

Het ontstaan van diepe depressies in het Elsterien

Jaap J.M. van der Meer

In Grondboor en Hamer no. 4/5 van augustus 1990 wordt in een bijdrage van J.H.A. Bosch, getiteld 'Landijs, zee en rivieren als geologische 'opbouwwerkers' van het Noorden', een overzicht gegeven van de resultaten van dertig jaar geologisch onderzoek in de noordelijke provincies. In dit lezenswaardige overzicht wordt o.a. ingegaan op het ontstaan van diepe depressies gedurende het Elster glaciaal. Enkele van deze depressies worden weergegeven in een profiel in figuur 5 van het genoemde artikel, terwijl een model voor de genese van deze depressies, gebaseerd op het werk van Wingfield (1990), is te vinden in figuur 4. Nu houden dergelijke diepe depressies de gemoederen al lange tijd bezig, met name voor wat betreft hun ontstaan.

Diepe depressies

Laten we de bekende gegevens eens op een rijtje zetten:

- voorkomen: diepe depressies zijn wijd verbreid, ze zijn in Noord-Europa tenminste bekend uit de Ierse Zee, Noordzee, Noord-Nederland, Noord-Duitsland, Polen. Ze komen hierbij niet als geïsoleerde verschijnselen voor, maar vormen een aaneengeschaakt patroon van ettelijke duizenden depressies. Wingfield (1988) schat het aantal diepe depressies rond de Britse Eilanden alleen al op ca. 1000.
- patroon: waar deze depressies uitgekarteerd zijn, tonen ze een vlechtend patroon. Dit patroon komt niet overeen met bekende rivierpatronen, maar bestaat uit een aaneenschakeling van afvoerlose depressies. Dit suggereert dat de depressies niet tegelijkertijd ontstaan zijn.
- morfologie: Lengte 40 km, breedte tot 5 km en diepte plaatselijk meer dan 350 m, mogelijk tot 500 m (Wingfield, 1988). Opvallend hierbij is de steilte van de resulterende hellingen. Het is onduidelijk waarom deze hellingen (voor zover ontwikkeld in los materiaal) niet ingezakt zijn en het lijkt dan ook of er tijdens de uitruiming van de depressies een tegenkracht actief was, die de steile wanden overeind hield.
- ouderdom: hoewel ook depressies van Saale en van Weichsel ouderdom bekend zijn, wordt met name het Elsterien gekenmerkt door de vorming van deze depressies. Klaarblijkelijk waren de condities voor de vorming van diepe depressies in deze periode gunstiger dan tijdens jongere glaciaties.

Een theorie die het ontstaan van deze depressies verklaart, moet in ieder geval rekening houden met de hierboven

genoemde gegevens en moet daarnaast uitgaan van bestaande processen, dan wel processen die in ieder geval fysisch mogelijk zijn.

Het Wingfield-model

Als we nu kijken naar het Wingfield-(catastrofe)-model zoals dat door Bosch wordt gepresenteerd, dan heb ik er moeite mee dit als verklaring voor alle diepe depressies te accepteren. Het grootste probleem ligt hierbij in het gepostuleerde meer. In het model wordt namelijk gesteld, dat er in en op de landijskap een groot meer ontstaat. De inhoud van een dergelijk meer wordt gesteld op vele tientallen kubieke kilometers. Hoe en waarom een dergelijk meer op een bepaalde plaats kan ontstaan wordt in het artikel van Bosch niet verklaard. In het werk van Wingfield (1990) wordt er van uitgegaan dat deze hoeveelheid water zich verzamelt achter de bevroren frontale zone van de ijskap en niet kan ontsnappen vanwege een impermeabele bedding. Kijken we naar bestaande ijskappen, dan zien we dat er in de ablatie zone van de Groenlandse ijskap wel meren voorkomen, deze hebben echter bij lange na niet een omvang van vele kubieke kilometers. Door Wingfield worden uit de bestaande literatuur meren met een omvang van 0,01 tot 4,0 km³ geciteerd. Om een meer met een omvang van ettelijke kubieke kilometers te creëren, moet heel gericht ijs worden gesmolten, zodanig dat het water zich op één plaats kan ophopen. Dergelijke condities doen zich eigenlijk alleen voor op die plekken waar onder de ijskap een vulkaan (van der Meer & Vis, 1986) of een 'hot spot' voorkomt. In geen van de hierboven onder het punt 'verbreiding' genoemde streken komen gedurende het Pleistoceen actieve vulkanen voor. Op IJsland doen zich dergelijke situaties wel voor, de meest bekende is

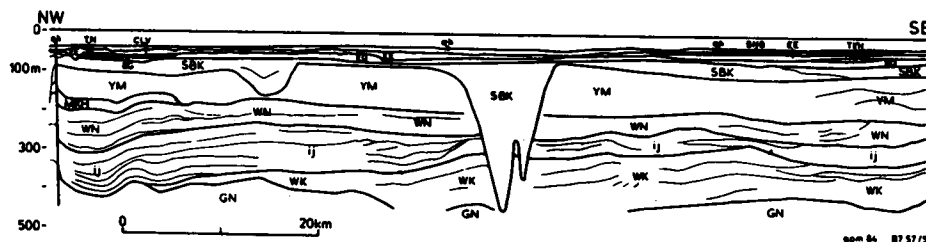
wel de caldera Grimsvtn onder de Vatnajökull ijskap (Sugden & John, 1976). Maar hoewel de condities hier ideaal zijn, ontstaat er nooit een meer van de voor een diepe depressie vereiste omvang. In Thorarinsson (1953) wordt duidelijk gemaakt dat dit maximaal 7,5 km³ is en dat hier een periode van 10 jaar voor nodig is.

Hoewel er dus geen recente voorbeelden van de door Wingfield gepostuleerde meren bekend zijn en de condities waaronder ze zich zouden kunnen vormen dus onbekend zijn, gaat het Wingfield-model ervan uit dat de vorming van zulke meren gedurende een deel van de Elster ijstijd voortdurend (ettelijke duizenden malen) heeft plaatsgevonden. En dat niet op één plek, maar verspreid over het hele hierboven genoemde deel van Noord-Europa. Hoewel hiermee niet gezegd wil zijn, dat er nooit een diepe depressie op deze manier is ontstaan, lijkt het mij duidelijk dat ze nooit allemaal zo kunnen zijn ontstaan.

Het Boulton-Hindmarsh-model

Hoe ze dan wel zijn ontstaan is nog onduidelijk. Vele jaren is er weliswaar gepubliceerd over het ontstaan van diepe depressies (zie o.a. literatuur geciteerd in Wingfield, 1990), maar een door ieder geaccepteerde theorie is daarbij niet naar voren gekomen. Op zichzelf is dat ook niet te verwachten, zolang er nog zoveel onbekend is over de verspreiding en de vorm en opvulling van diepe depressies zal ieder nieuw gegeven tenminste de aanpassing van bestaande theoriën tot gevolg hebben. Een mogelijk alternatief voor het Wingfield-model wordt geboden door Boulton & Hindmarsh (1987). In hun model wordt uitgegaan van de ontwikkeling van afwateringskanalen onder het ijs, in overeenkomst met bekende kanalen onder bestaande ijskappen en glets-

jers. Onder omstandigheden van een veranderend thermisch regime (bijv. van 'koud' naar 'warm' ijs; Sugden & John, 1976) kunnen dergelijke kanalen vanwege de toevloed van grotere hoeveelheden smeltwater, een grote omvang bereiken. Als de bodem van het kanaal uit los sediment bestaat, wordt dit sediment in de tunnel geperst, waar het door het snelstromende smeltwater wordt meegevoerd. Uiteraard heeft dit tot gevolg dat nieuw sediment van onder in de tunnel wordt geperst en daarmee is een systeem opgang geholpen waarbij ijs, water en sediment in een complexe samenhang er voor zorgen dat een diepe depressie ontstaat, die grotendeels opgevuld is met ijs. Het Boulton-Hindmarsh-model kan als volgt samengevat worden: het smeltwater stroomt door een tunnel in het ijs, sediment stroomt in de tunnel en vandaar met het smeltwater verder en ijs stroomt in de ruimte die door het sediment is vrijgemaakt. Men zou hier dus over een sediment-pomp kunnen spreken. Hoewel ook aan dit model nog genoeg haken en ogen zitten, kan in ieder geval gesteld worden dat het in belangrijke mate voldoet aan de eisen die hierboven aan een verklarend model worden gesteld. Er hoeven geen speciale verklaringen gezocht te worden voor bepaalde elementen (zoals het cruciale ontstaan van meren in het Wingfield-model), omdat uitgegaan wordt van bekende processen.



Een profiel in de Noordzee noordwest van Den Helder met hierop één van de dalen (SBK) die tijdens het Elsterien diep in de Midden- en Onder-Pleistocene sedimenten (YM, WN, IJ, en WK) zijn ingesneden. Het dal in het midden van het profiel reikt tot meer dan 400 m diepte tot in het Tertiair (GN) en is 11 km breed.

Het adres van de auteur is:

Fysisch Geografisch en Bodemkundig
Laboratorium
Universiteit van Amsterdam
Dapperstraat 115
1093 BS Amsterdam

Literatuur

- Bosch, J.H.A. (1990): Landijs, zee en rivieren als geologische opbouwwerkers' van het Noorden. -Grondboor en Hamer 44, p.90-94.
- Boulton, G.S. & R.C.A. Hindmarsh (1987): Sediment deformation beneath glaciers: rheology and geological consequences. J. Geophys. Res. 92, p. 9059-9082.
- Meer, J.J.M. van der & M. Vis (1986): Achtergronden van een ramp: de uitbarsting van de Nevado del Ruiz (Colombia), november 1985. - K.N.A.G. Geogr. Tijdschrift, Nieuwe reeks 20, p. 230-235.

Sugden, D.E. & B.S. John (1976): *Glaciers and landscape*. E. Arnold, London.

Thorarinsson, S. (1953): Some new aspects of the Grimsvötn problem. J. Glac. 2, p. 267-275.

Wingfield, R. (1988): Major incisions and enclosed deeps. -Quat. Newsletter 56, p. 32-33.

Wingfield, R. (1990): The origin of major incisions within the Pleistocene Deposits of the North Sea. -Marine Geology, 91, p. 31- 52.

GEOVARIA

H. Huisman

Ontstaan mysterieuze aardhopen verklaard?

De Amerikaanse geoloog Andrew Berg van het US Bureau of Mines in Spokane, Washington, heeft een nieuwe verklaring wereldkundig gemaakt omtrent het ontstaan van zogenaemde Mina-aardhopen. Dit zijn betrekkelijk kleine bulten in het landschap met een diameter van tweeënehalf tot vijftien meter. Ze zijn maar enkele meters hoog en bezitten een regelmatige ronde vorm, meestal zonder uitsteeksels. De bulten worden op verschillende plaatsen op Aarde gevonden in min of meer regelmatige patronen op vlakten met een harde ondergrond. Hun naam Mina-aardhoop ontleen ze aan het voorkomen op de Mina-prairie in de staat Washington in de USA. Hoewel de aardhopen hooguit enkele duizenden jaren oud zijn, heeft niemand ze ooit zien ontstaan. Over hun ontstaanswijze wordt door geologen al meer dan een

eeuw gespeculeerd. Sommigen menen dat ze gevormd zijn door bodemerosie, of dat het gletsjerafzettingen zijn. Enkelen gaan zover dat ze veronderstellen dat het opeenhopingen van grond zijn rond de wortels van planten. Andrew Berg heeft nu een geheel andere verklaring gepubliceerd. Hij vermoedt er de werking in van aardbevingen. De hopen aarde zouden door de trillingen daarvan langzamerhand gevormd zijn, net als het bijeenclusteren van zandkorrels op een trommelvlies als dit in trilling wordt gebracht. Een toevaligheid bracht Andrew Berg tot zijn theorie. Hij was namelijk bezig met het timmeren van een hondehok. Het slaan met de hamer op een plaat hout, die bedekt was met een dun laagje, iets aangekoekte, vulkanische as, veroorzaakte hevige trillingen in het materiaal, waardoor miniatuur Mina-hoopjes ontstonden. Aangezien Berg zeer goed op de hoogte was van het bestaan van de echte Mina-aardho-

pen, kwam als een brain-wave de gedachte naar voren dat deze wellicht ook door trillingen waren ontstaan. Berg denkt dat trillingsgolven van aardbevingen tegen harde gesteenten teruggekaatst worden. Door interferentie zouden vervolgens staande golven ontstaan, waarbij het zachte oppervlaktemateriaal zich in de knopen van deze golven zou ophopen. Aangezien er onvoldoende gegevens in de literatuur te vinden zijn over het feit of de energie uit de trillingen voldoende groot is, staan andere onderzoekers nog tamelijk sceptisch tegenover zijn theorie. Een probleem is bijvoorbeeld, dat elders op de wereld gebieden met Mina-aardhopen te vinden zijn die niet in aardbevingsgebieden liggen, dus waar trillingen van de aardkorst nageenough afwezig zijn.

New Scientist, april 1990.