

Vulkanische mesocyclonen anno 2011

KES FLOOR

De zware onweersbuien die bekend staan als supercellen, vormen een indrukwekkend natuurverschijnsel. Datzelfde geldt voor de kolommen met gassen, stoom en as van uitbarstende vulkanen. Er zijn overigens veel meer overeenkomsten, zeggen Chakraborty et al. (2009). Ze ontwikkelden een nieuwe theorie over verschijnselen rond vulkaanuitbarstingen en de gelijkenissen met supercellen aan de hand van tot dan toe opgetreden erupties, zoals de uitbarsting van de Pinatubo op de Filipijnen van 15 juni 1991 en de uitbarsting van de Chaïtén in Chili van 3 mei 2008. Dit jaar waren er opnieuw ten minste twee vulkaanuitbarstingen die pasten in het beeld dat de onderzoekers van de University of Illinois schetsten: die van de Grímsvötn op IJsland op 21 mei 2011 en van de Puyehue in Zuid-Chili op 4 juni 2011.

Een supercel is een gevaarlijke, tamelijk zeldzame, zeer zware onweersbui. Opvallend is de aanwezigheid van een cyclonaal roterende kolom opstijgende lucht. Deze kolom heeft doorgaans een diameter van 2 tot 10 kilometer en staat bekend als mesocycloon. De levensduur van een mesocycloon is langer dan de 10 tot 20 minuten die een luchtdeeltje nodig heeft om op te stijgen van de wolkenbasis tot de top. Supercellen zijn er in uiteenlopende horizontale afmetingen en hoogtes. Meestal produceren ze grote hoeveelheden hagel, wolkbreuken, zware windstoten en valwinden. Ook kunnen ze vergezeld gaan van windhozen of tornado's.

Aan de bovenzijde van de supercel bevindt zich een min of meer cirkelvormig scherm van cirrusbewolking, waarvan het buiten het massieve gedeelte van de bui uitstekende deel bekend staat als aambeeld. In het midden ervan dringt de opstijgende lucht door het scherm heen: de zogeheten *overshooting top*. Aan de onderzijde van het aambeeld kan vaak



Figuur 1. Uitbarsting van de Grímsvötn op IJsland op 21 mei 2011. De foto toont de paddestoelvorm van de uitgestoten gassen en deeltjes, met het karakteristieke scherm en een overshooting top (bron: STR/AFP/Getty Images).

mammatusbewolking worden waargenomen. Een supercel gaat vergezeld van talrijke bliksemontladingen. Binnen de mesocycloon van een supercel treden echter vrijwel geen bliksemontladingen op.

Heftige vulkaanuitbarstingen

De bovengenoemde verschijnselen rond supercellen doen sterk denken aan wat kan worden waargenomen tijdens heftige uitbarstingen van vulkanen (Chakraborty et al, 2009). De hete gassen, stoom en vulkanische as die dan vrijkomen, ordenen zich niet direct in de vorm van een pluim. In de beginfase vormt zich namelijk een verticale, ronddraaiende kolom, waarin de uitstoot opstijgt: een vulkanische mesocycloon. Veelal treden tegelijkertijd bliksemontladingen op, bij voorkeur aan de buitenzijde van de zuil met stoom en door de vulkaan uitgestoten deeltjes en gassen.

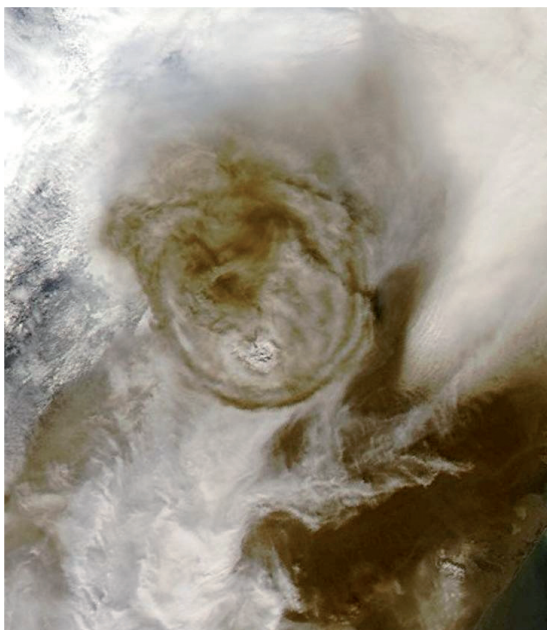
Op zekere hoogte komen de stijgbewegingen tot stilstand. De vulkanische gassen en deeltjes spreiden zich daarop uit in horizontale richting. Daarbij ontstaat als het ware een ondoorzichtig, min of meer cirkelvormig of ovaal scherm waar de opstijgende lucht met gassen en as af en toe doorheen prikt: een soort *overshooting top*. De vorm van het geheel doet denken aan een supercel, van bovenaf gezien.

Veel vulkanen zijn als eilandjes gesitueerd in zeeën en oceanen. Dan treden er bij dit paraplu- of paddestoelvormige type aswolk soms waterhozen op.

Grímsvötn, IJsland

De overeenkomst tussen de verschijnselen die worden waargenomen bij supercellen enerzijds en bij vulkaanuitbarstingen anderzijds, werden dit jaar weer eens geïllustreerd tijdens vulkaanuitbarstingen in IJsland en Chili.

In IJsland begon op 21 mei 2011 aan het eind van de middag (lokale tijd) een uitbarsting van de actiefste vulkaan op het eiland, de Grímsvötn. De uitbarsting van deze onder een gletsjer gelegen vulkaan



Figuur 2. Satellietbeeld van de uitbarsting van de Grímsvötn op IJsland. Datum 22 mei 2011. Instrument: MODIS satelliet Terra (bron: NASA/University of Dundee).



Figuur 3. Uitbarsting van de Grímsvötn op IJsland, gefotografeerd in de avond van 22 mei 2011. Onder het scherm zit mammatus, zoals ook vaak optreedt onder het aambeeld van een supercel (© Jóhann Ingi Jónsson).



Figuur 4. Luchtfoto van de aswolk van een uitbarsting van de Puyehue in Zuid-Chili op 5 juni 2011 (foto: Claudio Santana, AFP/Getty Images).



Figuur 5. Bliksemontladingen tijdens een uitbarsting van de Puyehue, begin juni 2011 (foto: Francisco Negroni/AgenciaUno /EPA).

was de heftigste sinds 1902; de voorlaatste eruptie vond plaats op 1 november 2004.

Later op de avond van 21 mei had de uitstoot van de vulkaan een hoogte bereikt van ongeveer 20 kilometer, om vervolgens geleidelijk af te nemen. Tijdens de uitbarsting waren er perioden met grote aantallen bliksemontladingen, zo kon uit metingen van de Britse Met Office worden afgeleid. Het aantal ontladingen per uur was 1000 maal groter dan bij de uitbarsting van de Eyjafjallajökull in 2010. Figuur 1 geeft een beeld van de eruptie van de Grímsvötn op 21 mei 2011. Kenmerken als een kolom met stoom, as en gassen, een uitdijend scherm en een overshooting top zijn in de figuur goed terug te vinden. Het geleidelijk bruiner getinte scherm was ook zichtbaar op MODIS-beelden van 22 mei (figuur 2). Een karakteristiek patroon van mammatusbewolking is zichtbaar op figuur 3, eveneens van 22 mei.

Puyehue, Chili

Na 51 jaar niets van zich te hebben laten horen, barstte op 4 juni 2011 de Puyehue uit. De vulkaan ligt in Zuid-Chili, 870 kilometer ten zuiden van Santiago en niet ver van de Argentijnse grens. In Chili liggen ongeveer 3000 vulkanen, waarvan er op dit moment zo'n 80 actief zijn.

De eruptie van de Puyehue was een dag eerder aangekondigd door 1450 kleine aardbevingen. De vulkanische as bereikte een hoogte van 14 kilometer. Ook in dit geval werden de karakteristieken die vulkaanuitbarstingen en supercellen gemeen hebben, weer waargenomen. Op een luchtfoto van 5 juli (figuur 4) zijn het scherm en de bijbehorende overshooting top goed te zien. Figuur 5 toont een spectaculair beeld van de onweersactiviteit tijdens de uitbarsting. Figuur 6 laat zien dat ook in dit geval mammatusbewolking optrad.

Meldingen van hoosachtige verschijnselen ontbreken bij beide erupties. Ze komen vooral voor bij uitbarstingen van vulkanen die als een eilandje in zee liggen en dat was nu niet het geval.

Rotatie

De overeenkomst tussen de verschijnselen die worden waargenomen bij supercellen enerzijds en bij vulkaanuitbarstingen anderzijds, is opmerkelijk. Chakraborty en collega's werden vooral getriggerd door een foto van de bliksemflitsen tijdens de uitbarstingen van de vulkaan Chaitén in Zuid-Chili in mei 2008. Daarop was te zien dat veel van die ontladingen zich voordoen aan de



Figuur 6. Aswolk met scherm en mammatus tijdens de uitbarsting van de Puyehue in Zuid-Chili (foto: Claudio Santana, AFP/Getty Images).

buitenzijde van de kolom met vulkanische as. Ook binnen de mesocycloon van een supercel treden doorgaans geen bliksemontladingen op. Men spreekt wel van een ‘bliksemgat’ in de supercel. Om hun theorie van vulkanische mesocyclonen verder te ondersteunen, zochten de genoemde auteurs aanvullende argumenten. Zo toonden ze met analyses van satellietbeelden aan dat er inderdaad sprake is van rotatie van de kolom vulkanische as en het daaraan gekoppelde scherm aan de bovenzijde ervan. Dat is geen eenvoudige opgave, want de tijd tussen twee opeenvolgende satellietbeelden is meestal te groot om de bewegingen en vervormingen van zo’n

scherm goed te kunnen volgen. Gelukkig bleek de uitbarsting van de Pinatubo op de Filipijnen in 1991 door de Japanse geostationaire satelliet GMS wel voldoende frequent in beeld gebracht om conclusies te kunnen trekken. Daarbij kon op de uurlijkse beelden voor het eerst inderdaad een draaiing van het scherm worden aangetoond. De draaiing krijgt het uitwaaiende scherm mee van de roterende kolom met uitgestoten vulkanische gassen en as. De rotatie maakt het scherm onstabiel, waardoor het zijn cirkelvorm of ovale vorm verliest en uitstulpingen ontwikkelt, die soms ook op de satellietbeelden zichtbaar zijn.

Beschrijvingen

De Amerikaanse onderzoekers gingen tevens op zoek naar beschrijvingen van vulkaanuitbarstingen waarin drie kenmerken van de mesocycloon tegelijkertijd werden genoemd: bliksemontladingen, hozen en een roterende kolom van vulkanische as. Waarnemingen van onweer bij vulkaanuitbarstingen bleken gemakkelijk te vinden. Van tijd tot tijd verschijnen er ook foto’s of verslagen van waterhozen tijdens vulkaanuitbarstingen. Voor een rapportage waarin alle drie de verschijnselen tegelijk werden genoemd, moesten ze echter bijna 200 jaar teruggaan. In 1811 nam een Engelse zee kapitein in de buurt van de Canarische eilanden zo’n uitbarsting waar en stelde daarvan een beschrijving op die aan de gezochte criteria voldeed. Deze rapportage uit 1811 vormde, naast de foto met bliksemontladingen en bliksemgat tijdens de uitbarsting van de Chaitén in 2008 en de aangetoonde rotatie van een scherm aan de bovenzijde van de askolom van de Pinatubo uit 1991 een derde pijler onder de nieuwe theorie van het mesocycloongedrag van aszuilen tijdens vulkaanuitbarstingen.

Literatuur

Chakraborty, P., Gioia, G. & Kieffer, S.W., 2009: Volcanic mesocyclones. *Nature* 458, pp 497-500. doi:10.1038/nature07866.

Robert Fitz Roy: zeeman en meteoroloog (deel 1)

WOUTER LABLANS EN GERARD VAN DER SCHRIER (KNMI)

De lezers van *Meteorologica* zullen in het Darwinjaar 2009 ongetwijfeld kennis genomen hebben van het feit dat 150 jaar tevoren de eerste publicatie van Charles Darwin over de evolutietheorie verscheen. De waarnemingen die de aanleiding waren tot de ontwikkeling van deze theorie waren reeds meer dan twintig jaar eerder verricht, op de wereldreis van 1831 tot 1836 van de *Beagle*, een onderzoekingschip van de Britse marine. Het doel van deze reis was het uitvoeren van hydrografisch onderzoek, het in kaart brengen van vaarwateren aan nog slecht beschreven kusten. De belangrijkste onderzoeker aan boord van de *Beagle* was niet, zoals veelal wordt gedacht, Charles Darwin, maar de gezagvoerder van het schip, Robert Fitz Roy, want de waarnemingen van Darwin behoorden niet tot de kerntaak van de expeditie. Het was toen nog niet te voorzien dat de waarnemingen van Darwin een belangrijke rol zouden gaan spelen in de geschiedenis van de wetenschap. Evenmin was te voorzien dat ook Fitz Roy zich een plaats in de geschiedenis van de wetenschap zou verwerven. Hij werd de eerste directeur van de Britse meteorologische dienst en daarmee een van de pioniers van de operationele meteorologie. Fitz Roy was als onderzoeker zijn tijd ver vooruit maar zijn vooruitstrevende ideeën bleven tot ver in de twintigste eeuw vrijwel onopgemerkt. Hoe dat kon gebeuren wordt in dit artikel onderzocht, nadat we eerst een overzicht geven van de levensloop van Fitz Roy.

Fitz Roy als zeeman

De Honourable Robert Fitz Roy (1805-1865, figuur 1) was een kleinzoon van de derde hertog van Grafton. De eerste

hertog was een van de zes niet officiële, maar wel erkende, zonen van koning Charles II (1630-1685). De hertog kreeg naast de titel ook, zoals dat bij de Britse

adel gebruikelijk is, een familienaam toegedeeld, dat werd ‘Fitz Roy’, ofwel ‘Fils de Roy, Koningszoon’. De vader van Robert Fitz Roy was niet de oudste zoon