

Vandkraft i Grønland- perspektiver og problemer

af Ole B. Olesen og Anker Weidick

Dette manuskript er indleveret den 2. november 1976.

Historie og problematik

Planer for vandkraftens udnyttelse i Grønland er ikke ny. Allerede så tidligt som 1951 påpegedes denne mulighed af den schweiziske geolog H. Stauber, ligesom de første konkrete overslag for enkelte bassiner dukkede op i en artikel af ing. J. Galster i dette tidsskrift (1956).

Ældre planer for udnyttelse af den grønlandske vandkraft må dog findes, da Galster anfører, at et flertal i et udvalg, der udarbejdede Grønlandsbetænkningen af 1920, ikke „anså det for tilrådeligt for staten selv at søge udnyttet den grønlandske vandkraft, og at overlade dette til det private initiativ må man på det bestemteste fraråde af hensyn til de særlige forhold i Grønland.“

Ikke alene fremgår det af det citerede, at mulighederne for udnyttelse af vandkraften blev anset for mulig, men her bliver også det stadigt uløste problem, om denne udnyttelse skal foregå i offentlig eller privat regie, behandlet for første gang. I geologisk henseende anses sne og is imidlertid for mineralforekomster, således at deres udnyttelse kunne administreres efter loven om mi-

neralske råstoffers udnyttelse af 1965.

Det skal ikke være denne oversigts opgave at debattere administrative og politiske problemer vedrørende vandkraftens udnyttelse, men kun de hydrologiske og glaciologiske problemer, der i Grønland kan være forbundet med anlæggelse af vandkraftværker. Det er derfor også udenfor denne oversigts opgave at behandle de tekniske og økonomiske muligheder. Udgangspunktet for den efterfølgende oversigt er en gennemgang af, hvad der er nævnt om disse projekter i dagspressen og publiceret litteratur.

Man må med hensyn til vandkraftens udnyttelse skelne mellem to typer projekter: 1) Forslag om udnyttelse af afstrømningen fra dalstrøg og søer (bassiner) i det isfri kystland på konventionel måde og 2) forslag om udnyttelse af Indlandsisen ved smeltning af dele af dens ismasser (i det følgende kaldt gletscherenergi).

Konventionelle vandkraftprojekter

I de af dagspressen behandlede projekter opereres med stadigt større energi-

mængder. Væsentligst udtrykkes disse i Gigawattimer (GWh), men Terawatt-timer (TWh) ses undertiden anvendt.¹ I fodnoten er til sammenligning med de følgende tal angivet energiforbruget i Vesteuropa og Danmark samt totalforbruget for verden (omkring 1973).

I Galsters oversigt fremhævedes især lokaliteterne Fox Fald ved Ivigtut med en mulig udnyttelse på „flere gange 10.000 HK“ (10.000 HK = 0.0075 Gigawatt) og i bunden af Amitsuarssuk i Sydgrønland, hvor et udbytte på omkring 10.000 HK forventedes.

Et mere detaljeret skitseprojekt blev udarbejdet af Pihl & Søn og Arctic Consultant Group i samarbejde med det svenske Vattenbyggnadsbyrå. Planerne vedrører udnyttelsen af vandkraft i et område nord for Narssarssuaq i Sydgrønland (Johan Dahl Land). Projektet er kædet sammen med en eventuel uranproduktion i Narssaq (forbrug anslået til 100–150 GWh årligt) og elforbruget i byerne Narssaq og Julianehåb (anslået til 25 GWh årligt, men med et betydeligt større forbrug ved el-boligopvarmning). Årsproduktionen anslås til 290 GWh, og prisen vil blive 6 øre pr. KWh. Et senere

overslag for området i GTO's lokaliseringsrapport (se nedenfor) anfører for samme område en elproduktion af 370 GWh årligt.

I forbindelse med planerne om brydning af jernmalmbeforekomsten ved Isua foreligger et projekt for udnyttelsen af vandkraften i Taserssuaq søen nord for bunden af Godthåbsfjorden. Kraftudnyttelsen er her i GTO's oversigt angivet til 390 GWh/år og ved det nærliggende Imarssuaq til 1230 GWh/år. Det hydrologiske arbejde er udført af ingeniørfirmaet Nielsen & Rauschenberger A/S.

Arctic Consultant Group og Vattenbyggnadsbyrå har for GTO lokaliseret 16 bassiner langs Vestgrønlands kyst (se kortet fig. 1), som totalt skulle yde 10.170 GWh/år. (GTO's lokaliseringsrapport). Det største af anlæggene skitseret i rapporten er beliggende ved Tasersiaq søen syd for Søndre Strømfjord lufthavn og skulle yde 2100 GWh/år, medens det næststørste anlæg er det ovenfor nævnte Imarssuaq.

Det skal sluttelig anføres, at der også i udlandet er interesse for grønlandsk vandkraft af konventionel karakter. U. LaRoche (1976) har for Grønland som helhed anført en potentiel vandkraftproduktion på 300–600 TWh, og der anføres til sammenligning, at Vesteuropas energiforbrug er 8000 TWh/år. LaRoche forestiller sig energien anvendt til ammoniakfremstilling.

Med hensyn til udnyttelsen af vandkraften frembyder Grønlands isolerede beliggenhed et umiddelbart problem. Med mindre man kun vil satse på forbruget i lokale byer (og eventuelle fremtidige mineanlæg), hvor mindre bassiner

1 1 Gigawatt = 1 mill. kilowatt.

1 Terawatt = 1 tusind gigawatt.

Verdens totalforbrug af energi for 1973:

ca. 62.000.000 Gigawattimer.

Vesteuropas forbrug af energi for 1973:

ca. 12.000.000 Gigawattimer.

Danmarks forbrug af energi for 1973:

ca. 200.000 Gigawattimer.

Danmarks el-forbrug var i 1973:

ca. 17.000 Gigawattimer.

(Ifølge Statistisk Årbog 1975 og Statistical Yearbook (U.N.) 1974).

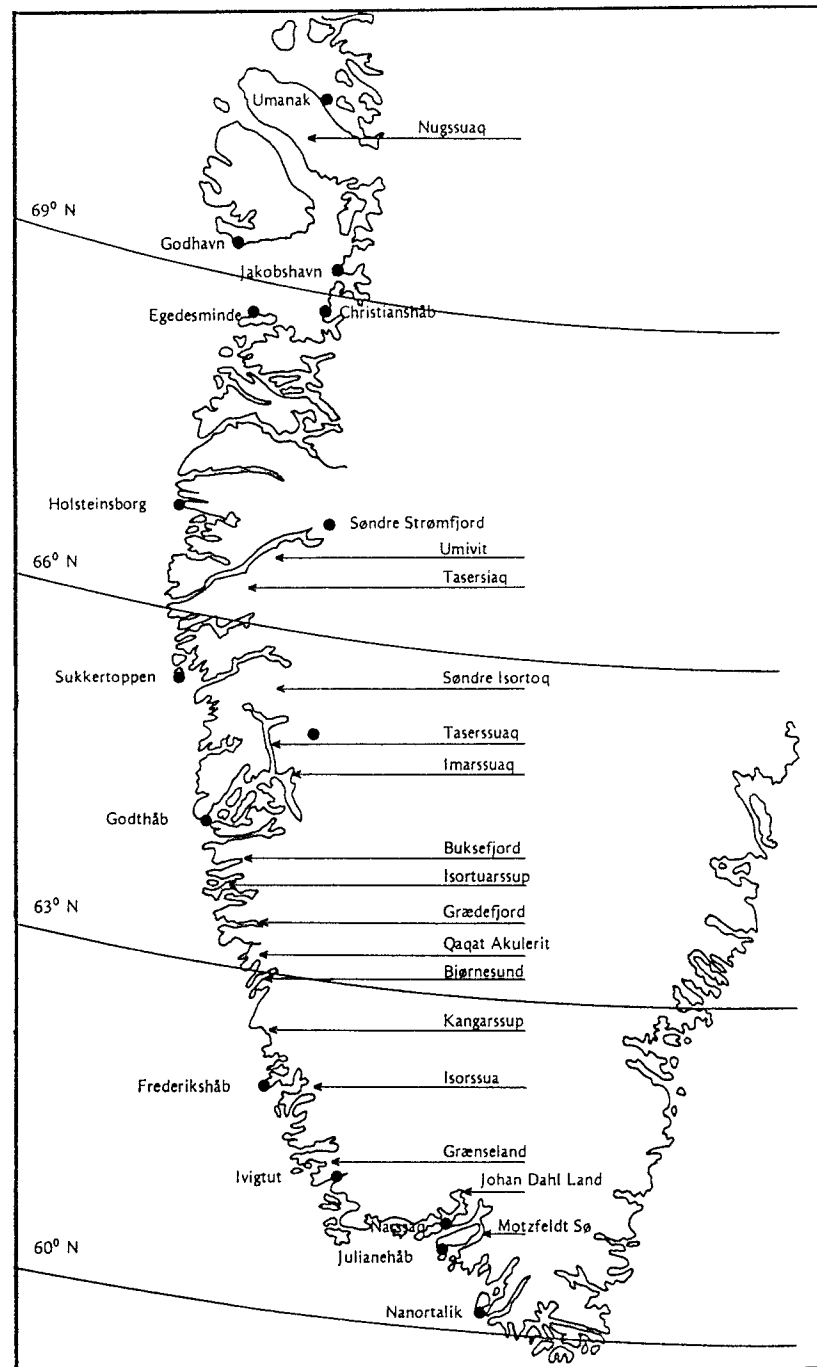


Fig. 1. Oversigtskort visende beliggenheden af de i GTO's rapport om lokalisering af vandkraft givne bassiner. (Her gengivet efter Bach & Taagholt, 1976).

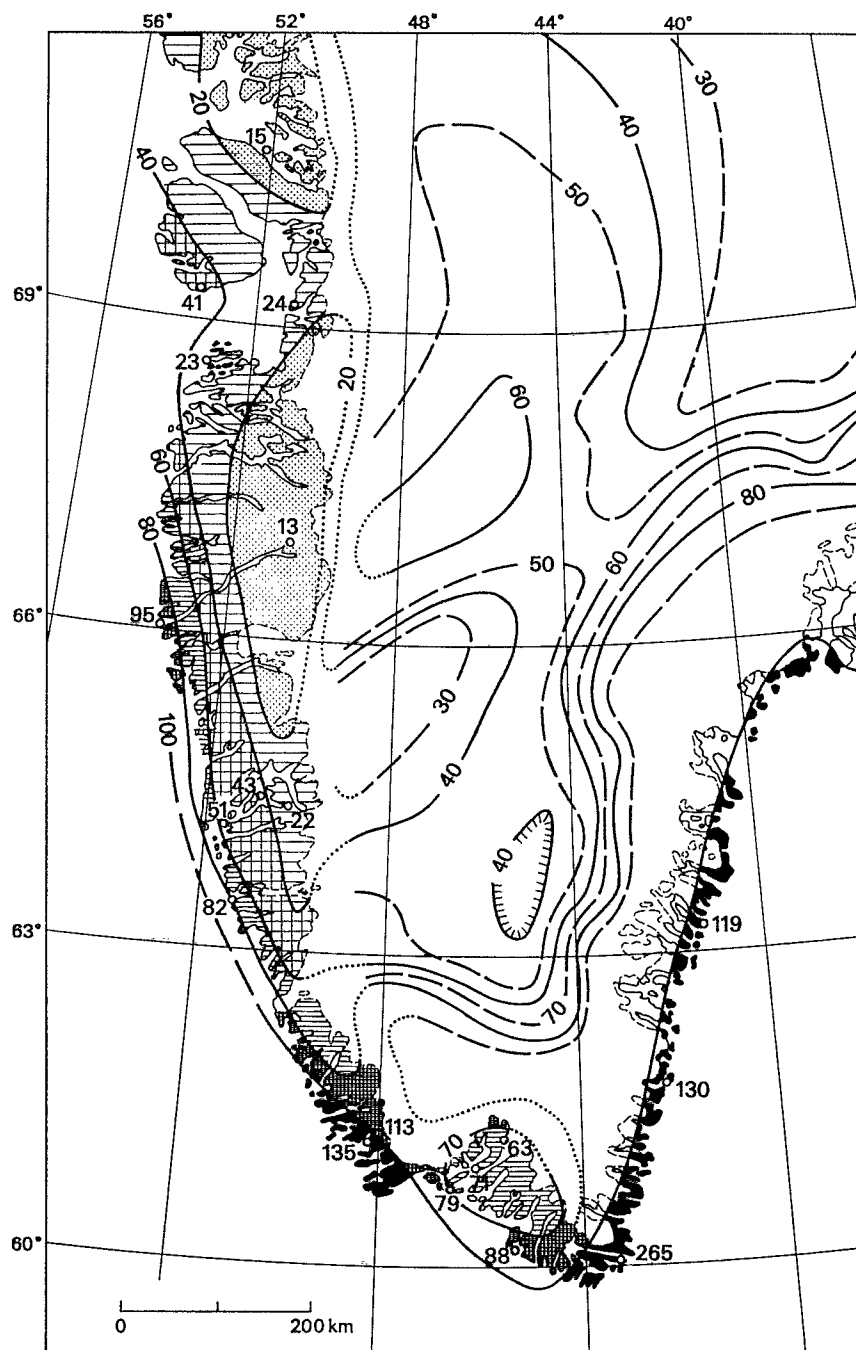


Fig. 2. Generaliseret kort over nedbørsfordelingen langs kystlandet i den sydlige del af Grønland (væsentligst efter Blinkenberg, 1952) og akkumulationen af sne på Indlandsisen (efter Mock, 1967). Værdien for Indlandsisens akkumulation angivet i cm vand pr. år.

kan komme på tale, sigter nogle af de fremkomne projekter på anlæg til produktion af energikrævende art til eksport fra Grønland. Produkter som ammoniak (kunstgødning), aluminium, hydrazin eller endog brint er nævnt i denne forbindelse. Hydrazin er en brint-kvælstof-forbindelse, der foruden som reduktionsmiddel i den kemiske industri anvendes som bestanddel af brændstof i raketter eller turbinemotorer.

De ovennævnte store energital må givetvis virke befordrende på planlægning af stærkt energikrævende produktioner, medens som nævnt andre mindre bassiner vil spille en rolle for lokal elforsyning. Man vil derfor kunne stille spørgsmålstegn ved værdien af de hidtidige tal for forventet kraft, og om den nuværende information overhovedet er på et niveau, der tillader valgmuligheder og prioritering til en reel styring af anlægsopgaver. Forfatterne bekendt findes der ikke en oversigt over samtlige hydrologiske bassiner i Vestgrønland. Tilvejebringelsen af en sådan fundamental forudsætning for hydrologisk planlægning blev skitseret af Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) i 1973, men ikke bragt til udførelse, da ansøgning om midler til iværksættelse ikke blev imødekommet. GGU og GTO har imidlertid i 1976 indledt et samarbejde, der sigter på at fremskaffe hydrologiske og glaciologiske data fra enkelte af bassinerne nævnt i den af GTO udsendte lokaliseringsrapport.

Beregningsgrundlaget for de konventionelle vandkraftprojekter

De nævnte projekter er citerede i dags-

pressen og oversigten derfor næppe fuldkommen. Det vil ses, at de meget store produktionstal fremkommer ved fremhævelse af store bassiner i Vestgrønlands indland nær Indlandsisens rand.

De foreliggende beregninger er foretaget på skøn over nedbør og gletscher-afsmeltning i de enkelte bassiner.

Med hensyn til nedbøren haves kun data fra få, spredtliggende stationer, mest nær kysterne. Stationerne er alle beliggende nær havniveau og givetvis stærkt influerede af lokalklima. Oversigtskortet fig. 2 gør derfor intet krav på større nøjagtighed, men viser dog, sammen med de supplerende data for den årlige snepålejring (akkumulation) på Indlandsisen (også omregnet til cm vand), de relativt tørre områder i indlandet mellem Indlandsisens vestskråning og kystfjeldene. Der er formentlig tale om en regnskyggevirkning fra yderkystens fjelde.

Et andet uafklaret punkt er problemet om nedbørens variation med højden. Egentlige målinger foreligger ved Station Dye 1 (Qaqatorqaq) ved Holsteinsborg i ca. 1600 m højde, hvor nedbørens størrelse ikke synes at afvige fra den, der på kortet fig. 2 vises for dette område. Det samme kan anføres for nedbørmålinger udført i sommermånederne juni-september 1974 ved GGU's station Midgård nær Fiskerøsset i forhold til den nærliggende radiostation etableret i ca. 1000 m højde (I. Olsen og T. Mikkelsen, pers. medd.). Derimod viste undersøgelser over længere tid ved det hydrologiske bassin ved Narssaq ilua nær Narssaq i Sydgrønland (Larsen, 1972) en tiltagen af nedbøren med høj-

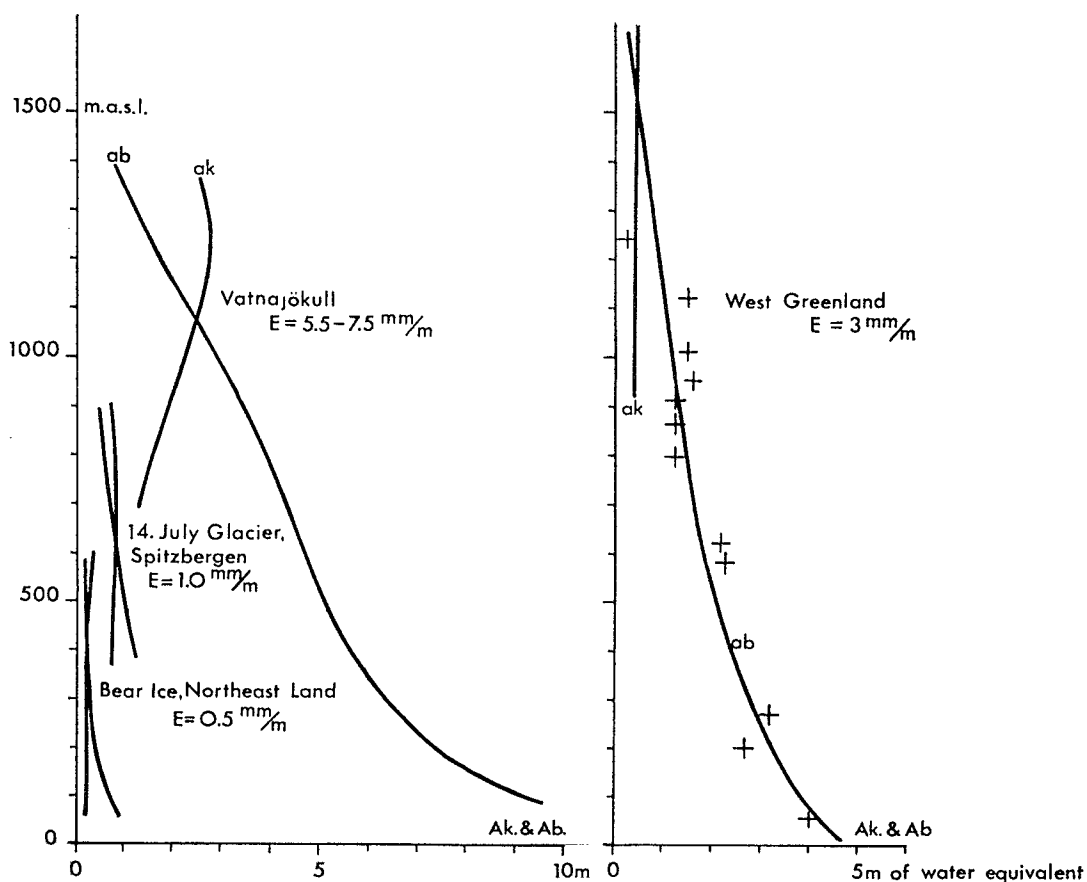


Fig. 3. Størrelsen af ablation og akkumulation på gletscheroverfladerne som funktion af gletscheroverfladens højde over havet. Grønlandske data sammenlignet med tilsvarende målinger fra Island og Spitzbergen. Kurverne meget generaliserede. Efter Weidick, 1968.

den, stigende fra ca. 80 cm nær havniveau til ca. 220 cm i 1050 m højde.

Bortset fra at disse data angiver en mulig og lokal variation af nedbøren med højden, kan næppe mere udledes for øjeblikket. Da man gerne ved udnyttelse af vandkraft vil have en vis faldhøjde, d. v. s. en relativ høj beliggenhed af bassinerne, er denne højdevariation vigtig at få fastslået.

Det vil af kortet fig. 2 ses, at smelte vandet fra gletschere må have en tiltagende betydning for afstrømningen fra

et bassin jo længere vi bevæger os ind i det nedbørsfattige indland nær Indlandsisens rand, d. v. s. hvor de største bassiner er. I de store indlandsbassiner nævnt i GTO's lokaliseringsrapport (vist i fig. 1 her) påregnes gennemsnitligt 60 % af vandmasserne at komme fra smelte vandet fra gletscherne, og i enkelte bassiner er smelte vandets andel så høj som over 90 %.

Der findes imidlertid meget få egentlige målinger af gletscherafsmeltnings størrelse. Bortset fra en serie målinger

langs en række stager fra Indlandsisens rand nord for Jakobshavn ind til Indlandsisens midte, udført af Expéditions Glaciologiques Internationales au Groenland over en periode dækkende flere år, samt enkelte målinger på en lille lokal-gletscher ved Narssaq i Sydgrønland dækker ingen af de spredte undersøgelser så meget som en hel sommer, hvilket vil sige, at afsmeltningens totale størrelse er ukendt.

For dog at få et begreb om afsmeltningens omtrentlige størrelse kan man sammenligne de fåtallige data fra Grønland med undersøgelser fra bedre kendte områder på den nordlige halvkugle. Et eksempel er vist fig. 3. Det angiver, at man i Grønland har en afsmeltning, der aftager med højden for omtrentlig at blive 0 ved firnlinien² (eller rettere ligevægtsgrænsen, d. v. s. området hvor sne-faldet opvejer afsmeltningen). Glaciationsgrænsen (i denne sammenhæng næsten identisk med firnliniens eller ligevægtsliniens) omtrentlige højde over havet er vist fig. 4.

Der findes andre fremgangsmåder, f. eks. beregning af antallet af graddage i en given højde på gletscheren ud fra antagelsen, at temperaturen falder f. eks. med $0,7^{\circ}$ pr. 100 m, man går til vejrs. Herved kan man så finde, hvor mange dage der har positive temperaturer, og hvad der kan afsmeltes af gletscheris i denne periode.

Snepålejringens størrelse (akkumulationen), bestemt ud fra årslagene i firnen enten ved skaktgravning eller boring, er

væsentligt bedre kendt end ablationen.³ Grunden hertil er, at data for akkumulationen ved en enkelt lokalitet forudsætter en enkelt skaktgravning eller boring, medens ablationsmålinger forudsætter en gentagen måling af afsmeltningen ved stager i alle tilfælde over en hel sommersæson. Under forudsætning af at gletscheren er i ligevægt, d. v. s. at ablationen opvejes af akkumulationen, kan en gennemsnitsablation skønnes, hvis akkumulationen kendes. Grænsen mellem de to områder bestemmes så gennem ligevægtslinien.

Der findes flere metoder af lignende art som de ovenstående. Så længe der imidlertid ikke haves en grundkontrol i form af ablationsmålinger for i alle tilfælde nogle gletschere, kan de næppe tjene som grundlag for beregninger over potentiel vandkraft. Haves grundkontrol, kan de nævnte metoder derimod tjene til interpolation, da lokale data så kan anvendes mere regionalt.

En yderligere komplikation er indbygget i at basere den væsentligste del af vandkraften på gletschersmeltevand; medens normale bassiner er afhængige af nedbørsvariationer, er bassiner med smeltevand afhængige af specielt temperaturændringer. Først med et realistisk grundmateriale for gletschernes massebalance vil det være muligt at vurdere klimaændringernes indflydelse på vandkraftproduktionen i tilknytning til gletschernes smeltevand. De sidste 100 år har snegrænsens beliggenhed varieret 100–200 m med højest beliggenhed mel-

² firn = mere end et år gammel sne.

firnlinie = grænse mellem firn og gletscheris.

³ ablation = hvad der fjernes fra gletscheren ved smeltning, fordampning og kælving.

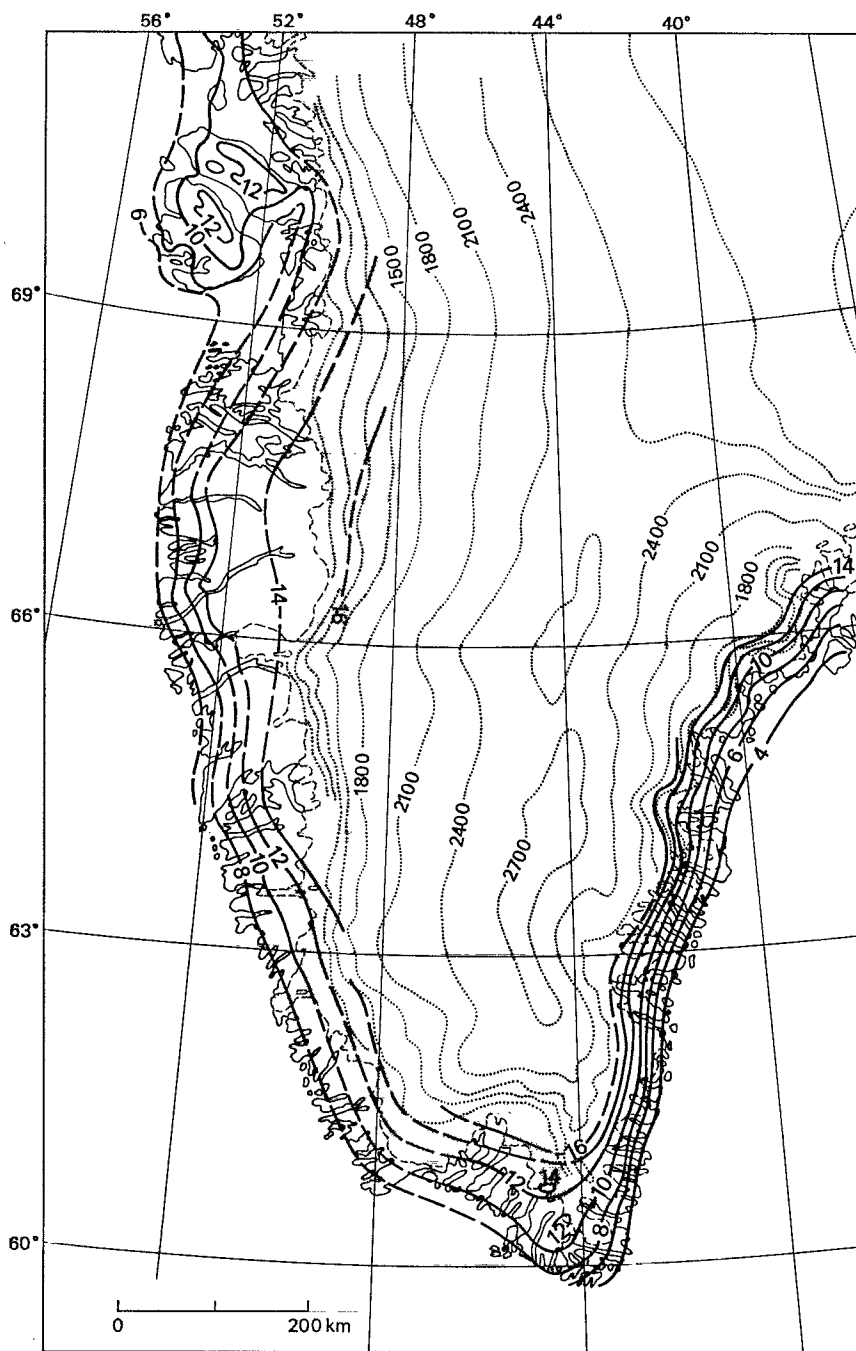


Fig. 4. Højden af glaciationsgrænsen i Vestgrønland og dele af Sydgrønland. Tal angiver 100 m. Glaciationsgrænsen er den regionale nedre grænse for normal gletscherdannelse. Den er næsten sammenfaldende med ligevægtslinien og firnlinien. Det ses, at grænsen stiger stærkt mod indlandet som følge af aftagende nedbør og stigende sommertemperatur i samme retning. Gråtone angiver området under ligevægtslinien, d. v. s. ablationsområdet på Indlandsisen.

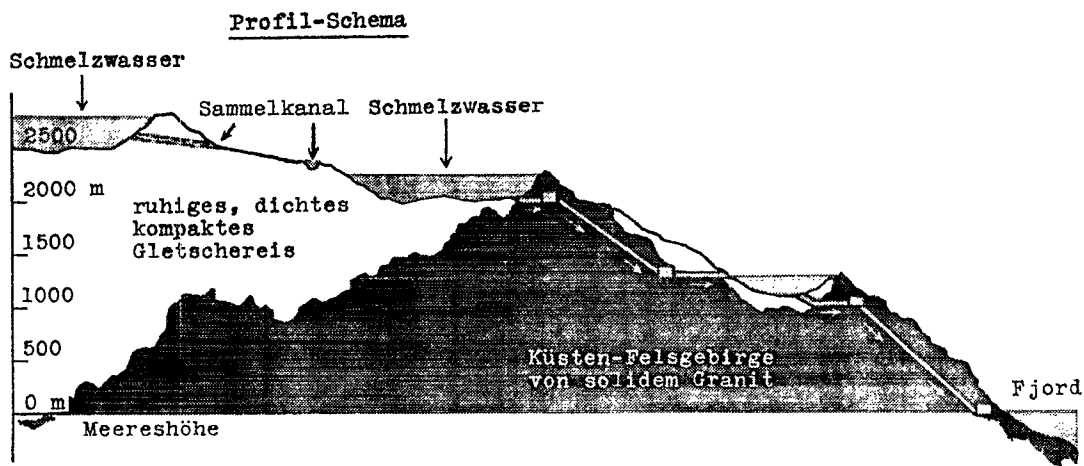


Fig. 5. Staubers projekt. Generaliseret snit gennem en region i Sydgrønland.
(Her efter Taagholt, 1973).

lem 1920 og 1950. Hvis snegrænsen indenfor en årrække sænker sig med blot 100 m, kan den tilgængelige kraftreserve reduceres med de implikationer, dette måtte have på grundlaget for en industri med højt kraftbehov. Den nævnte margin for vandkraftudnyttelse er derfor vigtig at få beregnet.

Gletscherkraft fra Indlandsisen

En schweizisk geolog, H. Stauber fra Zürich, har udkastet et projekt for udnyttelse af smeltevand på Indlandsisens overflade. Det har været genstand for en del presseomtale på grund af de store energimængder, der er anført at kunne udvindes, og er senest blevet refereret af Taagholt (1973).

Stauber forestiller sig, at man på den sydlige halvdel af Indlandsisen i Grønland opfører dæmninger såvel på Indlandsisens overflade som i randzonen, således som vist i fig. 5. Smeltevandet opsamles på Indlandsisens overflade i

randzonen i sommerens løb og ledes via tunneller til vandkraftturbiner ved kysten. Stauber regner med afsmeltningsområder på 40.000 km² med en årlig afsmeltning på 1 m (vandvolumen 40 km³ årligt) samt en middelfaldhøjde på ca. 1000 m (Kolbrunner og Stauber, 1972, 1973). Der regnes tilsyneladende med fuld udnyttelsesgrad, således at den indvundne kraft fra et område af den givne størrelse bliver ca. 100.000 Gigawattimer/år.

Da der regnes med en udnyttelse af 10–20 områder af denne størrelse og med den ovennævnte ydelse, angives totalmængden af forventet energi at blive op til 2 mill. GWh/år, hvilket er nogle få procent af det samlede energiforbrug i verden.

Staubers ideer synes støttet af anti-atomkraftkredse i Tyskland, men de har modtaget megen faglig kritik, hvilket imidlertid sjældent refereres. Således har Iken & Kasser (1973) anmeldt projek-

tet i Schweizerische Bauzeitung. De har især hæftet sig ved en forsegling af spalterne i Indlandsisens randområde og dette randområdes udformning til dødis (d. v. s. gletscheris uden bevægelse), hvilket er en af forudsætningerne for projektet. Dette anses for fysisk umuligt.

Glaciologisk må indvendes, at den antagne afsmeltning er for stor. Det kan også ses af kortet over Indlandsisens afsmeltningsområde (fig. 4), at selv i Sydgrønland er Staubers skøn for stort.

Som det vil ses af kortet fig. 3, findes firnliniens højde i Sydgrønland væsentligst at variere mellem 1200 og 1600 m o. h. (den er i Nordgrønland så lav som omtrent 1000 m). Det totale afsmeltningsområde for hele Grønlands Indlandsis skønnes at dække et område af ca. 287.000 km² (Holtzscherer & Bauer, 1954), hvilket kun kan give 7 områder af den foreslåede størrelse. I øvrigt angiver Holtzscherer & Bauer, at den totale afsmeltning af Indlandsisen fra disse afsmeltningsområder er ca. 315 km³ vand årligt, hvilket endog er optimistisk, siden andre beregninger går så lavt som til 120 km³ årligt. Disse tal er alle væsentligt lavere end de 400–800 km³ årligt, der må opereres med ved Staubers projekt.

I Staubers forslag nævnes også en mulighed for forøgelse af Indlandsisens afsmeltning ved ændring af overfladens refleksionsforhold (plastikdække, farvning) eller ophedning af firnen ved radioaktivt affald. Man kan i så tilfælde ikke mere tale om en forureningsfri energikilde.

En indvending af mere akademisk art er spørgsmålet om det ønskelige i at øge

Indlandsisens afsmeltning, selv når dette kunne være muligt. Indlandsisen idag må betragtes som en relikv fra istiderne og eksisterer formodentlig under de nuværende betingelser, fordi den med sin højde rager over firnlinien med ca. 84 % af sit areal, og fordi akkumulationen af sne her kan kompensere tabet ved afsmeltning og kalvisproduktion i randområderne. En øgning af ablationsområdet på bekostning af akkumulationsområdet med indgreb af det her skitserede omfang kunne forstyrre massebalancen, således at væsentlige dele af Indlandsisens overflade kommer under firnlinien med en udtynding af iskapen til følge. Processen er irreversibel, og Indlandsisen vil forsvinde i lighed med isdækkerne over Nordamerika og Nordeuropa. Ved den totale afsmeltning vil oceanernes overflade stige 6–7 m, men afsmeltningen vil formodentlig tage nogle tusind år.

Det må nok erkendes, at Staubers projekt næppe i sin nuværende form er realistisk, og at de beregnede energimængder, der måtte kunne indvindes, er for store. Fortjenesten ved projektet er, at det har aktualiseret debatten om vandkraft på Grønland som energikilde.

Det er derfor kun nødvendigt i det følgende at se på nogle specielle gletscherproblemer knyttet til konventionel udnyttelse af bassiner i Grønlands kystland.

Glaciologiske problemer ved udnyttelse af den konventionelle vandkraft

Problemerne vedrørende gletschernes rolle som langtidsmagasiner og buffere i de enkelte bassiners afløbsforhold

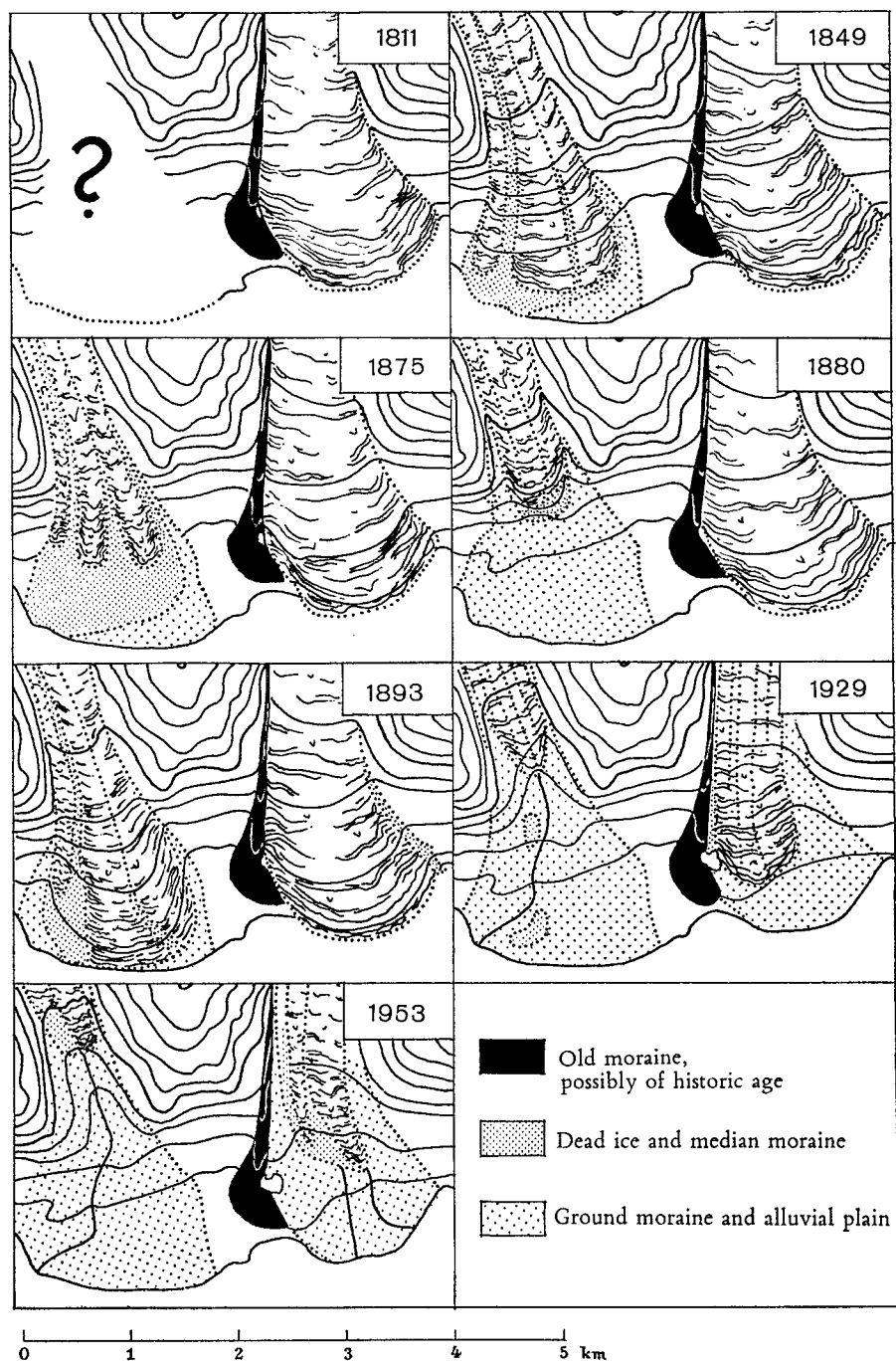


Fig. 6. Gletscherændringer på nordsiden af Nûgssuaq halvøen, Umanak Fjord. Gletscherne Sermiarssuit sermikavsåt til højre og Agssakait sermiat til venstre. Det ses, at gletscheren Agssakait sermiat efter 1880 rykkede frem til Umanak Fjord, og at fremrykningen var afsluttet omkring 1893. (Efter Weidick, 1968).

(gletschernes massebalance) er kort nævnt tidligere. Der findes imidlertid enkelte andre problemer forbundet med gletschernes blotte tilstedeværelse i bassinerne, nemlig specielt variationerne i gletschertungernes udbredelse og den kendsgerning, at afløbsforholdene i nogle af bassinerne hverken bestemmes af nedbør eller massebalance, men af isdæmmede søers tapningsperiode.

Gletschertungerne er overordentligt følsomme for klimaændringer. I Vestgrønland har gletschertungerne gennemsnitligt trukket sig 1–2 km tilbage i dette århundrede. Tallet gælder for gletscherlober beliggende ved havniveau, medens denne afstand bliver mindre med højden. Ydeligere må det nævnte tal tages med forbehold, da der forekommer store afvigelser herfra. Afvigelserne er bestemt af lokal topografi og klima.

Medens en afsmeltning af gletscherne oftest er en langsom proces, der strækker sig over årtier, kan en fremrykning ske relativt hurtigt. Der haves fra Grønland kun få data. Bedst kendes nogle gletschere på nordsiden af Nûgssuaq halvøen nær Umanak. Her vides gletscheren Agssakait sermiat at have rykket frem med en gennemsnitlig hastighed af ca. 90 m pr. år mellem 1879 og 1892 (fig. 6). Siden dette kun er et gennemsnit for de nævnte år, må den angivne hastighed ikke anses for maksimal. Dette er et af de meget få eksempler på gletscherfremrykning i Vestgrønland, men hastigheden er ikke enestående. Visse typer af gletscherfremstød (glacier surges) angives med en hastighed over 20 m pr. dag, men gletschertypen synes væsentligst knyttet til alpint bjergland

og er ikke med sikkerhed lokaliseret i Vestgrønland, derimod i Østgrønland ved Stauning Alper nær Mesters Vig.

De nævnte variationer indebærer muligheder for pludselige fremstød efter nogle års opbygning af firnen, og det ses, at gletscherafsmeltning og gletscherfremrykning ikke foregår med samme hastighed i forhold til en given klimaændring.

Arealmæssigt vides visse bassiner i Vestgrønland at have været gletscherdækkede i fuld udstrækning i forrige århundrede, medens de nu er helt eller delvis gletscherfri. Et tilbagefald til klimaet i forrige århundrede vil derfor udelukke disse bassiners betydning som reservoirer for vandkraftanlæg.

Gletscherændringer kan blokere eller frigøre et dalsystem, så afløbsforholdene ændres, ved at afvandingen enten søger ny veje, eller at afvandingen foregår springvis ved tapning. Et eksempel på det første problem vil med fortsat gletscherudtynding ske i Austmannadalen syd for Godthåbsfjord (fig. 7). Lokalt har Indlandsisens randområde her siden Nansens besøg i 1888 sænket sig voldsomt (200–300 m), og hvis dette fortsætter, er der en risiko for at smeltevand, der i dag fra Indlandsisen søger gennem Austmannadalen, vil drænes langs gletschertungen Kangia-nunâta sermia til Godthåbsfjordens indre del. At denne del af Indlandsisens rand stadig er under afsmeltning må formodes delvis eller helt at være betinget af isunderlagets topografi. Når gletschertykkelsen varierer, vil underliggende fjeldtærskler influere med indbyrdes varierende styrke på isbevægelsen i rand-

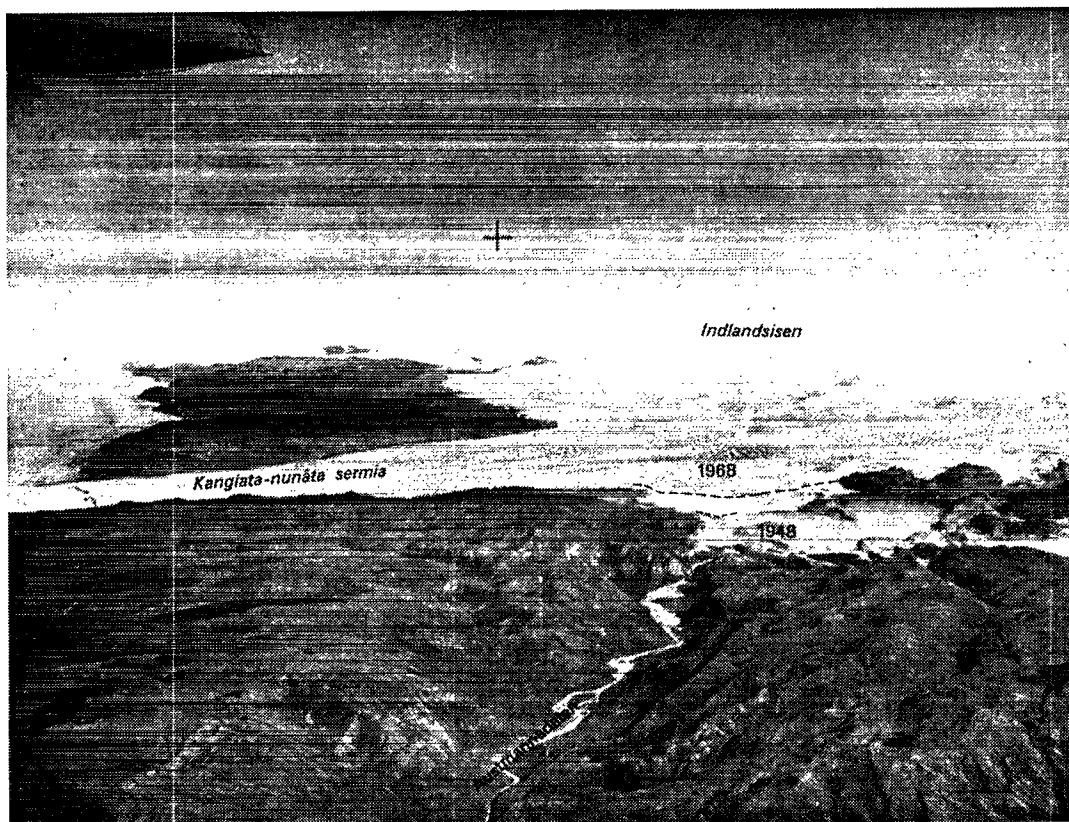


Fig. 7. Austmannadalens øvre del med tilgrænsende rand af Indlandsisen. Flyfoto 505 D-Ø no. 4627 optaget 20.08.1948. I 1948 ses Indlandsisen endnu danne en tunge ned i søen i Austmannadalens bund, medens flyfotos fra 1968 viser en udstrækning omtrentlig som angivet af den stiplede linie. Eneret: Geodætisk Institut. (Reproduceret med tilladelse A649/72).

områdets enkelte sektorer. Denne form for gletscherændring er altså ikke direkte klimatisk betinget, og en nærmere undersøgelse forudsætter opmåling af israndens underlag.

Et eksempel på en direkte blokering af et stort dalsystem findes ved den ca. 80 km lange sø Tasersiaq (se fig. 1 og 8) syd for Søndre Strømfjord. En udløber fra Sukkertoppens Iskappe har her tidligere blokeret Tasersiaqs udløb i Sarfartoq elven. Dette var således tilfældet i forrige århundrede, hvor søen

drænedes ved periodiske gennembrud af den spærrende gletscher, når vandstanden i søen havde nået en vis højde. Afvandingen fandt sted som en voldsom flodbølge gennem den canyonagtige Sarfartoq dal, og der er berettet om tilfælde, hvor jægere er omkommet. Gletscheren har i dette århundrede sænket sig så meget, at den ikke mere spærrer for elven, men kun står med fronten af gletschertungen umiddelbart over flodbredden.

De nævnte eksempler på ændringer i



Fig. 8. Gletscherloben fra Sukkertoppen, der tidvis blokerer Tasersiaqs udløb mod Søndre Strømfjord.

Fot.: A. Weidick (16.08.1969).

gletschernes frem- og tilbagerykninger kunne måske forlede til at tro, at fremrykninger er noget, der blot foreligger som en svag mulighed og ellers hører fortiden til. Dette er imidlertid ingenlunde tilfældet. Under en rekognosceringstur i forbindelse med det af GGU og GTO etablerede samarbejde besøgte visse områder mellem Søndre Strømfjord og Narssarssuaq i august 1976. Herunder konstaterede den ene af forfatterne, at i hvert fald to udløbere fra Indlandsisen viste tydelige tegn på fremrykning. Det drejer sig om en unavngiven gletscher umiddelbart syd for Sermilik gletscheren (se fig. 9) i Godthåb området og Nordbogletscher i Johan Dahls Land. At disse to gletschere er på

vej frem kan naturligvis ikke tages som bevis på, at en generel fremrykning af gletscherne i dette område er igang eller umiddelbart forestående. Dette kan kun konstateres ved en mere systematisk undersøgelse af udvalgte områder langs Indlandsisen. Imidlertid synes den nuværende situation at berettige til, at udviklingen holdes under nøjere observation i de nærmest følgende år.

Den schweiziske geolog H. Röthlisberger (1974) har givet en oversigt over gletscherkatastrofer i Schweiz i tilknytning til anlægsarbejder. Mest indgående er en ulykke ved Allalin gletscheren i Sasstal nær den italienske grænse den 30. august 1965 behandlet. En gletschertunge løsnedes og styrtede som en



Fig. 9. Fronten af gletscheren syd for Sermilik gletscheren.

Fot.: O. Olesen (18.08.1976).

Under fremrykning skubber gletscheren materialet foran sig i en vold, „push moraine“.

lavine 200 m ned i Sass dalen. Den ramte installationer og barakker i tilknytning til anlægsarbejder ved Mattmark dæmningen og dræbte ca. 100 mennesker. Hverken de lokale beboere eller specialister havde haft nogen anelse eller erfaring for, at noget sådant kunne ske. Bjergskrånningen var efter schweiziske forhold af moderat hældning, og gletscheren, der tidligere havde nået dalens bund, var i dette århundrede (især i 1930'erne og 1940'erne) smeltet stærkt tilbage. Den havde så tiltaget lidt i tykkelse mellem 1960 og 1963, og i denne periode rykket 40 m frem – forhold der kunne passe på talrige andre gletschere.

Heldigvis er det nævnte tilfælde ret enestående, men eksempler på at glet-

scherfronter kalver is ud over en stejl væg forekommer almindeligt – også i Grønland. I Röthlisbergers oversigt nævnes, at sådanne kalvninger ned i opdæmmede bassiner frembringer bølger af en højde, der kan bringe problemer for dæmninger. Lignende eksempler kan i øvrigt nævnes fra Norge.

Som nævnt kan isdæmmede søer dannes ved direkte blokering af en dal (eksemplet Tasersiaq). Mere almindeligt forekommer isdæmmede søer imidlertid langs randen af lokale gletschere og Indlandsisen. Når søerne er fyldt op til en kritisk højde, bestemt af gletschertykkelsen, tappes de ud under gletschertungerne og forårsager kortvarige voldsomme stigninger i vandføringen. Tap-

Tabel 1:

Lokalitet	Position	Tapnings- periode	Tappet volumen
Hullet	61° 24' N 45° 10' V	1 år?	0,5 km ³
Tordensø	61° 33' N 47° 56' V	2-3 år	0,6 km ³
„North Midternæs“	61° 40' N 48° 00' V	1 år	0,1 km ³
Imaersartog	61° 57' N 48° 27' V	1 år	0,3 km ³
Isortuarssup tasia (2 søer)	63° 50' N 49° 49' V	?	2,5 km ³
Iluliagdlop tasia	65° 47' N 51° 45' V	6 år	5-6 km ³
Tiningnilik	68° 47' N 50° 26' V	10 år	1,8 km ³

Data samlet fra Koch & Wegener (1930), Helk (1966), Brathay (1969), Higgins (1970) og Geodætisk Instituts kortblade.

ningerne forekommer fra søerne med intervaller, der varierer fra måneder op til 10 år. Det sidste eksempel er angivet af J. P. Koch fra søen Tiningnilik ved Christianshåb. Den tappes under Indlandsisens rand til Tasiussaq fjorden og videre til Jakobshavns Isfjord.

Siden der i de fleste større bassiner findes talrige isdæmmede søer, formodentlig med forskellig tapningsperiode, er en bestemmelse af vandføringen fra disse bassiner en vanskelig sag ved projektering af vandkraftanlæg, ligesom det uregelmæssige afløb kan indebære gener ved anlæggets opførelse og drift. Tapningsperioden for en isopdæmmed sø af denne art varierer formodentlig i takt med gletschernes variationer i tykkelse samt med ablationens størrelse.

Data for isdæmmede søer i Grønland er få og usikre. Tabel 1 ovenfor giver en oversigt over søer i Vestgrønland, hvor der haves et nogenlunde skøn over tidsrummet mellem udtømningerne (tapningsperioden) og over den omtrentlige mængde vand, der angives pr. tapning.

Det vil ses af tabellen, at det drejer sig om meget store vandmængder, der frigøres i løbet af kort tid (få timer til få dage). Til sammenligning kan nævnes, at 1 km³ vand er lidt mere end Danmarks totale vandforbrug på et år!

Af de i tabellen nævnte søer er Iluliagdlop tasia vel nok den bedst kendte lokalitet, hvilket skyldes dens relativt nære beliggenhed ved Sukkertoppen by og en indsamling af data fra flyfotos udført af J. Helk. Såvel udsagn fra stedkendte folk som de nævnte data angav, at søen var ca. 6 år om at blive fyldt op (tapningsperioden). Helk påpegede imidlertid modsætningen mellem disse direkte observationer af bassinfyldningen og en beregning af vandtilførslen på grundlag af skøn over nedbør og gletscherafsmeltning i søens opland. Den sidste beregning, altså foretaget efter en lignende fremgangsmåde som anvendt i vandkraftberegningerne for indlandsbassinerne, angav at søen måtte være 12 år om at fyldes op. Formodentlig er forklaringen den ekstraordinære afsmelt-

ning af gletscherne, som fandt sted op til 1950'erne (sidste udløber af „varmeperioden“ mellem 1920 og 1940), og i alle tilfælde illustrerer eksemplet usikkerheden i det nuværende grundlag for beregning af vandføring såvel som den meget store margin for gletscherafsmeltning, man må påregne selv ved mindre klimaændringer.

Afsluttende bemærkninger

Vandkraft er utvivlsomt en energiform, som vil få betydning i det fremtidige grønlandske samfund. Den er ikke forurenende, og den indebærer muligheder for mindre industrisamfund af perma-

nent karakter, hvilket altsammen er i modsætning til minebyernes heftige, men korte liv.

Oversigten er derfor på ingen måde tænkt som argumentation imod, at vandkraft kan betale sig i Grønland, men som en korrektion og et supplement til avismeddelelsernes optimistiske tal. Det må nævnes, at såvel i GTO's rapport som i en nylig udkommen oversigt over Grønland af Bach og Taagholt (1976) angives tallene vedrørende hydroelektrisk energi med forbehold. Disse forbehold bliver imidlertid oftest overset i avisreferaterne.

Henvisninger:

- Bach, H. C. & Taagholt, J. 1976: Udviklingstendenser i Grønland. Ressourcer og miljø i global sammenhæng. Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck. 248 pp.
- Blinkenberg, H. 1952: Vejrforholdene over de grønlandske kystområder. Beretninger vedrørende Grønland, nr. 2.
- Brathay Exploration Group, Expedition Fieldwork Report No. 10. 1969. The Lake Hullet Basin, Narssarsuaq, S. W. Greenland. Brathay Hall, Ambleside, Westmoreland.
- Galster, J. 1957: Kan de grønlandske vandfald udnyttes? Tidsskriftet Grønland, 20–26.
- Grønlands Tekniske Organisation. 1975: Lokalisering af vandkraftressourcer på Grønlands vestkyst. Arctic Consultant Group – Vattenbyggnadsbyrå. 58 pp.
- Higgins, A. K. 1970: On some ice-dammed lakes in the Frederikshåb district, South-West Greenland. Meddr. Dansk geol. Foren. 19, 4, 378–397 (også Miscellaneous Papers No. 79, Grønlands geol. Undersøg.).
- Iken, A. & Kasser, P. 1973: Anmeldelse af Kolbrunners og Staubers projekt. Schweizerische Bauzeitung, 91, 34, 819–820.
- Helk, J. V. 1966: Glacier mapping in Greenland. Canadian J. Earth Sciences 3, 771–774.
- Holtzschcher, J. J. & Bauer, A. 1954: Contribution a la Connaissance de l'Indlandsis du Groenland, Publs. Ass. int. Hydrol. scient. 39, 244–296.
- Koch, J. P. & Wegener, A. 1930: Wissenschaftliche Ergebnisse der dänischen Expedition nach Dronning Louises-Land und quer über das Indlandsis von Nordgrønland 1912–13, Meddr. Grønland 75, 676 sider.
- Kolbrunner, C. & Stauber, H. 1972: Gletscherkraftwerke in Grönland. Institut für bauwissenschaftliche Forschung, Stiftung Kolbrunner/Rodio, 24, 163 s.
- Kolbrunner, C. & Stauber, H. 1973: Unerschöpfliche saubere Wasser- und Energiequellen. Institut für bauwissenschaftliche Forschung, Stiftung Kolbrunner/Rodio, 25, 96 s.
- Larsen, L. B. 1972: Det representative område Narssaq elvdal. „Vannet i Norden“ – IHD-nytt, 3–18.
- Mock, S. J. 1967: Calculated patterns of accumulation on the Greenland ice sheet. J. Glaciology 6, 795–803.
- Taagholt, J. 1973: Gletscher-el fra Grønland til 150 mia. kr. årligt. Ingeniørens Ugeblad 24, 15. juni.
- U. laRoche 1976: Vorläufige Beurteilung der Wasserkräfte Grönlands. Referat af foredrag. Deutsche Gesellschaft für Polarforschung. 10 Internationale Polartagung, Zürich, 6.–8. April 1976.
- Röthlisberger, H. 1974: Möglichkeiten und Grenzen der Gletscherüberwachung. Neuen Zürcher Zeitung. 29. April Nr. 196.
- Weidick, A. 1968: Observations on some Holocene glacier fluctuations in West Greenland. Meddelelser om Grønland 165, 6 202 pp.