

# Minturn cirkels:

## een recent ontdekt glaciaal fenomeen

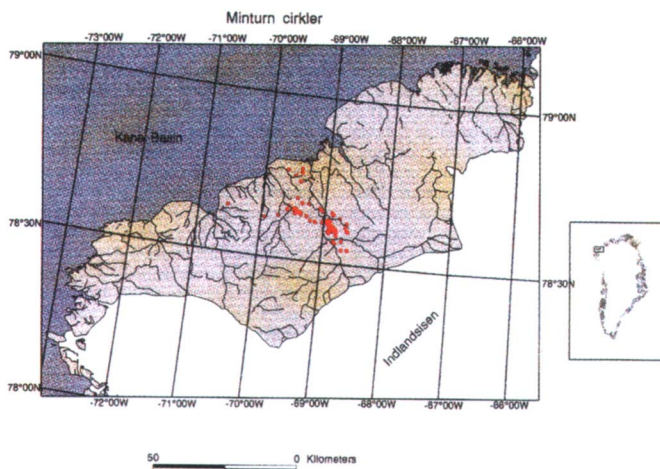
door Peter W. Uitterdijk Appel  
Geological Survey of Denmark and Greenland,  
Kopenhagen, Denemarken

vertaling uit het Engels: Ruud Poort



Foto boven: Twee ringvormige Minturn cirkels in Inglefield Land, Noordwest-Groenland. De diameter van elke ring is ongeveer 60 meter.

In 1994 heeft de Geological Survey of Greenland, nu onderdeel van de Geological Survey of Denmark and Greenland, een geofysische verkenning vanuit de lucht uitgevoerd over het afgelegen Inglefield Land in Noordwest-Groenland (afb. 1). Doel van de verkenning was om na te gaan of er economisch interessante mineraalafzettingen aanwezig zijn, om daarmee buitenlandse delfstoffenmaatschappijen te interesseren voor dat deel van Groenland.



Afb. 1. Waaivormig verspreidingspatroon van de Minturn cirkels. De rode stippen geven de begrenzing van de waaier aan. In het centrale deel van de waaier werden honderden cirkels waargenomen.

In het begin van de jaren '90 zijn in Noord-Canada diamanten gevonden. Deze ontdekking zorgde voor een flinke diamantrush in Canada, en veel bedrijven zochten naar kimberliet, het gesteente waarin de diamanten voorkomen. Kimberlieten komen vaak voor als magmapijpen met een ronde omtrek aan de oppervlakte. De pijpen zijn tot ongeveer 100 m in diameter. Iedere cirkelvormige structuur in het gebied was een potentiële kimberliet.

Voorafgaand aan de geofysische verkenning van het Inglefield Land werd bij GEUS in Kopenhagen gedetailleerd onderzoek gedaan aan de hand van luchtfoto's. Hieruit bleek dat een deel van het centrum van Inglefield Land bedekt was met ontelbare zwarte, cirkelvormige structuren met diameters tot 80 m (afb. 2). Deze structuren leken niet op iets wat eerder was waargenomen, maar de cirkelvorm suggereerde dat het kimberlieten konden zijn. Als dit waar was, dan zou het hier gaan om de grootste concentratie kimberlieten ter wereld, en de potentiële aanwezigheid van diamanten zou dan zeer groot zijn. Er werden echter ook andere theorieën over het ontstaan van de structuren geformuleerd:

1. kimberlieten,
2. meteorietinslagen,
3. permafroststructuren,
4. glaciale structuren,
5. landingsplaatsen van "Marsbewoners".

In het voorjaar van 1995 verkreeg het grote delfstoffenconcern Rio Tinto een exploratieconcessie, en in de vroege zomer kwam ik bij het exploratieteam dat in Inglefield Land actief was. Rio Tinto hoopte dat de vreemde zwarte cirkels kimberlieten zouden blijken te zijn, maar al bij de eerste plek die bezocht werd was het duidelijk dat dit niet het geval was. Daarmee verloren de cirkelvormige structuren al hun economisch belang, maar hun ontstaan was nog steeds onduidelijk. Later die zomer ben ik naar Inglefield Land teruggegaan met een veldwerkteam van GEUS.



Afb. 2. Video-opname van een Minturn cirkel. De video-opname werd uitgevoerd gedurende een geofysisch onderzoek vanuit de lucht in 1994.

### De geologie van Inglefield Land

Inglefield Land bestaat voornamelijk uit Precambrische gneizen, granieten en syenieten. Daar bovenop komen Cambrische kalken en zandstenen. Het gebied is gedurende minstens 500 miljoen jaar onderworpen geweest aan erosie, met als resultaat dat het centrale deel van Inglefield Land een volslagen schiervlakte is en volledig vlak was bij het begin van de IJstijd. Gedurende de IJstijd was het gebied bedekt door een dunne laag ijs, tot aan de kust van het Kane Bekken (afb. 1). Bij het smelten van de ijslaag werd door het smeltwater een aantal steile geulen, lijkend op die in Death Valley, in het land-





Afb. 3. Foto vanuit een helikopter van verspreid liggende Minturn cirkels. De grootste is ongeveer 50 meter in diameter.

schap uitgesneden. Verder is het landschap echter helemaal vlak. Een van de grootste rivieren die het land doorsnijdt werd Minturn elv (= rivier) genoemd door I.K. Kane, de leider van de Amerikaanse Grinnell-expeditie naar Ingfield Land van 1853 tot 1855. Ingfield Land is een arctische woestijn met zeer weinig vegetatie en eveneens weinig dieren. De jaartemperatuur is zo laag, dat alle ijsvrije delen volledig onderworpen zijn aan permafrost.

### De Minturn cirkels

De Minturn cirkels worden gevonden in een waaivormige zone die ligt in het centrale deel van Ingfield Land (afb.1). De smalle punt van de waaier ligt niet ver van de huidige grens van het landijs. De cirkels komen niet gelijkmatig over de waaier voor. De meeste bevinden zich in het zuidelijk deel (afb. 1 en 3). Van de ongeveer 300 waargenomen cirkels zijn er nu zo'n 175 onderzocht. Er worden twee typen onderscheiden: cirkels en

ringen. De cirkels zijn in hun geheel zwart tot donkergrijs. De ringen (zie de foto in de kop van dit artikel) bestaan uit een 7-8 meter dikke ring met scherpe binnen- en buitengrenzen. Over het algemeen zijn de cirkels zwart tot grijs (afb. 3), maar er worden ook roze gekleurde cirkels gevonden (afb. 4). Zij variëren in diameter van 5 tot 80 meter, en bestaan uit hoekige blokken gesteente tot grof grind. De rotsblokken komen in alle groottes voor en bestaan slechts uit één type, een lichtrode syeniet, die contrasteert met de grijze gneizen in de omgeving. De syenietblokken zijn veelal bedekt door zwarte korstmossen, waaruit blijkt dat in dit extreme klimaat de syenieten een iets gastvrijere omgeving voor levensvormen zijn dan de gneizen. De cirkels worden gevonden op keienvelden bestaande uit gneizen en Cambrische sedimenten, maar worden ook gevonden direct op het vaste gesteente van de gneizen en sedimenten. De meeste Minturn cirkels zijn zeer plat en bestaan slechts uit een dunne laag syeniet. Sommige cirkels zijn enigszins conisch van vorm met een centrum tot 3 meter dik. De Minturn cirkels lijken op zwarte ring- of cirkelvormige kleden, die middenin Ingfield Land zijn neergelegd. In sommige smalle valleien kan worden waargenomen, dat cirkels beide hellingen van de vallei bedekken (afb. 5). Minturn cirkels zijn ook aangetroffen op hellingen tot 45°.

### Hoe zijn de Minturn cirkels ontstaan?

De Minturn cirkels zijn oppervlakte-structuren, die als kleden op de Precambrische gneizen en Cambrische sedimenten liggen. Het zijn dus geen pijpvormige kimberlietlichamen die geïntrudeerd zijn vanuit de diepte. Aangezien de cirkels uit syeniet bestaan is het uitgesloten dat ze afkomstig zijn van meteorieten. De cirkels worden zowel op keienvelden als op het vaste gesteente gevonden. Dit laatste betekent, dat permafrost als oorzaak voor het ontstaan van deze vreemde structuren afvalt. Doordat sommige cirkels op de hellingen van valleien of andere



Afb. 4. Minturn cirkel die slechts bestaat uit een dunne laag roze gekleurd, grof syenietgrind. Deze syeniet is niet bedekt door zwarte korstmossen.





Afb. 5. Deel van een Minturn cirkel op een geulwand met een helling van ongeveer 35°.

schuin staande oppervlakken worden aangetroffen, is het onmogelijk dat de cirkels zijn afgezet door stromend water. Hierdoor blijft er maar één mogelijkheid over: de cirkels moeten zijn gevormd door landijs.

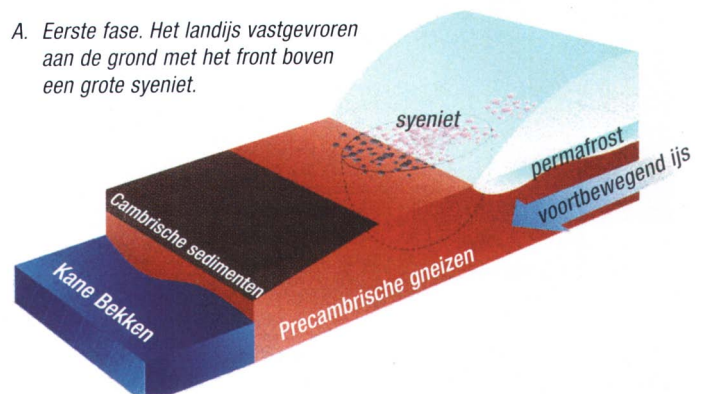
De eerste vragen die opkomen zijn dan ook: *waarom bestaan alle Minturn cirkels uit syeniet, en waarom zijn deze structuren cirkel- of ringvormig?*

We moeten ruim 10.000 jaar teruggaan in de tijd, naar de periode voordat Inglefield Land volledig door een dunne laag landijs werd bedekt. Net als tegenwoordig, waren ook toen de temperaturen zeer laag en was de grond vastgelegd door permafrost. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld centraal West-Groenland, waar gletsjers zich gemakkelijk over een niet-bevroren ondergrond bewegen en de temperaturen onder het landijs boven het vriespunt liggen. Het landijs van Inglefield Land was en is nog steeds zogenaamd koud-ijs, waarbij het front van het ijs is vastgevroren aan de ondergrond. Meer naar het zuiden, op afstand van het front, liggen de temperaturen onder het landijs boven het vriespunt en kan het landijs zich vrijelijk bewegen. Op een bepaald moment was het front van het landijs vastgevroren aan de grond boven een syeniet (afb. 6a). Het front kon dus niet verder noordwaarts bewegen, maar het landijs vanuit het zuiden, dat over het niet-bevroren gesteente gleed, drukte nog steeds naar voren. Wanneer de druk van het naar voren bewegende landijs groot genoeg was, schoof dit over het bevroren front heen. Gedurende dit proces pikte het voortschuivende landijs veel syeniet-keien van de grond op. Deze keien werden opgenomen in het landijs terwijl dit zich voortbewoog over Inglefield Land in de richting van het Kane Bekken (afb. 6b). We hebben nu een situatie, waarbij een ijslaag vol met syeniet-keien het centrale deel van Inglefield Land bedekt.

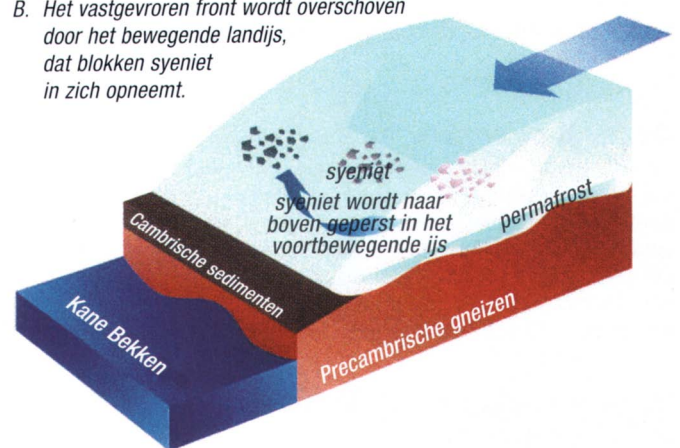
Tijdens de geleidelijke opwarming van het arctische gebied, waardoor de uitgebreide ijskappen die Noord-Amerika en noordelijk Europa bedekten zich terugtrokken, begon ook de dunne ijslaag op Inglefield Land te smelten. Het front van de laag was vastgevroren aan de grond, dus het smeltwater moest over de bovenkant van de ijslaag wegvloeien, in plaats van onder het ijs door, zoals in iets warmere streken gebruikelijk is. De dunne, smeltende ijslaag werd al snel bedekt door ontelbare syenietkeien, die tijdens het smelten vrijkwamen (afb. 6c). Het smeltwater liep in stromen over de vlakke bovenkant van de ijslaag. Wanneer stromen over een vlakke ondergrond bewegen, gaan ze meanderen (afb. 6c). Als het proces van meanderen zich voortzet gaan zich hoefijzervormige meren vormen. (De vorm van dit soort meren wordt bepaald door de zijkant van de waterstromen. Als deze oevers erg homogeen zijn zullen de meren naar een ronde vorm neigen, bij inhomogene oevers ontstaan hoefijzervormige meren.)

Afb. 6. Blokdiagrammen waarin de wording van Minturn cirkels wordt weergegeven (met toestemming van Berlingske Tidende, Kopenhagen, Denemarken).

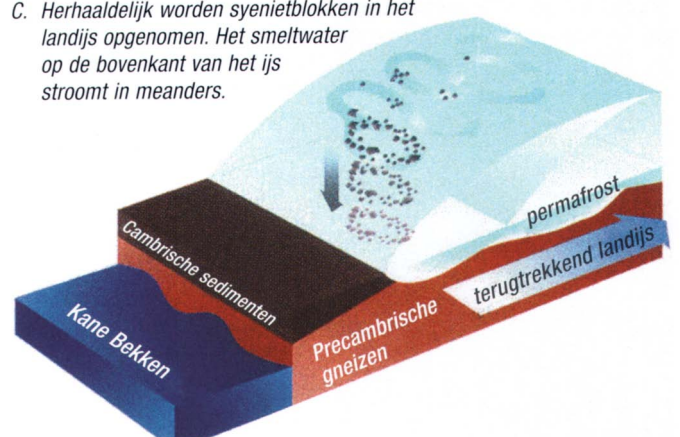
A. Eerste fase. Het landijs vastgevroren aan de grond met het front boven een grote syeniet.



B. Het vastgevroren front wordt overschoven door het bewegende landijs, dat blokken syeniet in zich opneemt.



C. Herhaaldelijk worden syenietblokken in het landijs opgenomen. Het smeltwater op de bovenkant van het ijs stroomt in meanders.



D. Het landijs trekt zich terug. De zon verwarmt de syenietblokken, die in de ronde meanders zijn gegleden. De warme stenen smelten het ijs en als er veel blokken aanwezig zijn (rechterdeel van de figuur) dan ontstaat een cirkel van syenietblokken. Als er minder blokken zijn ontstaat een ring.

E. Het lands in zijn huidige positie, met een minturn cirkel op het vlakke land ten noorden van het ijs.



De oevers van de stromen op het ijs zijn zeer homogeen en dus ontstonden ringvormige meren. De syenietkeien die direct naast zo'n ringvormig meer op het ijs liggen, worden door de zon verwarmd (afb. 6d) en de warme stenen zullen een deel van de oever van de ringvormige meren laten smelten. Als slechts een klein aantal syenietkeien in het meer glijdt, wordt een ring van syenietkeien gevormd, die op het ijs ligt. Als echter een groot aantal blokken omlaag glijdt, zullen zij het gehele binnenste van de ring laten smelten en ontstaat een rond meer, gevuld met syenietkeien. Vervolgens smolt al het andere ijs langzaam weg en werden de ringen en cirkels van syeniet zachtjes op het ijsvrije oppervlak neergelegd (afb. 6e). We hebben nu verklaard waarom de Minturn cirkels alleen uit syenietblokken bestaan en hoe ze zijn gevormd.

### Waarom komen Minturn cirkels alleen voor in het centrale deel van Inglefield Land?

Het antwoord is eenvoudig. Ze zijn waarschijnlijk ook heel algemeen in andere delen van Inglefield

Afb. 7. Minturn cirkel uit Oost-Groenland, ca. 50 meter in diameter (foto: Mogens Lind, GEUS).

Land, maar ze zijn daar onzichtbaar. De enige reden dat we de Minturn cirkels in het centrale deel van Inglefield Land kunnen zien is omdat ze zwart zijn. Ze zijn zwart omdat ze meer voedingsstoffen voor korstmossen bevatten en daarom bedekt worden door zwarte korstmossen. Minturn cirkels die bestaan uit gneisblokken kunnen niet worden onderscheiden van de omliggende keienvelden van gneis.

In 1954 ontdekte de voormalig directeur van de Geological Survey van Groenland, K. Ellitsgaard-Rasmussen, een aantal vreemde ronde structuren in Noordoost-Groenland. Hij vloog over het gebied zonder de mogelijkheid te hebben om te landen, en kon de structuren dus niet aan een nader onderzoek onderwerpen. In 1996 voerde GEUS veldwerk uit in Noordoost-Groenland en werd geconstateerd, dat de structuren inderdaad Minturn cirkels waren (afb. 7). In dat deel van Groenland bestaan ze uit bruine basaltblokken, afgezet op lichtgekleurde sedimenten.

Op het Varanger-schiereiland werden meer dan 30 jaar geleden gelijksoortige cirkelvormige structuren waargenomen, maar destijds werd geen verklaring voor hun ontstaan gegeven.

