

Observationer omkring Hullet – en isdæmmede sø i Sydgrønland

POUL CLEMENT

Clement, P.: Observationer omkring Hullet – en isdæmmede sø i Sydgrønland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983*, side 65–71, København, 15. februar 1984.

Ice-dammed lakes are widespread phenomena of most glacier-covered areas and are also common in Greenland along the margin of the Inland Ice. From lake Hullet, one of the biggest ice-dammed lakes in South Greenland, information about outbursts are available back to 1957. At least ten outbursts have been reported. The lake drains normally at the end of a summer season or in the autumn with an interval of approximately two years. During an outburst the river plain at Narssarssuaq is flooded and the enormous amount of fresh water affects the hydrographic system of the Tunugdliarfik fjord.

Poul Clement, Grønlands Geologiske Undersøgelse, Øster Voldgade 10, 1350 København K. 29. september 1983.

Indledning

Isdæmmede søer er et kendt fænomen fra nedsejede områder, og tapninger fra sådanne søer er beskrevet fra talrige lokaliteter i både Alperne, Norge, Island og Alaska.

Også på Grønland er isdæmmede søer almindeligt forekommende. Ud fra kort, luftfotos og satellitbilleder kan talrige isdæmmede søer lokaliseres. Den klassiske beliggendehed er ofte, hvor en gletscher blokerer for afstrømningen fra en sidedal; vandet vil her stemmes op, og vandspejlet i søen vil stige i takt med tilstrømningen indtil et givet kritisk niveau, der ofte er beliggende få meter under overfladen af den spærrende gletscher. Herefter kan søen tappes ud gennem eller under isen og tømmes fuldstændigt, hvorefter en ny opfyldningsperiode begynder.

Vores kendskab til isdæmmede søer på Grønland, deres antal og tapningsforhold er imidlertid yderst begrænset, og kun ganske få observationer er beskrevet i litteraturen, f.eks. Helk (1966) og Higgins (1970). Weidick & Olesen (1980) har givet en oversigt over kendte større søer i Vestgrønland med periodisk taping; listen omfatter dog kun 10 søer. En nøjere efterforskning vil formentlig øge antallet ganske betydeligt.

Isdæmmede søer udgør et reservoir, hvori vand opsamles fra en del af afstrømningssæsonen eller fra hele sommeren eller fra flere somre, og afgives igen under en relativ kort udtømningsperiode. De enkelte søers tapningshyppighed afhænger af søens og oplandets størrelse samt smeltevands- og

nedbørsmængderne; der kan være tale om årlige udtømmninger eller flerårige cykler. Den store isdæmmede sø Tiningnilik øst for Christianshåb menes f.eks. at have en tapningscyklus på 10 år.

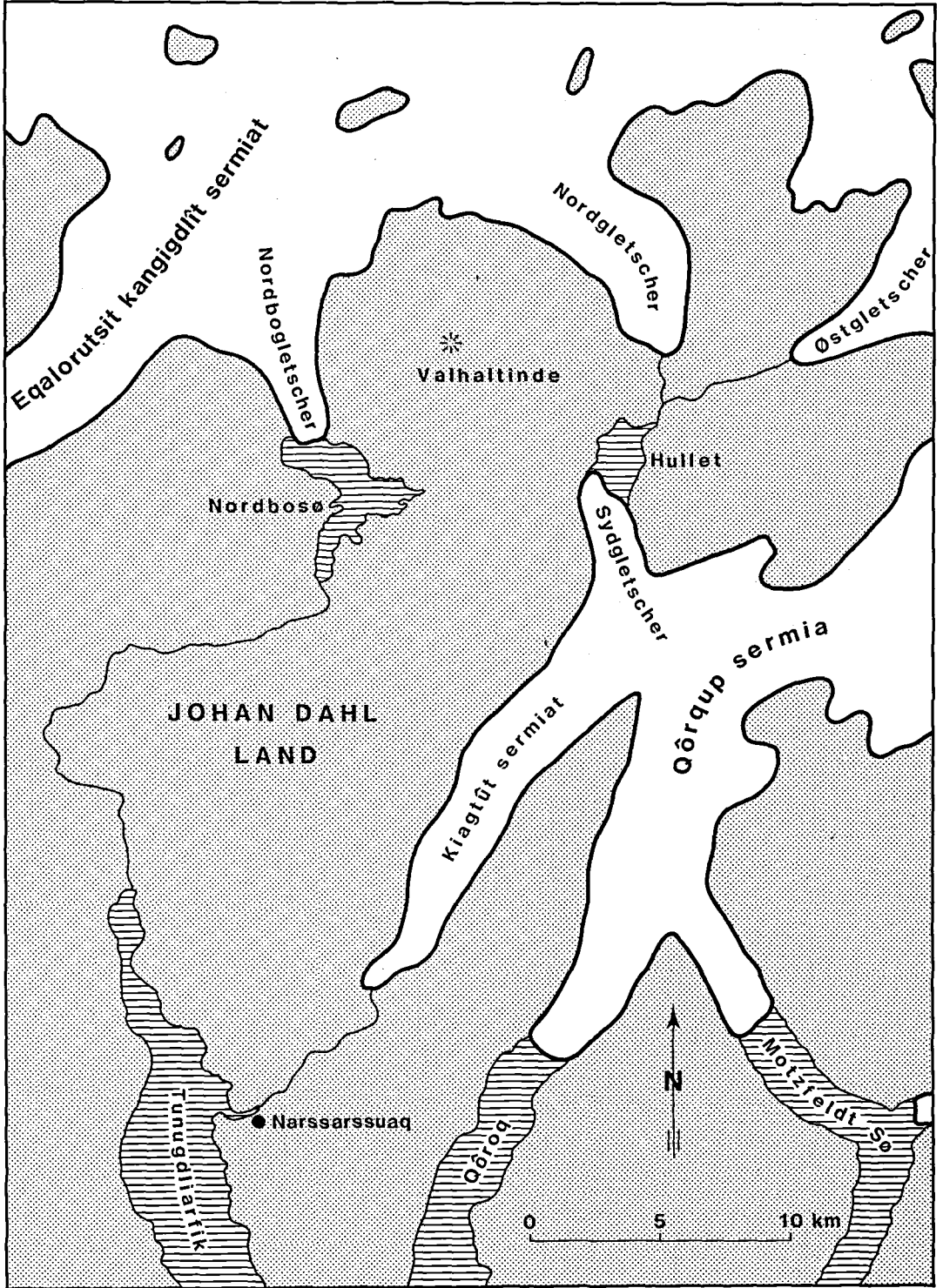
Selve tapningen foregår ofte på ganske kort tid, få dage eller uger, og kan være katastrofeagtig med store oversvømmelser i lavere liggende dalsystemer. I forbindelse med planer om udnyttelse af smeltevandet fra Indlandsisen til vandkraft, vil en nærmere undersøgelse af eventuelle isdæmmede søer i oplandet være en nødvendighed. Pludselige udtømmninger kan forårsage ødelæggelser af dæmninger og bygninger. Isdæmmede søer har endvidere ofte tendens til at tappes i sommerperioden, hvor afstrømningen fra gletscherne i forvejen er høj; der kan derfor blive tale om opmagasineringsproblemer i reservoirer.

Den isdæmmede sø Hullet

Hullet, der er en af de største isdæmmede søer i Sydgrønland, er beliggende ca. 28 km nord-øst for Narssarssuaq (fig. 1).

Hullet dæmmes op mod syd af Sydgletscher, der er en udløber fra hovedgletscheren Qôrqup sermia. Qôrqup sermia splittes senere op i to gletschertunger, den ene (Kiagtût sermiat) fortsætter mod Narssarssuaq, mens den anden udmunder direkte i Qôroq fjord syd for Narssarssuaq. Taping af Hullet foregår subglacialt via Sydgletscher og Kiagtût sermiat til Narssarssuaq, en strækning under isdække på 22 km.

Hullet har et relativt stort opland og modtager



Figur 1: Kort, der viser beliggenheden af den isdæmmede sø Hullet nord-øst for Narssarssuaq i Sydgrønland.

Map showing position of the ice-dammed lake Hullet north-east of Narssarssuaq, South Greenland.

Årstal	Måned	Kilde
1957	Juni (?)	Leightly & Poulin 1960
1960	Juni (?)	Weidick 1963
1964	September	Ellitsgaard-Rasmussen, pers. medd.
1968	Februar	Brathay 1969
1970	August	Brathay 1980
1971	November	Brathay 1980
1978	November	Langager, GTO, pers. medd.
1980	September	Forfatteren
1981	Oktober	Forfatteren
1983	September	Forfatteren

Tabel 1: Observerede udtømminger fra den isdæmmede sø Hullet.

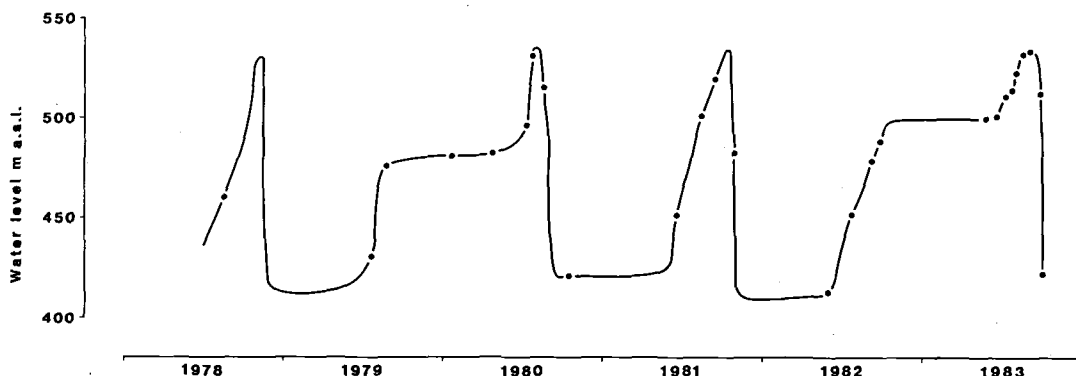
Known outbursts from the ice-dammed lake Hullet.

smeltevandstilførsler fra både Nordgletscher, Østgletscher og Sydgletscher. Den maximale eller kritiske vandstandskote ligger i dag på ca. 530 m over havet. Dette niveau har tidligere været højere, men er aftaget i takt med en uddynding og en tilbagerykning af den opdæmmede Sydgletscher.

Ved tapning af Hullet falder vandstanden ca. 110 m. Ved maximal vandstand har søen et areal på 6,5 km², og ud fra en volumenmæssig bestemmelse kan afstrømningsmængden ved de enkelte udtømminger angives til ca. 600 millioner m³.

Observationer omkring tapninger af Hullet

Tapning af Hullet er rapporteret ved flere lejligheder. Tabel 1 giver en oversigt over eksisterende observationer siden 1957. I perioden 1957–1978 er tabellen dog langt fra komplet, idet udtømminger må formodes at have fundet sted flere gange end rapporteret – først fra 1978 bliver observationsserien ubrudt.



Figur 2: Vandstandsobservationer i Hullet i perioden 1978–1983.

Mens Narssarsuaq var en amerikansk base (Blue West One 1942–1957) eksisterede en bro over elven, der drænerer Kiagtút sermiat. Ifølge daværende personale blev broen bortskyllet, hver gang Hullet blev tappet (Weidick, mundtlig medd.), men intet er nedskrevet om fænomenet. I 1957 observeres den 3. juni en flom, der bortskyller broen (Leightly & Poulin 1960), men hvorvidt denne episode kan sættes i forbindelse med Hullet er uvist. Broen er aldrig senere blevet genopbygget.

I 1960 besøger Weidick området. Vandstanden i Hullet blev den 30. juni bestemt til 430 m over havet (Weidick 1963); dvs. søen har været næsten tom og er antagelig tappet tidligere på måneden eller sidst på året i 1959.

I september 1964 observerer Ellitsgaard-Rasmussen (mundtlig medd.) en udtømming af Hullet. Hele elvlejet ved Narssarsuaq var oversvømmet, og en grønlander til hest omkom under et forsøg på at krydse elven. Der var endvidere slam i fjorden helt ud til Strygejernet, 30 km fra Narssarsuaq.

I 1969 og senere i 1972 og 1976 foretager Brathay Exploration Group en række opmålingsekspeditioner til Johan Dahl Land og kortlægger blandt andet området omkring Hullet. I forbindelse med dette arbejde er der rapporteret udtømminger i februar 1968, august 1970 og november 1971 (Brathay Exploration Group 1969, 1980).

I forbindelse med vandkraftundersøgelser i Johan Dahl Land har både Grønlands Tekniske Organisation (GTO) og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) siden 1978 foretaget vandstandsobservationer i Hullet. Vandstanden er blevet aflæst med altimeter mere eller mindre re-

Water-level variations in lake Hullet, 1978–1983.



Fig. 3: Den isdæmmede sø Hullet med den spærrende gletscher (Sydgletscher) til højre i billedet. På søens modsatte side ses strandede isfjelde. Juli 1979.

View of the ice-dammed lake Hullet and the damming glacier (Sydgletscher) to the right in the picture. On the opposite side of the lake stranded icebergs occur. July 1979.

gelmæssigt »når man kom forbi«, og resultaterne korrigeret dels efter trykforholdene i Narsarsuaq dels ved etablerede fastpunkter i området.

Figur 2 viser de registrerede vandstandsobservationer i Hullet siden 1978. I 1978 blev søen tømt i november måned (Langager, personlig medd.). I 1979 besøgte forfatteren for første gang området, der på det tidspunkt var et kaos af strandede isfjelde. I løbet af sommeren 1979 steg vandstanden i Hullet 50 m, hvorefter den forblev på et stabilt niveau vinteren igennem. Først da ablationen på de tilstødende gletschere startede igen i sommeren 1980 begyndte vandstanden atter at stige, og det kritiske niveau blev nået i slutningen af august, hvorefter søen tømtes ud i løbet af september måned. I den efterfølgende vinterperiode skete der ingen vandstandsændringer. I 1981 blev søen tømt i oktober måned. Sommeren 1981 var varmere end normalt og ablationen i området den største, der er blevet registreret i perioden 1978–

1982 (Clement 1983). Der har derfor været en usædvanlig stor tilførsel af vand til Hullet i 1981, og søen har kunnet nå at blive fyldt op og tømt ud igen kun godt et år efter sidste udtømming.

I 1982 steg vandstanden i løbet af sommerperioden 75 m, men nåede ikke op på det kritiske niveau. I den efterfølgende vinterperiode skete der ingen ændringer. I sommerperioden 1983 fortsatte vandstandsstigningen, dog i et langsommere tempo end set tidligere, idet sommeren var usædvanlig kølig med en deraf følgende ringe ablation og vandtilførsel. I slutningen af august blev vandstanden registreret til 530 m over havet, svarende til det kritiske niveau. Den 17. september begyndte vandstanden i elven ved Narsarsuaq at stige voldsomt, og en vandstandsregistrering i Hullet d. 20. september gav en værdi på 509 m over havet, dvs udtømmingen var påbegyndt. Desværre måtte forfatteren forlade området umiddelbart efter, men personale fra Iscentralen i Narsarsuaq har senere oplyst, at vandstanden den 12.



Fig. 4. Hullet bund fyldt med strandede isbjerger kort efter en udtømning. Bemærk personen midt i billedet. Juli 1979.

The lake bottom filled with stranded icebergs after an outburst. Note for scale the person in the middle of the picture. July 1979.

oktober var faldet til 424 m over havet, og at udtømningen da var afsluttet.

Diskussion

Ud fra de foreliggende observationer kan tapningshyppigheden for Hullet angives som værende 1–2 år, alt afhængig af tidspunktet på året for forrige tapning samt størrelsen af nedbørs- og smeltevandsmængderne i opfyldningsperioden. Tapningstidspunktet synes oftest at være i slutningen af en sommerperiode (august – november), men en udtømning i februar er dog observeret. Selve udtømningen foregår på få uger.

Tapningsmekanismen under eller gennem isen kan ifølge sagens natur ikke direkte observeres, men opstillede teorier synes at passe ind med målinger over afstrømningsforholdene fra isdæmmede søer på Island (Nye 1976) og Canada (Clarke 1982). Når vandstanden i søen når op på det kritiske niveau få meter under gletscheroverfladen, vil vandtrykket i søens laveste punkt overstige det modsatte tryk fra isen (Glen 1954). Det forøgede vandtryk kan bevirke, at vandet så at

sige kan tryk-smelte sig ind under isen. Vandet kan enten tilsluttes det eksisterende interne eller subglaciale dræningssystem i gletscheren eller skabe sin egen afstrømningskanal. Friktionsvarmen fra det strømmende vand bevirker en smeltning og en udvidelse af kanalvæggene (Röthlisberger 1972; Shreve 1972). Der er sat en selvforstærkende effekt i gang, kanalen udvides yderligere i takt med det indstrømmende vand, og søen tømmes ud på kort tid. Efter udtømningen vil kanalen nu være luftfyldt; istrykket ovenover bevirker en deformation af kanalen, der lukkes, og en ny opfyldningscyklus i søen begynder.

Når Hullet tømmes, er det konstateret at hele elvlejet ved Narssarssuaq oversvømmes, ligesom Tunugdliarfik fjords hydrografi påvirkes ved den pludselige udledning af de enorme ferskvandsmængder. Efter udtømningen i oktober 1981 frøs det indre af fjorden eksempelvis hurtigt til på grund af den opståede springlagseffekt, og islægningen dette år var tykkere og mere omfangsrigt end normalt.

Hullet er i øjeblikket den mest veldokumenterte



Fig. 5: Hullet fotograferet fra luften under udtømming i oktober 1981. En stor del af fronten af Sydgletscher (til højre i billedet) er styrtet sammen, og søen er næsten fyldt op med isfjelde. I baggrunden ses Nordgletscher (tv) og Østgletscher.

Airphoto of Hullet during outburst in October 1981. The snout of Sydgletscher (right in the picture) has collapsed and the lake is filled with icebergs. In the background Nordgletscher (left) and Østgletscher.

rede isdæmmede sø på Grønland, idet der haves en ubrudt observationsserie siden 1978 og med yderligere informationer tilbage til 1957. Men som pointeret af Young (1980) findes forskellige typer af isdæmmede søer med individuelle tapningsforhold og tapningscykler. Vores kendskab til isdæmmede søer på Grønland er yderst beskedent. En mere systematisk undersøgelse – f.eks. ved hjælp af satellitbilleder – kunne være til stor nytte og give informationer om antallet, størrelser og positioner af isdæmmede søer. En sådan viden har ikke blot videnskabelig interesse, men kan vise sig yderst værdifuld i forbindelse med en planlægning af en udnyttelse af Indlandsisens smeltvand for vandkraft.

Tak

Artiklen er publiceret med tilladelse af Direktøren, Grønlands Geologiske Undersøgelse. Der rettes en varm tak til Anker Weidick for inspirerende diskussioner og kommentarer til manu-

skriptet. Også en tak til Grønlands Tekniske Organisation for at måtte benytte nogle af deres vandstandsobservationer ved Hullet.

Litteratur

- Brathay Exploration Group. 1969: The lake Hullet basin, Narssarsuaq, S.W. Greenland. *Expedition field work report* 10, 91 pp.
- Brathay Exploration Group. 1980: Narssarsuaq, South Greenland. 1972 and 1976 expedition results. *Field studies* 9, 117 pp.
- Clarke, G. K. C. 1982: Glacier outburst floods from "Hazard Lake", Yukon Territory, and the problem of flood magnitude prediction. *Journal of Glaciology*, Vol 28, 98, 3–22.
- Clement, P. 1983: Glaciologiske undersøgelser i Johan Dahl Land 1982. *Grønlands geol. Unders. Gletscher-hydrol. Meddr* 83/1, 56 pp.
- Glen, J. W. 1954: The stability of ice-dammed lakes and other water-filled holes in glaciers. *Journal of Glaciology*, Vol 2, 15, 316–318.
- Helk, J. V. 1966: Glacier mapping in Greenland. *Canadian Journal of Earth Science* 3, 771–774.
- Higgins, A. K. 1970: On some ice-dammed lakes in Frederikshåb district, south-west Greenland. *Meddr dansk geol Foren.* 378–397.

- Leighty, R. D. & Poulin, A. O. 1960: Ice-Cap Access Route, Narssarssuaq, Greenland. U.S. Army Snow and Permafrost Research Establishment. Technical report 48, 36 pp.
- Nye, J. F. 1976: Water flow in glaciers: Jökulhlaups, tunnels and veins. *Journal of Glaciology*, Vol 17, 76, 181-207.
- Röthlisberger, H. 1972: Water pressure in intra- and subglacial channels. *Journal of Glaciology*, Vol 11, 62, 117-203.
- Shreve, R. J. 1972: Movement of water in glaciers. *Journal of Glaciology*, Vol 11, 62, 205-214.
- Weidick, A. 1963: Ice margin features in the Julianehåb district, South Greenland. *Bulletin Grønlands geol. Unders.* 35, 133 pp.
- Weidick, A. & Olesen, O. B. 1980: Hydrological basins in West Greenland. *Rapport Grønlands geol. Unders.* 94, 51 pp.
- Young, G. J. 1980: Monitoring glacier outburst floods. *Nordic Hydrology* 11, 285-300.