et meget lille firnområde i forhold til den ca. 3 km lange istunge. I 1957 blev undersøgelserne her foretaget under ledelse af Jens Fabricius. Bræen har tidligere været besøgt bl. a. af J. A. D. Jensen i august 1894, og ved den lejlighed blev der foretaget en fotografering af fronten. Siden da er der sket en betydelig tilbagevækst; ved Geodætisk Instituts luftfotografering i 1951 viser fronten sig at være gået ca. 200 m tilbage, og siden er tilbagegangen fortsat således, at der ved

en fotografering i 1957 fra samme punkter som i 1894 viser sig at være en samlet tilbagegang på 350 m. Klippepartier, som tidligere har været dækket af isen, er nu kommet frem som øer i søen.

Den vestgrønlandske station skulle være repræsentativ for et meget stort område, og der valgtes her en gletscher på Upernivik Øen indenfor Ubekendt Ejland ca. 75 km nord for Umanak. Øen ligger midt i et meget gletscherrigt landskab med bjergtoppe på over 2000 m; og selv om det lave Ubekendt Ejland i nogen grad beskytter mod vindene fra Davis Strædet, så må bræerne her siges at ligge veleksponeret for de vigtigste nedbørsgivende vinde. Den valgte bræ Sermikavsak d. v. s. „den sølle gletscher“ er den midterste af de tre bræer, der fra øens høje midte skyder sig frem mod Igdlorsuit Sundet. Gletschernes øvre firnområde ligger ca. 1500 m o. h., og herfra strækker isen sig med en 15 km lang og 1 km bred istunge omtrent ned til havet, kun adskilt derfra af en ca. 1 km bred og meget lav hedeslette. Bræen udfylder således omtrent helt det trugformede dalstrøg og omgives af fjeldkæder, der når højder på lidt over 2000 m. Bjergene er meget stejle, og da der i vintertiden falder store mængder sne, giver de anledning til hyppige og store laviner, der styrter ned på bræen, som derved modtager en meget større sneakkumulation end den burde i følge sit områdes størrelse. Resultatet bliver, at vi her får en gletschertype, som delvis ernæres af laviner, på samme måde som det kendes fra en del af Himalayas gletschere. Dette forhold er sikkert typisk for mange af bræerne i området og giver som regel anledning til meget specielle dynamiske forhold, som igen giver sig udslag i meget komplicerede spaltesystemer, og da der tillige på grund af undergrundstopografien er store isfald, så kunne visse øvre dele af Sermikavsak Bræen kun befæres i en kort periode sidst på sommeren, hvor spalterne var åbne. Undersøgelserne her blev startet allerede i 1956 og blev i 1957 ledet af Jens Tyge Møller. Sermikavsak har ligesom de andre bræer i området trukket sig stærkt tilbage, og store morænesystemer på siderne og foran bræfronten viser den tidligere udbredelse. Mange af disse tilsyneladende store moræner er dog i virkeligheden kun istunger, der er dækkede af en ganske tynd kappe af grus og sten. Der er sket en meget betydelig tilbagegang af fronten siden 1930-erne, hvorfra der foreligger en række fotografier taget ude fra kysten, hvorimod et nøje studium af Geodætisk Instituts luftfotografering fra 1951 i sammenligning med positionerne i 1957 synes at vise, at der ikke i de seneste år er sket nogen tilbagegang, og at fronten derfor i øjeblikket er stabiliseret eller måske endog har en ganske svag fremrykning.

Det nordgrønlandske klima med lave vintertemperaturer og ringe nedbør præger også gletscherne. Medens de to tidligere omtalte bræer har været typiske dalgletschere, så er plateaugletscheren karakteristisk for Nordgrønland. Den



Den øvre del af Sermikavssak med spalterne omtrent smeltede fri.

Foto: B. Fristrup

nordligste af stationerne: Hurlburt Bræ ved Inglefield Fjord hører da også til denne type, den er den største af de undersøgte gletschere og dækker det meste af halvøen, der skyder sig frem mellem Orlriks Fjord og Inglefield Fjorden. Til oprettelse af målepunkterne blev der derfor anvendt hundeslæder. Medens gletschertungerne, der skyder sig ned mod Inglefield Fjord nu er meget smalle og ubetydelige, så viser studiet af morænesystemerne, at de tidligere har haft meget større udbredelse og været meget bedre. Desværre foreligger der ikke et fotografisk materiale til belysning af tidligere udbredelse, men særlig mod syd viser en vegetationsfri zone, at der er sket en betydelig tilbagetrækning. Bræens firn-område er meget lille, og i visse år vil bræen sikkert ligge under firngrænsen. Når

der alligevel ikke sker den store katastrofale tilbagegang, så hænger det sammen med, at firnlinien, ikke som tidligere antaget, betegner grænselinien mellem overskud og underskud af sne- og isaflejring, thi også nedenfor firnlinien sker der en vækst af isen, ved at smeltevandet fra sneen igen fryser sammen med gletscheren. Denne pålejrede is kan nå en betydelig tykkelse, ved boringerne til 15-20 meters dybde nåede man for det meste ikke gennem den pålejrede is og ned i egentlig gletscheris; det samme har været tilfældet ved de fleste andre af de undersøgte bræer.

Medens det østgrønlandske kontinentale klimaområdes bræer allerede er blevet undersøgt gennem Ahlmanns studier over Freja Gletscheren, så gælder dette ikke for det nedbørsrige sydøstgrønlandske klima, og der blev derfor oprettet en station i 1958 ved Mitdluarqat på selve Angmagssalik Øen. Fronten af en bræetunge, der fra det store gletscherplateau skyder sig ned mod Sermilik Fjorden, blev besøgt og opmålt med fototeodolit af dr. Kjeld Milthers på Knud Rasmussens 6-7 Thule Ekspedition i forbindelse med det forrige polarår. Der er siden da sket en meget voldsom tilbagegang på en halv km eller mere, og store klippepartier og nunatakker, som tidligere har været dækket af is, er nu frie, og nye nunatakker er under dannelse inde på isen. Tilsvarende tilbagegange, omend knapt så store, blev konstateret ved en række af de gletschere, som tidligere har været opmålt i området. Ved denne bræ målttes også afstrømningen med selvregistrerende vandstandsmålere, og den daglige vandføring af elven svingede mellem 1 og 6 kubikmeter/sec., men kunne dog i forbindelse med særlig stærk afsmeltning eller ved regnskyl nå meget højere med værdier på op til 20 m³/sec, medens de pludselige afdræninger af isdæmmede søer viste sig at give en vandføring, der i flomtiden nåede op på 75 m³/sec.

Den geografiske forskel mellem de nordgrønlandske og de sydgrønlandske gletschere kommer måske bedst frem ved at betragte temperaturkurverne fra dybdeboringerne. Det vil her ses af fig. 6, at bræen ved Sermersoq er tempereret med temperaturer lige omkring smeltepunktet for det meste af isen, kun lige i de øverste meter sker der en temperatursvingning, men de årlige temperaturvariationer når ikke til større dybde end ca. 10 m, under denne er temperaturen konstant året rundt. Tilsvarende forhold blev fundet ved Angmagssalik. I skarp modsætning hertil står så de egentlige polare gletschere som Hurlburt Bræen, hvor temperaturen i dybet aldrig når op blot i nærheden af smeltepunktet. Sermikavsak danner en overgang mellem de typisk arktiske og de typisk tempererede bræer. I virkeligheden er det dog denne overgangstype, der karakteriserer de fleste lokale gletschere i Vestgrønland. Disse temperaturprofiler giver os også forklaringen på, hvorfor det varer så længe for bræerne, inden de reagerer på en klimaforandring. Det vil ses af kurverne, at de

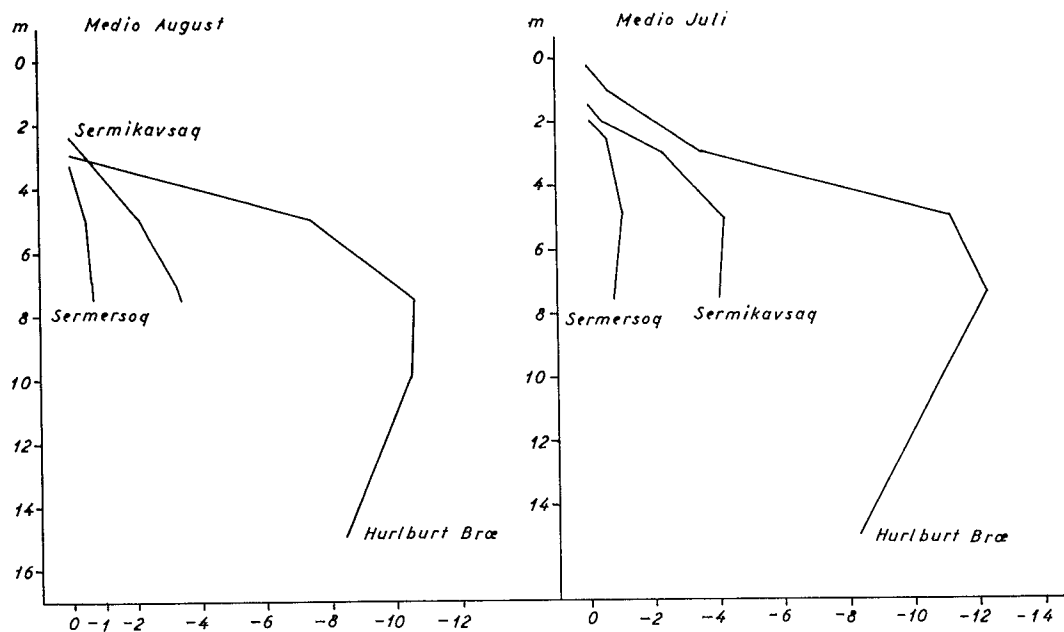


Fig. 6. Temperaturprofiler over de i Grønland undersøgte bræer.
Kurverne angiver bræernes temperatur i forskellige dybder under bræoverfladen.

årlige temperatursvingninger kun når ned til en halv snes meter under isoverfladen, og da isen er en dårlig varmeleder, vil det vare længe, inden der sker nogen mærkbar ændring i isens temperaturforhold. Dette gælder i særlig grad for de højarktiske bræer, idet en temperaturstigning fra f. eks. $\div 10^{\circ}$ til $\div 8^{\circ}$ ikke vil have nogen væsentlig betydning for gletscherens bevægelsesmekanik og følgelig kun i ringe grad influere på frontens stilling. Vi har da her også en forklaring på, hvorfor netop de kolde nordgrønlandske bræer begyndte deres tilbagegang senere end de vestgrønlandske bræer, og der er endda store områder, hvor bræerne ikke er gået væsentlig tilbage, men stadig har deres fronter ved samme sted som for halvtreds år siden; dette gælder f. eks. for de fleste af bræerne på Ellesmere Island. En analyse af de geografiske forhold viser da også, at selv om der både i Nord- og i Sydgrønland er talrige bræer, så er årsagerne til deres dannelse og deres snebalance ganske forskellig. I Nordgrønland skyldes bræerne først og fremmest vinterkulden deres vækst, og selv om der skulle ske variationer i snefaldets størrelse, så vil det få forholdsvis ringe betydning. I Sydgrønland derimod, ligesom f. eks. på Island, er bræerne en følge af de store nedbørsmængder, der kun vanskeligt når at smelte væk i den forholdsvis korte, kølige sommer.

Studiet af de grønlandske gletschere er dog kun en del af et internationalt samarbejde, og resultaterne får først deres fulde værdi, når de ses i sammenhæng med målinger andetsteds i verden. Sammenstykket til en helhed vil gletscherundersøgelserne ikke blot give os vigtige bidrag til forståelse af de fysiske forhold i sne og is, men de vil også give oplysninger om, hvorvidt den klimaforandring, vi har iagttaget, er global eller ikke, og derfor kunne medvirke til, at det bliver muligt at opstille en forudsigelse for de almindelige klimatiske tendenser gennem en længere årrække fremover.