TEKST • TAS WALKER

HOE ONTSTAAN FJORDEN?

SOGNEFJORD IN NOORWEGEN: UITGESLETEN DOOR IJS OF DOOR WATER?

Dat ijs invloed had op de vorming van fjorden, staat buiten kijf. Maar zijn die fjorden alléén door het ijs gevormd? Of waren er al fjorden en vulden die zich later met gletsjers? Duik mee in de fjorden, dan zul je zien hoe deze natuurfenomenen, die Noorwegen wereldwijde faam gaven, in een zondvloedmodel passen.

Atle Nesje is hoogleraar Kwartaire Geologie aan de Universiteit van Bergen in Noorwegen. Samen met een paar collega's schreef hij in 1992 een onderzoeksartikel met de titel *Kwartaire erosie in het afwateringsgebied van het Sognefjord in West-Noorwegen*. Dit document biedt nog steeds een nuttig overzicht, en werd toen gepubliceerd in het academische tijdschrift *Geomorphology*.

LANGSTE FJORD TER WERELD

Het bekendste fjord van Noorwegen, en het langste ter wereld, is het Sognefjord. Nesje en zijn collega's koppelen in hun artikel miljoenen jaren aan de ontstaansgeschiedenis van dit fjord. Maar je kunt de data ook vanuit een Bijbelse context uitleggen (zie kader rechts).
In zijn onderzoeksartikel wijst Nesje erop dat fjorden worden aangetroffen in valleien waar gletsjers zich ooit onder het huidige zeeniveau bevonden. De gletsjer kerfde zijn kenmerkende U-vorm in het dal, en toen de gletsjer zich terugtrok, vulde de zee het dal. Zo ontstonden smalle, steile inhammen, die soms dieper zijn dan 1300 meter.
Aan het eind van een gletsjer ligt de eindmorene, een stuwwal van puin dat door de gletsjer de berg af is geschraapt. Die eindmorene markeert de ingang van het fjord en is onder water achtergelaten. Hierdoor is het water op die plek ondieper dan in het hoofdgedeelte van het fjord erachter.
De zeebedding bij het Sognefjord – dat op plaatsen verderop wel 6 kilometer breed is – is bedekt met zo'n 200 meter sediment. De bodem ligt ongeveer 1500 meter onder de zeespiegel.

ANDERE PROCESSEN

Aangaande de processen die de fjorden vormden, schrijft Nesje in zijn artikel: 'De meeste auteurs zijn het erover eens dat er een duidelijke invloed van ijserosie op de fjorden is geweest. Wat niet altijd duidelijk was, is het belang van die ijsactiviteit ten opzichte van andere processen, zoals tektoniek (bewegingen en vervormingen in de aardkorst, -red) en fluviatiele processen (slijtage en afzetting door rivieren, -red).' Nesje bespreekt deze processen in het artikel: erosie door water – in de vorm van grote rivieren – en gletsjererosie.

Het is algemeen geaccepteerd dat beide processen bij de vorming van fjorden betrokken waren. De discussie draait slechts om de mate waarin elk proces een rol speelde.
Een ander proces is tektoniek, wat in feite neerkomt op een op-, neer- en zijwaartse beweging van stukken aardkorst (de tektonische platen). Dit duwt enorme rotsblokken samen. De korst breekt, waardoor breuken en verbindingen in het ondergrondgesteente ontstaan.

Het Sognefjord in Noorwegen, op zo'n 100 kilometer van de oceaan verwijderd. Het vlakke oppervlak van de bergen rond dit fjord laat het plateau zien dat later door de zondvloedwateren is afgesleten toen die naar de oceaanbassins stroomden.

LANGE PERIODES UITGELEGD IN EEN BIJBELS-HISTORISCH KADER

	EVOLUTIEBRIL	CREATIEBRIL
Paleoceen tot Mioceen	66 tot 5,3 miljoen jaar geleden	Dit heeft vrijwel zeker plaatsgevonden in de tweede helft van de zondvloed, ongeveer 4350 jaar geleden. Het grootste deel van de tijd (7 maanden) werd het overstromingswater van de continenten afgevoerd.
Plioceen	5,3 tot 2,6 miljoen jaar geleden	Waarschijnlijk gaat het hier om een overstroming aan het eind van de zondvloed, waarbij het laatste water zich terugtrok. Het laatste deel van het Plioceen kun je in de periode kort na de zondvloed plaatsen.
Pleistoceen	2,6 miljoen jaar tot 12.000 jaar geleden	Dit is na de zondvloed, waarschijnlijk overeenkomend met de eerste 700 jaar erna, wat een ijstijd was. De zondvloed eindigde circa 4350 jaar geleden. Dat betekent dat de ijstijd plusminus 3800 jaar geleden stopte.
Holoceen	12.000 jaar geleden tot heden	De periode na de ijstijd, van 3800 jaar geleden tot nu.

De tabel vertolkt de visie van de auteur. De precieze opdeling van deze tijdvakken binnen een Bijbels model is onder creationisten nog een punt van discussie.

De fjorden langs Noorse kust geven twee richtingen weer, aangegeven door de zwarte lijnen. Deze staan voor de breuklijnen in het grondgesteente, veroorzaakt door tektonische bewegingen in de aardkorst.



Figuur 1 (zie hierboven) laat de structuur van de breuken zien en toont dat de waterwegen in twee voorkeursrichtingen lopen: noordoostelijk naar zuidwestelijk, en noordwestelijk naar zuidoostelijk. Dat er zulke voorkeursrichtingen zijn is typerend voor een gebied waarin tektonische bewegingen plaatsvonden, die het ondergrondgesteente verplaatsten en kraakten.

BALTISCH SCHILD

Het Scandinavisch Schiereiland, waar de fjorden liggen, maakt deel uit van een groot segment van de aardkorst dat bekendstaat als het Baltisch Schild. Dat is opgebouwd uit 'oud', kristallijn en metamorf gesteente. 'Kristallijn en metamorf' betekent dat de gesteenten, als gevolg van grootschalige bewegingen in de aardkorst, door druk en temperatuur zijn veranderd. Men gaat ervan uit dat het Scandinavisch Schiereiland is opgebouwd uit grote, honderden kilometers lange rotsblokken. Het idee is dat deze enorme blokken van hun oorspronkelijke positie zijn verplaatst en in elkaar geduwd, om zo het schiereiland te vormen (zie figuur 2).

De gesteentebeweging die het Baltisch Schild vormde, vond waarschijnlijk heel vroeg tijdens de zondvloed plaats, in de eerste fase (toen alle fonteinen van de grote afgrond openbraken, zoals Genesis 7:11 vulkanisme omschrijft). Dit verschilde van de bewegingen die de vervormingen en breuken in de aardkorst veroorzaakten; die zouden pas later tijdens de zondvloed optreden. De fjorden zelf ontstonden nog weer later, toen het continent werd opgeheven en de oceaanbassins zonken.

Pas na de zondvloed, in de ijstijd die erop volgde, sleten gletsjers de reeds bestaande valleien dieper uit.

KRACHT VAN HET WATER

Een dergelijk proces sluit aan bij dat wat Nesje en zijn collega's in hun paper stellen. Ze zeggen dat de vorm van het Sognefjord-landschap op veel plaatsen niet sterk beïnvloed is door ijstijdgletsjers. Dit betekent dat de basisvorm zou zijn uitgesneden door water. Hierbij kun je denken aan het water van de zondvloed, toen dat zich terugtrok. Dat gebeurde in twee fases. Eerst bedekte het water het hele continent. Toen het grote plateau in het oosten werd opgeheven, kerfde het water het plateau westwaarts uit. Op basis van wat bekend is op andere continenten, kun je ervan uitgaan dat er in deze fase kilometers gesteenten van boven het huidige landoppervlak zijn verwijderd.
In de tweede fase nam de stroom af, en verplaatste het water zich in brede geulen waardoor die verder uitholden. Deze geulstructuren hadden zich eerder tijdens de zondvloed gevormd, onder invloed van de hierboven beschreven (tektonische) processen.

VERDIEPT

Water deed dus het grote voorwerk bij de vorming van fjorden. Pas na de zondvloed, in de ijstijd die erop volgde, sleten gletsjers de reeds bestaande valleien dieper uit. Vooral daar waar de bergen hoog zijn, is duidelijk te zien dat fjorden extra sterk zijn uitgediept. Zo'n extra verdieping wordt overigens niet alleen bij fjorden waargenomen, maar ook op andere plekken ter wereld; in sommige valleien naast hoge bergen met een ijskap. Deze 'oververdieping' wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat smeltwater – door de dikte van het ijs – onder hoge druk door de valleien heen is gestroomd.
Ondanks dat er onzekerheden zijn, schatten Nesje en zijn collega's dat er in de ijstijd gemiddeld zo'n 610 meter gesteente uit het dal van het Sognefjord is weggesleten. Met andere woorden, de gletsjers hebben het fjord niet uitgesleten. Ze hebben de grote vallei, die reeds door het terugtrekkende zondvloedwater was uitgehouwen, alleen maar uitgediept. w









Nesje en zijn collega's zeggen aan de hand van hun Sognefjord-studie dat dit landschap op veel plaatsen niet sterk door ijstijdgletsjers is beïnvloed. De basisvorm zou door water zijn uitgesleten.



In het geval van het Baltisch Schild wordt aangenomen dat er landmassa's zijwaarts zijn geduwd; vanuit het noordwesten tegen het Baltisch Schild aan, waardoor het groter werd.

WEET MEER:

Dit artikel is een licht bewerkte vertaling van How did the Fjords form?, *geschreven door geoloog Tas Walker op* creation.com/fjords

www.weet-magazine.nl/weet-meer