

JAKOBSHAVNS ISBRÆ I FORTID OG NUTID

Af *Anker Weidick*

Af områder i Arktis er vel få så besøgt og beskrevet som den indre del af Disko Bugt, hvilket må tilskrives den lette adgang til egnen og den – efter arktiske forhold – store bosiddende befolkning dér. De samme forhold har også til en vis grad gjort sig gældende, når Jakobshavns Isbræ må anses for en af de klassiske lokaliteter i glacialgeologi og glaciologi.

Det vil dog forhåbentligt fremgå af de følgende sider, at gletscherloben Jakobshavns Isbræ ikke alene er enestående i den forstand, at det her er relativt let at fotografere en stor udløber fra Indlandsisen eller dennes kalvis i Disko Bugten, men at der virkelig knytter sig videnskabelig interesse til gletscherloben.

Andre gletscherlober med en lignende stor isfjeldsproduktion som den fra Jakobshavns Isbræ er kendt fra Grønlands vestkyst; d. e. fra Umanak distrikt Store Isbræ og Rinks Isbræ og fra Upernavik distrikt Upernaviks Isstrøm. Disse gletscherlobers produktivitet er allerede beskrevet af H. Rink i 1850'erne. Han inddelte Indlandsisens kalvisproducerende lober i tre klasser, af hvilke han til „første klasse“ regnede de meget store gletscherlober med en høj produktion af isfjelde. Foruden Jakobshavns Isbræ og de tre andre ovennævnte gletscherlober henførtes til denne kategori også to lober i bunden af Torssukátak fjord (Disko Bugt). De to sidstnævnte gletschere antager man dog nu har en produktion noget under de andres.

For Rink havde undersøgelsen af gletscherlobernes produktion af kalvis en videre betydning end blot at anslå omfanget af kalvisproduktionen i Vestgrønland. Når han sammenlignede Grønland med områder af samme størrelsesorden andre steder på Jorden, var der en iøjnefaldende forskel. I andre områder ville den overskydende nedbør blive ført til havet via floderne. I Grønland, hvor det indre af landet derimod er dækket af „Indlandsisen“, måtte den overskydende nedbør i det indre af landet derimod via store „isfloder“ blive ført ud til kysten til de store kalvisproducerende gletscherlober. Det skal senere (side 368) ses at disse tanker fik fornyet aktualitet efter den nyeste tids undersøgelser af Jakobshavns Isbræ og af Indlandsisen.

Det skal her indskydes, at også for navnet „Indlandsisen“ har Rink et ansvar. Ved sin hjemkomst fra Grønland i 1851 var Rink i tvivl om, at dette isdække til forskel



Fig. 1. Det indre af Jakobshavns Isfjord
med fronten af Jakobshavns Isbræ. Flyvefoto 518 A-Ø no. 1463, optaget den 18.7. 1949. Eneret: Geodætisk Institut)

fra lokale gletschere skulle have et særligt navn. Naturforskeren Japetus Steenstrup foreslog ham da „Indlandsisen“, hvilket navn han så anvendte i sine følgende beskrivelser af Grønland.

Det er muligt, at kalvisproducerende lober fra Indlandsisen af Rinks „1. klasse“ også kan findes på Grønlands østkyst. Gletschernes produktion er imidlertid ikke målt her endnu.

Beskrivelser og undersøgelser af Jakobshavns Isbræ og Jakobshavns Isfjord.

Det synes, at den første beskrevne observation af gletscherfronten stammer fra 1747, da P.O. Walløe i januar udførte en slæderejse til det indre af fjorden. Det fremgår af hans beretning at gletscheren var under fremrykning og at isfjorden tidligere har været sejlbar men intet om gletscherfrontens beliggenhed i 1747. De andre data fra denne tid er beretninger, der refereres af såvel Poul Egede (Dagbog

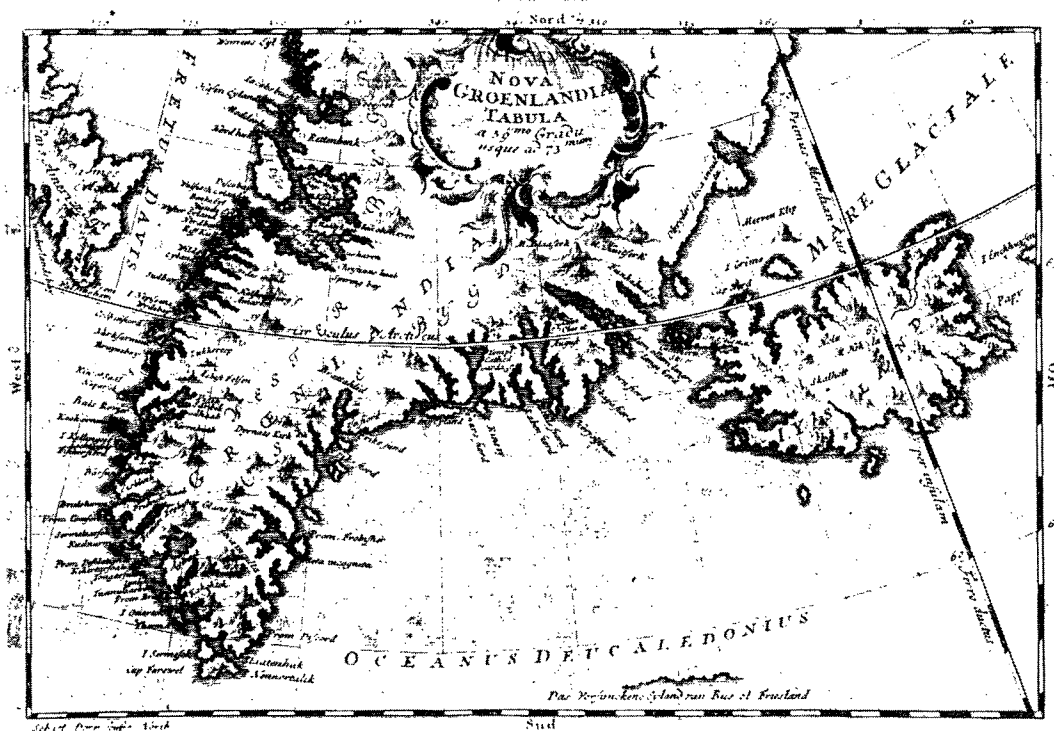


Fig. 2. Kort over Grønland fra det 18. århundrede.
Efter D. Crantz: *Historie von Grønland*, 1777, bd. 2. Kortet viser de antagne stræder gennem Grønland med stiplede linier.

Foto: Det Kongelige Bibliotek

fra 1738), af P. O. Walløe samt af Hans Egede Saabye (1770–1778). Beretningerne giver et samstemmende billede af, at isfjorden tidligere har været sejlbar.

Egede Saabye går endog så vidt at han angiver, at man tidligere kunne rejse tværs gennem Grønland til „Østerbygd“ på Grønlands østkyst. Som andre forfattere i det 18. århundrede synes Egede Saabye at være inspireret om antagelsen af eet eller flere „Frobisher Stræder“ gennem Grønland.

Oprindelsen til antagelsen af „Frobisher Stræder“ gennem Grønland skal søges i Martin Frobisher's beretning om et stræde, han havde opdaget på den canadiske side af Davis Strædet og som senere ved en kartografisk fejltagelse blev flyttet til Grønland. Hvor sejlivet sådanne stræder kan holde sig på den ene udgave kort efter den anden, er vist i en behandling af ældre Grønlandskort, givet af I. Kejlbo.

Når man på undersøgelsesrejserne i det 18. århundrede aldrig har fundet stræderne, afbildet på kortene, men i stedet kalvende gletscherfronter, ligger det jo nær

at man har forestillet sig en fremrykning af Indlandsisen, der har fyldt tidligere eksisterende sunde. Da der yderligt jorden over i almindelighed i denne periode fandt en ekspansion af gletschere sted (hvilket iøvrigt også blev iagttaget i Grønland), står vi her over for en sammensmeltning af legende og observationer. Hertil kommer så yderligere, at kendskabet til alpegletscherne kan have influeret på beretningerne om de grønlandske gletschere. Allerede Crantz sammenligner således i sin Grønlandsbeskrivelse fra århundredet de grønlandske gletschere med de schweiziske og østrigske.

Den følgende observator af fronten af Jakobshavns Isbræ er mineralogen K. L. Giesecke. Han beretter fra et besøg i 1807 kun, at han har set gletscherfronten („diese unbeschreibliche Eisbrücke im festen Lande“), at Jakobshavns Isfjord er et tidligere sund samt at gletscheren breder sig. Yderligere synes det at være klart fra en anden rapport (af Th. Thomsen, publiceret af J. Meldgaard) at Sermermiut bopladsen syd for Jakobshavn bliver forladt af de sidste beboere o. 1820–50. Det angives som grund, at isen i fjorden har bredt sig. Til den sidste angivelse må man dog tilføje, at anlægget af det nuværende Jakobshavn i 1741 må have været en anden og mere tungtvejende årsag til Sermermiuts affolkning. Allerede i 1776 angives Jakobshavn jo at have haft c. 600 indbyggere, et højt tal for en bebyggelse i Grønland på dette tidspunkt og det er tænkeligt, at handelsstedet her med sin butik må have trukket den omboende befolkning.

En tredje rapport fra det 19. århundredes første halvdel er givet af H. Rosing, som var bestyrer i Jakobshavn 1830–31 og atter fra 1834 til 1852. Rapporten, som ligeledes er publiceret af J. Meldgaard, er fra 1831 og angiver, at isen har bredt sig i fjorden gennem de sidste 50 år, at en nunatak er blevet nediset samt at hollandske skibe tidligere gik ind i fjorden for at handle.

Af de angivne rapporter ses at fremgå en vis enighed om at fjorden var relativt isfri op til c. 1700, eller rettere til nogle få generationer fra de givne udsagn. Dette sidste er påfaldende, og det kan ikke udelukkes at man står overfor varianter af eet og samme udsagn. Er dette tilfældet, kan antallet af samstemmende udsagn næppe tages til indtægt for, at Jakobshavns Isfjord tidligere har været mere sejlbar end nu. Det er muligt at man i virkeligheden står overfor elementer af et „vandresagn“, hvis egentlige baggrund har en vis sammenhæng med myten om tillukning af et „Frobisher Stræde“ til Grønlands østkyst.

Den første virkelige opmåling af gletscherfrontens beliggenhed finder sted i 1851 og udførtes af H. Rink. Herefter følger med nogle års interval atter stadigt genmålinger af gletscherfrontens position op til vor tid. Målingerne har gjort bræen til een af de bedst kendte gletscherlober på den vestlige halvkugle. Dette så meget mere som målingerne viste at variationerne i gletscherlobens længde gennem de sidste 100

år var blandt de største, man kendte. Beskrivelsernes antal af gletscheren er derfor stort og her skal kun angives årstal for observationerne og hvem der har udført dem. Yderligere er de vigtigste beskrivelser af gletscheren anført i litteraturlisten på side 386.

Gletscherfrontens position er blandt de oplysninger, der er givet om gletscheren i følgende år:

- 1870. Observator: A. E. Nordenskiöld. Hans observationer er dog efter Engell og Koch (se nedenfor) noget usikre.
- 1875. Observator: A. Helland. Det drejer sig som for Nordenskiöld kun om beskrivelser af gletscherfrontens beliggenhed. Helland gennemførte desuden de første bestemmelser af gletscherens overfladehastighed.
- 1879. Observator: R. R. J. Hammer, som yderligere gentog besøget i 1880. For 1880. uden en bestemmelse af gletscherfrontens beliggenhed gennemførte han målinger af gletscherlobens overfladebevægelse.
- 1883. Observator atter Hammer. Kortskitse fra dette år.
- 1888. Observator: S. Hansen. Kortskitzen udarbejdet for søkortarkivet. Efter Engell (se nedenfor) viser et fotografi af gletscheren taget af Hansen på samme tidspunkt en stilling noget østligere end hvad er angivet på hans kort.
- 1891. Observator: E. von Drygalski, som også besøger gletscherfronten i 1893.
- 1893. Der foreligger fra disse besøg kun en beskrivelse af gletscherfronten.
- 1902. Observator: C. M. Engell som atter besøgte gletscheren det følgende år.
- 1903. Foruden et kort over gletscherfrontens beliggenhed foretog Engell en bestemmelse af gletscherens overfladehastighed. Engells beskrivelser er forsynet med talrige fotografier af gletscheren og dens omgivelser og må regnes for de mest udførlige behandlinger af Jakobshavns Isbræ.
- 1913. Observatorer: I. P. Koch og A. Wegener, som under et kort besøg her udførte et kort over gletscherfrontens beliggenhed.
- 1929. Observatorer: J. Georgi og E. Sorge, som under et kort besøg bestemte gletscherfrontens beliggenhed og størrelsen af gletscherens overfladebevægelse.
- 1931–1932 synes bestemmelse af gletscherfrontens beliggenhed atter at have været udført under udarbejdelsen af Geodætisk Instituts kortblad 1:250.000, kortbladet Jakobshavn.
- 1949, 1953 og 1958 bliver gletscherfronten fotograferet fra luften. Et enkelt eksemplar af dette materiale er vist i fig. 1. Måling af gletscherens overfladehastighed er blevet udført på grundlag af 2 serier flyvefotografier fra 1958, optaget med kort tidsinterval, af franskmændene Bauer, Baussart og Carbonell.

- 1963 besøgte gletscherfronten af en gruppe, bestående af M. Kelly, O. Olesen og forfatteren. Under dette besøg blev gletscherfrontens beliggenhed og overfladehastighed bestemt af Olesen.
- 1964 foretoges atter en fotografering af gletscheren fra luften.

Isfjeldsproduktionen fra Jakobshavns Isbræ.

Det vil ses af listen over besøgende ved Jakobshavns Isbræ, at flere har målt gletscherlobens overfladehastighed. Dette skyldes ønsket om at få et overslag over gletscherens kalvisproduktion.

Bortset fra gletscherlobens rand, hvor bevægelsen er stærkt nedsat p. gr. af friktionen mod bjergsiderne, har gletscherloben en overfladehastighed af $\frac{1}{2}$ til 1 m i timen over det meste af lobens bredde. Opgivelserne fra de forskellige år ligger alle på denne størrelse, som svarer til en hastighed af 4000–9000 m pr. år. Til sammenligning skal angives, at „almindelige“ alpegletschere (eller norske bræer for den sags skyld) har en overfladehastighed af 30–150 m pr. år.

Ud fra gletscherens overfladehastighed, fra arealet af den kalvende gletscherfront og ud fra den meget sandsynlige forudsætning, at hastigheden kun aftager lidt ned gennem gletscheren, er den årlige kalvisproduktion beregnet til c. 16 km³ pr. år. Til sammenligning kan angives kalvisproduktionen af de øvrige lober fra Indlandsisen til Disko Bugt:

Navn:	Hastighed pr. 24 Timer:	Anslået årlig produktion:
Sarqardliup sermia, Tasiussaq	1,4 m	{ $\frac{1}{2}$ –1 km ³
Alangordliup sermia, Tasiussaq.....	?	
Jakobshavns Isbræ	11,5–25 m	16 km ³
Sermeq avangnardleq	1,6 m	meget ringe
Eqip sermia	4,4 m	1 km ³
Kangilerngata sermia	2,7 m	mindre end 1 km ³
Sermeq kujatdleq, Torssukáatak	9,0 m	{ 10 km ³
Sermeq avangnardleq, Torssukáatak	6,2 m	
Total isfjeldsproduktion i Disko Bugt ...		c. 29 km ³

Tallene her er i det væsentlige samlet eller beregnet af F. Loewe fra den tyske Wegener Ekspedition og A. Bauer fra den franske Victor Ekspedition, men med skøn af forfatteren over produktionen fra de to lober Alangordliup sermia og Sarqardliup sermia i Tasiussaq fjorden syd for Jakobshavns Isfjord.



Fig. 3. Flyvefoto af isfjeldsbanken syd for Jakobshavn. Man ser her dels et stykke af gletscherfronten, der har løsnet sig og er sejlet væk (A), dels væltede „skiver“ af gletscherfronten (B). Disse sidste isfjelde giver en forestilling om gletscherfrontens tykkelse.

Det ses af tabellen over isfjeldsproduktionen i Disko Bugt, at denne er ialt ca. 30 km^3 , af hvilket lidt mere end halvdelen leveres alene af Jakobshavns Isbræ.

Foruden kalvisproduktionen foregår i sommertiden også en afsmeltning af Indlandsisens randområde. Man må anslå, at dette randområde strækker sig op til c. 1500 m. o. h. indenfor Disko Bugt, og at middelaufsmeltningen her er c. 1,1 m vand årligt. Da området med afløb til Disko Bugt har et areal på c. 15.000 km^2 findes herfra en årlig afsmeltning af Indlandsisens overflade på ialt c. $16,5 \text{ km}^3$.

Selv med denne overfladesmeltning af Indlandsisens rand in mente ses betydningen af Jakobshavns Isbræ for dræning af Indlandsisen til Disko Bugt at være af høj klasse, og dens betydning for isens materialehusholdning (d. v. s. balancen mellem

snepålejring og det der forsvinder ved kalvning, smeltning m. m.) har derfor ved flere lejligheder været genstand for teoretiske overvejelser. Man har her prøvet at beregne, fra hvor store områder af Indlandsisen der foregår bevægelse mod Jakobshavns Isbræ, og med hvor stor hastighed de enkelte partier af denne del af Indlandsisen føres mod Jakobshavns Isbræ. Det må her tages i betragtning, at overfladehastigheden af Jakobshavns Isbræ kun er målt ved gletscherfronten, og som alle kalvende gletschere aftager hastigheden af denne gletscher også indefter mod Indlandsisen.

Det vil her føre for vidt at referere de ovennævnte diskussioner om indlandsisens materialehusholdning og Jakobshavns Isbræ's betydning herfor, og der skal blot henvises til originalafhandlingerne (Bauer 1960, Haefeli 1961). Dog må som et dansk indlæg i denne diskussion nævnes W. Dansgaards undersøgelser over isfjeldenes alder og den højde på Indlandsisen, hvorfra deres materiale (i form af sne) stam-

mede. Begge disse data fandtes ved isotopundersøgelser og for kalvis fra Jakobshavns Isbræ angives en alder af 580 år, i hvilken tid isen i Indlandsisen må være transporteret c. 140 km, d. v. s. med en gennemsnitlig hastighed af c. 240 m pr. år. En størrelse, som bekræfter de teoretisk beregnede værdier for Indlandsisens materialetransport mod gletscheren.

Det vigtigste i denne forbindelse er opfattelsen af „1. classes“ kalvende gletscherlober som strømme af hurtigt bevæget (og derfor mere „ophakket“) is glidende som strømme i den omgivende, mere roligt flydende del af Indlandsisen. Disse strømme er som tidligere nævnt først blevet beskrevet af Rink, men tankerne herom dukker atter op efter Victor-Ekspeditionens arbejde. Strømmene er på fransk betegnet ved „fleuves de glace“, på engelsk ved „ice streams“, og det ville derfor være passende at bruge betegnelsen „isstrømme“ på dansk. Isstrømmenes beliggenhed er til en vis grad betinget af dalsystemer i underlaget under Indlandsisen, de såkaldte „subglaciale dale“.

At subglaciale dale virkeligt eksisterer kan ses af Victor Ekspeditionens kortlægning af Indlandsisens underlag. En skitse af denne og den engelske Simpson-Ekspeditionens resultater er forsøgt givet i fig. 4.

„Jakobshavns Isstrøm“ og det tidligere isdække over Disko Bugt.

Det må antages, at subglaciale dale allerede har eksisteret før dannelsen af isstrømmene, men også, at isstrømmene senere har modificeret dalenes form ved den erosion, der er forårsaget af den stærke bevægelse af isen i isstrømmene.

Isstrømme vil til enhver tid være beliggende under og udenfor snegrænsen, d. v. s. ved Indlandsisens rand. Indlandsisens udbredelse er imidlertid, set med en geologs øjne, en højst variabel ting, som bestemmes af hvorvidt man har et istidsklima eller et klima som det nuværende. Isstrømmenes lokalisering vil være nøje bundet til det forhåndenværende klima (der jo bestemmer Indlandsisens udbredelse) og deres retning til de forhåndenværende dalsystemer i isdækkets underlag.

Jakobshavns Isbræ's geologiske historie frembyder et godt eksempel på en sådan flytning af en isstrøm, idet det dog må tillægges at eksistensen af een eller flere isstrømme til enhver tid må have spillet en stor rolle for dræning af Indlandsisen. Kun beliggenheden af isstrømmene har ændret sig i løbet af tiden.

Da så godt som alle løse aflejringer i området omkring Jakobshavns Isfjord er afsat i umiddelbar kontakt med een af Isens udbredelsesfaser eller til et hav, som grænsede til disse faser, skal yderligere tilføjes, at Jakobshavns Isbræ's historie derfor er næsten identisk med landskabsudviklingens historie omkring Jakobshavn.

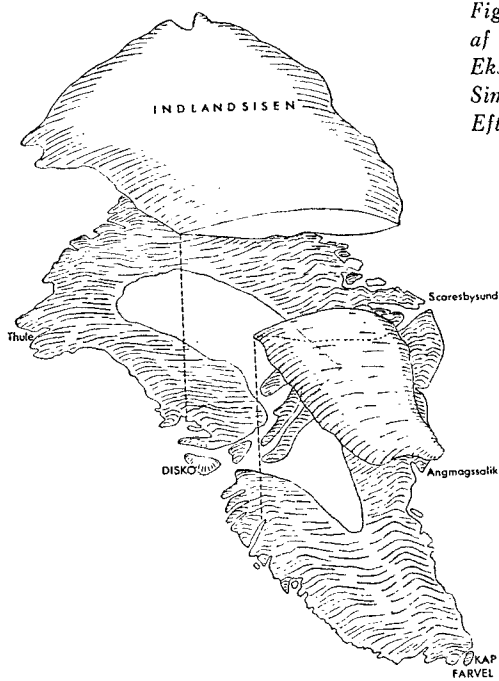


Fig. 4. Grønland uden Indlandsisen. Idéskitse på grundlag af målingerne af Indlandsisens tykkelse udført af Victor-Ekspeditionen i sydlige halvdel af Grønland og den engelske Simpson-Ekspedition i den nordlige halvdel.
Efter tidsskriftet „Varv“ 1964, nr. 4, p. 25.

Ser man på et søkort over Disko Bugt og Davis Strædet udfor Disko Ø er to ting påfaldende: De udstrakte banker vest for Disko og Egedesminde området med overfladen beliggende kun 50–200 m under havets overflade og de dybe render, som skærer sig igennem bankerne ind til det indre af Disko Bugt.

Den dybeste (og længste) af de nævnte render har en maximal dybde af over 900 m lidt vest for Egedesminde. Det må antages, at den angiver beliggenheden af „Jakobshavns Isstrøm“ under den sidste istid.

Den omtrentlige form og udbredelse af Indlandsisen ved istidens slutning for omtrent 15.000 år siden er angivet i fig. 6. Indlandsisens tidligere eksistens over de nuværende isfri kystområder har givet sig udtryk i den påfølgende hævnning af landet, da det blev fri for isens tryk. Man har for Disko Bugt området fundet hævede havaflejringer op til 100 m over det nuværende havniveau. Det er kun et forsigtigt skøn, idet der i dette tal udelukkende er medtaget meget sikre data. Værdien 100 m er derfor et minimum, og som tidligere antaget af D. Laursen (i „Grønland“ 1953, side 145) er det ikke usandsynligt, at landet har hævet sig op til c. 200 m over det nuværende havniveau.

Til denne hævnning af landet kommer, at oceanernes vandstand siden istiden er steget c. 100 m grundet smeltningen af isklapperne over store dele af fastlandene. Totalt må det grønlandske kystland derfor have hævet sig c. 300 m eller mere efter at være blevet befriet for trykket af et isdække med en tykkelse af mellem 700 og 1500 m.

Alene kystlandets stærke hævnning vidner om landets tidligere isdække. Yderligere beviser findes i rundklipperne under de marine aflejringer. Hvor sådanne havaflejringer idag skylles væk fra den underliggende klippe, f. eks. i klinterne langs dele af Disko Bugt, ses klippehellerne herunder at fremtræde så blanke og isskurede, som kun ellers hvor gletscherne nyligt har forladt fjeldene.

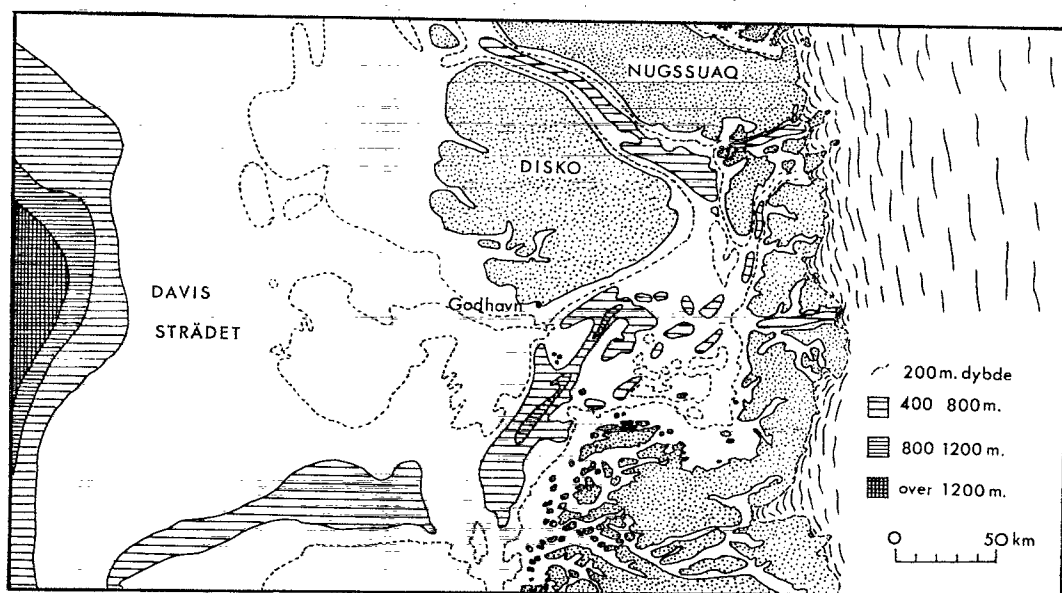


Fig. 5. Dybdeforholdene i Disko Bugt og omkring Disko Ø.
 Baseret på kort 1500, Risfcol-Harce, fra Det Kongelige Søkort Arkiv.

Egnsfremmede blokke (ledeblokke) beliggende højt oppe på fjeldene er mindre sikre beviser for kystlandets nedisning under sidste istid. De kunne jo være transporteret derop af isdækker ældre end sidste istids.

Bankerne ud for Disko Bugt og Disko Ø må antages at være afsat som randmoræner af istidernes indlandsis. Denne antagelse blev fremsat så tidligt som 1875 af nordmanden A. Helland, der sammenlignede de geologiske forhold ved Grønlands vestkyst med dem i sit hjemland, hvor flere banker allerede på dette tidspunkt var detaillert opmålt.

Det må erindres, at oceanernes vandstand under den sidste istid har været c. 100 m lavere end nu, hvilket vil sige at store dele af Indlandsisens rand på dette tidspunkt endte på grundt vand eller tørt land. Sådanne dele af isranden må have frembudt omtrent samme syn som isranden ved den nuværende Frederikshåbs Isblink.

Israndens og isoverfladens form i fig. 6 kan naturligvis kun blive givet ud fra de ovennævnte betragtninger og på grundlag af landskabsformerne på Disko Ø, hvor enkelte af fjeldsiderne bærer et stærkt præg af gletscherslid. Her må basaltplateauerne antages at have været dækket af lokale sne- og iskapper, da snegrænsen på dette tidspunkt har været beliggende adskillige hundrede meter lavere end nu. Den

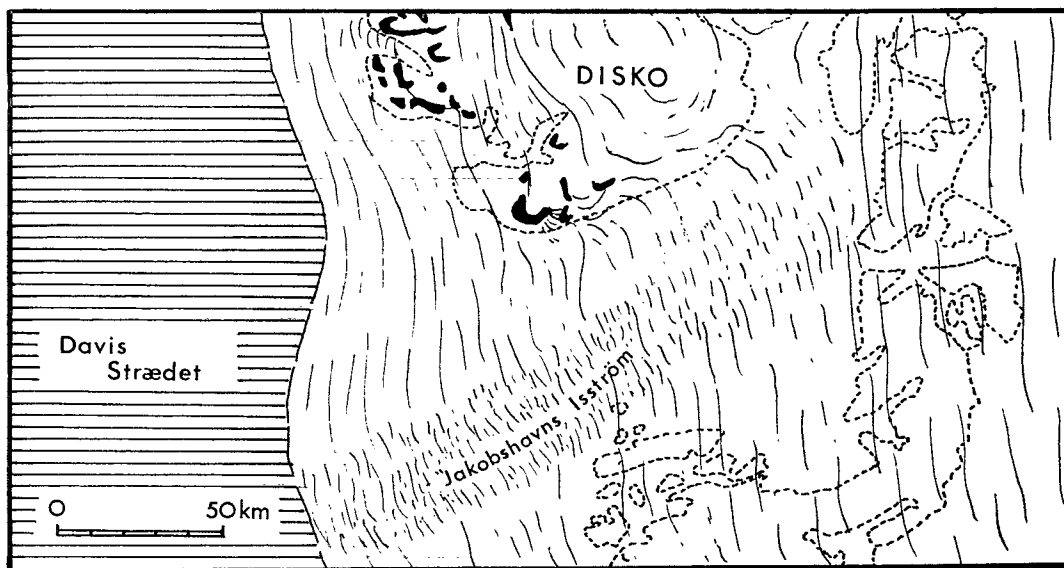


Fig. 6. Disko Bugt og den sydlige del af Disko Ø under sidste istid.
Isfri områder på Disko Ø markeret med sort farve.

nuværende snegrænse over Disko Øen hæver sig fra c. 700 m over havet ved den vestlige del af øen til 1100–1200 m over havet i de centrale og østlige dele.

En datering af det givne billede af Indlandsisens udbredelse er vanskelig. Vi må her vende os til den påfølgende landhævning, der var et resultat af isdækkets forsvinden over kystlandet. Umiddelbart efter at landet bliver isfrit foregår denne landhævning stærkt, men hævnings hastighed klinger derefter i de følgende årtusinder langsomt ud, således at den i de seneste tusind år har spillet en meget ringe rolle for fordelingen af land og hav i Grønland. Dette hævningsforløb kendes fra alle egne af jorden, der tidligere har været nedisede, omend med lokale modifikationer. Det forklares ved jordskorpens hurtige reaktion umiddelbart efter istrykkets ophør, en reaktion, der så i tidens løb afdæmpes.

Ved undersøgelse af det nævnte hævningsforløb kan man ved at gå tilbage i tid komme til en periode, hvor hævningsen er foregået så hurtigt, at det må være sandsynligt, at næppe mange årtusinder kan være gået siden landet blev isfrit. Ud fra denne betragtning kommer man for Disko Bugt til, at Indlandsisen endnu i det mindste for 15.000 år siden omtrentligt havde en udbredelse således som skitseret i fig. 6. Vender vi blikket mod Skandinavien, finder vi her, at isdækket o. 15.000 år før nu

stadigt var udstrakt til de danske sunde og bæltter og i tidsrummet mellem c. 15.000 og c. 10.000 år før nu smeltede tilbage fra Danmark til Stockholm området i Midtsverige.

Indlandsisens rand efter at Disko Bugt blev isfrit.

Hvad der nøjere skete for 10.000–15.000 år siden i Disko Bugt står uklart. Datering af muslingeskaller fra højtliggende havaflejringer ved udstedet Sarqaq på sydsiden af Nûgssuaq halvøen er udført af Nationalmuseets Kulstof 14 Laboratorium. Det gav en alder af c. 9.000 år, hvilket vil sige, at store dele af Disko Bugt allerede på dette tidspunkt var isfrit og havdækket. Indlandsisens begrænsning kendes ikke, men dens rand må ved slutningen af denne periode have været beliggende bag en linie gennem Christianshåb og Jakobshavn.

Omtrentligt for 9.500 år siden bredte Indlandsisen sig atter noget ud over områderne ved Christianshåb og Claushavn. Dens udbredelse vises nu af de meget udstrakte morænelandskaber i området, hvoraf en del er vist i fig. 10.

De følgende 1500 år må isranden have skiftet beliggenhed talrige gange. En langsom tilbagetrækning gennem denne periode var hovedresultatet, men den må have været afbrudt af flere små fremstød. Hvor isranden i denne periode har flyttet sig frem og tilbage indenfor et relativt smalt område, er afsat udbredte morænelandskaber, som jeg under et har kaldt „fjord stadiet“. Den ældste fase af fjordstadiet er formodentligt den, der er vist i fig. 7a, den yngste den viste i fig. 7b. Fasernes alder sluttes fra de strandlinier, havet under morænerne dannede (og senere) har udvasket i morænerne. Det fremgår heraf, at den ældste fase er afsat ved en højde af havet c. 80 m over det nuværende, den yngste, medens havet stod c. 40 m over det nuværende vandspejl. Det er tidligere nævnt, at den omtrentlige alder af disse havniveauer kendes, og det er ad denne vej muligt at skønne alderen af de nævnte moræner.

Da der findes en hel følge af moræner indenfor „fjord stadiets“ område, beliggende tæt ved hinanden, og da morænelandskabet røber ustandselige fremstød og tilbagetrækninger af gletscherfronten i tiden mellem dannelsen af de yngste og de ældste volde, er det højst sandsynligt, at udbredelsen af Indlandsisen i hele tidsrummet mellem c. 9500 før nu og c. 7500 før nu har været i en zone beliggende mellem den ældste og yngste fase af „fjord stadiet“.

Under afsætningen af fjord stadiets aflejringer ses gletscherfronten beliggende over Isfjeldsbanen ved munden af Jakobshavns Isfjord. Om denne isfjeldsbanke helt igennem er een eller flere endemoræner er tvivlsomt. Der kan også være tale om en fjeldtærskel. Gletscherfronter har en almindelig tendens til under udtynding at få

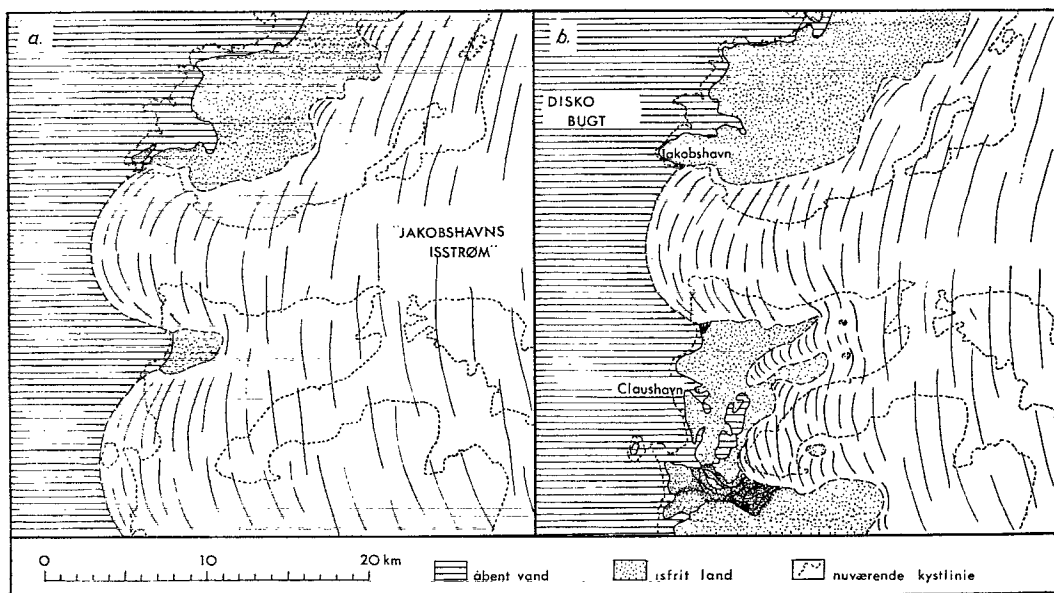


Fig. 7a. Indlandsisens udbredelse ved Jakobshavns Isfjord for omkring 9500 år siden.

Fig 7b. Indlandsisens udbredelse ved Jakobshavns Isfjord for 7500–8500 år siden.

deres fronter „låset fast“ til sådanne fjeldtærskler og til gengæld uddybe fjord- eller dalbassinet umiddelbart bag tærsklen. Denne erosive virkning kaldes almindeligvis „glacial overdybning“ og kendes overalt fra nedisede områder. Bedst kendte eksempler i Europa er formodentligt de store norditalienske søer ved Alpernes fod: Lago di Como, Lago di Maggiore og Lago di Garda.

Med mindre man senere får en kunstig gennemskæring af sådanne tærskler, f. eks. ved vej anlæg, kan det være vanskeligt at vurdere, hvor meget af tærsklen der er moræner, og hvor meget der er fjeld.

Det må formodes, at store dele af gletscherfronten ved Isfjeldsbanen under afsætningen af fjord stadiet har været beliggende på land, omend gletscheren til stadighed må have haft lidt kalvisproduktion. Produktionen har dog på dette tidspunkt ikke været så stor som nu, da tærsklen har formindsket den kalvende gletscherfronts flade. Det er derfor muligt, at Indlandsisens løber umiddelbart syd og nord for Jakobshavns Isstrøm, som gletscheren vel endnu må kaldes til forskel fra den nuværende Isbræ, har aflastet isstrømmen i betydelig grad.

At fronten temmeligt længe har været fikseret ved Jakobshavns Isfjeldsbanke skyldes dog ikke alene eksistensen af den ovennævnte tærskel, men i lige så høj grad „Mercer's princip“. Dette blev først opstillet af englænderen J. H. Mercer og går i korthed ud på følgende:

En almindelig dalgletscher med fronten på land kan ved forandring af klimaet i retning af, at det bliver køligere, strække sin tunge dybere ned i dalen, til den har bredt sig til så varme områder, at afsmeltningen på gletscherens nedre dele holder trit med snepålejringen på de øvre. Tilsvarende betyder en ændring mod varmere klima, at gletscherloben forkortes, så den resterende del ikke smelter mere af, end at det kan opvejes af det tilførte materiale i form af sne.

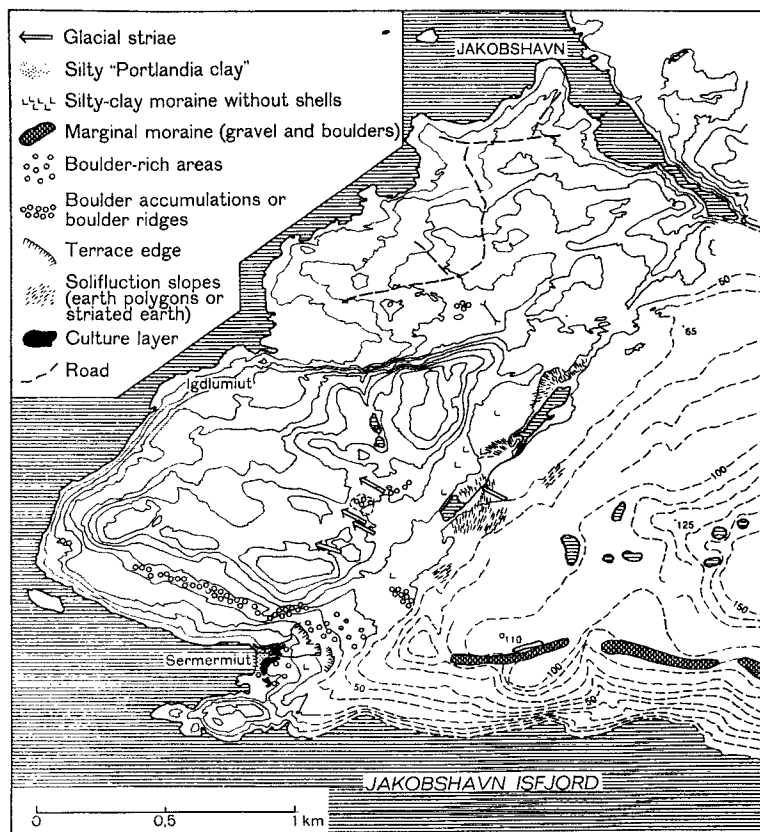
For en kalvende gletscher kan beliggenheden af gletscherfronten hverken hæves eller sænkes. Her er fronten af gode grunde – i alle tilfælde så længe som den er en kalvende gletscher – bundet til havets niveau. Gletscherloben kan derfor kun reagere på klimaændringer ved ændringer i sit areal. Ændringer, der så må blive betydeligt voldsommere end for almindelige gletschertunger på land. I en kanalformet fjord opnås arealændringen kun ved en forkortelse af gletschertungen, og disse ændringer skal være meget store for at tilfredsstille gletscherens materialehusholdning. Der vil derfor være en tendens til, at gletscherlobens front er beliggende ved isfjordenes munding eller i bredninger i fjorden hvor en ringe forskydning af gletscherfrontens beliggenhed betyder relativt store ændringer i gletscherlobens overflade. Ved Jakobshavns Isbræ ses dette fænomen også at være medvirkende til gletscherfrontens lange ophold (indtil c. 1890) ved sidefjorden Sikuijuitsoq og må for øjeblikket være årsag til gletscherfrontens nuværende temmeligt stationære stilling (fra 1949).

Som et mere detaljeret eksempel på fjord stadiets aflejringer er deres beliggenhed ved byen Jakobshavn vist i fig. 8. Aflejringerne er her ikke så smukt udformet som på sydsiden af fjorden, men flere har formodentlig lejlighed til at se dem her. De største morænestrøg findes øst for Jakobshavn–Sermermiut området, og man skal her ikke mange skridt væk fra passet mellem Sermermiut og Jakobshavn, før man ser morænevoldene som „kinesiske mure“ sno sig østpå gennem landskabet.

Morænerne fortsættelse vest for Sermermiut udgøres af store blokansamlinger uden finere materiale som grus eller sand. Forklaringen må være, at morænen her tidligere, under sin afsætning og umiddelbart herefter, har været havdækket. Efterhånden som landet hævede sig videre, har brænding eller snarere kalvningsbølger fra isfjeldene vasket alt finere materiale ud af morænerne og måske til en vis grad skyllet blokkene sammen i de nuværende hobe.

Fjordstadiets slutning er sat til o. 7500 før nu. Som nævnt kan dette så nogenlunde skønnes fra det almindelige indtryk af landhævningen siden afsætningen af morænerne. Yderligere er muslingeskaller fra aflejringer, afsat umiddelbart efter eller måske endog i tilknytning til fjord stadiets sidste faser, kulstof 14 dateret til at være mellem 7100 og 7900 år gamle. Boringer i aflejringer i en sø syd for Claushavn, beliggende på eller i tilslutning til den yngste fase i det nævnte fjord stadium, er udført af M. Kelly i 1963. De ældste aflejringer her gav en alder af c. 7800 år.

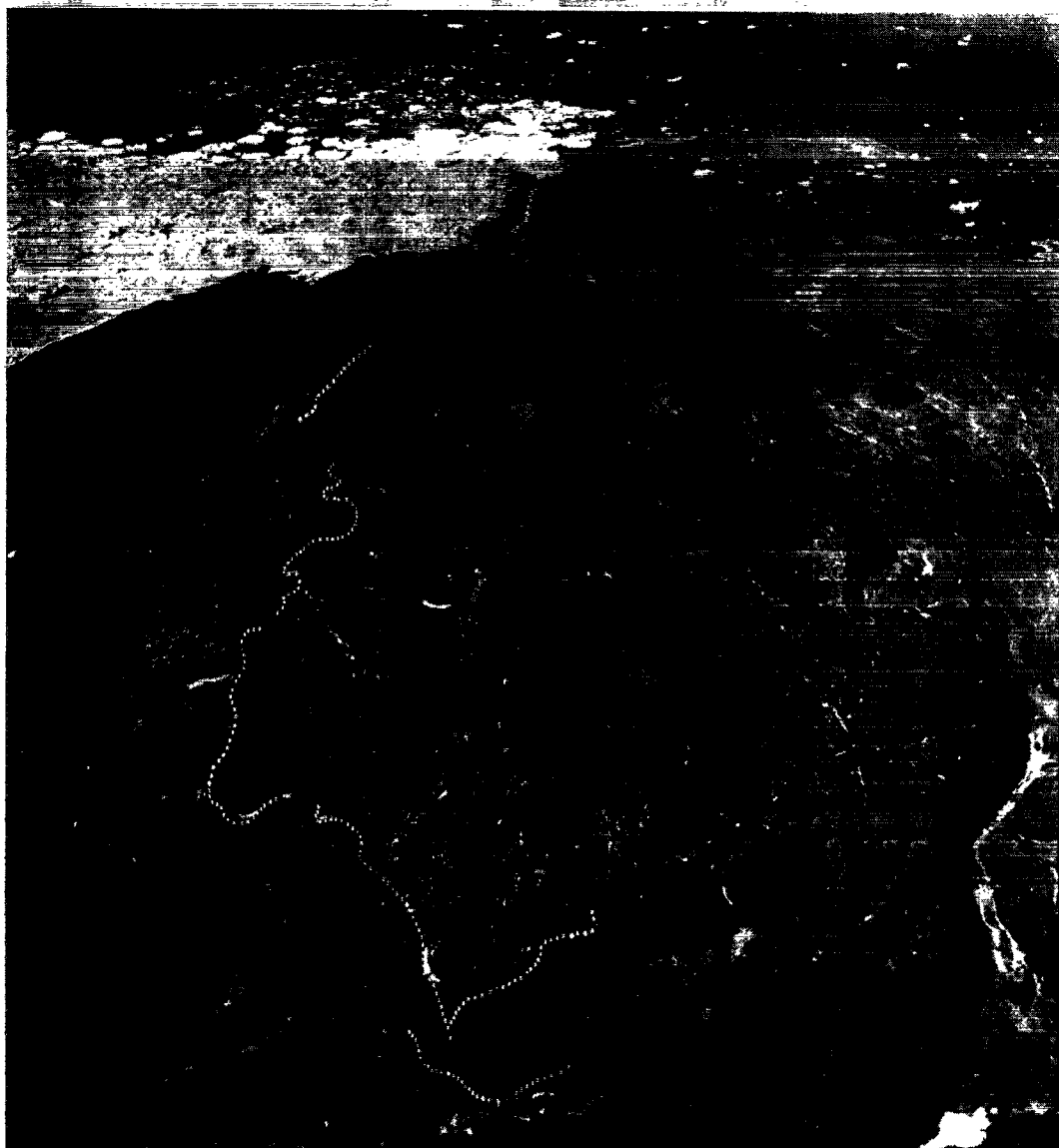
Fig. 8. Jakobshavn området. Pile angiver isbevægelsens retning, da området var totalt dækket af Indlandsisen. De tærnede „pølser“ markerer områder med randmoræner, afsat under udbredelsen af Jakobshavns Isbræ til Isfjeldsbanken („fjord-stadiet“. Morænernes fortsættelse vest for Sermermiut er vist ved grupper af åbne cirkler. Morænerne er her, da havet stod højere end nu, udvasket til blokhobe. Prikkerne ved Sermermiut viser det marine ler og de sorte områder kulturaflejringerne, som dækker leret. De sidste aflejringer er beskrevet detaljeret af J. Meldgaard i dette tidsskrift (1958). Kortgrundlag: Geodætisk Instituts kortskitse 1:8000, Jakobshavn.



Den angivne alder 7500 er derfor et skønnet tal for tidspunktet for isens tilbagetrækning fra de yngste moræner, dannet af fjord stadiet. Som det imidlertid vil ses af de givne dateringer, må man næppe regne med, at dette tal er mange hundrede år galt.

Sammenligner vi tilstanden i området under fjord stadiet med, hvad der vides fra Skandinavien, kan fra dette område angives at iskappen, efter en stilstand på nogle hundrede år som skyldes en klimaforværring for 10.700 til 10.200 år siden, var under tilbagesmeltning. Isranden rykkede i de følgende årtusinder tilbage fra Stockholm til Norrland og var for c. 8.600 år siden allerede så reduceret at en kortvarig klimaforværring næppe kunne aktivere den væsentligt.

Anderledes ser det ud i Nordamerika på denne tid. Der fandtes for 8000–9000 år siden stadig over Hudson Bay et isdække af størrelse som den nuværende grønlandske Indlandsis. Det betød også at tilstrækkeligt store dele af iskappen her ragede op over snegrænsen til at en klimaforværring kunne indebære en så stor tilvækst i snepålejringen, at dette kunne bevirke et mindre fremstød af iskappens randområder.



*Fig. 9. Nordlige del af Isfjeldsbanken
og Jakobshavn området set fra øst. Med punkterede linier er vist fjord stadiets moræner
øst for Jakobshavn. Flyvefoto.*

Eneret: Geodætisk Institut)

Dette fremstøds moræner kan spores rundt omkring Hudson Bay og kaldes i faglitteraturen Cochrane eller Cockburn stadiet i iskappens udbredelse, og det vil være naturligt at sætte dette stadium i sammenhæng med optræden af fjord stadiets aflejring i Grønland.

Tiden fra c. 7000 år før nu og indtil historisk tid.

Indenfor, d. v. s. øst for fjord stadiets aflejringer kan i Jakobshavn området ses andre moræner, afsat af faser i israndens stilling yngre end fjord stadiet. Aflejringerne er dog få i tal og giver langt fra noget eentydigt billede af udviklingen i Indlandsisens udbredelse over området.

Store terrassesystemer i det indre af Tasiussaq fjorden angiver, at denne fjord på et vist tidspunkt har været en isdæmmet sø med et vandspejl, opstemmet til c. 35 m over det nuværende havniveau. Jakobshavns Isbræ må på dette tidspunkt have haft en udbredelse forbi Tasiussaq fjordens udmunding i Jakobshavns Isfjord ved Qajâ.

Alene det at hele Tasiussaq fjorden på dette tidspunkt har været opfyldt af en isdæmmet sø og ikke af gletscheris antyder, at nogen tid må være forløbet siden afsætningen af fjordstadiets yngre moræner. Samtidig med denne situation må det nuværende Qajâ i Jakobshavns Isfjord endnu have været dækket af den gletschertunge, der opstemmede vandet i Tasiussaq. Moræner, afsat under dette stadium i udbredelsen af Jakobshavns Isbræ kan findes c. 100 m over Qajâ på den fjeldkæde, der afgrænser stedet fra Tasiussaq.

Da der ved Qajâ er fundet oldsager, tilhørende Sarqaq kulturen, angiver J. Meldgaard at bopladsen må være c. 2500 år gammel. Det er derfor rimeligt at antage, at der er forløbet i det mindste c. 3000 år siden Jakobshavns Isbræ har afstænget Tasiussaq.

Der er fra andre egne af jorden fundet spor af en mindre ekspansion af gletscherne fra en periode for mellem 3000 og 4000 år siden. Det er derfor muligt at denne alder må angives for fremstødet der opstemmede Tasiussaq fjorden.

Andre israndsaflejringer omkring Jakobshavns Isfjord er afsat nærmere ved den nuværende isrand og må derfor være yngre (se fig. 10). Gletscheren har på dette tidspunkt opfyldt søen Nunatap tasia lige sydvest for den nuværende gletscherfront. Det må imidlertid videre antages at disse aflejringer må være afsat under en yngre verdensomspændende „re-ekspansion“ af gletscherne, som er indtruffet for mellem 2000 og 2500 år siden, d. v. s. kort før Kristi fødsel. For Grønlands vedkommende synes der fra de arkæologiske udgravninger i Sermermiut ikke at være tvivl om, at en mindre klimaforværring netop satte ind kort før Kristi fødsel.

Jakobshavns Isbræ fra middelalderen og op til vore dage.

Mere sikkert end de ovennævnte to yngre præ-historiske „re-ekspansioner“ af isranden er den sidste, som fandt sted i historisk middelalder. Den kom ligesom de to foregående som følge af en klimaforværring. Klimaforværringen i historisk tid be-

perioder har været relativt frit for kalvis, men det skal senere ses at det næppe betyder nogen stor ændring fra den nuværende tilstand i fjorden.

Det meste af tiden mellem 1600 og 1900 må man dog regne med, at gletscherfronten har været så nogenlunde „låst fast“ i denne fremskudte position p. gr. af „Mercer's princip“.

Fra midten af det 19. århundrede kendes gletscherfronten som tidligere nævnt fra talrige opmålinger. De vigtigste positioner er givet i fig. 10. En begyndende klimaforbedring satte ind efter 1860, men den blev først virkelig mærkbar i dette århundrede, hvor temperaturen steg stærkest mellem 1920 og 1940. Efter 1940 har situationen stabiliseret sig og måske endog vendt.

Ændringer i vandstanden i Nunatap tasia

Umiddelbart syd for Jakobshavns Isbræ ligger en sø: Nunatap tasia. Dens omfang er vist i fig. 11. Søen er indgående beskrevet ved flere af besøgene ved gletscherfronten og ændringerne i søens vandstand kendes derfor ret nøje.

Under den maksimale udbredelse af Jakobshavns Isbræ var Nunatap tasia opstemmet af gletscheren til en højde af 58 m over havet. Dette har været den maksimale opstemning af søen i historisk tid, d. v. s. mellem 1600 og 1900. Der er intet spor efter afløb fra denne sø sydpå gennem dalene til Tasiussaq fjord og det er derfor højst sandsynligt at søen periodisk er blevet tappet under Jakobshavns Isbræ ned til Jakobshavns Isfjord.

I takt med tilbagegangen af Jakobshavns Isbræ falder vandstanden i søen mellem 1880 og 1892, således at den i 1892 kun havde et vandspejl beliggende c. 40 m over det nuværende havniveau. 1892 falder vandstanden så pludseligt fra c. 40 m til c. 20 m i den vestlige del af søen. Samtidigt dukker en klippetærskel frem, som opstemmer den østlige del af søen til 32 m over havet, hvilken vandstand denne del af søen har haft siden.

Ved et besøg i 1902 fandtes den vestlige del af Nunatap tasia stadig at have en vandstand på c. 20 m, men ved det følgende besøg i 1913 er vandets overflade sunket til havets niveau, idet Jakobshavns Isbræ på dette tidspunkt har trukket sig så langt tilbage at denne del af søen nu er at betragte som en bugt i Jakobshavns Isfjord. Således har tilstanden været her siden da.

Ved den fortsatte udtynding af Jakobshavns Isbræ samler interessen sig om ændringerne i den østlige del af Nunatap tasia. En lille lobe fra Jakobshavns Isbræ mundede her ud i søen da denne havde sin højeste vandstand på 58 m over havet. Da vandstanden faldt til 32 m dukkede her også en klippetærskel op, der dog ikke var højere end at den lille gletscherlobe blev afvandet over Nunatap tasia til Jakobs-

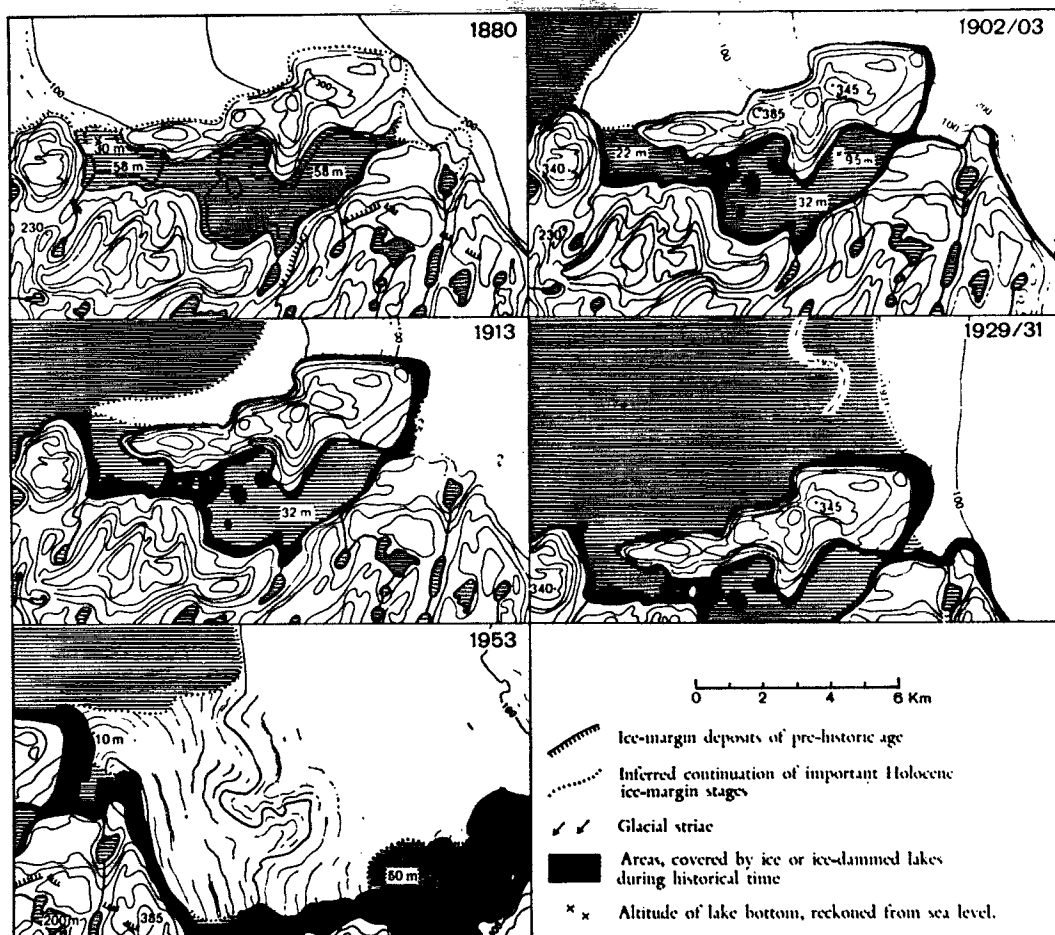


Fig. 11. Ændringer i vandstand og udbredelsen af søen Nunatapta mellem 1880 og 1953.

Kryds i søen angiver søens dybde, regnet fra havniveau.

Kortgrundlag: Geodætisk Instituts kortblad 69 V 2, Jakobshavn.

havns Isfjord. Den nævnte lille gletscherlobe udtynedes imidlertid også i takt med sammensynkningen og afsmeltningen af Jakobshavns Isbræ. Gletscherfronten af den lille gletscherlobe trækker sig også tilbage og der dannes her foran fronten en lille isdæmmet sø, som stadigt afvandes mod Nunatapta i årene op til 1931.

Efter 1931 skifter situationen atter ved den nævnte lille isdæmmede sø. På flyvefotografierne fra 1940'erne og 1950'erne ses, hvorledes vandspejlet i søen sænkes. Ved vort besøg i 1963 var vandspejlet sunket til c. 10 m over havets overflade og søen afvandes nu under Jakobshavns Isbræ direkte nordpå til Jakobshavns Isfjord.

I 1963 blev en væsentlig del af vor tid ved Jakobshavns Isbræ anvendt til at udrede detaljerne i Nunatapta's udvikling siden 1880. Dette skyldes, at man fra om-

rådet havde gode kort og beskrivelser tilbage til det nævnte tidspunkt, således at de konklusioner man kom frem til i marken stadigt kunne afkontrolleres helt eller delvist ved sammenligning med de ældre oplysninger. De erfaringer, vi her fik kunne så bruges til datering af mindre velkendte gletscherområders afsmeltningsforløb. Kun skade, at vi ikke havde en botaniker med. Den gode kortlægning af landets frigørelse fra vand- og isdække betyder her, at man omtrentligt på år kan angive, hvornår den enkelte kvadratmeter er blevet til land således at en nøje datering af planternes indvandring kunne udføres.

Volumenændringer i Jakobshavns Isbræ gennem de sidste 100 år.

Det er tidligere angivet, at en gletschertunges lineære tilbagetrækning ikke er et sikkert mål for klimaændringer. Profilet gennem Jakobshavns Isbræ (fig. 12) viser, at den lineære tilbagetrækning allerede var omtrent halvt fuldført i sidste halvdel af det forrige århundrede. Der var i denne periode kun tale om en meget ringe klimaforbedring. Den følgende halvdel af tilbagetrækningen finder sted i dette århundrede, hvor den væsentligste temperaturstigning finder sted efter 1920. På profilet i fig. 12 kan dette forhold forklares. Den ringe udtynding af gletscherlobens overflade bevirkede før c. 1900 en væsentlig forøgelse af de dele af gletscheren, der svømmede i fjorden, og da den som alle isstrømme er stærkt opløftet betyder

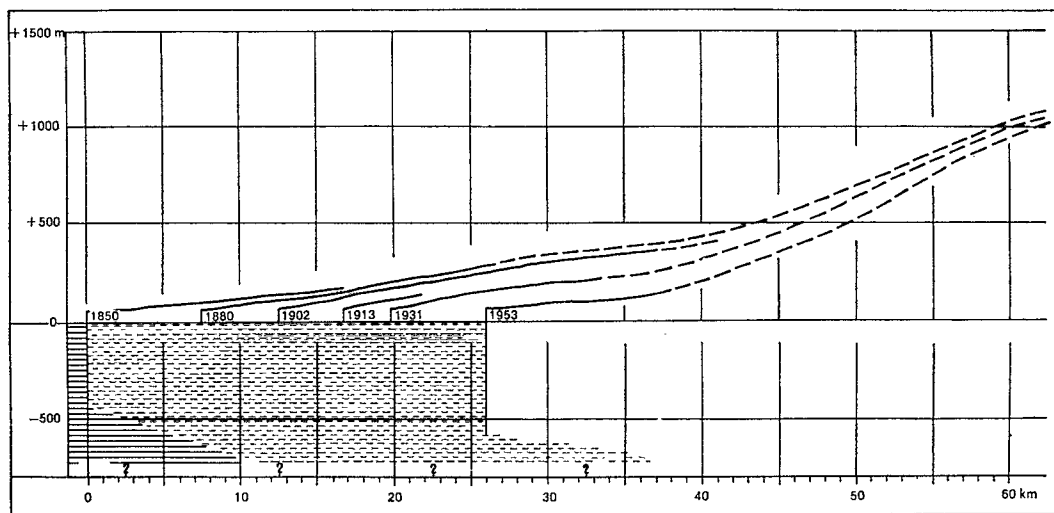


Fig. 12. Profil gennem Jakobshavns Isbræ. Profillinien angivet i fig. 10.
 Horizontalt skraveret: Fjordens vand. Afbrudt skraveret: Fjordens vand, tidligere opfyldt
 af gletscherloben. Årstallene angiver gletscherlobens udbredelse i det anførte år.

det, at der i denne periode er store muligheder for at dele af gletscherfronten løsrives og svømmer væk. Den sammenhængende del af gletscherfronten rykker således stærkt tilbage.

På profilet ses den store udtynding af gletschertungen først at sætte ind i dette århundrede, i takt med klimaforbedringen efter 1920.

Det er efter profilet på fig. 12 så nogenlunde muligt at få et skøn over, hvor stort et volumentab gletscheren har lidt fra 1851 til 1953. Fjordens bredde er 5–6 km. og dens sider må anses for omtrent lodrette. Tværnitarealet af gletscherfronten er således til næsten enhver tid indenfor de betragtede tidsrum 2,5–3 km² og frontens lineære tilbagetrækning c. 26 km. Et forsigtigt skøn over volumentabet må således give en 60–80 km³ igennem denne periode eller i gennemsnit 0,6–0,8 km³ pr. år. I vandværdi svarer dette sidste tal temmeligt nøje til hele Danmarks samlede forbrug af vand til fabrikker, husholdning etc. for eet af de seneste år.

Kalvisproduktionen fra Jakobshavns Isbræ gennem tiderne.

Et spørgsmål, allerede kort berørt, er gletscherens kalvisproduktion og hvorledes denne er afhængig af gletscherfrontens flytninger.

Det er i denne forbindelse værd at bemærke, at bl. a. kalvningerne ved Jakobshavns Isbræ gav stødet til en diskussion om kalvningens mekanik, der begyndte i midten af forrige århundrede, hvorefter den ved århundredeskiftet døde ud uden at noget egentligt resultat var opnået.

Den oprindelige antagelse af kalvningsprocessen var, at gletscherloben fra land gled ud i fjorden, hvor de ydre dele brækkede af fronten og styrtede i havet. Efter sine undersøgelser over gletscherne i Disko Bugt og Umanak Distrikt publicerede H. Rink så i 1852 sine tanker om de to forskellige måder at danne kalvis på. Kalvningerne blev delt i processerne *igarpoq* og *nâkarpoq*. *Igarpoq* (processen burde vel egentlig hedde *igârneq?*), d. v. s. „at læne sig baglæns“ eller „at læne hovedet tilbage“, angiver, at gletscherfronten skyder sig så langt ud i fjorden, at opdriften gør sig gældende. Når store „skiver“ af gletscherfronten derfor bryder løs, ses en tilbøjelighed til at den nedre ende af gletscherfronten bevæger sig udad-opad og den øvre del af isfjeldet indad-nedad mod gletscherfronten: Isfjeldet vender rundt, idet det „læner sig tilbage“ således som vist i fig. 13 b og d. Den anden proces, *nâkarpoq* (d. e. „falder ned“), skyldes simpelthen at mindre dele af fronten styrter ned fra de øvre dele af gletscherfronten.

Rinks anskuelser blev støttet af observationer af Helland og Hammer, bl. a. fra fronten af Jakobshavns Isbræ. Derimod antog Steenstrup efter observationer fra andre gletscherfronter i Umanak distrikt og Disko Bugt, at de to processer stod i

forbindelse med hinanden: Efter at noget kalvis var styrtet ned fra de øvre dele af gletscherfronten løsnedes de nedre, „undersøiske“ dele, og flød op.

Den tyske geograf E. v. Drygalski gik et skridt videre og antog tre muligheder for kalvning:

- 1) „kalvning af første klasse“. Her løsnedes store dele af gletscherfronten ved den opdrift, der virker på den ydre del af gletscherloben.
- 2) „kalvning af anden klasse“, der svarer til processen, angivet tidligere af K. J. V. Steenstrup: Opdriften bringer undersøiske dele af gletscherfronten til at brække af – Drygalski regnede dog ikke med, at det er nedstyrtningen af gletscheris fra de „oversøiske“ dele af gletscherfronten, der aktiverer processen, men derimod, at den samlede virkning af høj lufttemperatur ved gletscherfrontens øvre dele og udvaskningen af fronten ved bølgeslag i vandlinien vil bringe de øvre dele af gletscherfronten til at smelte hurtigere tilbage end den del, som er beliggende under vand.
- 3) „kalvning af tredje klasse“, som består af nedstyrtning fra gletscherfrontens øvre dele af mindre isstykker.

Rent tidsmæssigt kan denne inddeling også bruges, idet kalvningerne af „tredie klasse“ finder sted uophørligt, snart fra eet sted af gletscherfronten, snart fra et andet. „Kalvning af anden klasse“ finder sted med større tidsintervaller og „kalvning af første klasse“ formodentlig kun med mellemrum på måneder eller år.

Diskussionerne døde som nævnt ud med forrige århundrede, og enkelte observationer fra dette århundrede, bl. a. af den danske geograf Engell og tyskeren J. Georgi, er udført uden nogen væsentlig stillingtagen til en systematisk inddeling af kalvningerne. Med mindre man opholder sig umiddelbart ved en gletscherfront kan denne inddeling jo også siges at være af temmelig akademisk interesse.

Det må dog i forbindelse med inddelingerne nævnes, at Drygalskis „kalvning af anden klasse“ ved en enkelt gletscher i Grønland har spillet en vis rolle. Gletscheren er Puissortoq på Grønlands østkyst. Gletscheren skyder sig ud fra kysten ved 62° n. br. og udgjorde i ældre tid en alvorlig forhindring for forbindelsen mellem Kap Farvel området og Angmagssalik. Navnet hentyder til, at gletscherloben havde en tendens til at få den nedre del af sin front til at „dukke op“ af vandet, når den kalvede isfjelde.

En simpel løsning af isfjelde i forbindelse med Drygalskis „kalvning af første klasse“ består i, at dele af gletscherfronten simpelthen sejler væk. Dette er jo tilfældet med det store isfjeld, der ses på Jakobshavns Isfjeldsbanke i fig. 3. Tenden- sen til sådanne løsninger af gletscherfrontens ydre dele bliver hyppigere og hyppigere, jo længere mod nord man kommer i Grønland. Allerede i Melville Bugt er det ret sædvanligt, at flere års produktion af kalvis sejler afsted som store flager

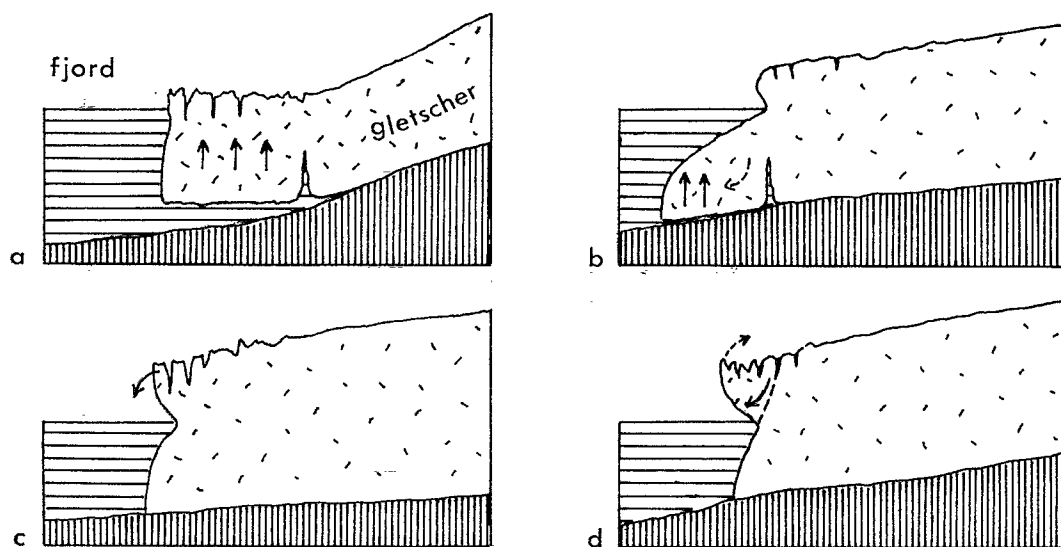


Fig. 13. Drygalski's kalvningstyper: a. »første klasse, b. »anden klasse«, c. og d. »tredie klasse«.

i en enkelt sommersæson. Det er her derfor temmelig besværligt at finde nogen direkte forbindelse mellem gletscherfrontens beliggenhed og det omgivende klima.

Denne sidste mulighed er dog ikke væsentlig ved Jakobshavns Isbræ, og har næppe nogen sinde været det undtagen muligvis da dens front under istiden var beliggende ude i Davis Strædet. Derimod kan isfjordens tilfrysning ved vintertid betyde noget for gletscherfrontens beliggenhed. Under denne opstuvning af is i den frosne fjord hæmmes kalvningen, og gletscherfronten rykker noget frem i forhold til stillingen om sommeren. Denne form for ændringer er for Jakobshavns Isbræ observeret til at betyde en variation i frontens stilling på op til et par kilometer, en forholdsvis ringe distance, når man betænker, at flytninger forårsaget på grund af klimaændringer går op til omtrent de 30 km!

En anden variation i gletscherfrontens produktion gennem tiderne må forekomme på den måde, at gletscherfronten under sin tilbagetrækning opløses i kalvisfjelde: Kalvisproduktionen under gletscherfrontens tilbagetrækning må derfor blive relativt stor og under et fremstød af gletscherloben tilsvarende relativt ringe af samme årsag. Store mængder af kalvis må derfor forventes at have været produceret i Jakobs-havns Isfjord gennem de sidste 100 år, men ikke tidligere under denne gletschers fremrykning eller ved dens fremskudte beliggenhed.

Hvor meget de relative svingninger i kalvisproduktionen betyder fremgår af produktionstallene for kalvis, angivet i denne artikels side 366. Den nuværende „stan-

dardproduktion“ er beregnet fra de samstemmende målinger af gletscherlobens overfladehastighed, der som tidligere nævnt er 4–9 km pr. år. På grundlag af disse hastigheder og med det også tidligere nævnte konstante areal af gletscherfronten på 2,5–3 km² synes der at være en almindelig enighed om en kalvisproduktion på de 16 km³ årligt. Den *gennemsnitlige* mængde af kalvis produceret ved tilbagetrækning gennem de sidste 100 år var kun c. 0,6–0,8 km³, og selv under gletscherfrontens hurtigste tilbagetrækning ses kalvisproduktionen ad denne vej næppe at have fået et tilskud større end c. 2 km³ årligt, hvilket kun er omtrent 10 % af „standardproduktionen“ på 16 km³. Det er derfor tvivlsomt, om man overhovedet i praksis vil være istand til at spore nogen variationer i gletscherfrontens beliggenhed ved iagttagelser over kalvisens mængde f. eks. ved Isfjeldsbanken nær Jakobshavn.

I forbindelse med kalvningen og kalvningsbølger må også nævnes „kanelingen“ ved Jakobshavns havn. Denne er kendt fra gammel tid og beskrives i oversigten: „Grønland i Tohundredåret for Hans Egedes Landing“ (1921) på følgende måde:

„Vandet i Havnen kommer pludselig i fuldstændigt Oprør, kan endog vise sig skummende hvidt, og Græs og Tang fra Bunden kommer op i Overfladen. Der vil dog saare sjældent være nogen Fare hverken for Skibe eller Baade derved, naar kun Fortøjningerne er solide. Det hele staar kun nogle Minutter paa, saa falder det atter til Ro. I de senere Aar synes „Kanélingen“ stærkt aftagende og maa nu siges at være ganske uden Betydning.

Fænomenet, som er mest fremtrædende om Eftersommeren, har endnu ikke fundet sin fulde Forklaring. Det sandsynligste er vel, at det stammer fra, at Kalvninger af større Isfjælde paa Banken sætter en Bølge ind, som ved at presses ind i den smalle „Kanél“ bevirker en Opstuvning af Vand i dennes Indre, der er ret dybt, medens dens Munding eller „Hals“ er meget grundet, hvad der ved tilbageslaget næsten frembringer Hævertvirkning, saa at „Kanélen“ omtrent tømmes til Bunden og dens Vandmasse vælter ud i Havnen, deraf ogsaa Navnet paa Fænomenet. Det bør dog ogsaa nævnes, at nogle har formodet en underjordisk Forbindelse mellem „Kanélen“ og Isfjordens Indre, hvorefter Fænomenet skulde staa i Forbindelse med Kalvning af selve Isbræen. Denne Hypotese kan dog næppe fastholdes, alene af den Grund, at intet i Tangvegetationen tyder paa Tilgang af fersk Vand.“

Under arbejdet med projekteringen af den nye atlantkaj i Jakobshavn har F. Engelund i en rapport til GTO arbejdet med spørgsmålet om kanélingens opståen. Engelund sætter ligeledes kanélingen i forbindelse med Jakobshavns Isbræ, men antager, at kalvningen starter trykbølger, der ved ræssonans i Jakobshavns havnebasin „forstørres op“. Også i denne rapport berettes om den aftagende hyppighed af kanélingen, og det er jo sandsynligt, at dette netop står i sammenhæng med gletscherens hurtige tilbagetrækning og udtynding siden 1920.

LITTERATUR:

I denne oversigt er kun medtaget kilder på dansk samt de mest udførlige kilder på udenlandske sprog.

- Bauer, A.* (1955a): Le glacier de l'Ege. Hermann et Cie, Paris.
- Bauer, A.* (1955b): The Balance of the Greenland Ice Sheet. *Journal of Glaciology* vol. 2, no. 17, april 1955, siderne 456-462.
- Bauer, A.* (1960): Influence de la Dynamique des Fleuves de Glaces sur Celle de l'Indlandsis du Groenland. Helsinki august 1961.
- Crantz, D.* (1770): Historie von Groenland. Leipzig.
- Dansgaard, W.* (1961): The Isotopic composition og natural waters. *Meddelelser om Grønland*, Bd. 165, nr. 2.
- Dansgaard, W. og A. Weidick* (1965): Klimaforværring i Grønland? »Grønland«, siderne 399-405.
- Drygalski, E. v.* (1897): Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891-1893. 1. Bd. Berlin.
- Egede, H.* (1925): Relationer fra Grønland 1721-36 og Det gamle Grönlands ny Perlustration 1741. *Meddelelser om Grønland* Bd. 54.
- Egede Saabye, H.* (1942): Brudstykker af en Dagbog holden i Grønland i Aarene 1770-1778. *Meddelelser om Grønland* Bd. 129, nr. 2.
- Engell, C. M.* (1904): Undersøgelser og Opmaalinger ved Jakobshavns Isfjord og i Orpigsuit i Sommeren 1902. *Meddelelser om Grønland* Bd. 26, nr. 1.
- Engell, C. M.* (1910): Beretning om Undersøgelserne af Jakobshavns Isfjord og dens Omgivelser fra Foraaret 1903 til Efteraaret 1904. *Meddelelser om Grønland* Bd. 34, nr. 6.
- Georgi, J.* (1958): Otto Fabricius und andere über die Eisverhältnisse auf Grönland mit einem Exkurs auf den Jakobshavner Gletscher. »Polarforschung«, Jahrgang 28, Bd. IV, Heft 1/2.
- Giesecke, K. L.* (1910): Mineralogisches Reisejournal über Grönland. 1806-13. *Meddelelser om Grønland* Bd. 35.
- Haefeli, R.* (1961): Contribution to the Movement and the Form of Ice Sheets in the Arctic and Antarctic. *Journal of Glaciology*, vol. 3, no. 30, siderne 1133-1150.
- Hammer, R. R. J.* (1883): Undersøgelser ved Jakobshavns Isfjord og nærmeste Omegn i Vinteren 1879-80. *Meddelelser om Grønland* Bd. 4, nr. 1.
- Helland, R. R. J.* (1876): Om de isfyldte Fjorde og de glaciale Dannelser i Nordgrønland. *Archiv for Matematik og Naturvidenskab*. Oslo.
- Kejlbo, Ib* (1956): Zenokortet, dets kilder og betydning for den kartografiske udformning af det nordlige Atlanterhav. »Fund og Forskning i Det Kongelige Biblioteks Samlinger«, III. 1956.
- Koch, J. P. og A. Wegener* (1930): Wissenschaftliche Ergebnisse der dänischen Expedition nach Dronning Louises Land und quer über das Indlandeis von Nordgrønland 1912-13. *Meddelelser om Grønland* Bd. 75.
- Larsen, H. og J. Meldgaard* (1958): Paleo-Eskimo Cultures in Disko Bugt, West Greenland. *Meddelelser om Grønland* Bd. 161, nr. 2.
- Loewe, F.* (1936): Höhenverhältnisse und Massenhaushalt des Grönländischen Indlandeises. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*. Bd. 46, siderne 317-330.
- Laurson, D.* (1953): Niveauforandringer i Grønland siden Istiden. »Grønland«, siderne 143-148.
- Meldgaard, J.* (1958): Grønland i 3000 år. »Grønland«, siderne 121-129.
- Mercer, J. H.* (1961): The Response of Fjord Glaciers to Change in the Firn Limit. *Journal of Glaciology* vol. 3, no. 29, siderne 850-858.
- Rink, H.* (1852): Om den geographiske Beskaffenhed af de danske Handelsdistrikter i Nordgrønland tiligemed en Udsigt over Nordgrönlands Geognosi.
- Rink, H.* (1857): Grönland, geographisk og statistiskrevet, Bd. 1-2.
- Steenstrup, K. J. V.* (1901): Beretning om en Undersøgelsesrejse til Øen Disko i Sommeren 1898. *Meddelelser om Grønland* Bd. 24, nr. 3.
- Walløe, P. O.* (1927): Peder Olsen Walløes Dagbøger fra hans Rejser i Grønland 1739-53. *Grönlandske Selskabs Skrifter* No. 5.