

VARV

NR 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1995



GULD I GRØNLAND: ER DET FREMTIDEN? VARV BRINGER EN BAGGRUNDSARTIKEL OM KENDTE GULDFOREKOMSTER .

DER ER SJÆLDENT NYHEDER FRA DET BORNHOLMSKE GRUNDFJELD. I DETTE NUMMER OMTALES NOGLE INTERESSANTE FORHOLD VED LØVEHOVEDERNE.

VARV BRINGER ENDVIDERE EN OMTALE AF ET MULIGT NYT MINERAL FRA MORS SAMT EN RÆKKE ANMELDELSER.

Forsidebillede: Løvehovederne. De er ofte omtalt som Kamelhovederne. På næsset til højre i baggrunden ses et vellignende løvehoved nord for bugten.
Foto: T. Jørgart.

Forfattere til artikler i dette nummer kan kontaktes på følgende adresser:
Henrik Stendal, Aage Jensen, Svante Björck, Michael Houmark-Nielsen og
Ager Berthelsen: Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K.

Tommy Jørgart: Roskilde Universitets Center, hus 19.2, 4000 Roskilde.

-----VARV-----

VARV er udgivet med støtte fra Kulturministeriets bevilling til almenkulturelle tidsskrifter.

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10,
1350-København K

Telefon: 35 32 24 00, Geologisk Institut, København

Redaktion: Ager Berthelsen, Bjørn Hageskov, Jens Konnerup-Madsen,
Lena Madsen og Svend Pedersen (ansvarshavende).

Bestyrelse: Ager Berthelsen, Valdemar Poulsen, Lena Madsen, Bjørn
Hageskov og Svend Pedersen.

Lay-out: Bjørn Hageskov og Svend Pedersen

Repro: Tage Wilken a/s, København

Tryk: Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 100 kr i abonnement for 1995. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 100 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 100 NOK til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1995 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

Guld i Grønland

Henrik Stendal

Siden 1989 har der jævnligt været store overskrifter i aviserne om guldfund i Grønland: Guld i Skærgårdsintrusionen i Østgrønland, guld i grundfjeldet nord for Nanortalik i Sydgrønland - og senest (oktober 1994) guld på Storø kun 40 km fra Grønlands hovedstad, Nuuk. I flere tilfælde er disse nyheder blevet blæst op i medierne, som om en guldmine var lige om hjørnet. Det er dog langt fra tilfældet; hvis der bliver åbnet en guldmine, bliver det sikkert først i næste årtusinde.

Hvad ligger der egentlig bag disse nyheder? Hvordan og i hvilke geologiske miljøer er disse guldmineraliseringer dannet? Vi starter med at se på det sidste først.

Hvordan dannes guldforekomster?

Næsten alle bjergarter indeholder ganske små mængder guld. I gennemsnit indeholder 1 ton jordskorpe 0,004 gram guld. Men som bekendt kan mange bække små blive til en stor å, bare de flyder sammen. Et meget lille gulddindhold i store bjergartsmasser kan også blive lokalt 'opkoncentreret' til egentlige guldforekomster. Det kræver dog noget særligt, og der er groft set tre måder, det kan ske på.

1) Det kan ske, når magma størkner under så specielle forhold, at der ved 1100-900°C direkte udkrystalliseres guld og guldlegeringer. Gullet i Skærgårdsintrusionen er et eksempel en sådan *magmatisk guldforekomst*.

2) Små guldmængder kan også blive til større koncentrationer ved at varmt og saltholdigt vand, hydrotermale opløsninger, cirkulerer i jordskorpens opsprækkede bjergarter. Disse hydrotermale opløsninger, som er aktive ned til 10 km dybde, danner *epigenetiske guldforekomster*, hvor guldmineraliseringen er yngre end værtsbjergarterne. Cirkulation af hydrotermale opløsninger kræver, ligesom et centralvarmeanlæg, at der både er vand og en varmekilde til stede. Vandet stammer enten fra porevand i sedimenter, som bliver frigjort ved at vandholdige mineraler (hornblende og biotit) omdannes til 'tørre' mineraler, eller vandet kommer direkte fra det magma, hvis varme får vandet i 'anlægget' til at cirkulere.

Hvis varmen kommer fra dybtliggende magmakamre, danner de hydrotermale opløsninger *mesotermale epigenetiske mineraliseringer*, hvor gullet udfældes ved 250-400°C. Da der tilføres CO₂ sammen med det varme vand,

imprægneres de omgivende bjergarter med karbonatmineraler, der udfældes sulfider og dannes kvartsårer. Guldet følges ofte af arsen, antimon, wolfram og tellur. Alle kendte Prækambriske guldmineraliseringer i Grønland er epigenetiske og dannet under mesotermale betingelser. De indeholder i gennemsnit 10 g/t guld.



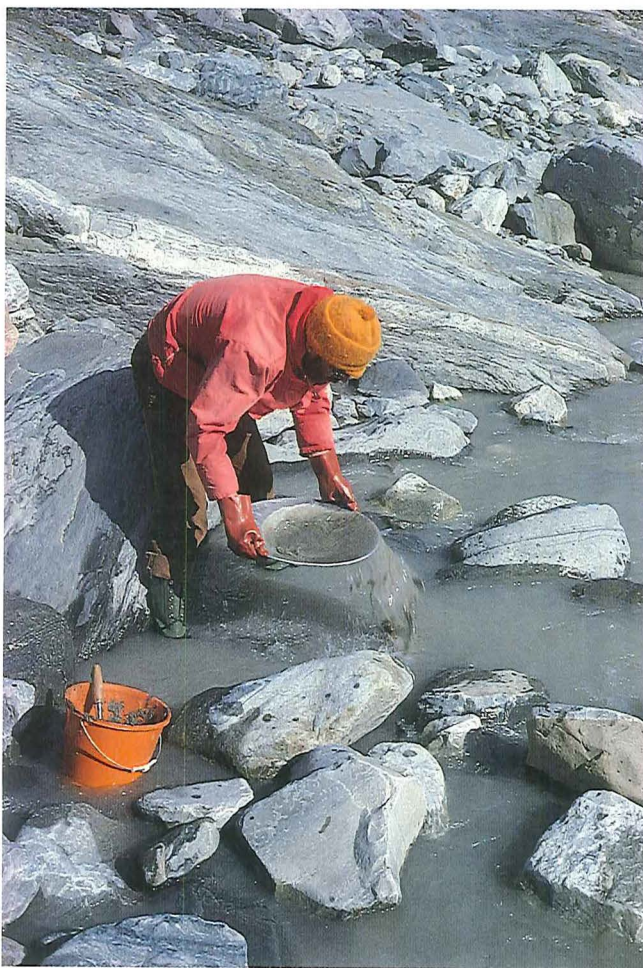
Gedigen guld i kvartsåre. Guldkornene er op til 5 mm store. Foto: O.B. Berthelsen.

Når varmekilden er overfladenære vulkanske magmakamre, afsættes *epi- termale epigenetiske mineraliseringer*, hvor guldet udfældes ved 150-300°C. Denne type mineralisering er endnu ikke med sikkerhed påvist i Grønland.

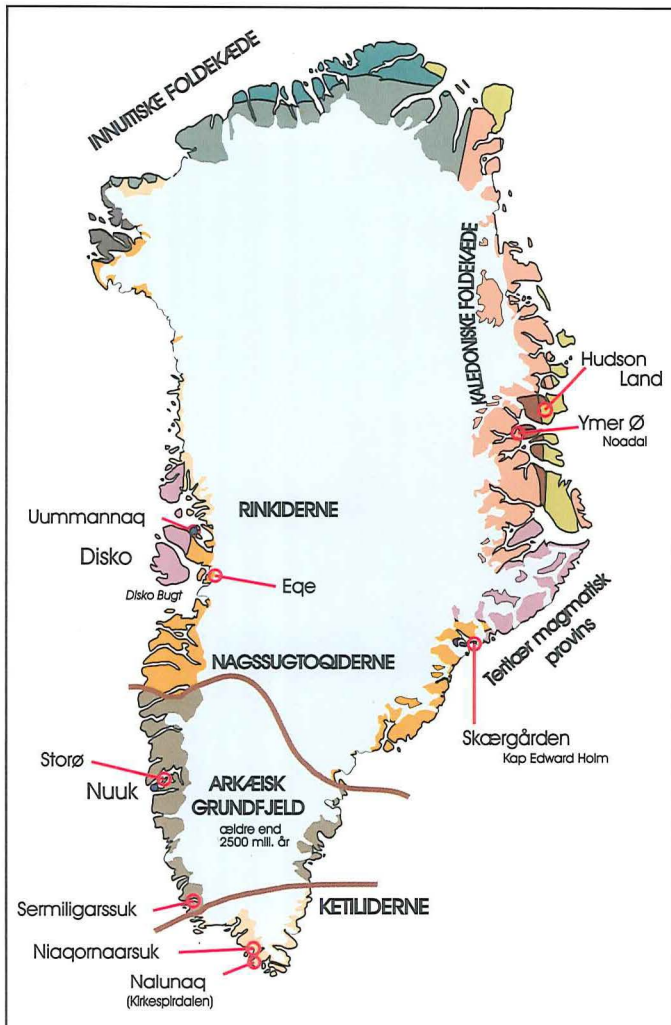
Der optræder også guldmineraliseringer uden påviselig magmatisk varmekilde. De er knyttet til forkastninger og værtsbjergarterne er sedimente, ofte silicificerede kalksten og dolomiter. Guldet er udfældet i temperaturområdet fra 200-300°C og følges af sølv, arsen, antimon, kviksølv, thallium og sommetider lidt bly og zink. Disse såkaldt 'Carlin-type' mineraliseringer er lavlødige og indeholder 1-2 g/t guld. Bortset fra et højt wolfram-indhold minder den Paleozoiske Ymer Ø forekomst i Østgrønland om Carlin-typen.

3) Dannelse af guldforekomster kan også skyldes de eksogene processer, der virker ved jordoverfladen. Når fast fjeld forvitrer vil løse korn og opløste

materialer blive ført bort af det strømmande vand. Der vil også være lidt guld blandt disse materialer. De sedimentære processer vil sortere små fra store og lette fra tunge korn og koncentrere guldet i tungsandsaflejringer. Så skal der kun en guldvaskepande, håndlag og tålmodighed til for at udvinde guldet. Det er f.eks. muligt i Kirkespirdalen nord for Nanortalik. Men der skal god tid og ikke så lidt held til, hvis man vil leve af at vaske guld i Grønland.



Guldvaskning med vaskepande.



Geologisk oversigtskort over Grønland modificeret fra GGU kort. Artiklens gulddomaliteter er angivet.

Er der guld fra alle tidsaldrer?

Rundt omkring i verden er der fundet guld i bjergarter fra alle jordens tidsperioder, men brydeværdige guldforekomster er især knyttet til de meget gamle og de unge bjergartsmiljøer. De findes i enten Arkæiske grønstensbælter, der er mere end 2500 millioner år gamle, eller i forbindelse med Tertiære magmabjergarter (65-5 millioner år). Arkæiske og Tertiære guldmineraliseringer kendes fra henholdsvis Vest- og Østgrønland, men der er i løbet af de sidste 10 år desuden gjort flere guldfund i 1900-1700 millioner år gamle Proterozoiske bjergarter i Sydgrønland og opdaget lidt guld i det tidlige Palæozoiske Kaledoniske foldebælte i Nordøstgrønland.

I tabellen ses de grønlandske guldmineraliseringers aldersfordeling og dannelsesmåder. De forskellige forekomsters beliggenhed fremgår af kortet på side 38.

Arkæisk tid: Mesotermalt dannede epigenetiske forekomster i suprakrustale bjergarter/grønstensbælter. Lokalteter: Storø, Sermiligarsuk Fjord og Ege.

Proterozoisk tid: Mesotermalt dannede epigenetiske forekomster i det Ketilidiske og Rinkidiske grundfjeld. Lokalteter: Nalunaq og Niaqornaarsuk (Ketiliderne) samt området Nord for Ummannaq (Rinkiderne).

Palæozoikum: Hydrotermalt afsatte forekomster i det Kaledoniske foldebælte. Lokalteter: bl.a. Ymer Ø (Carlin-type).

Kænozoikum: Magmatisk dannede forekomster i Tertiære gabbrointrusioner ved Skærgården og Kap Edward Holm. Ikke brydeværdige fund i tungmineralansamlinger i Kvartære elvsedimenter (Kirkespirdalen).

Arkæiske guldmineraliseringer

Storø, Vestgrønland

Det seneste guldfund i Grønland er gjort på Storø i Godthåbsfjorden. Storøen er opbygget af *Amitsoq gnejs* (over 3600 millioner år) og *Malene suprakrustaler* (over 3000 millioner år). De sidste består af sedimenter og vulkaniter, som er kraftigt foldede og omdannet til glimmerskifer og amfiboliter. Der indgår også strøg af plagioklasrige bjergarter (anorthosit og leukogabbro).

Efter en pressemeddelelse udsendt oktober 1994 af Nunaoil A/S er guldmineraliseringen på Storø knyttet til en få meter bred zone i Malene suprakrustalerne. Zonen er fulgt 200 m i strygningsretningen (NV-SØ), men er muligvis mindst 700 m lang. Fire steder langs zonen er fundet synlige guldkorn, men det meste guld optræder som mikroskopisk små korn.

Prøveindsamling fra zonen gav for de tre bedste smit:

- 1) 91 g/t guld over 4,0 m, hvilket betyder, at der over 4 m findes et gennemsnitsindhold af guld på 91 g guld pr. tons bjergart.
- 2) 42 g/t guld over 2,5 m.
- 3) 24 g/t guld over 2,0 m.

Trods disse lovende tal vil det kræve omfattende undersøgelser og borer, før det kan afgøres, om Storø forekomsten er brydeværdig.

Sermiligarssuk Fjorden, Sydvestgrønland

Guldmineraliseringer i Sermiligarssuk Fjorden findes på 2 lokaliteter (Iterdlak og Nuluk) inden for den Arkæiske Tartog Gruppens grønstensbælte, hvor basiske vulkanske bjergarter (pudelava og sills) og mellemljerede sedimenter er metamorfoseret i grønskifer- til amfibolitfacies.

Guldmineraliseringerne optræder i lagvise zoner, hvor bjergarterne er stærkt hydrotermalt omdannede og imprægneret med karbonatminerale calcit, dolomit, siderit og ankerit. Guldet findes i lag, som er rige på pyrit (svovlkis, jern-svovlforbindelse), arsenopyrit (arsen-jern-svovl forbindelse) og kvarts. Guldet ses kun mikroskopisk som små (10 my) korn i pyrit og arsenopyrit. I prøver med disse mineraler er guldindholdet op til 16 g/t.

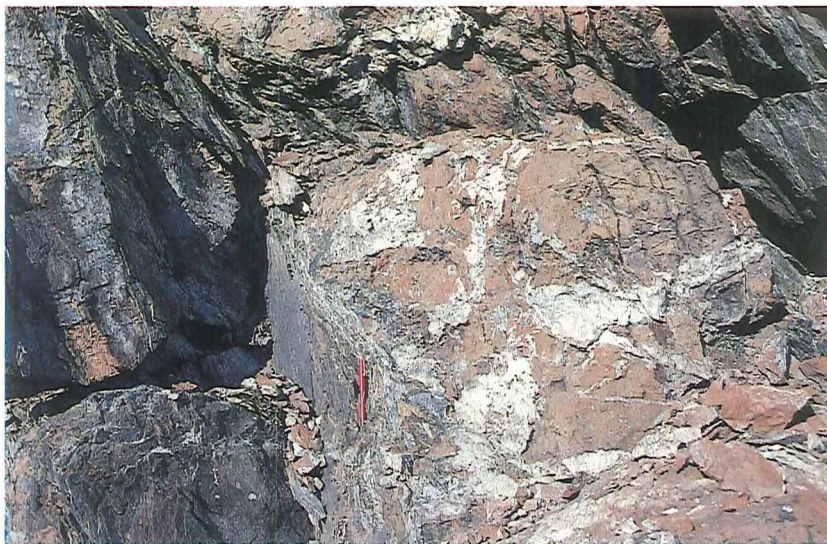


Guldførende bjergart med pyrit og arsenopyrit. Storø, Vestgrønland.

Eqe, Disko Bugt

Eqe guldmineraliseringen findes i ca. 2800 mill.år gamle suprakrustaler, som overvejende består af omdannet vulkansk pudelava samt sure vulkanske bjergarter (f.eks. rhyoliter). Kraftige hydrotermale omdannelser har gjort bjergarterne rige på brune karbonatminerale og der er også dannet sericit, chlorit og fuchsit (grøn krom-glimmer), foruden et netværk af tynde kvartsårer. Den slags omdannelser er meget typiske for guldforekomster i grønstensbælter og er velkendte fra forekomster i Canadas arkæiske grundfjeld, f.eks. Abitibi området.

Ved Eqe sidder guldet som meget små (10-50 my) korn i store pyrit-individer i kvartsårer og jævnt fordelt i de karbonatholdige bjergarter. Pyriten i kvartsårerne indeholder den største mængde guld - op til 60 g/t.



Guldførende hydrotermalt omdannet vulkansk bjergart med brune karbonatminerale og kvartsårer. Eqe, Vestgrønland.

Proterozoiske guldmineraliseringer

Nalunaq (Kirkespirdalen), Sydgrønland.

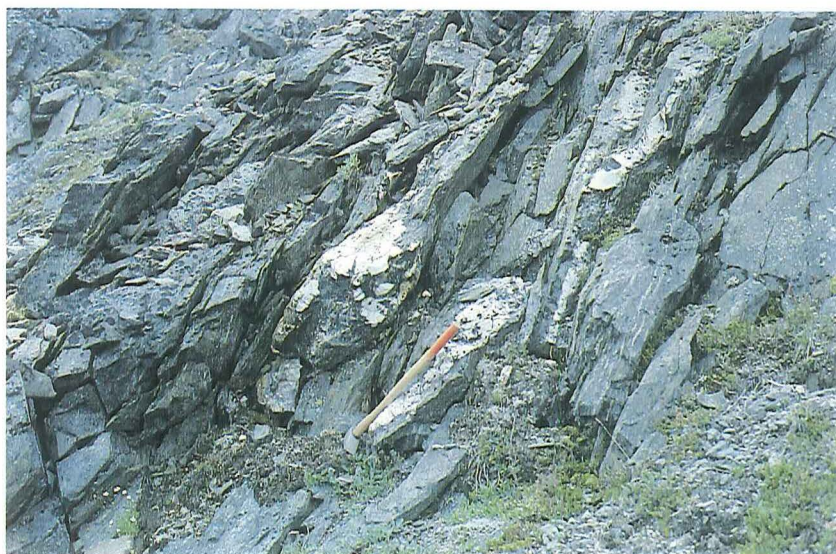
'Nalunaq guldprojekt', ca. 35 km nordøst for Nanortalik, er indtil videre det mest lovende fund i Sydgrønland. Grundfjeldet er her opbygget af omdannede basiske vulkaniter, sandsten og skifre (vulkansk aske). De mesotermale

epigenetiske guldmineraliseringer findes i kvartsårer i amfiboliter og skifre. Den største kvartsåre er 800 m lang og varierer i tykkelse fra 5 cm til 1,66 m med en gennemsnitstykkelse på 0,4 m. Den indeholder en del synligt guld.

Guldet er imidlertid meget uregelmæssigt fordelt, og det er vanskeligt at angive en gennemsnitsslødighed. Som eksempler kan nævnes nogle af de bedste snit, som varierer meget:

- 1) 107 g/t guld over 1,05 m,
- 2) 89,1 g/t guld over 1,30 m
- 3) 0,5 g/t guld over 1,75 m.

Guldkornene varierer i størrelse fra 5-380 my og findes sammen med meget få andre mineraler, hvoraf løllingit (et jern-arsen mineral) er langt det vigtigste.



Amfibolit med guldførende kvartsårer. Nalunaq (Kirkespirdalen), Sydgrønland.

Niaqornaarsuk, Sydgrønland

Niaqornaarsuk ligger nordøst for Nalunaq på vestsiden af Søndre Sermilik Fjorden, hvor fjeldet består af granitiske bjergarter fra Julianehåbsgraniten. Der findes desuden amfiboliter, subvulkaniske porfyre og pyroklastiske

bjergarter og skifre, og området er gennemsat af større nordøst-sydvestgående bevægelsesstrukturer, såkaldte shear-zoner. Til disse hovedstrukturer er knyttet ledsagestrukturer med forskellige retninger (anden-ordens shear zoner). Anden-ordens strukturerne er hydrotermalt omdannede og indeholder guld, som delvis sidder i kvartsårer.

Guldfundene er gjort på den sydøstlige del af halvøen langs Niaqornaarsuk shear-zonen og sydøst for denne. Én lokalitet er særlig rig på guld. Det er en 200 m høj ryg, hvor guldet er knyttet til kvartsårer langs en shear-zone i amfibolit. Indholdet går op til 114 g/t guld over 6,0 m. Mineraliseringerne er sporadisk rige, men tonnagen er tilsyneladende ikke stor.

Guld findes som gedigent guld eller indgår i mineralerne pyrit/pyrrhotit og arsenkis. Geokemisk følges guldet med varierende mængder af grundstofferne arsen, bismuth, wolfram og kobber.

Uummannak, Nordvestgrønland

Nord for Uummannak findes Karrat Gruppens bjergarter, hvori bl.a. bly-zink mineraliseringen ved 'Sorte Engel' er blevet brudt. Karrat Gruppen består af suprakrustaler, dels metamorft omdannede shelf-sedimenter (sandsten og karbonatbjergarter) og dels turbiditiske gråvækker, der blev afsat af slamstrømme på dybere vand. Dertil kommer underordnede mængder af metavulkaniter. Der optræder kvartsårer i turbiditerne, og der ses lidt guld i såvel værtsbjergarten som kvartsårerne.

Det højeste gulddindhold, 1,4 g/t, er fundet i en metamorfoseret gråvække, der indeholder en 5-10 cm tyk kvartsåre med 1-2% uregelmæssigt fordelt i pyrrhotit og pyrit samt spor af chalcopyrit, gedigent bismuth og bismuthinit (bismuth-svovl forbindelse).

Kaledoniderne, Østgrønland

I det centrale Østgrønland er der i nærheden af graniter og felsiske vulkaniter fundet ædelmetal-førende kvartsårer i flere forkastningszoner, bl.a. nord-sydgående forkastningszoner på Hudson Land. Den bedst undersøgte guldforekomst, som minder om den epigenetiske Carlin-type, findes imidlertid på Ymer Ø.

Ymer Ø

Guldet på Ymer Ø (Noa Dal) er fundet i senprækambriske kvartsiter, skifre og karbonatbjergarter fra Eleonora Bay Gruppen, men er især knyttet til skifre inden for en stor øst-vestgående forkastningszone, som er hydrotermalt omdannet og 'silificeret'; varme vandige opløsninger har tilført silicium og udfældet det som kvarts. Ved denne proces er også dannet pyrit,

arsenopyrit og stibnit (antimon-svovl forbindelse). Guldet findes altid sammen med arsenopyrit, og er geokemisk set knyttet til arsen-antimon eller wolfram-arsen-antimon.

Guldindholdet er generelt lavt, mindre end 1 g/t. De bedste mineraliseringsnit indeholder:

- 1) 7,2% antimon, 0,23% arsen og 0,53 g/t guld over 14 m.
- 2) 1,9% antimon, 1,48% arsen og 1.93 g/t guld over 4 m.

Den bedste enkelte analyseværdi, 7 g/t guld, stammer fra en prøve, der var helt imprægneret med arsenopyrit.



Guldførende kvarts-breccie fra Ymer Ø, Østgrønland.

Tertiære guldmineraliseringer

Skærgården og Kap Edward Holm

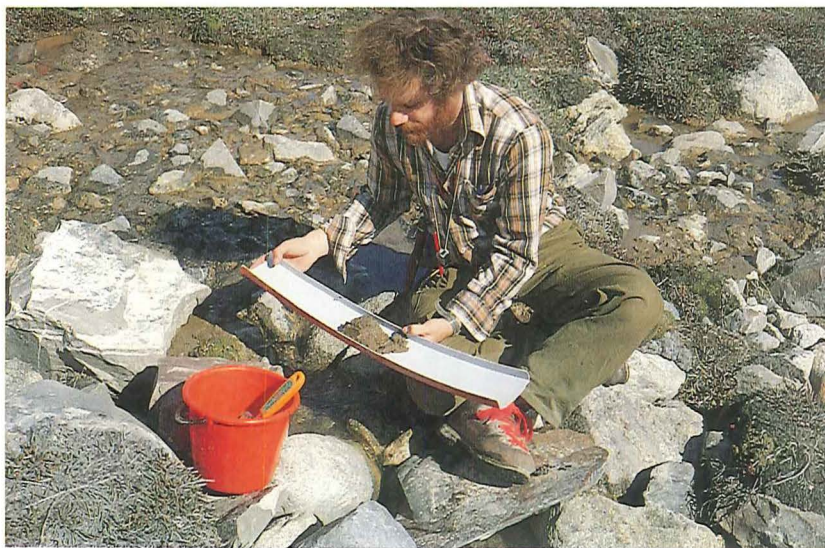
De magmatisk-lagdelte gabbroplutoner i Østgrønland indeholder ædelmetaller som guld, platin og palladium på to lokaliteter. Beskrivelsen her dækker selve Skærgårdsintrusionen, da den er bedst dokumenteret. Her er tale om en magmatisk dannet guldforekomst.

De ædle metaller forekommer i flere 'lag' i den såkaldte 'Triple Group', som findes nederst i den mellemste del af intrusionen. Denne består af gentagne lag af gabbro, hvis mineraler blev magmatisk sedimenteret (kumulatbjergarter).

Det øverste af de metalførende lag er 2-3 m tykt med op til 20 g/t guld. Guldet findes som guldelegeringer i korn op til 75 μ m i diameter, og ledsages tit af kobber- og jern-sulfidmineraler. Lige under det guldførende lag findes en palladiumrig horisont med lidt platin. Der følger endnu et par palladiumførende horisonter (se figur), hvor den nederste horisont er en 3-6 m tyk zone, som indeholder mere end 2 g/t palladium.

Hvornår kommer guldet?

Håbet om at finde en brydeværdig guldførelse i Grønland er ikke af ny dato. Allerede i 30'erne, da Dr. Lauge Koch's ekspeditioner udforskede Nordøstgrønland, var der store avisoverskrifter om, at 'GULDET KOMMER PÅ TORSDAG'. Men det er ikke kommet endnu, selv om den geologiske kortlægning og mineraljagt siden dengang er fortsat og intensiveret.



'Vaske-banan' i funktion ved guldsøgning.

Guldundersøgelserne vil også fortsætte langt hen på den anden side af årtusindskiftet, da der endnu findes mange udforskede potentielle områder

for guld i Grønland. En rentabel forekomst kræver mindst 10 g/t guld og adskillige millioner tons malm. Lødighederne er flere steder høje nok, men der mangler endnu påvisning af tilstrækkelig tonnage før en guldforekomst i Grønland bliver en realitet.

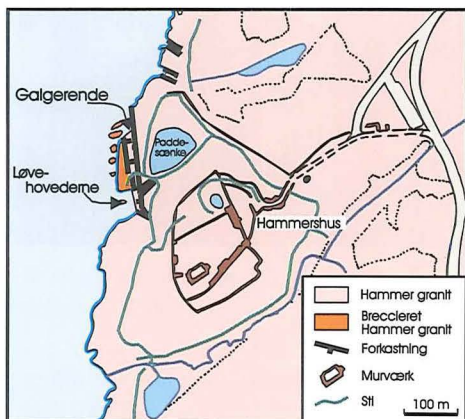


Udsnit af den tertiære Skærgårds-intrusion i Østgrønland. De guldførende horisonter i 'Triple Group' ses som tre tynde lyse 'vandrette lag' i den øvre halvdel af billedet. Foto: C. Brooks.

Løvehovederne- en ny lokalitet på Bornholm.

Tommy Jørgart

Løvehovederne er navnet på et stærkt forrevent klippeskær, der rejser sig af havet i en lille vig nedenfor Hammershus. Skæret består af granit, der er stærkt skulptureret. På toppen af skæret knejser to hoveder. Ligheden med løvehoveder er ikke påfaldende (se forside). Skæret har i turismens tidsalder fungeret som et vartegn for Bornholm. I skolebøger illustrerer Løvehovederne havets nedbrydende kræfter på den bornholmske klippekyst. Alligevel er denne erosionsrest slet ikke typisk for det bornholmske granitkystlandskab. Strandpiller med udvækster, der ligner hoveder med snude og ører, ses kun på denne ene lokalitet.



Figur 1. Skitsekort over området ved Løvehovederne og Hammershus.

Andre steder udformes ubalancerede udvækster ikke, for hvis de gjorde ville de styrte ned på grund af klippernes regelmæssige forkløftning, der sine steder kan give indtryk af, at grundfjeldet er opbygget af tusindvis af kasser stablet ovenpå hinanden (se VARV Geologi på Bornholm, III fig.30).

Nærmere undersøgelser forklarer årsagen til den særlige struktur. Løvehovederne er ganske vist ikke tilgængelige, men på næsset nord for den lille bugt, hvor Løvehovederne ligger, har grundfjeldet samme opbygning og detaljerede studier kan udføres med nogen forsigtighed. Et kort over området er vist fig. 1.

Den knudrede overflade på næsset er meget påfaldende og meget ulig fremtrædelsesformen for den normale Hammergranit, hvis udseende og forhold til havets virke kan besigtiges flere steder langs vestkysten og nordkysten. Næsset ved Løvehovederne er fyldt med kamme og gruber (fig.2). Stedvis observeres strukturer, der minder om Løvehovederne, ikke mange egentlige hoveder, men dog nogle, temmelig små, korthalsede og dårligt formede.

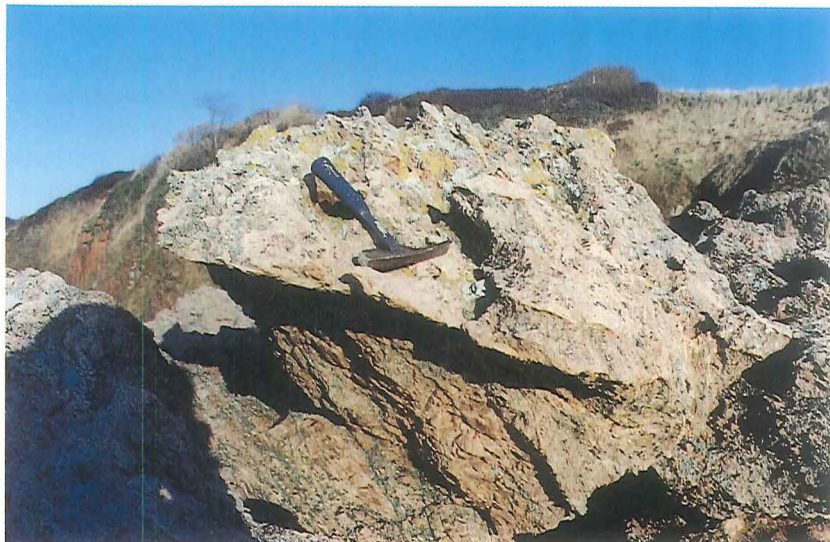


Figur 2. Den knudrede overflade på næsset nord for Løvehovederne. Hammerknuden ses i baggrunden. Et netværk af tynde cementerede gange står frem som skarpe rygge.

Granitens indre opbygning her er noget helt for sig selv, men den har alligevel i kraft af sin lyse farve en vis lighed med normal Hammergranit. Den faste klippe indeholder større og mindre brudstykker af Hammergranit (fig.3). Nogle partier udgøres næsten udelukkende af tætliggende skarpkantede fragmenter i enhver størrelse, og i andre partier er fragmenterne adskilte og sammenkittet af en gullig, stedvis rigelig mellemmasse. De partier, hvor mellemmassen er rigeligst, er de hårdeste. Det er disse partier, der står frem som kamme og volde. Enkelte steder ses skarpt afgrænsede tynde gange rige på mellemmasse (fig.4), men større og tykkere partier af langstrakt form og mere uregelmæssig afgrænsning er mere almindelige. Alle observationer af de enkelte bjergarter ved Løvehovederne viser utvetydige tegn på knusning, idet bjergarterne har samme karakter som en knust vinduesrude opdelt i store og små fragmenter, hvor de enkelte glaskår passer sammen.



Figur 3. Breccie med op til 10 cm store fragmenter af Hammergranit, som står frem, fordi mellemmassen er bevokset med sorte alger.



Figur 4. Breccieret parti hvor tynde og hårde gange rige på mellemmasse står tydeligt frem.

Bjergarter med denne struktur kaldes breccier, og de begivenheder, der danner dem, kaldes brecciering, i hvert fald så længe, man ikke kender den nøjagtige proces. Brecciering er en destruktiv proces, hvor stor energi ofte er blevet investeret i ødelæggelsen af udgangsbjergarten. Breccieringens intensitet og omfang afspejler størrelsen af energiudløsningen. Brecciering kan have flere årsager. Meteornedslag og udløsning af regionale spændinger er mulige forklaringsmodeller.

I terrænet nord for Løvehovederne synes breccie-bjergarterne at kunne inddeles i to hovedtyper. Én type er domineret af granitfragmenter, en anden type af mellemmasse, der cementerer fragmenterne. Den sidste type danner fortrinsvis et tredimensionelt diffust net, hvor maskerne i nettet udgøres af den fragmentrige type. De cementerede gange og partier har mange forskellige orienteringer, men vel nok hovedparten stryger nord-syd og hælder stejlt mod vest. Forkastninger med denne retning ses også i den ubreccierede granit i bunden af vigen (fig. 5). Er det mon en tilfældighed ?

Næsthøypigst er svagt hældende cementerede partier. Det er dem, der i kraft af deres særlige sammenhængskraft giver anledning til de udbulinger, som kan ligne hoveder. Nærmere studier viser, at de to breccietyper er dannet i et koblet hændelsesforløb, hvor knusningen er ældre end cementeringen, men med et vist overlap mellem de to delprocesser.

Udgangsbjergarten er tydeligvis Hammergranit, omend de fleste fragmenter synes noget mere finkornet end denne granit. At dømme efter observationer i tyndsnit synes knusningen kun at have tilføjet bjergarten mekanisk skade, og den har hverken ført til opsmeltning eller udviklet chocklameller i mineralerne. Nydannede mineraler kunne ikke umiddelbart påvises i det cementerede materiale. Karakteren af cementeringen er derfor ukendt. Det er uafklaret, om cementeringsmaterialet består af pulveriseret og sammensintret Hammergranit, eller om det repræsenterer stedfremmed og tilført materiale, der er blevet presset, blæst eller på anden måde ført ind i revnerne.

De omtalte klippevægge i bunden af vigen præges af en mere regelmæssig forkløftning. Det breccierede områdes østgrænse ligger cirka her. Breccier domineret af cementeringsmateriale er kun fundet vest for Galgerenden, en lille sprækkedal, der strækker sig fra bunden af vigen mod nord (fig.1). Breccierede bjergarter findes i det mindste helt til den nordlige ende af det smalle bådformede område, der ligger mellem Galgerenden og kysten. Det breccierede område synes således ikke stort, men dets nordlige og sydlige begrænsning er ikke fundet.



Figur 5. Kystklipperne i bunden af vigen visende tætliggende forkastningsplaner, der stryger ca. nord-syd og hælder 60-70 grader mod vest. Mellem planerne ses øst-hældende forkløftninger, der sammen med forkastningsplanerne giver snittet 'stige-struktur'. Det synes som om de gennemgående planer er forkastningsplaner, langs hvilke den vestlige (venstre) del er sunket i forhold til den østlige. Blokkene i strandvolden er i hovedsagen normal Hammergranit. Ikke en eneste blok af breccieret Hammergranit fandtes her.

Der er observeret flere pegmatitlegemer, der tilsyneladende er blevet forsat i forbindelse med breccieringen. Men med en enkelt undtagelse giver blotningerne ikke mulighed for at bedømme forholdene i 3 dimensioner. Undtagelsen er en 1 m bred pegmatitgang, der stryger ca. nord-syd og står lodret. Den kan følges fra havstokken op på plateauet. Den ser ud til at være forsat af en svagt hældende forkastning, så pegmatiten øverst er forskudt 2 meter mod øst, altså ind mod Bornholm (fig. 6). Diabasgange, som kunne hjælpe med til at fastlægge breccieringens alder, blev eftersøgt, men ikke fundet.

Hvad brecciens dannelsesmåde angår, står foreløbig to muligheder åbne. Breccieringen kunne være fremkaldt af regional forkastningsaktivitet eller den kunne være opstået ved en lokal 'eksplosiv begivenhed'.

Det er velkendt, at Bornholm er en horst, som på alle sider omgives af nedsænkede områder. Mod vest grænser Bornholm op til Rønne graven, et

forkastningsbegrænset, stort bassin, som i Mesozoikum blev sænket flere km i forhold Bornholms granithorst. Bassinets østlige hovedforkastning følger tilnærmelsesvis Bornholms vestkyst, men drejer væk fra Bornholm ved Teglkås (se VARV 1985 -1). Den splittes dog samtidig op i to, hvoraf den østligste menes at følge stejlkysten videre mod nord. Måske er det denne forkastningsaktivitet, der har bevirket dannelsen af breccierne ved Løvehovederne? Nogle af forkastningsplanernes orientering taler for dette.



Fig. 6. Overreven pegmatitgang i stejlvæggen, der afgrænser næsset mod Løvehoved vigen. Skala angives af stålstængerne, der er godt 1 meter høje. Overrivningen er foregået langs en næsten vandret overskydning.

En 'lokal eksplosiv begivenhed' synes dog bedre at kunne forklare ødelæggelsens intensitet og kaotiske karakter indenfor det snævre breccieområde. Til gengæld mangler der de specifikke kriterier. Det er svært at begrunde en dannelse ved eksplosiv vulkanisme, når der ikke er fundet glas eller andre spor efter tilstedeværelse af smelte. Det er også svært at argumentere for et meteornedslag (impaktbrecciering), når der ikke er observeret en ringstruktur, slagkegler eller chocklammeller (se VARV 1993-4).

Forfatteren forestiller sig ikke, at disse ord er de sidste om sagen. I denne hastigt gennemførte undersøgelse dominerer geologisk intuition over nøjagtige studier. Der mangler en egentlig kortlægning, som kan vise områdets afgrænsning mod nord og syd. Det er ikke kendt om lignende brecciedannelser optræder andre steder på Bornholm, og der mangler en nøjere undersøgelse af de rumlige forhold i forbindelse med de formodede overrevne pegmatitgange, tilstedeværelsen af andre overrevne strukturer, karakteren af cementeringen etc., etc.

Skån lokaliteten!

Geologisk interesserede, der ønsker at besøge denne usædvanlige lokalitet, bedes undlade at bearbejde de faste klipper med hammeren. I den nordlige del af Galgerenden ligger mange nedstyrtede blokke. Her kan en prøve tages uden at beskadige lokaliteten.

Forfatterens efterskrift:

Det omtalte næs på plateauet har igennem årene været benyttet som udsigtsplatform, hvorfra det tætteste kig på Løvehovederne kunne fås. Hundreder tusindvis af besøgende, heriblandt mange geologer, har været her. Jeg kan være lidt utryg ved tanken om, at jeg måske har overset en tidligere undersøgelse og måske rettelig burde kreditere en eller anden for den originale iagttagelse af de her omtalte strukturer. Hvad værre er, jeg kan have overset andre og bedre iagttagelser og modeller. Det er næsten for mærkeligt, at de omtalte forhold ikke skulle være blevet bemærket og bearbejdet før.

Ifald jeg har overset noget sådant, vil jeg gerne underrettes herom.

Et nyt dansk mineral ??

Aage Jensen

En af vore dygtigste amatorsamlere, Ole Burholt fra Ræhr, har fundet mange værdifulde fossiler, bl.a. forstenede fisk, i moleret. Han har også længere sydpå i Jylland, i Beiningeleret fra den nedre del af Vejle Fjord Formationen, fundet hvalkranier og hvirvler. Flere af disse fund er blevet Danekræ (VARV 1994-1 og 1995-1).

Men Ole Burholdt har fundet andet end fossiler!

I starten af 90'erne fandt han et usædvanligt udseende mineral i moleret ved Feggeklint - ikke langt fra det gennemgående cementstensbånd med aske-lagene +101 og +102. Niels Bonde fra Geologisk Institut, Københavns Universitet, gennem hvem mange Danekræ-forsteneringer er blevet indbragt til Geologisk Museum, fik under et af sine mange besøg i molersområdet dette mærkelige mineral med 'hjem' til nærmere undersøgelse.

Derved fik jeg det lysegrønne til hvidlige mineral, der tilsyneladende havde udfyldt en sprække i moleret, i hænde. Jeg bestemte lysbrydningen til 1,4867 og hårdheden til 4, men det var ikke nok til at identificere mineralet. Lidt af det grønlig mineral blev derfor indleveret til røntgenundersøgelse hos Erik Leonardsen, lederen af Mineralogisk Afdelings røntgenlaboratorium. Men desværre viste det sig, at mineralet er amorft d.v.s uden nogen krystalstruktur, og derfor ikke kan bestemmes med røntgen. Så blev bolden givet videre til Haldis Bollingberg, der står for Petrologisk Afdelings spektralanalyser. Haldis fik følgende resultat:

Y	0,13 %
Cu	0,20 %
Fe	0,045 %
Mg	0,760 %
Ni	spor
Al	9,0 %
Ag	kunne ikke bestemmes
Ca	4,5 % eller mindre
Si	13 %
Pb	kunne ikke bestemmes
Mn	kunne ikke bestemmes
Bi	spor
Na	spor

Der er altså tale om et mineral, der hovedsageligt består af silicium og aluminium. Men der må være andre bestanddele, for spektralanalysen giver ikke 100 %, når tallene lægges sammen.

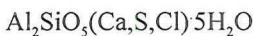
Nu var gode råd blevet dyre. Der var ikke flere muligheder tilbage for at bestemme mineralet med metoder, hvortil der kun kræves ganske lidt materiale. For at komme videre var det nødvendigt at indstøbe prøven i araldit, så der med diamantsav kunne skæres en skive af til et tyndslib. Efter indstøbningen var der ikke mere grønt tilbage, men prøven kunne bruges til mikrosondeanalyser.

Mikrosondelaboratoriets leder, Jørn Rønsbo, var nu behjælpelig med at finde frem til følgende resultat, som viser gennemsnitsværdier af seks analyser:

Na ₂ O	0,15	+/-0,04
MgO	0,28	0,03
Al ₂ O ₃	44,19	0,79
SiO ₂	26,29	0,61
SO	2,04	0,10
Cl	1,33	0,21
K ₂ O	0,17	0,09
CaO	1,87	0,14
TiO ₂	0,01	0,00
Cr ₂ O ₃	0,03	0,04
MnO	0,01	0,00
FeO	0,01	0,00
NiO	0,02	0,01

SUM: 76,41 +/-0,56

Her fik vi altså heller ikke 100% som sum, men mikrosondens opførsel tyder meget på, at de manglende 21% simpelthen er vand. På det grundlag er jeg nået frem til at mineralet sandsynligvis har følgende kemiske formel:



Ole V.Petersen har kørt disse tal gennem Geologisk Museums mineralogiske database og ikke fundet nogle mineraler, som tallene passer til. Ole V. Petersen føler sig alligevel ikke sikker på, at der er tale om et *nyt mineral*.

Her ender jagten desværre, for selvom der skulle være tale om et nyt mineral, er der ikke materiale nok tilbage til at lave en massefyldebestemmelse. Uden en sådan anerkendes et 'nyt' mineral ikke som nyt.

Det er en skam. Jeg ville gerne have kaldt mineralet for bondeit efter Niels Bonde, som - ligesom Ole Burholt - er en meget entusiastisk fossilsamler. Det kunne have været hyggeligt at opkalde et mineral efter en vertebrat-palæontolog!

Jeg vil derfor, her gennem VARV, opfordre vore mange amatør-samlere til at se særlig godt efter, om der skulle kunne findes mere af dette drilagtige grønlig mineral. Så kunne det måske lykkes at få løst gåden.



Det omtalte mineral fra moleret. Foto; O.B. Berthelsen

DANMARK -I ETT GLOBALT PERSPEKTIV

Populär framställning av ett aktivt forskningsfält

Svante Björck

De senaste årens alltmer ökade intresse för de hurtige och ofta dramatiska klimat-svängningarna under den senaste istiden och vid övergången mellan den senaste istiden och den nuvarande värmetiden avspeglar sig på forskellig måde. Ett exempel är den amerikanske vicepresidenten Al Gores stora intresse för denna forskning som yttrar sig i paleoklimatiska hearings i Vita Huset och i en kontinuerlig dialog med många av våra amerikanska kolleger.

Ett annat mer närliggande exempel är den svenske växthuseffekt-experten Bert Bolins nära kontakter med den svenska regeringen och Global Change programmets säte vid Kungliga Vetenskapsakademien i Stockholm. Detta alltmer ökade intresse för Jordens miljö, klimat och framtid avspeglade sig också vid FN:s senaste stora miljö-konferens i Rio de Janeiro. På den stora politiska och samhälls-ekonomiska intresse som finns för dessa frågor har resurserna för paleoklimatisk forskning i den industrialiserade världen ökat kraftigt under det senaste decenniet. Detta har också manifesterats under senare år genom ett stort antal artiklar i *Nature* och *Science*.

Den gemensamma nämnaren för dessa artiklar har varit att försöka förstå de bakomliggande orsakerna och processerna till de kraftiga klimatförändringar vi kvartär-geologer ser så många bevis för. Som kronan på verket för denna forskning har nu Kungliga Vetenskapsakademien i Stockholm bestämt sig för att dela ut det så kallade alternativa Nobelpriset, Crafoordpriset, i geovetenskap till "banbrytande insatser inom kvartär paleoklimatologi". Det är väl inte alltför vågat att påstå att en av våra kolleger här i Köpenhamn, en känd dansk forskare på Niels Bohr institutet, ligger väl till för detta pris! (Redaktörens bemärkning: Prisen er som forventet blevet tildelt professor Willy Dansgaard).

Ökad och ny kunskap inom ett forskningsfält leder förr eller senare till att denna kunskap når allmänheten via populärvetenskaplig information. Ett ämne som kvartär paleoklimatologi och paleomiljö är dessutom tacksamt att vidarebefordra eftersom det är människans epok, det finns en direkt tidsmässig kontakt med dagens värld och miljö och därför att klimatet och dess effekter på vår miljö upplevs som något i högsta grad relevant för vår livskvalitet. När det dessutom visar sig att vår värld med våra förfäder, för inte alltför länge sedan, har upplevt mycket dramatiska förändringar blir ämnet

också mycket spännande. Det är därför glädjande att se och läsa en skrift som Nina Rehfeldts 'Fra istid til bøgetid' utgiven av Naturhistorisk Museum i Århus (2. udgave 1994) i deras serie Natur og Museum. Det är ett gott exempel på hur nya forskningsresultat relativt hurtigt har nått fram till allmänhetens förmedlare av dessa kunskaper och hur dessa har stöpts om till en form som är mycket tilltalande. Kunskaperna som presenteras är som sagt relativt färska, språket är lättfattligt men ändå professionellt och bilderna och illustrationerna är utomordentliga, dvs både informativa och tilltalande.

Danmarks fantastiska sen-kvartära stratigrafi gör en sådan här publikation än mer aktuell och ur allmänhetens synsvinkel intressant och förståelig. Knappast någon annanstans finns ett liknande arkiv och det känns därför mycket naturligt att Kalø Vig i Århusbugten får representera de globala förändringar jorden upplevt under de senaste 13.000 åren. Liksom man arbetar sig igenom de geologiska lagren ute i fält bläddrar man sig igenom detta arkiv i Rehfeldts lilla skrift (39 sidor) genom att följa landskapets, florans och faunans utveckling som ett resultat av klimat, andra miljöförändringar (t.ex. havsytans och jordbundens förändringar), invandring och konkurrens samt även människans ingrepp i naturen. Men till skillnad från många andra liknande alster överdrivs inte människans roll i stenålderslandskapet. Däremot beskrivs kortfattat hur hon gradvis börjar dominera och till slut skapar det kulturlandskap vi nu omges av i större delen av Europa.

Förutom att den sen- och postglaciala utvecklingen alltså beskrivs tämligen väl, ingår också en del andra väl motiverade avsnitt. Rehfeldt beskriver dels kortfattat de pre-kvartära istiderna innan hon sammanfattar kvartärtidens klimatförändringar och deras eventuella övergripande orsaker. Hon berättar också om mossarnas potential som klimatarkiv, pollenanalysens betydelse för att förstå vegetationens, landskapets och klimatets historia och principerna bakom ^{14}C metoden som dateringsinstrument.

Skriften avslutas med en kort information om dagens klimatfluktuationer, deras orsaker samt människans påverkan på klimatet. Som fackman är man van vid att påträffa många fel och missuppfattningar i populärvetenskapliga skrifter. Så är inte fallet denna gång men ett antal fel har dock påträffats och några av dessa är värda ett påpekande: havsytan låg under istidsmaximum 120-130 meter under dagens havsytan (och inte 70 meter), havsytan steg inte med 25 meter under de första 500 åren av äldre lindetid utan snarare 10 meter (på g a eventuellt lokal landsänkning kan däremot den relativa förändringen ha varit 25 meter) och nästa istidsmaximum förväntas inte om 5000-10.000 år utan om 60.000 år även om mindre stadialer är prognosticerade till att inträffa om 5000, 25.000 och 40.000 år.

Dessa påpekanden är dock bara små anmärkningar och denna skrift rekommenderas därför varmt till både allmänhet och andra avnämare som t ex gymnasieskolor och kvällskurser av forskellige slag där landskapets, miljöns och klimatets historia ingår. Det är ju som amerikanarna säger 'a hot topic' !

Nina Rehfeldt: 'Fra Istid til Bøgetid'. 2.udg. Natur og Museum, Naturhistorisk Museum, Århus 1994. Pris 48 kr.



ANMELDELSE

GEOLOGISK SET: Det mellemste Jylland

67 geologiske lokaliteter mellem Limfjorden og Kongeåen.

Michael Houmark-Nielsen

Som det nyeste skud på stammen i Skov og Naturstyrelsens beskrivelser af nationale geologiske interesseområder foreligger nu en omfattende redegørelse for de geologiske forhold på 67 lokaliteter i det mellemste Jylland. Tidligere udkom "Geologisk set: Det nordlige Jylland" omhandlende 31 lokalitetsbeskrivelser.

Den nye udgivelse, som fører samme format og layout, behandler udover geologien lokaliteternes adgangsforhold, værdi, trusler og eventuelle plejeforanstaltninger. I indledningen antydes modstridende interesser mellem på den ene side friholdelse af geologiske profiler og landskaber ved jævnlig afgravning samt rydning af vegetation og på den anden side fredningsinteresser, råstofudnyttelse, kystsikring og beskyttelse af privat ejendomsret.

Som grundlag for beskrivelserne opstilles en geologisk ramme, der bygger på store mængder publicerede, men også upublicerede geologiske data. Rammen omfatter dels undergrunden med vægten lagt på Kridt og Tertiær, dels de kvartære aflejringer og landskabsformer. Med henvisning til relevante lokaliteter behandles aflejringerens udseende, oprindelse og udbredelse. I den stratigrafiske gennemgang fra Kridt gennem Tertiær til 'Prækvartær-overfladen' sammenflettes områdets geologiske historie med den regionale udvikling, bl.a. illustreret ved paleogeografiske kortskitser og lagfølgediagrammer.

'Prækvartær-overfladens' højdeforhold og dens dannelse er kun overfladisk omtalt i den geologiske ramme. Selvom enkeltelementer af denne yderst reliefrige grænse er behandlet under visse lokaliteter, savnes en samlet fremstilling. Denne kunne baseres på det smukke højdekurvekort (fig. 10), undergrundens fremherskende og regionalt betingede strukturelementer samt 'istidslandskabets' terrænformer.

Afsnittet om Kvartærtiden omfatter dels beskrivelser af udvalgte stratigrafiske og paleoøkologiske metoder, dels en redegørelse for udbredelsen af glacielle og interglacielle aflejringer, de dertil knyttede marine og terrestriske paleomiljø samt den midtjyske isstrømskronologi. Forfatterne har bevidst valgt at give en samlet fremstilling af midtjyllands kvartære stratigrafi og glaciationshistorie, der for en stor del bygger på upublicerede data. Glacialstratigrafien omfatter 12 till- (moræne-) bænke afsat af hver sin isstrøm og

adskilt af smeltevandsaflejringer eller interglaciale dannelser fra de sidste fire istider. Adskillige isstrømmes udbredelse og tidsmæssige placering lader sig ikke umiddelbart korrelere til den øvrige danske isstrømskronologi. Det har imidlertid ikke været forfatterens eller udgiverens mening at give dokumentation for den glacialstratigrafiske ramme, denne må afvente publikation i internationale anerkendte videnskabelige tidsskrifter.

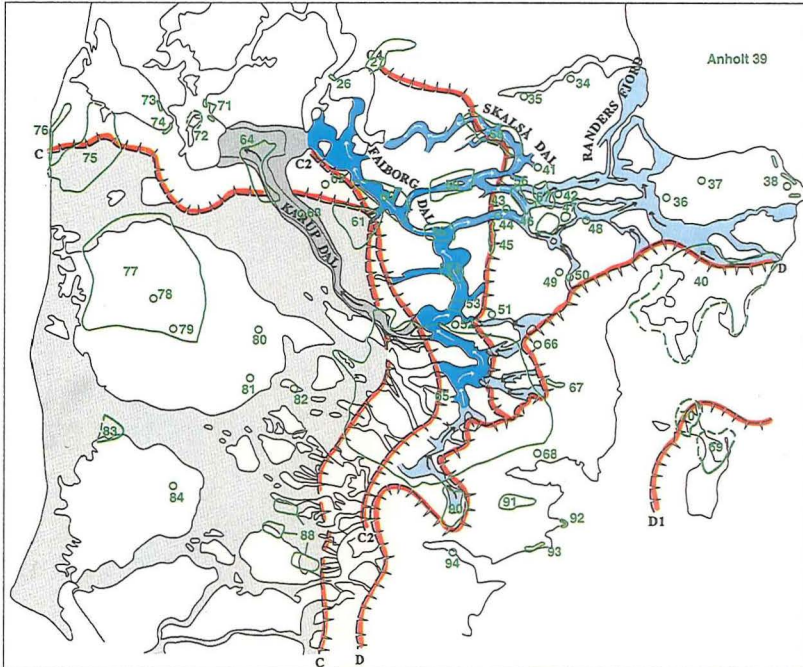


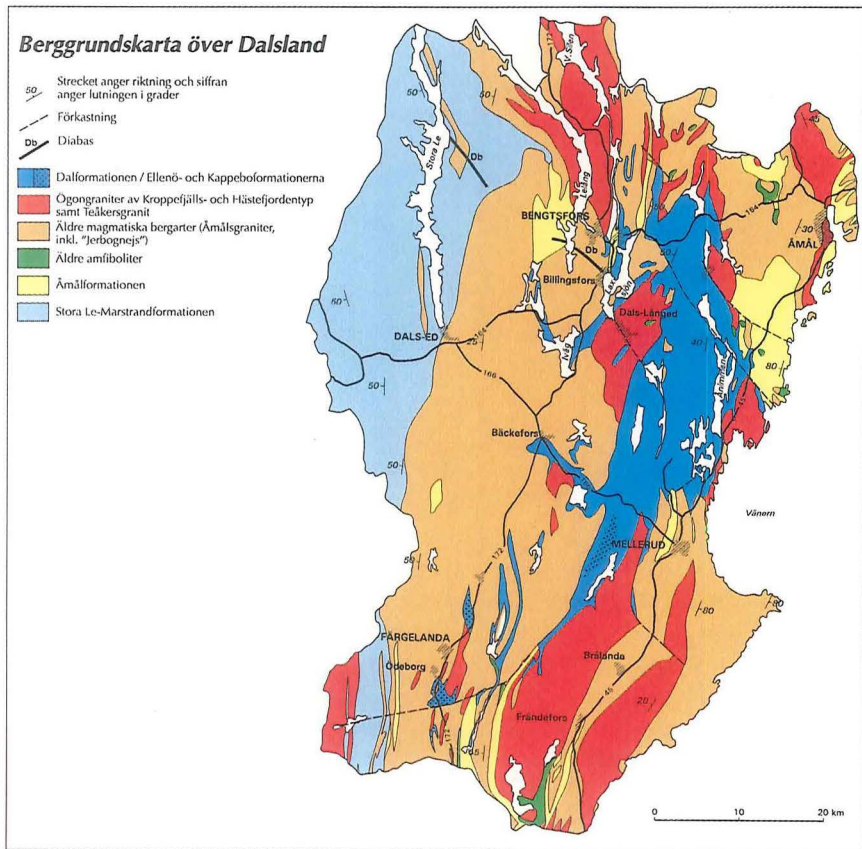
Illustration fra bogen

Således rustet gennemgår bogen herefter i en engageret og oplagt form de geologiske forhold på 67 lokaliteter, hvoraf nogle er samlet i særlige geografiske eller morfologiske områder. Behandlingen af hver lokalitet er ledsaget af topografiske kortudsnit, som gør det muligt altid at finde frem til lokaliteten. Desuden ledsages de fleste beskrivelser af et rigt billedmateriale bestående af fotos, forskellige tematiske kort, profilskitser, stratigrafiske lagsøjler, tektoniske blokdiagrammer og ikke mindst en litteraturliste, der er forsøgt gjort så komplet som mulig. Bagest findes desuden en oversigt over supplerende litteratur om regional geologi, opslagsværker samt publikationer om beskyttelse og pleje af lokaliteter foruden en adresseliste for geologisk interesserede og en liste over behandlede emner.

Bogen er yderst velegnet både som grundlag for professionelt ekskursionsbrug og til en søndagsudflugt med mor ved rattet. Prisen taget i betragtning får brugeren 'meget geologi for pengene', og indbinding og layout gør den brugbar i felten, hvor geologien som bekendt skal ses og opleves. Via forfatterne har Skov og Naturstyrelsen med denne udgivelse taget endnu et skridt mod den populære fremstilling af et kompliceret emne og fremtidige 'Geologisk set' imødeses med spænding.

Gunnar Larsen & Christian Kronborg: 'Geologisk set: Det mellemste Jylland'. Red. S. Andersen, Skov og Naturstyrelsen, 1994, Geograf-forlaget, 5464 Brenderup. ISBN 87-7702-132-0, 272 sider, pris 248 kr.

GEOLGIN FÖRKLARAR LANDSKAPET 7



ANMELDELSE

Geologi fra kano

Asger Berthelsen

Det er ikke blot på Gudenåen, man kan sejle i kano. Det indbyder de mange søer i Dalsland også til.

Planlægger du en tur til Dalsland, bør du vide, at Dalsland Turistråd i 1993 udgav det fjerde bind i serien 'Känn Ditt Dalsland'. Det er en tiltalende lille bog, '**Geologi i Dalsland**', skrevet af Göteborg-geologen Karl-Inge Åhäll.

Karl-Inge Åhäll fører på 48 sider sin læser på rejse gennem det smukke og spændende Dalsland. Geologisk set spænder rejsen over mere end 1700 millioner år, så der kan være langt mellem de enkelte stop undervejs. Bogen giver alligevel en let tilgængelig indføring i Dalslands geologiske mysterier, ligefra dannelsen af det ældste grundfjeld til indlandsisens afsmeltning. Der gøres også rede for samspillet mellem berggrunden, landskabsformer og botaniske væksters udbredelse, og der præsenteres klare løsninger på spørgsmål, der knytter sig til de enkelte blotninger.

De store problemer, om hvordan kilometertykke bjergartsskiver under bjergkædefoldningen for 1000 millioner år siden blev stablet sammen og skudt ind over hinanden langs mylonitzoner, berøres kort i indledningen, men uddybes ikke i de efterfølgende afsnit. Det er sikkert et klogt valg, for hvordan skulle man kunne popularisere noget, som geologerne stadigvæk er fnysende uenige om. Der krydres derimod med mindre kontroversielle emner som gammel minedrift, jættegryder og 'kalt berg'.

Med denne velillustrerede bog i kanoen eller 'Räven' skulle ingen turist føle sig geologisk fortabt i Dalsland.

Geologi i Dalsland (ISSN 0284-6683) kan bestilles hos **Dalslands Turistråd, Box 181, S-662 24 Åmål.**

Nyt fra DAGU ved Mogens K. Hansen

INDBYDELSE

Nordisk Symposium for Amatørgeologer 1995
Moss 22/9- 24/9 1995

Hovedtema: Langesundsfjordens historie, geologi og mineraler.
Tilmeldelse til (inden 15.august) Hans V. Ellingsen, Kaptein
Oppegårdsvei 3, N 1164 Oslo 11

Priser:

Foredrag + ekskursion 275 NOK

Foredrag.....175 NOK

Ekskursion 150 NOK

Enkelt foredrag..... 50 NOK