

LITERATURE

- Ahman, R. 1977. Palsar i Nordnorge. Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution. Ser. Avhandlingar LXXVIII.
- Akerman, H.J. 1973. Palsstudier vid Kapp Linné, Spetsbergen. In Svensson et al. Studier i periglacial geomorfologi på Spetsbergen Lunds Universitets Naturgeografiska Institution. Rapporter och Notiser nr. 15, p. 54-69.
- Akerman, H.J. 1980. Studies on Periglacial Geomorphology in West Spitsbergen. Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution. Ser. Avhandlingar LXXXIX.
- Brown, R.J.E. 1973. Ground ice as an initiator of landforms in permafrost regions; 25-42 in Fahey, B.D. and Thompson, R.D. eds. Research in Polar and alpine geomorphology: Guelp Symp. on Geomorphology 1973. 3d. Proc. Norwich England. Geo Abstracts Ltd. (Univ. East Anglia).
- Forsgren, B. 1968. Studies of palsas in Finland, Norway and Sweden, 1964-1966. Biuletyn Peryglacjalny 17. p 117-123.
- French, H.M., 1971. Ice cored mounds and patterned ground, southern Banks Island, western Canadian Arctic. Geografiska Annaler 53 A. p. 32-38.
- Jahn, A. 1975. Problems of the Periglacial Zone. PWN, Polish Scientific Publishers, Warszawa 1975.
- Jersak, J. 1968. Moss rings in Sörkapp Land, West Spitsbergen. In. ed. K. Birkenmajer; Polish Spitsbergen Expeditions 1957-60. Polish Academy of Sciences, III IGY/IGC Committee, Warszawa 1968.
- Lundquist, J. 1969. Earth and Ice Mounds: A Terminological Discussion; in Péwé, T.L., The periglacial environment: Montreal, Arctic Inst. North America and McGill-Queens University Press. p. 203-215.
- Mackay, J.R. 1965. Gas-domed mounds in permafrost Kendall Island, N.W.T. Geographical Bulletin, Vol. 7. No. 2, p. 105-115.
- Spolanskaya, N.A. and Evseyev, V.P., 1973. Domed-hummock peatbogs of the Northern Taiga in Western Siberia. Biuletyn Peryglacjalny No. 22. p. 271-283.
- Salmi, M. 1970. Development of palsas in Finnish Lapland: Proc., Third International Peat Cong. Aug. 1968. Quebec. p. 182-189.
- Salvigsen, O. 1977. An observation of palsa-like forms in Nordostlandet, Svalbard. Norsk Polarinstittut Årsbok 1976. p. 364-467.
- Schunke, E. 1973. Palsen und Kryokarst in Zentral-Island. Akad. Wiss. Göttingen Nachrichten, II. Math.-Phys. Kl. 1973(4) p. 65-102.
- Seppälä, M. 1972. The term »palsa«. Zeitschrift für Geomorphologie N.F. 16.4. 1972, p. 463.
- Svensson, H. et. al., 1973. Studier i periglacial geomorfologi på Spetsbergen. Lunds Universitets Naturgeografiska Inst. Rapporter och Notiser nr. 15.
- Washburn, A.L. 1956. Classification of Patterned Ground and Review of suggested origins; Geol. Soc. America Bull., Vol. 67, No. 7, p. 823-866.
- Zoltai, S.C. and Tarnocai, C. 1971. Properties of a Wooded Palsa in Northern Manitoba: Jour. Arctic and Alpine Research. Vol. 3 No. 2., p. 115-119.

Naledi i Grønland. Flyfotografisk inventering af perennerende flod- og kildeis i grønlandske permafrostområder; foreløbige resultater

OLE HUMLUM
HARALD SVENSSON

Humlum, Ole og Svensson, Harald: Naledi i Grønland. Flyfotografisk inventering af perennerende flod- og kildeis i grønlandske permafrostområder; foreløbige resultater. Geografisk Tidsskrift 82: 51-59. Copenhagen, October 15, 1982.

Preliminary results on the distribution of naleid/icing/aufeis in Greenland are reported. The investigation is based on examination of aerial photographs from three selected areas. Naledi are abundant in areas with glaciers of the temperate type, while they are rare in areas with cold glaciers.

Ole Humlum, Ph. D. and Harald Svensson, Fil. dr., professor, Department of Geomorphology, Geographical Institute, University of Copenhagen, Haraldsgade 68, DK 2100 Copenhagen Ø, Denmark.

I arktiske områder optræder mange steder et udstrakt isdække i forbindelse med floder og kildevæld (fig. 1). Isforekomsterne smelter eventuelt bort i løbet af sommeren, men mange er så mægtige, at de kan overleve sommeren og er således perennerende. Isforekomster af denne art er i litteraturen omtalt med anvendelse af forskellige betegnelser. I engelsksproget litteratur er termen icing almindelig (se f.eks. French 1976, Washburn 1979), mens termen aufeis især har været anvendt i tysksproget litteratur. I russisk litteratur anvendes alene betegnelsen naleid (plur. naleidi), der synes at være den oprindelige sibiriske betegnelse for disse isforekomster, og som i de senere år gradvis har fundet stadig større anvendelse internationalt (Svensson 1973, Jahn 1975, Åkerman 1980).



Fig. 1. Naledi i Momskaja-området, Jakutien, Sibirien. Billedet er optaget 26. juli 1973.

Fig. 1. naleid in the Momskaja-area, Siberia. 1973.07.26.

I det centrale Sibirien optræder naledi i områder fjernt fra gletschere, og fænomenet har her fra starten fået en korrekt tolkning som flod- eller kildeis. I andre verdensdele, og især hvor naled optræder i tilknytning til skrånninger eller i dale, er disse isforekomster derimod i flere tilfælde forvekslet med perennerende sneområder eller endog med gletschere.

Naled kan dannes på flere forskellige måder. Mange dannes i forbindelse med en flods gradvise tilfrysning i løbet af efterår og vinter, hvorved endnu ufrossen vand indespærret under overfladeisdækket kan undvige til overfladen via sprækker o.l., oversvømme de tilgrænsende områder, der ved frysning dækkes af et islag. Processen kan gentage sig mange gange, således at et ispanser bestående af adskillige 5-10 cm mægtige lag efterhånden dannes. De enkelte islag i ispanseret består af smalle, lodretstillede iskrystaller. Andre typer naledi dannes i tilknytning til kildevæld. Fryser kilden i løbet af vinteren, dannes kun en mindre naled, men er kilden homotherm og derfor vandførende hele året, kan en stor naled dannes. I det nordøstlige Jakutien, Sibirien, findes indtil 62 km² store naledi (Nekrasov og Gordeyev 1973). Også ismægtigheden kan blive betragtelig. Fra Alaska er beskrevet en naled, hvis mægtighed var større end 10 m (Ferrians et al. 1969).

Naledi giver i arktiske og subarktiske områder væsentlige problemer i forbindelse med anlæg og vedligeholdelse af veje og jernbaner (Thomson 1966, Brown 1970). Eksempelvis dannes der ofte en naled over veje, der i vejgennemskæringer punkterer et grundvandsspejl over permafrosten, således at små kildevæld opstår i vejsiden. Naledi dannet i forbindelse med floder kan delvis blokere det sædvanlige løb i forårets flomsituation, således at oversvømmelser og omfattende skader påføres tilgrænsende områder.

Klimatisk set har naledi også en vis betydning. Naledi består som nævnt typisk af lag af lange, lodretstillede iskrystaller. Iskrystallerne er indbyrdes adskilt ved små hulrum, der kan være delvis luftfyldte. Luftindholdet betyder, at overfladen af en naled sædvanligvis har stor albedo, og derfor reflekterer en stor del af den indgående stråling. Udviklingen af naledi vil derfor påvirke et tidligere naled-frit områdes strålingsbalance i negativ retning, og især hvis der er tale om perennerende naledi. Specielt er den klimatiske betydning af voksende naledi i indledningsfasen af istider et uafklaret problem.

På flodsletter foran gletschere dannes erfaringsvis store naledi, idet afstrømningen fra gletschere kan vedvare langt hen på vinteren; eventuelt vedvarer den hele vinterperioden igennem. I løbet af sommeren kan sådanne naledi helt eller delvis begraves af glaciofluviale sedimenter. Smelter de begravede naledi på et senere tidspunkt, præges overfladen af de overliggende glaciofluviale sedimenter af sammensynkninger, meget lig sammensynkninger forårsaget af begravet gletscheris. Et nærmere kendskab til de recente dannelsesbetingelser for naledi, kan derfor også bidrage til kendskabet om de pleistocene istidslandskabers dannelse (Kozarski 1975, Svensson 1977, Humlum 1979).

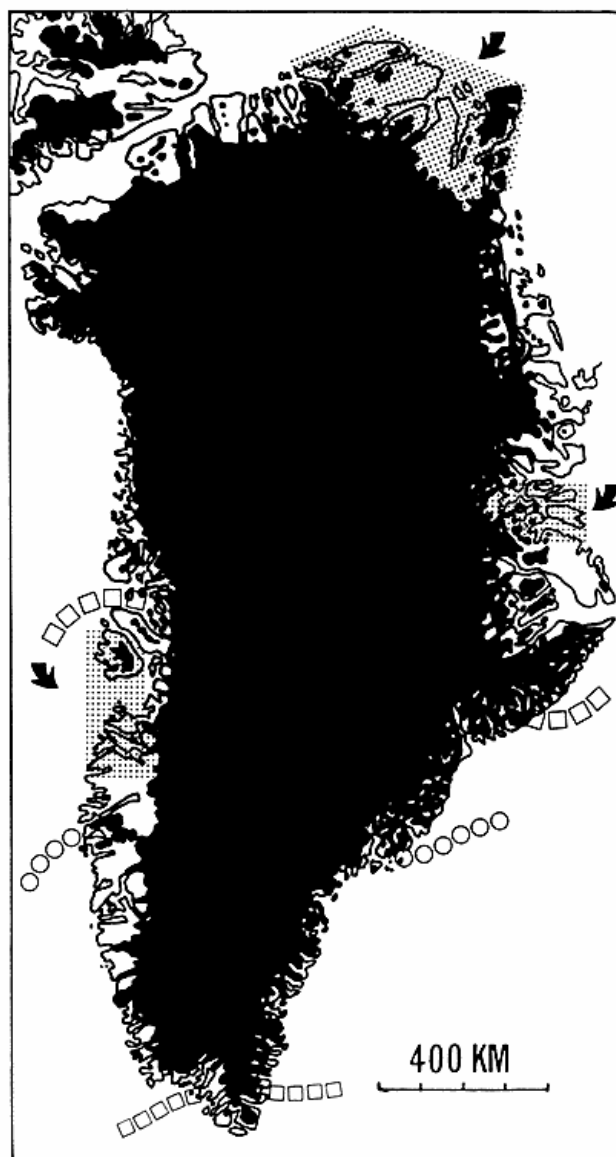


Fig. 2. Grønland. Nuværende glaciation er vist med sort. Sydgrænse for kontinuert-, diskontinuert- og sporadisk permafrost er vist med hhv. store firkanter, cirkler og små firkanter. Permafrostgrænser efter Karte (1979). De undersøgte områder er vist med grå raster. Fig. 2. Greenland. Map showing present glaciation (black), as well as the southern limit of continuous permafrost (large squares), discontinuous permafrost (circles), and sporadic permafrost (small squares). Permafrost limits after Karte (1979). The investigated areas are shown by grey screen.

DEFINITION AF NALED

I litteraturen mødes forskellige definitioner på naled/au-feis/icing, sandsynligvis beroende på sprogforskelligheder samt på definitorernes uensartede feltkendskab. En historisk gennemgang af denne problemstilling falder uden for rammerne af nærværende artikel, hvorfor vi i den forbindelse blot skal henvise til oversigten i Åkerman (1980, p. 150 ff.).

I forbindelse med vore undersøgelser anvender vi den oprindelige sibiriske betegnelse *naled(i)* i betydningen: *En ismasse dannet på en ikke gletscherdækket landoverflade ved frysning af flod- eller kildevand.* Denne definition ekskluderer således sø- og havis fra begrebet *naled*, ligesom et lag af pålejret is (superimposed ice), dannet på en gletscheroverflade ved frysning af nedsivende smeltevand fra et overlejrende sne- eller firnlag, ikke omfattes af definitionen. Ifølge vor definition er *naled* med andre ord et strengt extraglacialt-, nonlacustrint- og nonmarint fænomen.

KLASSIFICERING AF NALED

Det eneste foreliggende klassifikationsforslag vedrørende *naledi* er fremsat af Åkerman (1980), baseret på iagttagelse af 63 forekomster af *naled* i Vest Spitsbergen (Kombination af feltundersøgelser og flyfotosiagttagelse):

1. *Naledi* associated with ground water springs (Spring-naled).
 - 1A. Ordinary ground water springs (Spring-naled).
 - 1B. Thermal ground water springs (Thermal spring-naled).
2. *Naledi* associated with pingos (Pingo-naled).
3. *Naledi* associated with rivers and streams (Stream-naled).
4. *Naledi* associated with glaciers (Glacier-naled).

På grundlag af vore erfaringer fra nærværende undersøgelse vil vi foreslå følgende klassifikation af *naled* i Grønland:

- 1) *Naledi* associeret kildevæld (kilde-naledi/spring-naledi).
 - 1A) Almindelig kilde-naledi (Ordinary spring-naledi).
 - 1B) Thermal kilde-naledi (Thermal spring-naledi).
- 2) *Naledi* associeret pingos (pingo-naledi/pingo-naledi).
- 3) *Naledi* associeret flodløb (flod-naledi/river-naledi).
 - 3A) Almindelig flod-naledi (Ordinary river-naledi).
 - 3B) Gletscherflod-naledi (Glacier river-naledi).
 - 3C) Vandfalds-naledi (Waterfall-naledi).

Ovenstående *naledi*-typer er alle påvist eksisterende i Grønland, dels i forbindelse med nærværende undersøgelse, dels i forbindelse med tidligere feltarbejde på Disko, Vestgrønland. Den vigtigste type *naled* i Grønland synes klart ifølge vore undersøgelser at være flod-naled af type 3B (gletscherflod-naled); såvel arealmæssigt som hvad hyppighed angår.

UNDERSØGELSESMRÅDER

Med henblik på detaljeret kortlægning af forekomsten af *naledi* i Grønland valgtes tre undersøgelsesområder af forskellige terrænmæssige og klimatiske karakteristika (fig. 2).

Det ene undersøgelsesområde er beliggende i Mestersvig-området i Østgrønland, strækkende sig godt og vel 200 km fra Indlandsisens rand til de østligste kystområder af Trail Ø. I den vestlige del er området bjergrigt, nærmest alpint, med mange lokale gletschere, mens terrænet i den østlige del gradvis bliver mindre kuperet og gletschere mindre almindelige. Den årlige nedbørsmængde er i gennemsnit omkr.

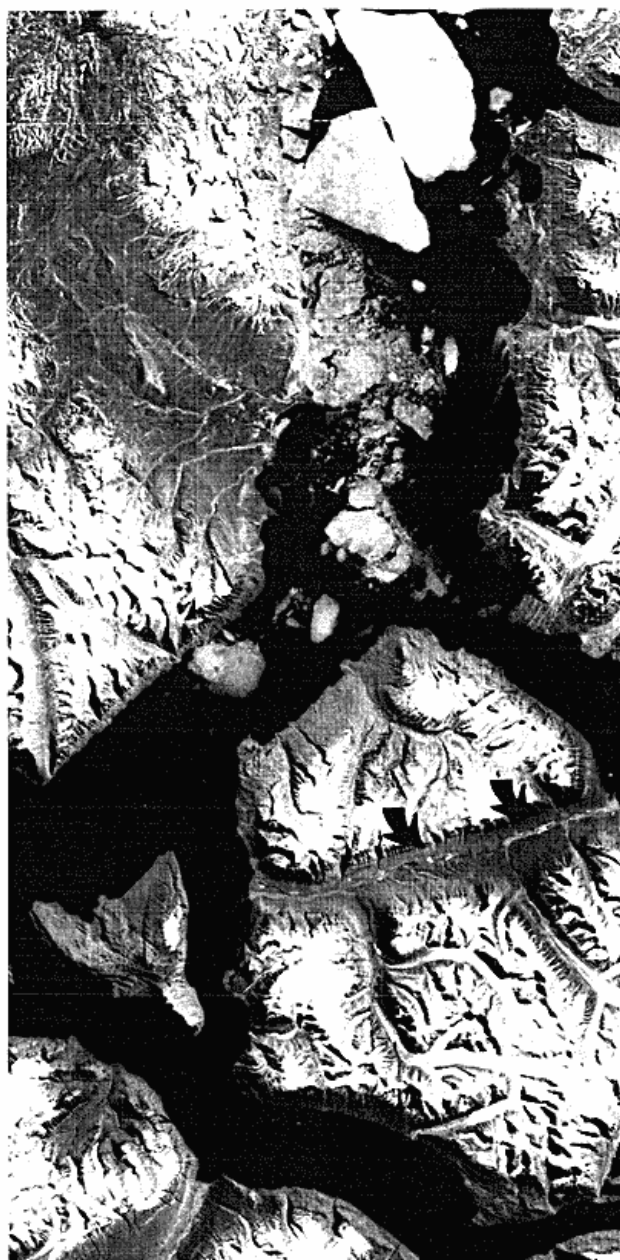


Fig. 3. Satellitbillede af Kong Oscars Fjord, Østgrønland. Nord er diagonalt nedad mod venstre hjørne. Omtrentlig målestok 1:800.000. Vest (til højre) for den store fjord ses *naledi* i flere af dalene som adskilte, lyse felter, ERTS, 1973.07.26, MSS 6.

Fig. 3. Satellite picture covering part of the King Oscars Fjord area, East Greenland, Approximate scale 1:800000. North is upwards to the right. *Naledi* are seen as small white areas in the valleys. ERTS, 1973.07.26., MSS 6.

250 mm, formodentlig generelt stigende fra vest mod øst.

Det andet undersøgelsesområde omfatter Peary Land og Mylius Erichsen Land samt dele af Nordøst Rundingen. Dette område er mindre alpint end Mestersvig-området, klimaet er udpræget aridt, og gletschere uden for Indlandsisen er mindre og færre.

Desuden er der udført recognoscerende undersøgelser i Vestgrønland i området mellem Søndre Strømfjord og Christianshåb, ligesom der foreligger personlige feltiagttagelser fra den sydlige og vestlige del af Disko, Vestgrønland.

I de udvalgte områder er naledi forsøgt identificeret ved hjælp af satellitbilleder og flyfotos. Satellitbilleder (Landsat) havde i forbindelse med forstudier vist sig velegnet til identificering af naledi i det sibiriske permafrostområde. En computerbaseret eftersøgning af egnede satellitbilleder dækkende de udvalgte grønlandske områder viste sig desværre kun at være delvis vellykket. Billeddækningen er mangelfuld, og mange af de eksisterende optagelser er helt eller delvis uanvendelige som følge af ugunstige skyforhold. Mellem 72°N og 73°N foreligger dog en del satellitbilleder af god kvalitet, optaget på den rigtige årstid (sommer). På disse kan naledi tydeligt erkendes som hvide felter i terrænets lavninger (fig. 3). Som følge af ovennævnte vanskeligheder lader en systematisk registrering baseret på satellitbilleder af naledi i Grønland sig ikke gennemføre for øjeblikket.

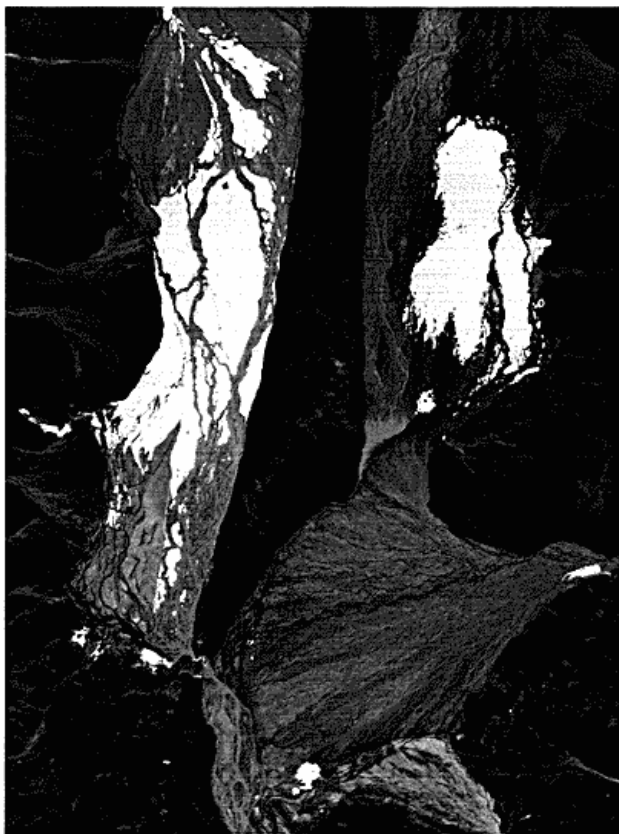


Fig. 4. Naledi i Mestersvig-distriktet, Østgrønland. Isforekomsterne ligger på en tvedelt flodslette (lys), adskilt af en lav ryg (mørk). Nederst til højre ses en alluvialkegle. Nord er mod højre. Omtrentlig målestok 1:45000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodetisk Institut. 1972.07.26.

Fig. 4. Naledi on braided outwash plains in the Mestersvig District, East Greenland. Approximate scale 1:45000. 1972.07.26.

Undersøgelsen er derfor gennemført ved hjælp af flyfotos, hvilket er en nøjagtig, men tidskrævende metode. Fra det nordgrønlandske undersøgelsesområde er gennemgået ialt 1142 fotos (optaget 1978, 1:150000), fra det østgrønlandske område 923 fotos (1972, 1973, 1:50000), mens 112 fotos er studeret fra Vestgrønland (U. S. Air Force, 1943).

IDENTIFICERING AF NALEDI PÅ FLYFOTOS

På sort-hvide flyfotos fremtræder naledi sædvanligvis som hvide, klart afgrænsede områder af uregelmæssig form. Naledi er næsten altid lokaliseret i terrænets lavninger. Alle undersøgte flyfotos repræsenterer sidste halvdel af sommer-sæsonen, hvor den typiske naled (fig. 4) fremtræder som et aflangt, hvidt område, uregelmæssigt af omrids, men klart afgrænset mod det omgivende sne- og isfrie terræn. Tit er en naled på dette tidspunkt underinddelt i adskillige hvide enkeltarealer ved et plettet og/eller flettet (braiderende) mønster af grå områder. Dette udseende skyldes at de iagttagne naledi sidst på sommeren har været under afsmeltning i nogen tid.

Under flyfotogennemgangen er naturligvis mødt tvivlstilfælde, hvor det kan være vanskeligt at afgøre, om et lyst område repræsenterer en naled eller andet. De vigtigste fejlkilder synes at være: 1) Snefaner, 2) solreflektion i vandflader, 3) lavinerester, 4) lyse, vegetationsfrie sedimentflader (fig. 5), samt 5) helt eller delvis islagte søer. I nogle tilfælde kan en korrekt diagnosticering opnås ved betragtning af nabobilleder i den pågældende fotoserie – dette gælder især vedrørende pkt. 2 – mens det i andre tilfælde har været påkrævet blot at karakterisere en mulig naled som en lys flade af ukendt oprindelse.

UDBREDELSEN AF NALED I UNDERSØGELSESMRÅDERNE

Naledi er sjældne inden for det nordøstgrønlandske undersøgelsesområde, hvor der ved nærværende undersøgelse kun er iagttaget 3-4 naledi. De få påviste naledi er alle associeret vandløb fra større gletschere (naledi af type 3B).

Områdets kolde og aride klima menes at være årsag til den generelle mangel på naledi, idet kun få vandløb vil være i funktion i mere end en del af sommarsæsonen. Ligeledes formodes områdets gletschere uden for Indlandsisen uden undtagelse at være af thermal kold type (inglaciale temperaturer under tryksmeltepunktet), således at afstrømning fra gletscherne ophører i vinterhalvåret, hvor naledi erfaringsvis dannes.

I det østgrønlandske undersøgelsesområde ved Mestersvig er der observeret adskillige lokaliteter med naledi. I alt er der iagttaget 72 forekomster af naledi større end ca. 10x10 m. De enkelte naled varierer i størrelse fra ca. 250 m² til godt 3 km². De fleste observerede naledi er fra 10.000 m² til 100.000 m² store på observationstidspunktet (sidste halvdel af juli 1972 og 1973).

Det på tidspunktet for flyfotoernes optagelse naled-dækkede areal er beregnet til i alt godt og vel 9 km², med et

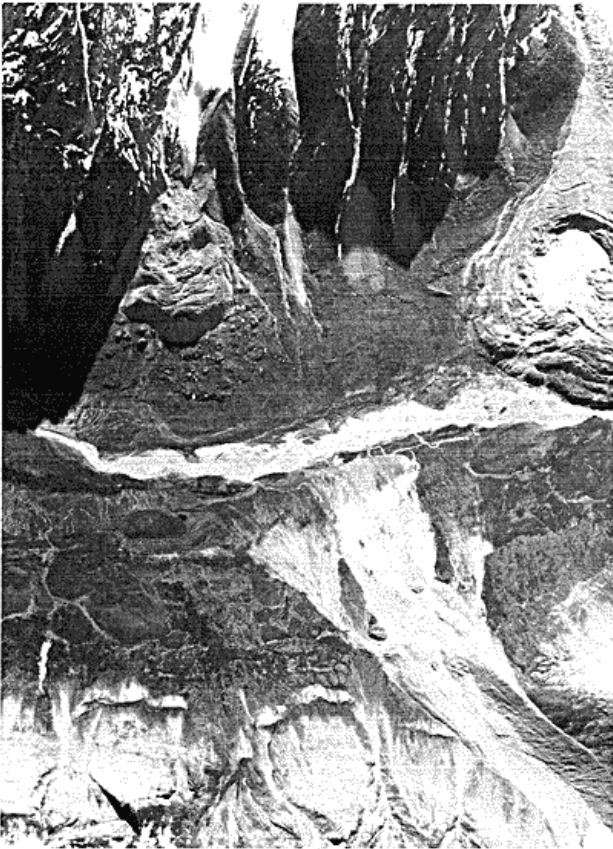


Fig. 5. Flyfoto af dal i Mestersvig-distriktet, Østgrønland. Midt gennem billedet løber en braiderende flod med barrer bestående af lyst sediment. Nord er nedad. Omtrentlig målestok 1:45.000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut. 1972.07.23.
 Fig. 5. Aerial photo showing valley in the Mestersvig District, East Greenland. A braided river with bars consisting of light sediment is seen in the central part of the picture. Approximate scale 1:45000.

fotogrundlag i målestoksforholdet 1:50.000 (omtrentlig målestok for arealer nær havniveau). Undersøgelingsområdet totale areal er ca. 11.500 km², hvoraf omtrent 25% er gletscherdækket og ca. 60% er isfrit terræn af en sådan natur (fjeldskrånninger o.l.), at naledi ikke kan dannes, mens ca. 10% er vanddækket. Det egentlige areal, hvor naledi kan eksistere andrager således kun skønsmæssigt 5% af undersøgelsesområdets samlede areal, eller ca. 575 km². Vurderet på denne måde omfatter naledi i sidste halvdel af juli 1972 og 1973 omtrent 1,5% af det tilgængelige areal. Beregnet i forhold til det samlede isfrie landareal omfatter naledi kun ca. 0,1%.

Drages forsøgsvis en analogi mellem området ved Mestersvig og Disko, Vestgrønland, vides naledi i sidstnævnte område ved ablationsperiodens begyndelse at dække et areal 5-10 gange så stort som i sidste halvdel af juli. Overføres denne hovedregel til Østgrønland, betyder dette at 10% eller mere af det tilgængelige areal kan forventes dækket af naledi

ved ablationssæsonens begyndelse, under de nuværende klimaforhold. Vurderet i forhold til det samlede isfrie areal eller det totale landareal repræsenterer dette dog mindre end 1%. Disse værdier skal dog læses med al tænkeligt forbehold.

Inden for det østgrønlandske område optræder naledi hyppigere i den vestlige del end i den østlige. Årsagen hertil formodes at være det større antal store lokale gletschere i den førstnævnte del af området, af hvilke flere visuelt bedømmes som værende tempererede, i det mindste ved gletscherbasis (om visuelle kriterier for thermal klassificering af gletschere se afsnittet »Detailobservationer«), således at smeltvand også forekommer i vinterhalvåret. I områdets østlige del, Trail Ø, er gletschere færre og mindre, og naledi er kun fundet i forbindelse med pingos.

I Vestgrønland, hvor vore undersøgelser endnu kun har haft recognoscerende natur, findes hovedsagelig to typer naledi, gletscherflod-naled (type 3B) og vandfald-naled (type 3C). Gletscherflod-naled findes foran nogle af de større outlet-gletschere fra Indlandsisen, mens den øvrige del af området mellem Søndre Strømfjord og Christianshåb synes at være domineret af vandfald-naled langs vandløb mellem områdets mange store søer. Resultatet af denne foreløbige undersøgelse tyder dog på, at frekvensen af naledi i denne del af Grønland er lille.

DETAILOBSERVATIONER

Sideløbende med registreringen af naledi er gjort en række detailiagttagelser, der er med til at belyse de generelle forhold, hvorunder naledi dannes og eksisterer.



Fig. 6. Formodt kold gletscher i Mestersvig-distriktet, Østgrønland. Her ses ingen naledi; det lyse område til højre er en isdækket sø. Nord er nedad. Omtrentlig målestok 1:45000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut. 1973.07.18.
 Fig. 6. Glacier supposed to be cold in the Mestersvig District, East Greenland. No naledi is seen. The white area to the right is an ice-covered lake. Approximate scale 1:45000. 1973.07.18.

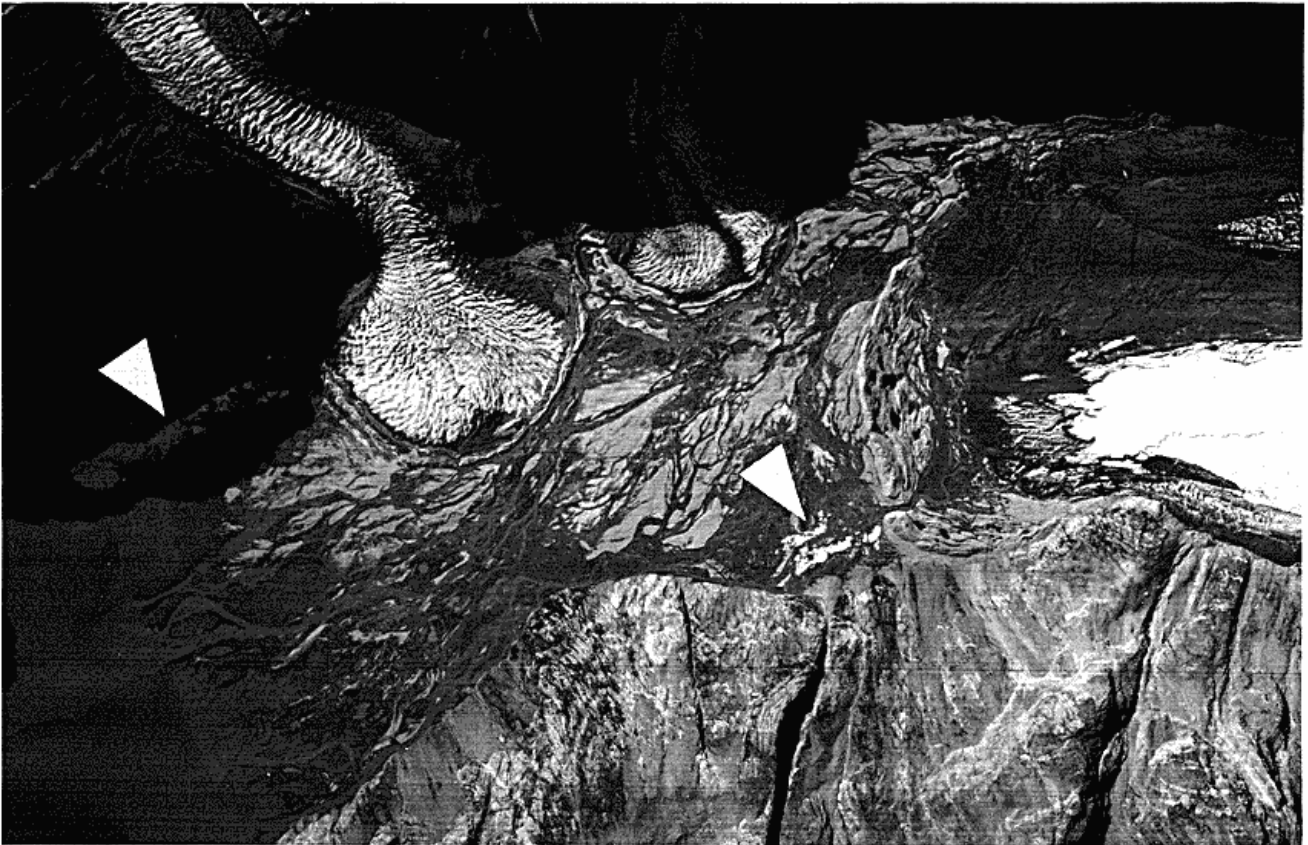


Fig. 7. Naledi på flodslette ved Rhedins Fjord, Østgrønland. De to naledi har muligvis været sammenhængende tidligere på sæsonen og har dannet én stor naledi. På optagelsestidspunktet (1973.07.18) er is kun bevaret i skyggelokaliteten (til venstre), samt hvor en af smeltevandfloderne gennembryder en randmoræne, og hvor den oprindelige isaflejring derfor må formodes at have været særlig

Betragtes naledi langs en gletscherflod som en naledi-gruppe for sig, optræder naledi inden for denne gruppe hyppigt ved floder som afvander gletschere, der visuelt bedømmes som værende tempererede, mens naledi er ualmindelige ved floder, som kommer fra gletschere, der bedømmes som kolde (inglacial temperatur lavere end tryksmeltepunktet). Liestøl (1977) har tidligere fremsat en tilsvarende formodning, baseret på iagttagelser fra Spitsbergen. I nærværende undersøgelse er følgende visuelle kriterier anvendt som vejledende for klassificering af en gletscher som værende kold: Højtliggende akkumulationsområde med lille ismægtighed (bedømmes som sådan, hvis subglacialt relief tydelig erkendes på gletscheroverfladen), lille spaltehyppighed (tyder på lille varmeudvikling ved intern deformation), lille smudskoncentration på overfladen af gletscheren nær dennes terminus (tyder på fravær af effektiv basal tilfrysning af subglacialt smeltevand produceret ved basal glidning i tempereret zone opstrøms, hvorfor en sådan zone sandsynligvis ikke eksisterer), stejl (eventuelt lodret) isfront, samt lille bredde af gletscherforland frilagt under dette århundredes tilbagesmelt-

mægtig. Nord er nedad. Omtrentlig målestok 1:40000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut.

Fig. 7. Naledi on braided outwash plain near Rhedins Fjord, East Greenland. Approximate scale 1:40000. North is toward the bottom of the picture. 1973.07.18.

ning, sammenlignet med forlandet ved gletschere af formodet tempereret type. Disse karakteristika er som nævnt kun vejledende og intet bør anvendes isoleret.

Figur 6 viser et udsnit af en dal med en formodet kold gletscher. Naledi forekommer ikke, selv om terrænforholdene er gunstige herfor (bred, flad dalbund). På figur 9 ses en naledi beliggende mellem to gletschere, der visuelt bedømmes som værende tempererede (bemærk bl.a. spaltezonerne).

På steder hvor en braiderende flodslette har særlig stor horisontal udstrækning, er det muligt at vurdere betydningen af nogle enkeltfaktorer for lokaliseringen af naledi på observationstidspunktet (sidste halvdel af ablationssæsonen). På figur 7 ses eksempelvis en bred flodslette ved bunden af Rhedins Fjord i Mestersvig-distriktet, Østgrønland. På flodsletten findes (18/7-1973) to forekomster af naledi, én beliggende i skygge langs dalens sydøst-side ved foden af en stejl fjeldvæg, mens en anden ligger umiddelbart foran et stort smeltevandsløb gennem randmorænen foran Wahlsensbergs Gletscher mod vest.

Det formodes, at disse naledi tidligere på sæsonen var betydeligt større, muligvis sammenhængende, og at årsagen til lokaliseringen midt i juli er 1) stor initial ismægtighed foran det vigtige smeltevandsudløb ved Wahlenbergs Gletscher, samt 2) nedsat ablation på skyggelokaliteten mod øst.

Sort-hvide flyfotos har desuden vist sig at kunne yde nogle informationer om almindelige afsmeltningmåder for naledi.

Typisk foregår disintegrationen på tre sideløbende måder (fig. 8): 1) Udvikling af store og små isfrie felter af regelmæssig form, 2) udvikling af et flettet system af braiderende isfri kanaler, 3) udvikling af meandrerende kanaler i overfladen af naledi.

De isfrie felter af uregelmæssig form formodes at være resultatet af en generel sænkning af naled-overfladen ved smeltning, således at underlaget stedvis blottes i felter, hvis omrids afhænger af underlagets overfladetopografi.

De meandrerende kanaler ses ofte at skæres af de braiderende kanaler, og må derfor være anlagt før udviklingen af de sidstnævnte. Meandrerende kanaler formodes anlagt i forbindelse med overfladeablation på et tidligt tidspunkt af ablationssæsonen, mens de braiderende kanaler først udvikles senere af vandmasser der ikke stammer fra den pågældende naled, men fra områder opstrøms. Egne feltobservationer fra henholdsvis Røde Elv og Enoks Havn, Disko, tyder på at disse vandmasser i betydelig udstrækning søger ind under en blokerende naled, følgende braiderende løbssystemer anlagt i løbet af den forudgående sommersæson. Vandet smelter dernæst den ovenliggende is, således at det oprindelige braiderende løbssystem fremkaldes på naled-overfladen. Disintegration ved opdeling i isfelter mellem braiderende kanaler er kun iagttaget for naledi, der er beliggende på flodsletter med braiderende løbssystem.

Ved disintegrationen opløses en oprindeligt sammenhængende naled i mange mindre isfelter, hvorved overfladen pr. rumfangsenhed is vokser betydeligt. Dette forhold forventes at kunne føre til et acclererende massetab/døgn med stigende grad af disintegration.

Fra litteraturen kendes adskillige eksempler på hvordan forekomster af naled fejlagtigt er tolket som sne- eller gletscherdækkede områder (cf. Åkerman 1980). I Østgrønland er ved at sammenholde flyfotos med Geodætisk Instituts topografiske kort (1:250.000) fundet en lokalitet, hvor en naled synes fejlagtigt kortlagt som gletscher. Stedet er Gletscherland, vest for Mestersvig, og figur 9 viser et udsnit af området. På billedet ses to gletschere omgivet af randmoræner sandsynligvis fra sidste århundrede (ingen vegetation). Forløbet af randmorænerne viser klart, at gletschere i forbindelse med denne sidste maximalstand ikke var sammenhængende, men adskilt af en ca. 1500 m lang smeltevandslette. På denne ses (17/7-1973) rester af en større naled (fig. 9).- Det topografiske kort viser de to gletschere som sammenhængende, hvorfor det forekommer at være en mulighed, at en naled dækkende en stor del af smeltevandsletten på kortlægningstidspunktet (1933-34) fejlagtigt er kortlagt som gletscher.

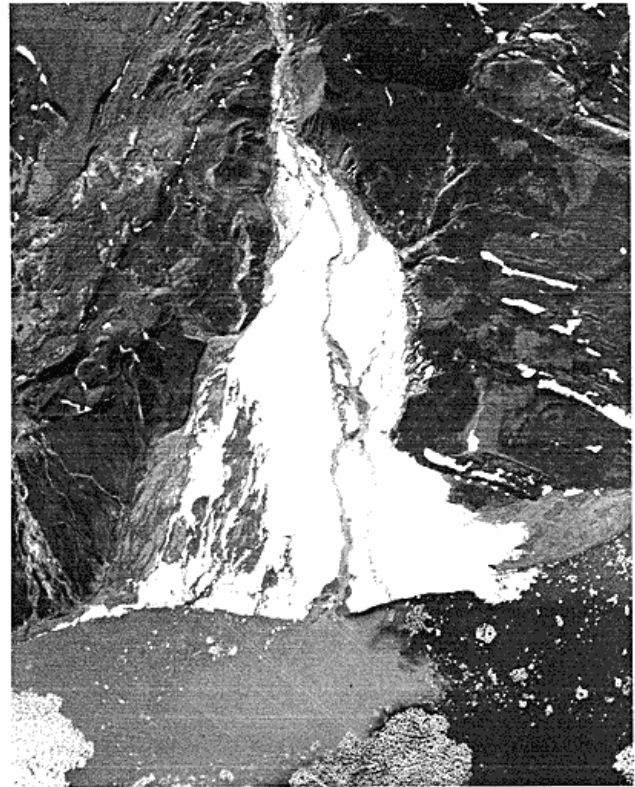


Fig. 8. Naled på alluvialkegle ved sydvestsiden af Kong Oscars Fjord, Østgrønland. Nord er diagonalt nedad mod højre. Omtrentlig målestok 1:20000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut. 1972.07.23.

Fig. 8. Naled on alluvial fan at the shore of King Oscars Fjord, East Greenland. Approximate scale 1:20000. 1972.07.23.

NALEDI, KLIMATOLOGISK, MORFOLOGISK, SEDIMENTOLOGISK OG BOTANISK BETYDNING

Naledi består af et til flere lag af lodretstillede iskrystaller. Langs de enkelte krystallers grænseflade til nabokrystaller findes ofte snævre kanaler og/eller lommer med luft, således at ismassen under ét antager et kraftigt hvidt udseende. Naledi har dermed – forudsat overfladen er ren – en høj albedo for sollys.

Umiddelbart kunne man derfor forvente, at for så vidt en ændring til køligere klima medfører en vækst i de naled-dækkede landarealer, vil den høje albedo lede til en forstærkning af den stedfundne afkøling. Imidlertid er problemstillingen ikke så enkel, da det køligere klima sandsynligvis også vil være ensbetydende med mindsket nedbør og dermed mindre vand tilgængeligt for dannelsen af flod-naledi, som vore undersøgelser har vist er langt den vigtigste type i Grønland. At et ekstremt koldt klima vil have denne effekt tyder observationerne fra Nordøstgrønland på.

Det er derfor nok muligt at forudsige, hvorledes en større udbredelse af naledi vil påvirke klimaet, men desværre ikke entydigt hvordan en klimaændring på længere sigt vil påvirke udbredelsen af naledi.

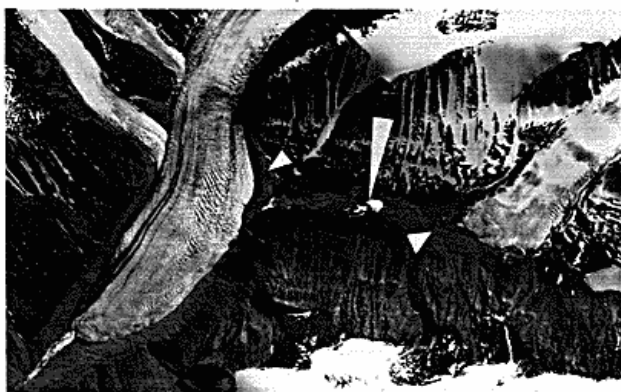


Fig. 9. Naledi (stor pil) på flodslette mellem to gletschere i Gletscherland, Østgrønland. Gletschernes største neoglaciale udstrækning angives af randmoræner ved de små pile. På officielle kort er det mellemliggende område indtegnet som værende gletscherdækket. Nord er nedad. Omtrentlig skala 1:75000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut, 1973.07.17.

Fig. 9. Naledi (large arrow) between two glaciers in Gletscherland, East Greenland. The outermost neoglacial moraines are shown by small arrows. On official maps the intervening area is shown as being glacier-covered. Approximate scale 1:75000. 1973.07.17.

Samtidig bør det dog understreges, at naledi sammen med nyfalden sne repræsenterer landoverfladetyper med meget høj albedo, hvorfor en mere detaljeret analyse af problemstillingen har potentiel interesse i forbindelse med egentlige klima-studier. Dette fordrer dog en selvstændig undersøgelse.

Som konsekvens af den nuværende relativt (i forhold til gletschere) beskedne naled-dækning i de undersøgte områder af Grønland, formodes naledi ingen væsentlig indflydelse at have på det regionale klima. Sandsynligvis vil lokalklimaet omkring større forekomster af naled dog være påvirket i nogen grad.

Fra egne feltiagttagelser på Disko, Vestgrønland, kendes eksempler på at naledi under afsmeltningen og disintegrationsprocessen har givet anledning til dannelsen af småakkumulationer af fint sediment samt små oppresningsvolde (Humlum 1979). Disse overfladeformer er som nævnt små (ofte lavere end 50 cm), og vil formodentlig kun i heldigt fald bevares i en sedimentær lagsøjle.

Et uafklaret sedimentologisk-morfologisk problem ligger i, hvorledes tilstedeværelsen af en naled kan påvirke en flods længdeprofil. Tilstedeværelsen af en naled på en flodseng vil dog være ensbetydende med en forsnævring af denne, hvilket kan forudses at resultere i et lokalt stejlere længdeprofil for floden. Dette forhold må dog belyses ved egentlige feltundersøgelser.

Flod-naled vil ofte være omgivet af bevoksede dalsider. Under vårfloppen vil en naled virke som en blokering for vandmasserne, der til dels vil søge frem lateralt for forekomsten af naled. Egne observationer fra Røde Elv, Disko, viser at medførte isskoster o.l. da kan beskadige vegetationen på

de tilgrænsende dalsider betydeligt indtil til et niveau 2 til 3 m over normal vandstand. Omvendt kan beskadiget vegetation på den nederste del af skråninger over p.t. naled-fri flodsletter muligvis anvendes som tegn på periodevis eksistens af naled.

SUMMARY

This paper reports preliminary results on the distribution of naledi/icings/aufeis in Greenland (fig. 1). The investigation is based on examinations of aerial photographs 1:50.000 and 1:150.000. Most naledi in Greenland are associated rivers draining glaciers, although some naledi are formed in connection with springs and waterfalls. Naledi are abundant in areas with glaciers supposed to be of the temperate type (or having at least a temperate glacier sole), while naledi are rare in areas with glaciers supposed to be cold. Of the three areas investigated (fig. 1), naledi are most frequent in the area in East Greenland. Here naledi in July and August covers about 0.1% of the total ice-free area.

Forfatterne takker Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd, der ved økonomisk støtte har muliggjort de indledende undersøgelser vedrørende forekomsten af naledi i Grønland (SNF-Journ. nr. 511-15471). Desuden vil vi takke Geodætisk Institut, København, som har stillet deres flyfotoarkiv til rådighed for vor undersøgelse.

LITTERATUR

- Brown, R. J. E. 1970: Permafrost in Canada; its influence on Northern Development. University of Toronto Press, 234 p.
- Embleton, C. and King, C. A. M. 1975: Periglacial geomorphology. Edward Arnold, London, 203 p.
- Ferrians, O., Kachadoorian, R. and Green, G. W., 1969: Permafrost and related engineering problems in Alaska. United States Geological Survey, Professional Paper, 678, 37 p.
- French, H. M. 1976: The Periglacial Environment. Longmann, London, 309 p.
- Humlum, O. 1979: Icing ridges: A sedimentary criterion for recognizing former occurrence of icings. Bull. geol. Soc. Denm., 28, 11-16.
- Jahn, A. 1975: Problems of the periglacial zone. PWN, Polish Scientific Publishers, Warszawa.
- Karte, J. 1979: Räumliche Abgrenzung und regionale Differentierung des Periglaziärs. Bochumer Geogr. Arb., 35, 211.
- Kozarski, S. 1975: Oriented kettle holes in outwash plains. Quaestiones Geographicae, 2, 99-112.
- Liestol, O. 1977: Pingos, springs, and permafrost in Spitsbergen. Norsk Polarinstitut, Årbok 1975, 7-29.
- Nekrasov, I. A. and Gordeyev, P. P.: 1973: The Northeast Yakutia. Guidebook, Sec. Int. Permafrost Conference, Yakutsk, 46.
- Svensson, H. 1973: Isfält, »Naledi« i Cherskiybergen. Svensk Geografisk Årsbok, nr. 49, Lund, 225-227.
- Svensson, H. 1977: En fossil dalform på Lahomsslätten. Svensk Geografisk Årsbok, 53, 116-125.
- Thomson, S. 1966: Icings on the Alaska Highway. I »Proceedings, 1st. International Permafrost Conference«, National Academy of Science, Nat. Res. Council of Canada, Publ. 1287, 526-529.
- Washburn, L. A. 1979: Geocryology. A survey of periglacial processes and environments. Edwards Arnold, London, 406 p.
- Akerman, J. 1980: Studies on periglacial geomorphology in West Spitsbergen. Meddl. Lund. Univ. Geogr. Inst., Avhandl. 89, 297.

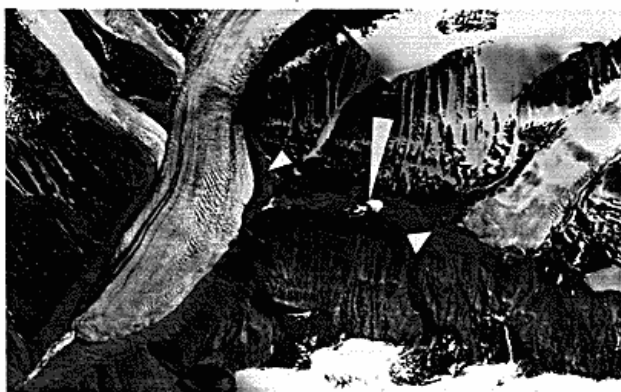


Fig. 9. Naledi (stor pil) på flodslette mellem to gletschere i Gletscherland, Østgrønland. Gletschernes største neoglaciale udstrækning angives af randmoræner ved de små pile. På officielle kort er det mellemliggende område indtegnet som værende gletscherdækket. Nord er nedad. Omtrentlig skala 1:75000. Reproduceret med tilladelse A 592/82 af Geodætisk Institut. 1973.07.17.

Fig. 9. Naledi (large arrow) between two glaciers in Gletscherland, East Greenland. The outermost neoglacial moraines are shown by small arrows. On official maps the intervening area is shown as being glacier-covered. Approximate scale 1:75000. 1973.07.17.

Samtidig bør det dog understreges, at naledi sammen med nyfalden sne repræsenterer landoverfladetyper med meget høj albedo, hvorfor en mere detaljeret analyse af problemstillingen har potentiel interesse i forbindelse med egentlige klima-studier. Dette fordrer dog en selvstændig undersøgelse.

Som konsekvens af den nuværende relativt (i forhold til gletschere) beskedne naled-dækning i de undersøgte områder af Grønland, formodes naledi ingen væsentlig indflydelse at have på det regionale klima. Sandsynligvis vil lokalklimaet omkring større forekomster af naled dog være påvirket i nogen grad.

Fra egne feltiagttagelser på Disko, Vestgrønland, kendes eksempler på at naledi under afsmeltningen og disintegrationsprocessen har givet anledning til dannelsen af småakkumulationer af fint sediment samt små oppresningsvolde (Humlum 1979). Disse overfladeformer er som nævnt små (ofte lavere end 50 cm), og vil formodentlig kun i heldigt fald bevares i en sedimentær lagsøjle.

Et uafklaret sedimentologisk-morfologisk problem ligger i, hvorledes tilstedeværelsen af en naled kan påvirke en flods længdeprofil. Tilstedeværelsen af en naled på en flodseng vil dog være ensbetydende med en forsnævring af denne, hvilket kan forudses at resultere i et lokalt stejlere længdeprofil for floden. Dette forhold må dog belyses ved egentlige feltundersøgelser.

Flod-naled vil ofte være omgivet af bevoksede dalsider. Under vårfloppen vil en naled virke som en blokering for vandmasserne, der til dels vil søge frem lateralt for forekomsten af naled. Egne observationer fra Røde Elv, Disko, viser at medførte isskoster o.l. da kan beskadige vegetationen på

de tilgrænsende dalsider betydeligt indtil til et niveau 2 til 3 m over normal vandstand. Omvendt kan beskadiget vegetation på den nederste del af skråninger over p.t. naled-fri flodsletter muligvis anvendes som tegn på periodevis eksistens af naled.

SUMMARY

This paper reports preliminary results on the distribution of naledi/icings/aufeis in Greenland (fig. 1). The investigation is based on examinations of aerial photographs 1:50.000 and 1:150.000. Most naledi in Greenland are associated rivers draining glaciers, although some naledi are formed in connection with springs and waterfalls. Naledi are abundant in areas with glaciers supposed to be of the temperate type (or having at least a temperate glacier sole), while naledi are rare in areas with glaciers supposed to be cold. Of the three areas investigated (fig. 1), naledi are most frequent in the area in East Greenland. Here naledi in July and August covers about 0.1% of the total ice-free area.

Forfatterne takker Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd, der ved økonomisk støtte har muliggjort de indledende undersøgelser vedrørende forekomsten af naledi i Grønland (SNF-Journ. nr. 511-15471). Desuden vil vi takke Geodætisk Institut, København, som har stillet deres flyfotoarkiv til rådighed for vor undersøgelse.

LITTERATUR

- Brown, R. J. E. 1970: Permafrost in Canada; its influence on Northern Development. University of Toronto Press, 234 p.
- Embleton, C. and King, C. A. M. 1975: Periglacial geomorphology. Edward Arnold, London, 203 p.
- Ferrians, O., Kachadoorian, R. and Green, G. W., 1969: Permafrost and related engineering problems in Alaska. United States Geological Survey, Professional Paper, 678, 37 p.
- French, H. M. 1976: The Periglacial Environment. Longmann, London, 309 p.
- Humlum, O. 1979: Icing ridges: A sedimentary criterion for recognizing former occurrence of icings. Bull. geol. Soc. Denm., 28, 11-16.
- Jahn, A. 1975: Problems of the periglacial zone. PWN, Polish Scientific Publishers, Warszawa.
- Karte, J. 1979: Räumliche Abgrenzung und regionale Differentierung des Periglaziärs. Bochumer Geogr. Arb., 35, 211.
- Kozarski, S. 1975: Oriented kettle holes in outwash plains. Quaestiones Geographicae, 2, 99-112.
- Liestol, O. 1977: Pingos, springs, and permafrost in Spitsbergen. Norsk Polarinstittutt, Årbok 1975, 7-29.
- Nekrasov, I. A. and Gordeyev, P. P.: 1973: The Northeast Yakutia. Guidebook, Sec. Int. Permafrost Conference, Yakutsk, 46.
- Svensson, H. 1973: Isfält, »Naledi« i Cherskiybergen. Svensk Geografisk Årsbok, nr. 49, Lund, 225-227.
- Svensson, H. 1977: En fossil dalform på Lahomsslätten. Svensk Geografisk Årsbok, 53, 116-125.
- Thomson, S. 1966: Icings on the Alaska Highway. I »Proceedings, 1st. International Permafrost Conference«, National Academy of Science, Nat. Res. Council of Canada, Publ. 1287, 526-529.
- Washburn, L. A. 1979: Geocryology. A survey of periglacial processes and environments. Edwards Arnold, London, 406 p.
- Akerman, J. 1980: Studies on periglacial geomorphology in West Spitsbergen. Meddl. Lund. Univ. Geogr. Inst., Avhandl. 89, 297.