

# GULD

## PLATIN OG PALLADIUM I ØSTGRØNLAND



af Rune B. Larsen

Grønland jubler! Det var den overskrift, man kunne læse i B.T. 13. november 1989, efter at lektor C.K. Brooks (Københavns Universitet) havde offentliggjort en artikel, der omtalte et nyt guldfund i Skærgårdsintrusionen på Grønlands østkyst (fig. 1). Men har grønlænderne nogen grund til at juble? – og skal den definitive løsning på Danmarks betalingsbalanceproblemer findes i Grønlands undergrund? Med andre ord: Hvor meget guld er der, hvordan sidder det, og vil det kunne betale sig at bryde det? I de følgende afsnit vil en beskrivelse af ædelmetallernes forekomstmåde og dannelse forhåbentlig kunne give svar på nogle af disse spørgsmål.

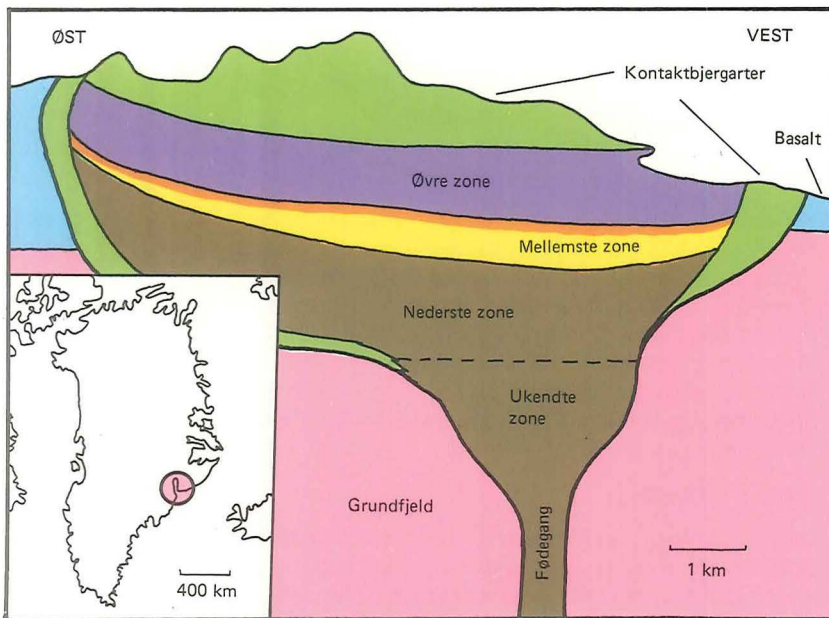
### Geologisk opbygning

I artiklen om Basalter i Østgrønland omtalte Lotte Melchior Larsen, at basalterne blev dannet i de tidlige stadier af Nordatlantens dannelse. Skærgårdsintrusionen udvikledes ligeledes i forbindelse med Nordatlantens tidlige opsplittning, idet den intruderede i den øvre skorpe for ca. 55 millioner år siden, kort tid efter at basalterne var strømmet ud over de kontinentale bjergarter. Magmakammeret dannedes i zonen mellem de kontinentale prækambriske bjergarter og de overliggende basalter.

Man regner med, at Kangerdlugssuaq-området, hvor Skærgårdsintrusionen er lokaliseret, befinder sig umiddelbart over centrum af den 'plume', der er omtalt i Melchior Larsen's artikel, sådan at tilførslen af magma fra den øvre del af kappen, har været særlig stor i dette område. Dannelsen af såvel basalterne som Skærgårdsintrusionen er således forårsaget af 'plume'-aktiviteten, men det magma, der dannede Skærgårdsintrusionen, nåede aldrig overfladen. Det blev 'fanget' 7 km under jordens overflade, hvor det i løbet af de næste 800 tusinde år afkøledes langsomt og dannede en karakteristisk lagdelt bjergart, en såkaldt lagdelt gabbro.

Siden slutningen af 30'erne har Skærgårdsintrusionen været målet for talrige geologiske ekspeditioner. Ikke fordi man på det tidspunkt kendte noget til ædelmetal-mineraliseringerne, men fordi Skærgårdsintrusionen på et tidligt tids-

punkt blev typeeksemplet på, hvorledes sammensætningen af krystalfase og smeltfase ændrer sig under dannelsen af en lagdelt gabbro. Den karakteristiske lagdeling, som kendetegner intrusionen, kan iagttages direkte på blottede flader, hvor mineralerne er udskilt i mørke bånd bestående af olivin, pyroxen, magnetit og ilmenit, og i lysere bånd, der overvejende består af plagioklas.



Figur 1. Skærgårdsintrusionen set i et tværsnit fra øst mod vest. Intrusionen er delt op i 3 hovedenheder, hvoraf den centrale del betegnes som den lagdelte serie, der yderligere er delt i nedre zone, mellemste zone og øvre zone. Mellem den lagdelte serie og grundfjeldet (rosa), hhv. basalterne (blå), findes kontaktbjergarterne (grønne), der ligeledes er underinddelt i flere mindre enheder (som ikke er vist på figuren). Den sidste enhed kaldes den ukendte zone eller den gemte zone, idet man på grundlag af geokemiske beregninger kan påvise dens eksistens, men man har aldrig iagttaget den i felten, da den ligger dybt under overfladen. Den lagdelte zone er udkrystalliseret nedefra og op, mens kontaktbjergarterne krystalliserede fra kontakten og indad. Ædelmetalmineraliseringerne (orange) er knyttet til toppen af den mellemste zone, hvor de sidder i to horisonter (på figuren vist som et enkelt bånd).

På fig. 2 kan man i den 1200 meter høje fjeldside på den anden side af gletscheren skimte et lyst bånd, som danner en anden form for lagdeling og i betydelig større skala. Det lyse bånd er det nederste af tre lag, der samlet betegnes

'Tripple Group' (TG). De tre lyse lag i TG (L1, L2 og L3) er ca. 10 meter tykke og ligger inden for et bælte på 120 meter, således at L1 og L2 findes i de nederste 40 meter, mens L3 er placeret helt øverst. Båndenes lyse farve skyldes et større indhold af plagioklas og et mindre indhold af de mørke mineraler og magnetit og ilmenit, end der er i de omgivende bjergarter.



*Figur 2. Imellem teltene kan man se, hvorledes gabbrolagdelingen veksler mellem lysere og mørkere bånd. Årsagen til lagdelingen har været heftigt debatteret, siden den blev opdaget for ca. 50 år siden, men i følge den klassiske teori er lagdelingen fremkommet ved udkrystallisation under særlige rolige forhold i magmakammeret, så mineraler med større vægtfylde er sunket til bunds i kammeret først efterfulgt af de lettere. Ved tilførsel af nyt magma kan processen gentages. Pilen peger på laget L 1 (fra 'Tripple Group'), og ædelmetalmineraliseringerne er fundet umiddelbart herunder.*

TG-lagene har altid tiltrukket sig geologernes opmærksomhed på grund af det særprægede udseende, der gør, at man kan se dem fra flere kilometers afstand, men også fordi TG's dannelse endnu er uafklaret. Da det canadiske explorations selskab *Platinova* i 1986 opdagede, at sedimenter i elvene, der drænerer Skærgårdsintrusionen, indeholdt anormale koncentrationer af guld, rettedes opmærksomheden mod TG ud fra den antagelse, at mineraliseringerne sad i dette niveau. Og ganske rigtigt. Detaljerede indsamlinger af prøver op gennem TG viste, at det første lyse lag (L1) og bjergarterne umiddelbart derunder indeholdt små koncentrationer af guld, platin og palladium, og hvad mere var, at fore-



komsten kunne følges over hele intrusionen i det samme stratigrafiske niveau.

Det viste sig yderligere, at koncentrationen af ædelmetaller og tykkelsen af den mineraliserede horisont steg fra kanten af intrusionen ind mod de centrale dele. Der var derfor håb om, at de højeste ædelmetal-koncentrationer skulle findes umiddelbart over intrusionens fødegang, hvorigennem magmaet i sin tid blev tilført (fig. 1), men i denne del af intrusionen ligger TG imidlertid mere end 200 meter under overfladen. *Platinova* iværksatte derfor i sommeren 1989 et stortilet boreprogram, som skal videreføres i sommeren 1990.

### Hvordan optræder ædelmetallerne ?

De overflade-baserede undersøgelser viste, at ædelmetal-mineraliseringerne fandtes i to niveauer adskilt fra hinanden af op til 40 meter gabbro, der kun var svagt anormale med hensyn til guld, platin og palladium. Det øverste niveau ligger umiddelbart under eller inde i L1, og det viste sig, at guld var det dominerende ædelmetal i dette niveau, omend der også blev målt mindre koncentrationer af palladium og platin. I det nederste niveau er det modsatte tilfældet, idet palladium og platin her er de vigtigste metaller, mens guld kun findes i mindre koncentrationer.

Figurerne 3A, B og C viser, hvorledes guldet optræder i polerede prøver indsamlet i det øverste niveau. Guldet ligger i 0,002 til 0,025 mm store korn, som danner ædelmetallegeringer sammen med kobber og sølv og undertiden med lidt palladium. Legeringerne sidder indesluttet i randen af de primære silikatminerale, som regel plagioklas, men til tider også i randen af pyroxen (augit).

På fig. 3B kan man yderligere iagttage en sulfiddråbe. Sulfiddråberne er mikroskopiske indeslutninger af en størknet kobbersulfid smelte, der afblandede fra magmaet (silikatsmelten), da smelten på et tidspunkt blev overmættet med svovl. Da sulfidsmelten udskiltes fra silikatsmelten, udludede den ved samme lejlighed kobber, idet dette element er såkaldt *chalcofilt*, hvilket vil sige, det foretrækker at være i opløsning sammen med sulfiderne. Under størkningen af sul-

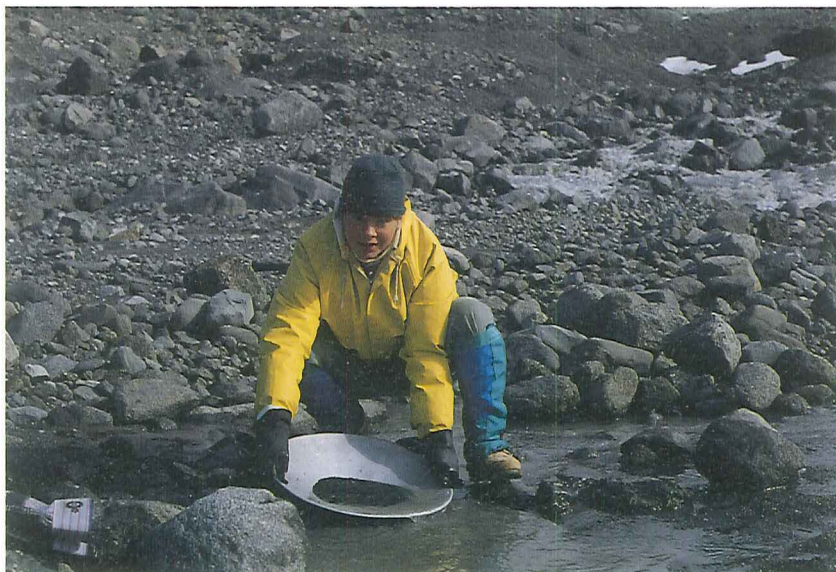
*Figur 3. Øverst til venstre i billede A ses gule korn af guld, der danner legering med en smule kobber og sølv. Øverst til højre i billede B er plamagen med de blå og lyserøde farver en sulfiddråbe. De lyserøde mineraler er bornit, de lyseblå er digenit, mens de mørkere blå mineraler er covellit. Lige under sulfid-dråben sidder der nogle små gule korn af guld i legering med en smule kobber. Nederst til venstre i billede C ses guld med lidt kobber i kontakten mellem plagioklas (mørkegrå) og pyroxen (lysegrå). Nederst til højre (billede D) er den hvide plamage en legering mellem palladium, guld og kobber. Rundt om legeringen sidder der en tynd rand af sulfider, der består af de samme komponenter som sulfiddråben nederst til venstre. De vigtigste mineraler er idait (lys gul), digenit (lys blå) og covellit (mørkeblå). Billede D er fra en prøve, der er samlet fra den nederste horisont, hvor platin og palladium dominerer, mens de øvrige billeder er af prøver, der stammer fra den øverste horisont, hvor guld dominerer i legeringerne. Skalaen svarer til 0.05 mm.*



fidsmelten udkrystalliserede digenit ( $\text{Cu}_9\text{S}_5$ ), bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) og chalcopyrit ( $\text{CuFeS}_2$ ) i sulfidråben, der er vist på fig. 3B.

Det nederste niveau er ligeledes mineraliseret med ædelmetallegeringer. Disse består overvejende af palladium og platin, men indeholder yderligere mindre mængder af guld og kobber. I sjældne tilfælde er der set legeringer mellem palladium, bly og arsen. Legeringerne i det nedre niveau sidder alle uden undtagelse indesluttet i augit.

Figur 3D viser en palladium–guld–kobber legering i en sjælden, men meget spændende situation. Legeringen er omgivet af augit, men sidder desuden i direkte kontakt med sulfider af samme type som dem i sulfidråben på samme figur. Billedet viser således, hvordan der muligvis er en tæt sammenhæng mellem udfældningen af sulfidråberne og dannelsen af ædelmetal-mineraliseringerne i det nederste niveau.



*Figur 4. Sådan gjorde man for 100 år siden og sådan gør man stadigvæk i dag, når man skal finde nye ædelmetalforekomster. Pigen sidder og renser guld ud af sedimenter afsat i en af de elve, der afvander Skærgårdsintrusionen.*

#### **Hvorledes er forekomsten dannet ?**

Platin–palladium-mineraliseringer i lagdelte gabbro-intrusioner som f. eks. i Bushveld (Sydafrika) og Stillwater (USA) er en velkendt forekomstmåde, der er underkastet talrige detaljerede undersøgelser gennem tiderne. Det er også ret almindeligt at finde mindre koncentrationer af guld i disse forekomster, f. eks. 0.06 til 0.3 gram guld/ton i Bushveld (og 6.8 gram platin og palladium/ton). I



Skærgårdsintrusionen er det imidlertid guld, der er mest vigtigt, idet dette metal – i følge det hidtil oplyste – forekommer i koncentrationer på op til 5.3 gram/ton, mens platin og palladium udgør henholdsvis 1.6 og 3.4 gram/ton.

**KOBBERSULFIDER** (Mineraler hvis vigtigste bestanddele er kobber og svovl)

Navn	Dansk navn	Farve	Formel
Chalcopyrit	Kobberkis	gul	$\text{CuFeS}_2$
Bornit	Breget kobbermalm	pink	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$
Covellit	Kobberindigo	blå	$\text{CuS}$
Digenit		lys blå	$\text{Cu}_9\text{S}_5$
Idait		orange	$\text{Cu}_{11}\text{Fe}_2\text{S}_{13}$

(Den i skemaet nævnte farve, er den farve, der ses i polerede prøver, som vist i figur 3).

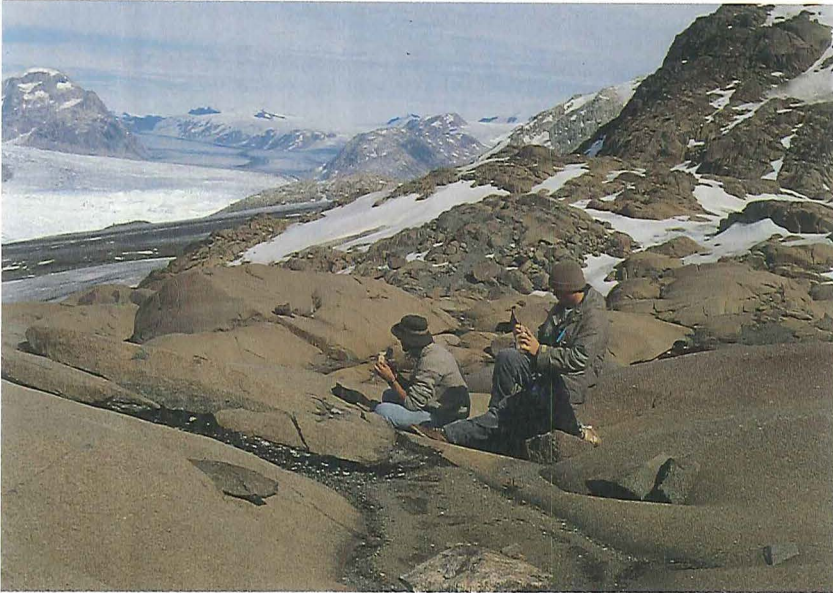
Ædelmetalforekomsten i Skærgårdsintrusionen er således af en hidtil ukendt type, ikke mindst fordi guld er det vigtigste metal, men ligeledes fordi ædelmetallerne findes i to adskilte horisonter, og yderligere fordi mineraliseringerne findes som ædelmetallegeringer. I Bushweld og Stillwater findes platin og palladium som sulfider, tellurider og arsenider, samt som legeringer, hvor jern udgør en væsentlig bestanddel.

Idet mineraliseringerne i Skærgårdsintrusionen således afviger væsentligt fra allerede kendte forekomster, kan vi i øjeblikket kun gisne om deres dannelse. Der skal foretages mange dybtgående undersøgelser, ikke bare af mineraliseringerne som sådan, men af hele Skærgårdsintrusionens kemisk-fysiske udviklingsforløb, før vi kan gøre os håb om at forklare forekomstens dannelse. Men en situation som den, der er vist i fig. 3D, kan give et fingerpeg om relationerne mellem ædelmetallerne og sulfidråberne. Billedet antyder således, at ædelmetallerne på et tidspunkt var opløst i sulfidråben. Ved faldende temperaturer er ædelmetallernes opløselighed i sulfidsmelten faldet kraftigt, hvorefter sulfider og ædelmetaller afblander fra hinanden og udvikler separate faser. Dette er naturligvis kun en lille del af historien, idet vi stadig har tilbage at danne de to adskilte niveauer domineret af henholdsvis guld og af platin plus palladium, og i øvrigt skal vi finde nogle mekanismer, der kan opkoncentrere ædelmetallerne flere tusinde gange fra silikatsmelten, for derefter at udfælde dem i en relativ tynd horisont.

### Konklusion

Der er ingen tvivl om, at vi i Skærgårdsintrusionen står over for en enestående forekomsttype, som indtil videre ikke er fundet andre steder i verden. Det bli-

ver interessant at se, hvilke dannelsesmodeller der vil dukke op i løbet af de næste år, når forekomsten er tilstrækkeligt grundigt undersøgt.



*Figur 5. Udsigt fra den nordligste del af Skærgårdsintrusionen ind over Watkins Fjord til indlandsisen. Bjergarterne i forgrunden tilhører den nederste zone i den lagdelte serie.*

For tiden må forekomsten betragtes som 'subøkonomisk', det vil sige, den for øjeblikket ikke er brydeværdig. Koncentrationerne samt mægtighederne af de mineraliserede horisonter skal imidlertid kun stige ganske lidt ind imod intrusionens centrale dele, før minedrift vil blive økonomisk rentabel. Den årlige produktion vil da kunne blive i størrelsesordenen 12 tons guld, platin og palladium, hvilket vil placere Skærgårdsintrusionen blandt verdens 10 største ædelmetal-miner.

Har Grønland så nogen grund til at juble ? Ikke lige i øjeblikket, men måske i løbet af de næste par år, afhængig af resultaterne fra denne sommers borer. Overskuddet fra en eventuel minedrift vil ganske givet skæppe godt i de grønlandske og danske valutakasser, omend løsningen af landets gældsproblemer ville kræve over 100 miner i samme størrelsesorden, og de skulle være i drift i mindst 20 år! Men uanset resultatet ved vi dog, at vi her står over for den mest spændende malmgeologiske opdagelse, der er gjort i mange år.