

Pinnacles, resten van een kalklandschap

door Kees de Jong

zomertaling@planet.nl (redactie Gea)

In het Nambung Nationaal Park ten noorden van Perth, West-Australië bevinden zich de wonderlijke Pinnacles: onregelmatig gevormde kalkstenen zuilen. Ze zijn het gevolg van karstverwerking. In dit artikel zal ik ingaan op het ontstaan van dit intrigerende landschap.

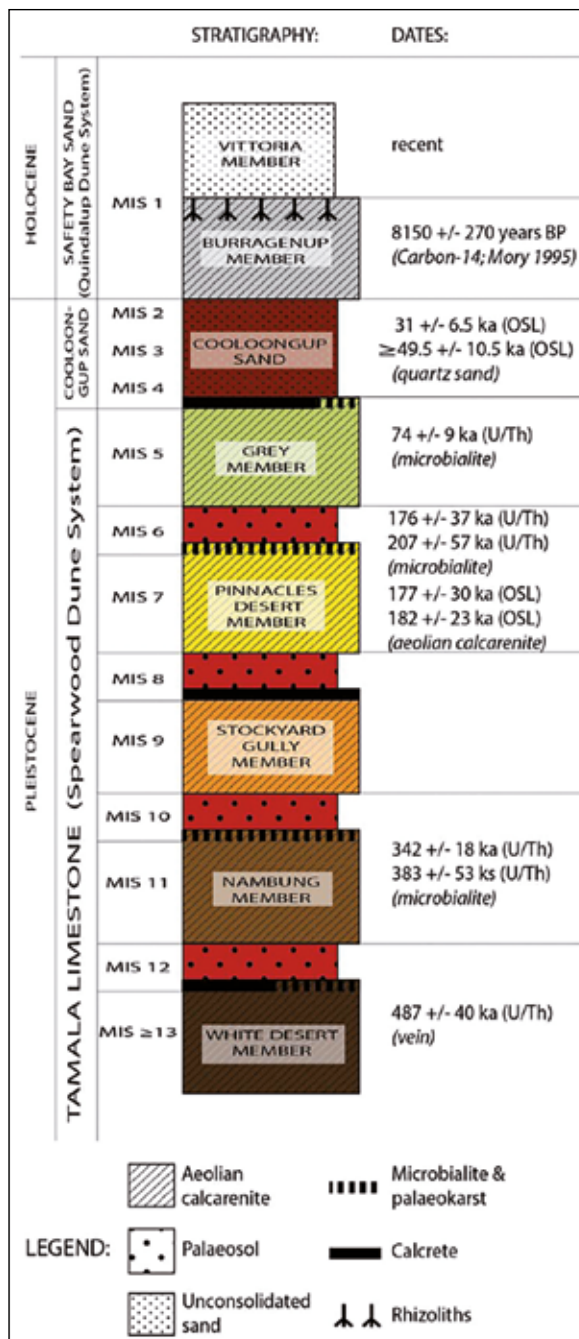
In de zuidwesthoek van Australië ligt het grote Yilgarn Block, een kraton van Archaeïsche ouderdom. De westelijke grens van dit kraton wordt gevormd door de Darling Breuk; ten westen van deze breuk ligt de Swan Coastal Plain, een langgerekte, grofweg noord-zuid lopende kustvlakte langs de Indische Oceaan. De Darling Breuk vormde ooit de oostelijke breuk van een rift vallei, een slenkdal waarlangs het Australische continent losscheurde van Gondwana (afb. 1). Onder de Swan-kustvlakte bevindt zich het Perth Bekken, een sedimentair bekken met de westelijke grens in de Indische Oceaan. Vanaf het Laat-Perm tot in het Krijt werd dit opgevuld met vooral mariene sedimenten met in de Jura ontwikkeling van koollagen. Gedurende de laatste 20 miljoen jaar vond sedimentatie plaats van biogene kalken, zandsteen en schalie, met langs de kust af en toe vorming van zandduinen.

Tamala Limestone Formation

De Pleistocene Tamala Kalksteen Formatie, met een ouderdom van 500.000 tot 80.000 jaar, is het gevolg van de cyclische depositie van eolische calcarenieten, ook wel eolianieten genoemd, met daarop caliche (kalkkorst) en microbialiet. Een microbialiet is een op de zeebodem door tussenkomst van microben ontstaan sediment van heel fijne gerekristalliseerde kalkmod-



▲ Afb. 1. Het Australische continent maakte deel uit van het grote zuidelijke continent Gondwana en zat vast aan de continenten India en Antarctica. Samen met Antarctica maakt het zich in het Onder-Krijt los van de rest van Gondwana. De Darling Breuk vormde de plaatgrens met de Indiase Plaat. Bron: C.R. Scotese. Met toestemming.



▲ Afb. 2. Stratigrafische kolom van de Tamala Kalksteen Formatie. De pinnacles hebben zich hoofdzakelijk in de Pinnacles Desert Member ontwikkeld. Lipar et al., 2014. Met toestemming.

der (micriet: 1-4 µm dik) met veel blaasvormige holtes. (Een stromatoliet is ook een microbialiet, maar dan opgebouwd uit laagjes). In deze formatie worden vijf members (afb. 2) onderscheiden met onderling sterk wisselende gehalten van kalk en kwarts. Gemiddeld bestaat de calcareniet voor 56% uit kalkkorrels, voor 42% uit kwarts en voor 2% uit veldspaat. De kalk komt van zoutwaterschelpen, die werden vergruisd en een kalkrijk zand vormden dat via het strand door de wind tot duinen werd geblazen. De aangevoerde kalkfragmenten (bioclasten) zijn dus afkomstig van mariene organismen, zoals allerlei mollusken, echinodermen (o.a. zeeegels), roodwieren en ook wel foraminiferen. Door met carbonaat verzadigd percolerend water werden de bioclasten en het terrigene materiaal afkomstig van het Yilgarn Kraton met calciëten aan elkaar gekit en raakten versteend. Bij de Zuytdorp-kliffen torent de formatie 250 m boven zee uit. Recent onderzoek aan die kliffen heeft aan het licht gebracht dat de perioden met duinvorming overeenkomen met de koude, droge inter-



▲ Afb. 3. Microbialieten in een omgevallen kalkzuil.



▲ Afb. 4. De ronde structuren in deze kalkzuil zijn waarschijnlijk gecalcificeerde plantenwortels.

vallen van het Pleistoceen. Door het veel lagere zeewaterniveau was veel meer zand voorhanden, dat door de overheersende westenwind tot duinen werd opgestoven. In de nattere interglacialen, met de hogere zeeniveaus, stopte de duinvorming tijdelijk en vond erosie en bodemvorming plaats.

In vier members wordt de eolianiet bedekt door tot wel 2 m dikke witte microbialiet. Sommige oorspronkelijk



▲ Afb. 6A&B. Overzicht van de pinnacles in het Nambung Nationaal Park, West-Australië.

lege verticale gangen zijn opgevuld met microbialieten en vormen nu zuilen met een soort verticale gelaagdheid (afb. 3). Andere zijn opvullingen van opnieuw afgezet zand.

De verschillende members worden afgetopt door een caliche en/of een bodem (paleosol). Kalkkorsten op en in de eolianiet ontstonden door de extra toevoer van fijnkorrelig calcietcement, waardoor het bovenste stuk sterker aaneengekit raakte dan het onderliggende deel. Rondom plantenwortels heeft ook cementatie plaatsgevonden en ontstonden de zogenaamde rhizolieten (afb. 4 en 5).

Ontstaan van de pinnacles

Er staan duizenden van deze versteende kalkzuilen (afb. 6A&B) in en op het gele Holocene zand, sommige tot wel 3,5 m hoog. Er zijn veel verschillende vormen: van lang en smal tot kort en dik, met allerlei tussenvormen. Er zijn zelfs paddenstoelachtige zuilen: door een verschil in hardheid is het lagere deel in dat geval meer geërodeerd dan de top. In sommige zuilen is eolische scheve gelaagdheid te zien.

Er is lang nagedacht over het ontstaan van deze zuilen en er werden verschillende theorieën naar voren gebracht. Eén daarvan stelde dat de pinnacles afgietsels van bomen



▲ Afb. 5. De witte structuren in een met aarde en kwartszand gevulde oplossingspijp zijn rhizolieten, gecementeerde wortels. Oever van de Swan rivier, Fremantle, West-Australië. Het was mij niet duidelijk of dit vast gesteente is of een los blok.



zijn, bewaard in de eolische kustzanden. De wortels die het grondwater naar boven hebben geleid, als een soort waterleidingpijpen, namen opgeloste kalk mee dat neersloeg en hard werd in de vorm van een boom. Vervolgens deed de winderosie de rest.

Alleen al het feit dat veel pinnacles onder het zand doorlopen en met elkaar in verbinding staan (afb. 7) en ook nog eens dezelfde identieke scheve gelaagdheid vertonen, maakt deze theorie zeer onwaarschijnlijk. Die identieke gelaagdheid pleit voor de thans geldende theorie, waarin ervan wordt uitgegaan dat de pinnacles het gevolg zijn van een periode van intensieve verwerking door oplossing: karstverwerking en -erosie. Gerichte oplossing veroorzaakte eerst kleine gaatjes, die steeds groter en groter werden, wat ten slotte resulteerde in de huidige topografie. In het gebied komen ook andere karstverschijnselen voor, zoals grotten en dolines, die eveneens door oplossing van kalk werden veroorzaakt.

Foto's van de auteur, tenzij anders vermeld.



▲ Afb. 7. Kalkzuilen die met elkaar in verbinding staan.

Referentie

- M. Lipar & J. A. Webb (2014). Middle-late Pleistocene and Holocene chronostratigraphy and climate history of the Tamala Limestone, Cooloongup and Safety Bay Sands, Nambung National Park, southwestern Western Australia, Australian Journal of Earth Sciences. Geological Society of Australia.

Boekbespreking

Dinosaurussen, door Dean Lomax. Noordboek, 2023. 112 pag. ISBN 9789056156114. Prijs 14,95 euro.

Artis plaatste in 1954 twee dinomodellen in de diereントuin, uit bewerkelijk en zwaar beton. Het lichtere plastic en de sterke glasvezel maken in onze tijd hele dinoparken mogelijk. Er zijn daarvan meerdere in ons land, bijv. in Zwolle, Gouda en Enschede en ook bij het Oertijdmuseum te Boxtel en Dierenpark Amersfoort. Mijn favoriete park is Tenaxx, in het Oost-Groningse Wedde. De modellen van de uitgestorven reptielen staan daar in een al even bevreedend park van hangende en kruipende treurbomen, in een sfeer van weelderige vergankelijkheid. Wil de bezoeker ook wat meer weten en onthouden na het ervaren van het visuele geweld, dan is het pas uitgekomen boek *Dinosaurussen* een uitstekende gids.

In aansprekende, enthousiaste stijl behandelt Lomax zijn stof in tien hoofdstukjes. Onderwerpen als de verspreiding en de veelvoud van de dinosauriërs, hun ordening, voortplanting en slordige eetgewoonten worden eenvoudig maar doeltreffend behandeld. Natuurlijk komt de fatale meteorietinslag aan de orde. Oervogels en bevederde dino's bevolken een eigen hoofdstuk. De informatie is up-to-date en helder. Lezing van het boek kan leiden tot verdiepte en blijvende interesse in het onderwerp. Scholieren kunnen hun spreekbeurt ermee onderbouwen! Kortom, een mooi vervolg op het bezoek aan een dinopark.

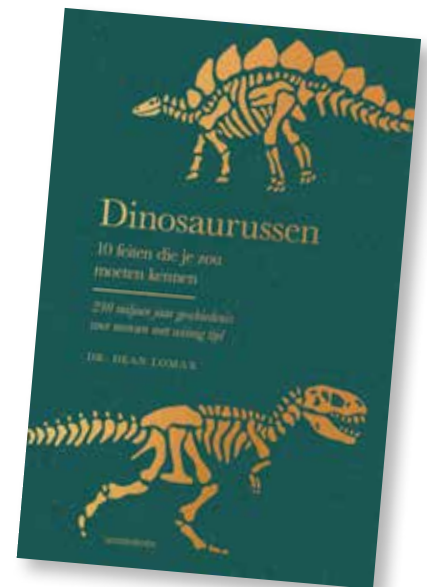
Opmerkingen in de kantlijn van dit geslaagde boek: het Hateg Bekken in Roemenië, met zijn dwergdino's, was wellicht een intramontaan bekken, geen eiland. Daar werden bergdino's bij hoge uitzondering fossiel, omdat ze daar niet fossilieren.

Inzake uitsterven volgt Lomax de gangbare apocalyptische visie, een Bijbels perspectief. Hij meldt intussen wel dat vele geologische tijdvakken begrensd worden

door het uitsterven en het opkomen van levensvormen. De oorzaken van deze reorganisaties zijn vaak pas sinds enkele tientallen jaren onderkend. Het waren soms biologische factoren, zoals concurrentie tussen organismen, het optreden van plagen en de ontwikkeling van nieuwe levenswijzen. Maar vooral speelden milieueffecten, zoals de verandering in de

verdeling van land en zee, hittegolven en ijstijden, excessief vulkanisme, meteorietinslagen en het haperen van de koolstofkringloop een rol. Ondanks de eigen onrust van onze aarde ontstaan na enige tijd telkens weer nieuwe ecosystemen. De 11.000 verschillende typen gevederde dino's (vogels!) die nu leven, zijn er vast meer dan dat er variëteiten dino's in de Juratijd leefden, omdat er toen minder lokale varianten waren door het megacontinent.

Met deze realiteit voor ogen zie je nieuwsgierig vooruit, ook na een dinoparkbezoek. In een volgende druk kunnen foutjes (in de tijdlijn viel het woord miljoen twaalf maal weg) en onhandige vertalingen worden bijgewerkt. Zo was rock (gesteente) vertaald als rots, en bonebed (beenderlaag) als beenderbed. Lezers kunnen die nu al zelf corrigeren, want *Dinosaurussen* is te leuk om op te wachten!



Bert Boekschoten
bboekschoten@kpnmail.nl