

INDLANDSISENS OPRINDELSE

Af dr. phil. *Keld Milthers*

I en tidligere artikel fastslog vi, at der *ikke* er istid på Grønland, selv om der findes en indlandsis, eftersom istid ikke kan være en lokal ting. Hvordan skal man så forklare tilstedeværelsen af den indlandsis, som jo dog faktisk er der?

For det første må man sige, at den havde næppe været der, hvis den ikke var opstået i Istiden, for selv om den kan blive ved at holde sig „i live“ længe efter, at Istiden er ophørt, så ville der næppe kunne dannes en indlandsis igen i Grønland, hvis den nuværende blev fjernet. Det er dens egne egenskaber, der tvinger nye forsyninger til at aflejres på dens overflade i form af sne. Hvis der ikke var et så stort sammenhængende område i en højde på over 2000 meter, ville klimaet være et ganske andet, end det er nu.

For det andet må man for at tage tingene i den rigtige rækkefølge lige se på, hvordan forholdene har været på Grønland, inden Istiden begyndte. Vi har vidnesbyrd om, at klimaet har været varmt i Kridttiden og begyndelsen af Tertiærtiden i hvert fald op til en tredive, fyrre millioner år tilbage i tiden. Om tiden derefter og indtil Istiden begyndte for ca. een million år siden, ved vi, at den andre steder på kloden har efterladt spor, som tyder på, at klimaet har været mildt allevegne, selv om vi ikke i Grønland har fundet aflejringer fra denne periode. Først med Kvartærtidens begyndelse mærkes en kraftig temperaturnedgang, som har fundet sted ikke bare i de arktiske egne, men også i tropiske og subtropiske egne, hvor bl. a. også nedbøren har taget kraftigt til.

I Grønland er der da sket dette, at en forøget nedbør og et koldere klima har medført dannelsen af gletschere på høje bjergpartier, og disse gletschere er trængt ned i lavlandet og har gradvist opfyldt dette, idet de har bredt sig både udad mod havet og ind i landet, indtil alle bjerge og lavlande i Grønlands indre er blevet skjult af isen. Under isens vægt er jordskorpen blevet presset nedad, således at Grønlands klippegrund nu formodentlig ligger flere hundrede meter lavere under midten af Indlandsisen, end den gjorde, da landet var isfrit.

De forsvundne bjerge er samtidig blevet erstattet af et nyt højland, som helt og holdent består af is, og som rager op til endnu større højder end det oprindelige, i hvert fald når man taler om den gennemsnitlige højde, idet man for denne umådelige højslette udmærket kunne bruge det udtryk, som almindeligvis anvendes om Tibet: „Jordens tag“. Ikke destomindre findes der dog ganske enkelte bjerge i Østgrønland, som rager endnu højere

op med Indlandsisen, såsom Mont Forel og Gunnbjørns Fjeld. Men bortset fra større eller mindre nunatakområder i Indlandsisens randområder er alle fjelde i Grønlands indre helt begravet.

De seneste års undersøgelser af Indlandsisens mægtighed synes at bekræfte, at klippegrunden under isen på sine steder ligger i havets niveau eller endda lavere, og at islagets tykkelse således når op til 3000 meter og måske endda noget derover, idet isens højeste punkter ligger på omkring 3100 meter over havet.

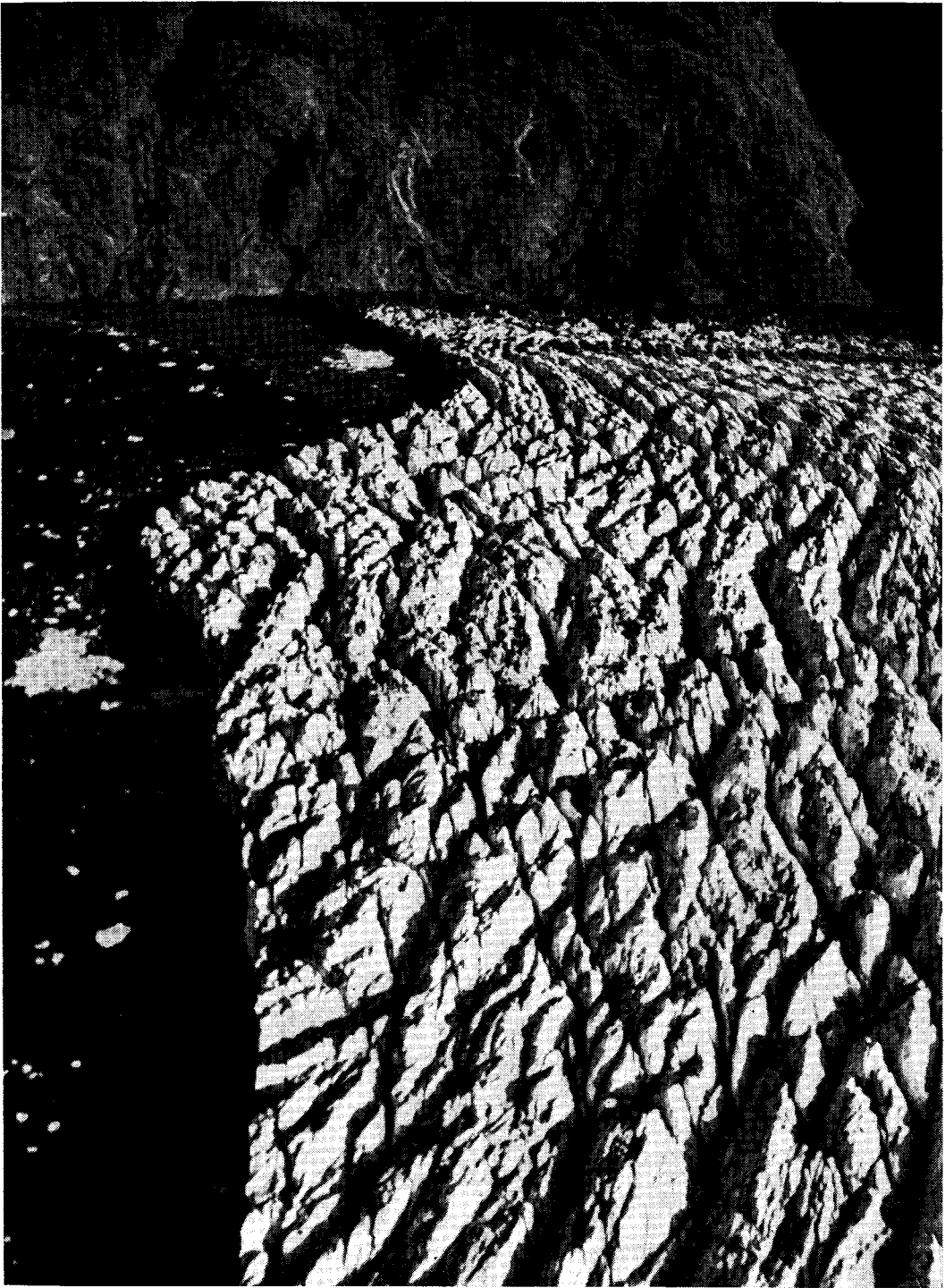
Disse meget store højder forekommer i et område, som ikke er selve det centrale område af Indlandsisen, men som ligger lidt forskudt mod øst. Dette kan hænge sammen med nedbørens fordeling, som ikke er ens over alt, men hertil kommer, at de højeste randbjerge findes på østkysten i egnen mellem Angmagssalik og Scoresbysund, og det er netop i partiet vest for disse høje randbjerge, at den store ophobning af is findes. Mens afstrømningen mod øst således er stærkt hemmet fra dette område, er der mod vest en kraftig afgang af ismasser ud til nogle af de allerlivligste af gletscherne, som f. eks. Jakobs-havns Isfjord og de vældige gletschere i Umanaq distrikt.

Forskellen i nedbør gør sig navnlig gældende i forholdet mellem Sydgrønland og Nordgrønland, idet der rundt regnet er ti gange så stor nedbør mod syd som mod nord, jævnt aftagende i denne retning. Dette medfører også, at skråningerne på Indlandsisens sider er stejlere i Sydgrønland end helt oppe i det nordlige.

Nedbøren stammer fra de fugtige vinde, som strømmer ind fra havet omkring Grønland. Når luftmasserne presses op ad skråningen til de højt beliggende ismasser, afkøles fugtigheden og udfældes som sne. Det er derfor navnlig den ydre zone af Indlandsisen, som modtager de store tilførsler, og man regner med, at den kraftigste tilvækst foregår indtil et par hundrede kilometer fra isens rand indefter. Hvad der ligger længere inde end denne zone, modtager næppe store tilførsler, men dog såmeget, at balancen opretholdes.

Man har i en årrække haft den opfattelse, at de store højtryk inde over Indlandsisen forårsagede en stadig luftbevægelse fra isens centralområder udefter, og man mente, at dette højtryksområde havde en meget væsentlig del af ansvaret for vejsituationen over hele det nordlige Atlanterhavsområde og de tilgrænsende dele af Europa. Det har imidlertid vist sig, at vindene udmærket kan bane sig vej tværs over Grønland, og at vejret påvirkes i højere grad af de lavtryk, som baner sig vej langs Grønlands kyster. Cyklonerne kommer som oftest sydfra til Grønland og fortsætter langs østkysten eller vestkysten, dog hyppigst den første, idet de bevæger sig videre mod nord. De medbringer den fugtige luft, som giver ophav til Sydgrønlands store nedbør, og som afgiver så megen fugtighed i det sydlige, at de kun i væsentligt mindre omfang afgiver nedbør i Nordgrønland.

Langs Grønlands nordkyst er klimaet så tørt, at det er tvivlsomt, om Indlandsisen nogensinde har dækket de arealer, der nu ligger isfrie. Årsnedbøren i Peary Land synes ikke at ligge højere end ca. 125 mm omsat til vand.



*De Geer-gletscheren
i Østgrønland, furet af tværgående spalterækker*

Foto: W. Lüthy, Lauge Koch-ekspeditionen

Op til en vis højde over havniveauet vil sneen smelte igen i løbet af sommeren. Neden for denne grænse, som kaldes snegrænsen, er afsmeltningen således større end tilførslen, og i dette område tæres der mere eller mindre stærkt på ismasserne. Isen smelter først og fremmest på overfladen, og smeltevandet løber i større eller mindre bække ned mod randen. Mange vandstrømme finder dog vej ned gennem revner og sprækker i isen, som undertiden udvides til store skakter, gletscherbrønde, hvor vandet styrter ned til dybtliggende tunneller, der fører det videre ud mod isranden. Der foregår sikkert også en ikke helt ringe afsmeltning ved varmepåvirkning fra Jordens indre til isens bundlag, således at afsmeltningen her fortsætter også om vinteren, når overfladens afsmeltning er ophørt. Dette ses af, at gletscherfloderne ikke fryser til, men fortsætter deres virksomhed hele året.

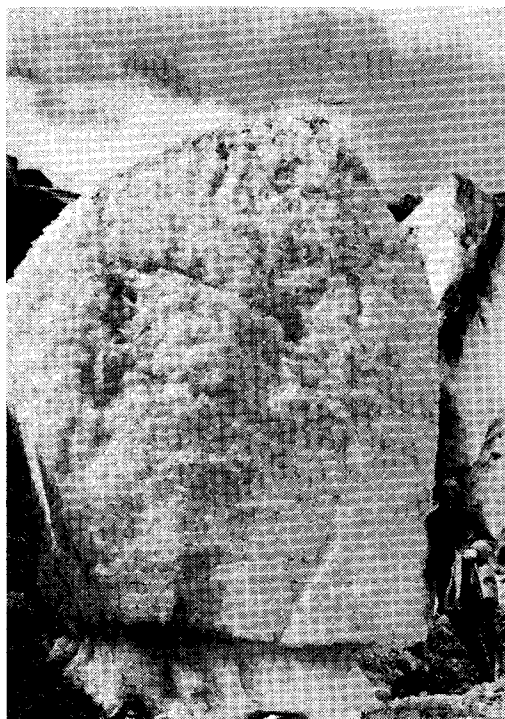
Snegrænsens beliggenhed er forskellig i Grønlands forskellige dele, idet den dels er afhængig af årsmiddeltemperaturen, dels af terrænets form og orientering i forhold til verdenshjørnerne, og dels af nedbørmængden, samt endelig også af sommerens længde. Den lokale variation kan derfor være meget stor, og f. eks. kan der ofte ligge snemasser skjult i hulheder på bjergenes nordside sommeren over, hvor der ellers er snebart til meget større højder på de andre sider, hvor solen kommer. Når man forsøger at angive bestemte højder for snegrænsen, må der derfor tages mange forbehold. Stort set synes snegrænsen i det sydligste Grønland at ligge ca. 1200 m over havet; ved Disko Bugten angives der højder ved yderkysten på mellem 700 og 1000 m, mens snegrænsen ligger noget højere inde på selve Indlandsisen, nemlig 1200—1500 m over havet. Ved Kap York i Thuledistriktet ligger snegrænsen ved godt 800 m, mens den inden for isens rand her synes at ligge noget højere end 1000 m. I Østgrønland angives snegrænsen at ligge i 1100 meters højde ved Angmagssalik, mens den nord for Scoresbysund træffes mellem 1500 og 2000 m, men igen synker nordpå ned til 1200 eller endog 1000 m over havet. Særlige forhold synes at herske på den gamle havis langs kysterne i det allernordligste Grønland, hvor stor luftfugtighed og lav temperatur synes at frembringe lokale snedannelser, som kan bestå sommeren over, ligesom der også ved Nordostrundingen ligger store ismasser helt ud i havet, som ikke får deres tilførsler fra Indlandsisen, og som derfor må opretholdes af lokal nedbør.

Kommer man op over snegrænsen, befinder man sig i de områder, hvor snemasserne ikke blot bevares fra år til år, men hvor følgelig også sneen hobes op til større og større højder. Om sommeren vil en del af sneen ganske vist smelte, navnlig under påvirkning af solens direkte stråling, men afsmeltningen er af ringere omfang end tilførslen af ny sne. Derved, at sneen smelter i en vis periode og gennemtrækkes af vand, som for en del igen fryser til is, opstår der karakteristiske hårdere sommerlag, som ved gravning af skakter i overfladen kan skelnes fra de porøse vinterlag. Jo højere man kommer op, jo mægtigere bliver vinterlagene i forhold til de kompakte sommerlag. Målinger af vinterlagenes mægtighed på et enkelt sted vil imidlertid give et utilstrækkeligt billede af nedbørens mægtig-

hed, eftersom sneen bestandig fyger og lægger sig i store, omend ret flade driver, mens andre lokaliteter vil optræde med snelag, der er mindre end den faktiske nedbørmængde. Af ret sparsomme observationer, der hidtil er publiceret, fremgår det, at den største nedbør findes i den tidligere omtalte brede zone i Indlandsisens ydre del.

Efterhånden som snelagene år for år opbygges, presses de nedre dele sammen ved de ovenover liggende massers vægt. Derved sker der en ændring i tilstandsformen, som giver sig udtryk i en omkrystallisation, således at der dannes iskrytaller, som vokser ind i hinanden på samme måde som mineralkornene i en grovkornet bjergart. De enkelte korn er ofte på størrelse med centralvarme-cinders, og de kan bedst iagttages, hvis et stykke af gletscherens rand isoleres, således at smeltningen angriber de enkelte korn, der derved kommer til at løsne den indbyrdes forbindelse, så mosaikken begynder at falde fra hinanden.

Når ismassen når en vis mægtighed, opfører de nedre lag sig som en plastisk masse, der skrider ud til siderne og naturligvis først og fremmest bevæger sig ned ad eventuelle skråninger. Er lavningerne udfyldt, og ismassen stadig vokser, dannes Indlandsisen, som vi ser den på Grønland. Dens bevægelser i centralområdet er det indtil nu ikke lykkedes at efterforske, dels fordi de formentlig er relativt små, og dels fordi det kræver et uhyre apparat at bestemme beliggenheden af fikspunkter med tilstrækkelig sikkerhed. Navnlig vil det være ganske overordentlig vanskeligt at få undersøgt bevægelsen i de dybt liggende dele af Indlandsisens centralområde. Man har udført mange teoretiske beregninger af forholdene i isens indre og er kommet til resultater, som nærmest peger i retning af, at de nedre dele er virkeligt plastiske og har højere temperatur end den øverste skorpe, som i nogen dybde besidder årsmiddeltemperaturen. Man har ved målinger fundet, at isen i otte meters dybde midt inde på Indlandsisen havde en temperatur på -32° , hvilket må anses for at være årsmiddeltemperaturen på det pågældende sted, eftersom temperaturen igen steg nedefter. I isens randområder synes temperaturer på -15° at svare til årsmiddeltemperaturen. Disse målinger sammen med de teoretiske beregninger giver det resultat, at Indlandsisen må have en stiv skorpe, som hviler på et plastisk indre. I rand-



Isblok med Foto: Keld Milthers
indtil 10 cm store korn

zonen vil kuldegraderne forplante sig så langt ned, at hele ismassen her tilhører den stive, uplastiske skorpe. Bevægelserne vil være forskellige for den plastiske og den uplastiske is, og f. eks. vil spalter lukke sig straks i den plastiske masse, mens de kan stå åbne til store dybder i den stive skorpe.

Bevægelserne i den plastiske del af isen formodes navnlig at foregå i en zone i en vis, ringe højde over bundlaget. Selve bundlaget vil være så hemmet i sine bevægelser af gnidningsmodstanden mod underlaget, at det i det store og hele ikke deltager i bevægelsen. Derimod vil et lag ovenover dette være stærkt påvirket af trykket oppefra og samtidig frigjort for gnidningsmodstanden.

Den uplastiske skorpe vil da blive båret ret uforstyrret ud til isranden, men som nævnt, vil den yderste bræmme bestå helt og holdent af den uplastiske skorpe, og bevægelsen vil her være af en anden karakter end i den plastiske is. For det første vil alle ujævnheder såsom opragende klippepartier, som isen bliver presset hen over, give anledning til dannelsen af store, åbne spalter, der først lukkes, når isen bevæger sig videre ned i lavninger og igen sammenpresses. For det andet vil den horizontale bevægelse medføre dannelsen af glideflader i isen, konformt med bundlaget, langs hvilke bevægelsen kommer til at foregå i ryk. Når isen bevæger sig snart over opragende toppe og snart ned i lavninger, derefter over nye toppe og så videre, vil glidefladesystemet opstå på nye steder i isen i forhold til bundlagets form på de forskellige steder. Derved dannes ofte krydsende systemer af glideflader, som kan iagttages i lodrette snit i isranden eller direkte på isens overflade.

Glidefladerne opvarmes under de bratte ryk i bevægelsen, og derved smeltes noget af isen; dette smeltevand fryser umiddelbart efter til is igen, når bevægelsen ophører, men det har dog i den korte periode præget glidefladen sådan, at der langs den dannes et såkaldt blåbånd, en flade af klar, ret gennemsigtig is, som er blålig, fordi dette er isens egen farve. Ofte ser man i isfjeldene disse smukke partier af klar blå is indesluttet i den sædvanlige hvide, men uigennemsigtige istype.

Om produktionen af isfjelde og om forholdet mellem Indlandsisens „indtægter og udgifter“ skal vi høre i en følgende artikel.