



AFBEELDING 1. | *Het vulkaaneiland Surtsey; 11 januari 1964.*

De geboorte van een eiland: Surtsey, zuidwest IJsland

EDUARD KOSTER
FACULTEIT GEOWETENSCHAPPEN
UNIVERSITEIT UTRECHT
HEIDELBERGLAAN 2
3584 CS UTRECHT
WARD-KOSTER@PLANET.NL

Sinds de beruchte vulkaanuitbarsting van de Eyjafallajökull en de verstrekkende gevolgen hiervan voor het vliegverkeer tussen Europa en Amerika staat vulkanisme op IJsland volop in de belangstelling. Echter, vulkaanuitbarstingen, aardbevingen en allerlei pseudo-vulkanische fenomenen zijn aldaar een volstrekt normaal en veelvuldig voorkomend verschijnsel. Sinds de kolonisatie van IJsland rond 870 na Chr. zijn waarschijnlijk vele honderden kleine en grote vulkaanuitbarstingen waargenomen en gedocumenteerd. Submariene vulkaanuitbarstingen, d.w.z. uit zee omhoog gekomen vulkaankegels, zijn echter een relatief zeldzaam fenomeen. Ruim vijftig jaar geleden vond zo'n uitzonderlijke gebeurtenis plaats op het continentale plat van zuid IJsland. Een vulkaaneilandje – later Surtsey genaamd naar de Noorse mythologische vuurgod Surtur – kwam boven water op 14 november 1963. Sinds dat moment is dit unieke stukje maagdelijk land wat geologische en vooral ook biologische ontwikkeling betreft nauwkeurig bestudeerd (Afb. 1).





AFBEELDING 2. | Het ontstaan van Surtsey; op de voorgrond het eiland Heimaey. Bron: Thorarinsson, 1967.

Een historische gebeurtenis

Rond zeven uur in de ochtend op de 14e november 1963 bevond het vissersschip Ísleifur II zich ongeveer 4 nautische mijlen ten westen van het kleine eilandje Geirfuglasker, het zuidelijkste eiland tot dan toe van de Westman eilandengroep. Even later rook de bemanning een penetrante lucht, het schip maakte vreemde bewegingen als ware het terecht gekomen in een draaikolk, en zagen ze een zwarte rookpluim. In eerste instantie dachten ze aan een schip in nood, maar al snel werd hen duidelijk dat ze getuige waren van de geboorte van een nieuw vulkanisch eiland. De locatie werd later vastgesteld op 63°18'22" NB en 20°36'30" WL' (Thorarinsson, 1967). De vissers meldden hun ontdekking over de boordradio en enkele uren later was die over de hele wereld bekend. Binnen enkele uren waren de bekende IJslandse vulkanoloog prof. Sigurdur Thorarinsson en enkele collega's al ter plekke (Afb. 2).

Vulkanisme sinds de 'landnám' van IJsland

Het Tertiaire basaltplateau van IJsland, opgebouwd door enorme effusieve spleetvulkanen, wordt opgesplitst in

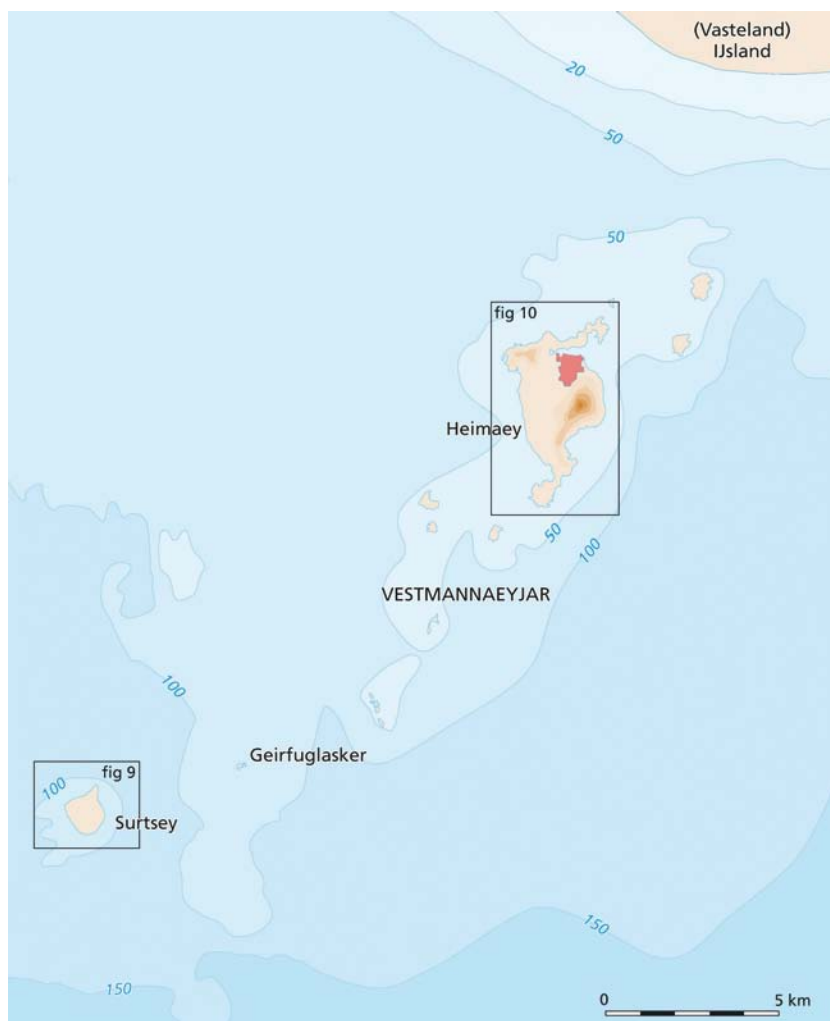
twee delen door een zeer complexe en tot meer dan 100 km brede tektonische breukzone. Deze ZW-NO georiënteerde zone is grotendeels opgevuld met Pliocene en Kwartaire gesteenten behorende tot de Móberg of Palagoniet Formatie met hier en daar ingeschakelde Pleistocene tillieten en fluvio-glaciale sedimenten (Afb. 3). Thorarinsson (1960) schat dat zo'n 150-200 vulkanen na het aflopen van de laatste ijstijd nog actief zijn geweest. Vooral in het zuidelijk gedeelte van dit systeem, waar dit artikel zich toe beperkt, hebben ook nog in historische tijd ruim honderd erupties van vulkanen plaatsgevonden.



AFBEELDING 3. | Vulkanische gesteenten en locaties van enkele in de tekst genoemde vulkanen. Bron: Thorarinsson, 1960.



Algemeen wordt aangenomen dat de kolonisatie van IJsland is aangevangen rond het jaar 870 na Chr. Afgezien van historische documenten, die uit de negende eeuw uiteraard niet erg exact zijn, wordt het voorkomen van een uitgebreide vulkanische aslaag (*tephra*) afkomstig van het Veidivötn spleetsysteem en gedateerd op het jaar 871 ± enkele jaren, door Sigurdur Thorarinsson in relatie gebracht met de eerste kolonisatie. De oudste tekenen van het in gebruik nemen van het land worden namelijk direct boven deze *landnám* tephralaag aangetroffen (Vésteinsson, 2000). Grote erupties van het Hekla- en Katla-systeem vonden praktisch iedere eeuw plaats. Ook de vulkanen van Surtsey, Heimaey, Eyjafjallajökull en Veidivötn liggen in dezelfde tektonische zone (Afb. 3). Waarschijnlijk de meest dramatische gebeurtenis is die van de Laki-spleeteruptie in 1783. Deze eruptie duurde zeven maanden. Niet alleen een groot aantal boerderijen werd verwoest door lavavelden, maar door de uitstoot van grote hoeveelheden SO₂ houdende gassen ging de oogst verloren in een groot gebied. Hierdoor ontstond de grote hongersnood van 1783/84 met als gevolg dat één vijfde van de bevolking van IJsland (ongeveer 10.000 personen) omkwam. Het merendeel van de grotere vulkaaneruptions is gedateerd aan de hand van tephra-chronologisch onderzoek. Vulkanische aslagen kunnen in geologisch extreem korte tijd over zeer grote afstanden verplaatst worden en vormen daarmee prima gids- of tijdstratigrafische horizonten. Zo is vulkaanstof van IJslandse origine, onder andere van de Hekla, Katla en Askja vulkanen, aangetroffen in Europese en Noord-Amerikaanse sedimenten. Detectie en analyse van zogenaamde ‘verborgen’ of ‘crypto’ tephra laagjes, bestaande uit zeer kleine glaspartikeltjes, tonen aan dat vulkanisch stof van IJslandse origine, bijvoorbeeld in Laatglaciale sedimenten, veel meer in Nederland voorkomen dan toch nog toe gedacht werd (Davies *et al.*, 2005).



AFBEELDING 4. | De vulkanische eilandreeks van de Westman Islands (Vestmannaeyjar). Bron: Thorarinsson, 1967.

Submarien en subglaciaal vulkanisme

Submarien vulkanisme komt op grote schaal op aarde voor. Echter, submarien vulkanisme dat het zeeoppervlak bereikt (we noemen het dan ‘supramarien vulkanisme’) is in IJsland niet vaak in historische tijd waargenomen. Het komt voor zowel nabij de zuidwest punt van IJsland in de zee tussen Reykjanes en Eldey als in de eilandreeks van Vestmannaeyjar (Afb. 4). Subglaciaal vulkanisme, d.w.z. onder een gletsjer of ijskap gelegen eruptiepunten, komt veel vaker voor. De in historische tijd meest actieve subglaciale vulkanen zijn Grimsvötn en Katla, gelegen onder respectievelijk de ijskappen van de Vatnajökull en de Myrdalsjökull. Berucht zijn de enorme hoeveelheden ijssmeltwater, die bij deze erupties in korte tijd vrij komen. In de sandrvlaktes ten zuiden van deze ijskappen ontstonden gigantische smeltwaterstromen, die maximale afvoerwaarden tot 40 à 50.000 m³/s bereikten (ter vergelijking: de maximaal bereikte afvoer van de Rijn tijdens het extreme hoogwater van 1995 was 12.000 m³/s). De twee thans bekendste subglaciaal ontstane vulkaaneruptions zijn die van de Eyjafjallajökull en de Bárðarbunga.

De nu als Eyjafjallajökull bekend staande vulkaan is gelegen onder de gelijknamige gletsjer met een oppervlak van circa 100 km² en een hoogte tot 1666 m. Sinds de laatste ijstijd hebben hier regelmatig uitbarstingen plaats gevonden. De voorlaatste uitbarsting vond plaats van 1821 tot 1823 en veroorzaakte een gletsjerdoorbraak (IJslands: *jökullhlaup*). Op 20 maart 2010 ontstond tussen de Eyjafjallajökull en Katlavulkanen een spleeteruptie waaruit dun-vloeibare lava stroomde gedurende een paar weken. Vervolgens barstte op 14 april de Eyjafjallajökull uit, waarbij al de volgende dag grote hoeveelheden as en puin de lucht werden in geslingerd (zie verder Andeweg, 2012). In april werd het vliegverkeer boven een groot deel van Europa stil gelegd vanwege het risico van beschadiging van de motoren door de aanwezigheid van siliciumdioxide (glasdeeltjes) in de vulkanische as (zie verder Elsenaar *et al.*, 2012).

Iets soortgelijks dreigt nu weer. Bárðarbunga is een subglaciaal vulkaan-systeem dat onder het noordwestelijke





AFBEELDING 5. | De stoom- en askolom van Surtsey reikt tot in de tropopauze (11 januari 1964).



AFBEELDING 6. | Enorme hoeveelheden vulkanische as en grovere ejecta vallen in zee. (Surtsey 11 januari 1964).

deel van de grootste ijskap op IJsland, de Vatnajökull, ligt. Dit actieve systeem is veelvuldig tot uitbarsting gekomen; grote erupties kwamen iedere paar eeuwen voor; onder andere in 1783 en 1910. Ook in 1996 braken gassen van de Bárðarbunga door de lokaal 600 m dikke ijskap en moest het internationale vliegverkeer boven IJsland omgeleid worden wegens de aswolk. Door de met de eruptie van 1996 samenhangende

enorme vloedgolf van smeltwater (*jökulhlaup*) werd de kustweg over de Skeiðarár sandr over een kilometer lengte geheel verwoest. Vorig jaar hebben waarnemingen wederom een toegenomen seismische activiteit aangetoond. Sinds augustus 2014 en ook in januari 2015 zijn dagelijks al tientallen aardbevingen gemeten. Bovendien heeft het thans gevormde lavaveld al een omvang van meer dan 70 km² bereikt en wordt volgens recente schattingen circa 50.000 ton SO₂ per dag in de atmosfeer gebracht (januari 2015). Speculaties over een grote uitbarsting van de Bárðarbunga – met naar verwachting mogelijk nóg dramatischer gevolgen dan die van de Eyjafjallajökull uitbarsting uit 2010 – hebben onlangs ook de Nederlandse pers bereikt.

Surtsey, november 1963-juni 1967

Al op 15 november 1963 kwam de vulkaankegel van Surtsey boven het wateroppervlak uit. De zee is ter plaatse 130-140 m diep. Al snel bereikte deze *freatomagmatische eruptie* (= een eruptie die door contact van magma met water heel explosief wordt) een grote intensiteit en stegen as- en gaswolken op tot een hoogte van 9 à 10 km. Grote vulkanische bommen en kleinere lapilli werden uitgeworpen tot op een hoogte van 2 à 3 km. Tijdens novemberstormen werden grote delen van het nieuwe eiland door erosie aangetast. Door de toen ontstane hoefijzervorm stortte de zee in de kraterpijp.

Bijna twee maanden later op 11 januari 1964 mocht ik als jonge student mee-vliegen naar de toen nog zeer actieve Surtsey vulkaan met een klein vliegtuigje, dat gehuurd was door de vulkanoloog prof. Sigurdur Thorarinsson en een Franse collega. De vulkaankegel, ‘Surtur I’ of ‘Surtur senior’ genaamd, bestond op dat moment nog voornamelijk uit tephra. De geweldige as- en stoomwolk, waar wij omheen cirkelden, reikte tot in de tropopauze (Afb. 5 & 6). Ons vliegtuigje bleek na terugkomst onder een laag vulkanisch stof bedolven te zijn, maar hield daar kennelijk geen schade aan over. Dankzij het feit dat vanaf maart 1964 tot mei 1965 basaltische, dun-vloeibare lava van het ‘pahoehoe’-type (= touwlava; in IJslands bekend als *helluhraun*, Afb. 7) uit de vulkaanpijp, ‘Surtur II’ of ‘Surtur junior’ genaamd, stroomde, bleef het eiland voor de toekomst bewaard (Afb. 8). Door eveneens voortdurende eruptie van klastische, vulkanische producten komen in de lava vele nu geconsolideerde tuflagen voor. Gebleken is dat, geholpen door de hoge temperatuur (100° C), de hydrothermale omvorming van de basaltische tephra in harde palagoniet-tuf binnen enkele jaren plaats vond (Jakobsson *et al.*, 2000). Palagoniet-tuf is een hard en zeer resistent gesteente tegen kusterosie.

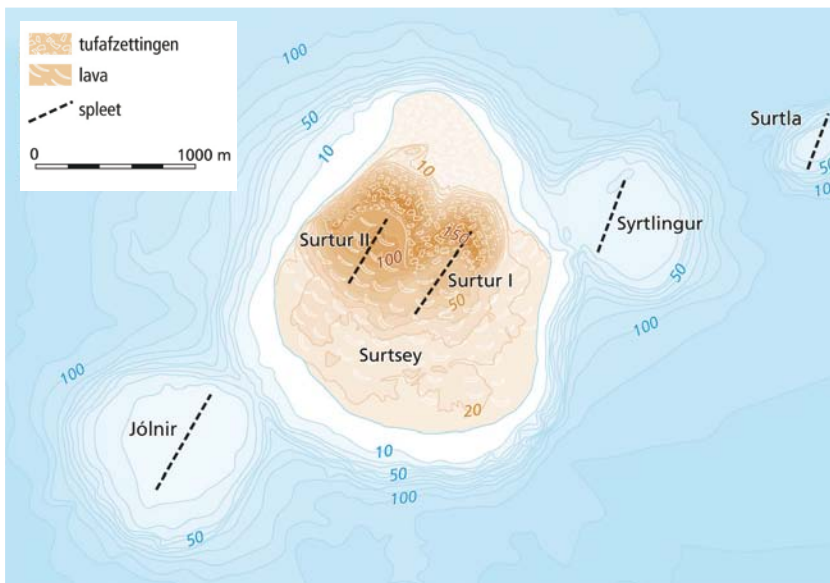
Chemische analyses van de tephra wezen een samenstelling uit van basaltisch materiaal met fenocrysten (= eersteling-kristallen) van olivijn, pyroxeen en plagioklaas (vooral anortiet), wat typisch is voor herkomst uit diep-gelegen basaltisch magma (Thorarinsson, 1967). De additionele vulkaankegeltjes



AFBEELDING 7. | Touwlava.



opgebouwd door de eruptiepunten Surtla, Syrtlingur en Jólnir zijn in de loop van 1965/66 weer door de zee verzwolgen. Deze erosieresten hebben een typische afgeplatte (tafel-)vorm, die in de geomorfologie aangeduid wordt als 'guyots' (tafelberg). Afbeelding 9 toont de topografie van Surtsey en haar



AFBEELDING 9. | Terrestrische respectievelijk submariene topografie van Surtsey en voormalige, ter weerszijden gelegen vulkaankegeltjes, opgenomen in juni 1968. Bron: Norrman, 1970 en Thordarson, 2000.



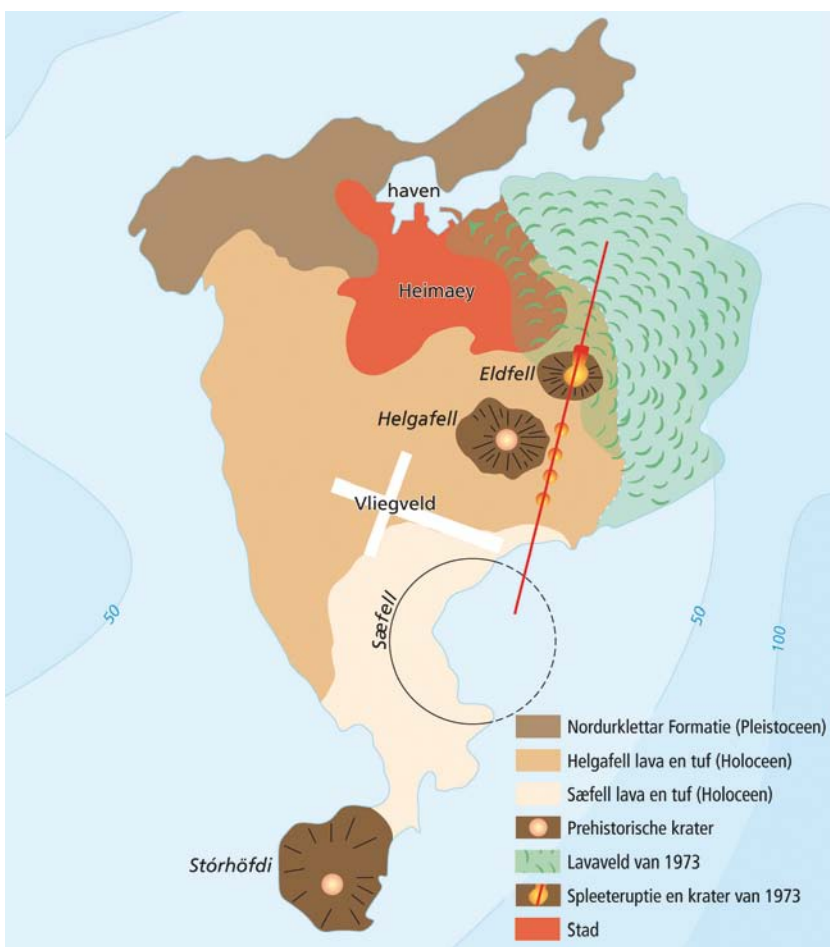
AFBEELDING 8. | Lavastromen reiken tot in zee. (Surtsey, april 1964). Bron: Surtsey Research Society.

submariene zijkratertjes. Openvolgende hydrografische opnames hebben aangetoond dat de diepteligging van bijvoorbeeld Jólnir snel toeneemt, van ± -15 m in 1968 tot ± -43 m in 2007. Na een relatief lange eruptietijd van 3½ jaar kwam de vulkaanactiviteit in juni 1967 tot stilstand. Het eiland had destijds een hoogte bereikt van 150 m. Door latere golf- en winderosie zijn de vorm, hoogte en omvang van het eiland drastisch gewijzigd (Norrman, 1970). De omvang is afgenomen van de oorspronkelijke 2,65 km² in 1967 tot 1,41 km² in 2004. Enerzijds zijn tientallen meters hoge, steile kliffen in de lava- en tufafzettingen gevormd, anderzijds is door mariene abrasie vooral aan de noordzijde een uitgestrekte landtong, bezaaid met blokken, grind en zand ontstaan (Jakobsson *et al.*, 2000).

Al in mei 1965 kreeg het eiland de status van wetenschappelijk natuurreservaat. Jaren later werd de vulkaankegel en het direct omringende zeegebied geplaatst op de UNESCO World HeritageList (2008). In augustus 2013 vond in Reykjavik de Surtsey 50th Anniversary Conference plaats. In het 'Programme and Abstract Volume' daarvan is veel informatie te vinden over de geologische en biologische ontwikkeling, die gedurende de afgelopen decennia nauwlettend is gevolgd.

Heimaey, januari-juli 1973

De Vestmannaeyjar eilandengroep bestaat uit 18 restanten van vulkanische submariene erupties van voornamelijk alkalische basalten (Afb. 4). Daarnaast komen nog diverse submariene eruptiepunten voor, die het oppervlak nog niet bereikt hebben of



AFBEELDING 10. | Geologisch schetskaartje van Heimaey. Bron: Schwarzbach, 1975 en Mattson & Höskuldsson, 2003.





AFBEELDING 11. | *Vulkanische bom.*



AFBEELDING 12. | *De kale vulkaankegel Eldfell (22 juli 1973).*

door erosie weer onder water zijn verdwenen. Op 23 januari 1973, kort na middernacht, startte een vulkanische eruptie op het eiland Heimaey (Schwarzbach, 1975). Een spleetsysteem van bijna 2 km lengte opende zich slechts 200 m verwijderd van de meest oostelijk gelegen huizen van de

gelijknamige plaats (Afb. 10). Na een paar dagen concentreerde de eruptie zich en bouwde de Eldfellkegel zich op tot een hoogte van 253 m (Afb. 12). De Eldfell wordt ook wel Kirkefell genoemd en had een hoogte vóór de eruptie van 180 m. Naast vulkanische as en bommen (Afb. 11), vloeide lava met een lage viscositeit uit de kraterpijp. Dit lavaveld bereikte en verwoestte een klein deel van de stad, maar wat ernstiger leek, het dreigde ook de haveningang af te sluiten. De goed beschutte haven op het eilandje Heimaey is de belangrijkste vissershaven van geheel Zuid-IJsland. Meer dan 90 % van de circa 5.300 inwoners is op één of



AFBEELDING 13. | *Deel van de stad Heimaey begraven onder vulkanische as (22 juli 1973). Op de achtergrond een lavastroom die een deel van de stad Heimaey verwoest heeft (22 juli 1973).*



AFBEELDING 14. | Stoomontwikkeling waar de nog hete lava de haven bereikt (22 juli 1973).

andere wijze betrokken bij de visserij. Bovendien zouden bij afsluiting van de haveningang de elektriciteits- en waterleidingkabels, die van het vasteland komen, vernield worden. Het toeval wil dat op 23 januari praktisch de gehele vissersvloot in de haven lag vanwege een storm. Hierdoor kon de bevolking van Heimaey van ruim 5.000 mensen zonder enige paniek in de onvoorstelbaar korte tijd van enkele uren geëvacueerd worden per schip met achterlating van een honderdtal vrijwilligers. Aangezien de overheersende windrichting op Heimaey in de winter meestal noord-westwaarts gericht is, vreesde men aanvankelijk dat de gehele stad door dikke aslagen begraven zou worden. Gelukkig bleek deze windrichting in de weken na 23 januari weinig voor te komen. Desalniettemin werd binnen ongeveer twee weken een flink deel van de stad begraven onder een tot meer dan 5 m dikke aslaag (Afb. 13). Op 3 februari begon de uitvloeijing van lava haar gestage uitbreiding. Het ongeveer 20 m hoge lavafront bereikte de stad na enkele weken en verwoestte de zuidoostelijke sector ervan (Afb. 14). Met behulp van een groot aantal waterpompen, deels geleend van de Amerikaanse vliegbasis op Keflavik, heeft men getracht het lavafront af te koelen en tot stilstand te brengen. In hoeverre dat gelukt is, blijft onduidelijk. In februari en maart bereikte het lavafront zo nu en dan snelheden van wel 40 m per uur. Het lavaveld, bestaande uit alkalische basalt, groeide vanaf begin april vooral uit in noordoostelijke richting, waardoor de haveningang bereikbaar bleef en zelfs qua beschutting nog iets gunstiger kwam te liggen (Afb. 13 & 14). In juni 1973 eindigde de eruptie en bleek de omvang van het eiland gegroeid te zijn van 12 tot 14,5 km². Geschat wordt dat 250 miljoen m³ lava en as het eiland bedekt heeft.

Minder dan een maand later, in juli 1973 was ik in de gelegenheid tijdens een excursie het eiland Heimaey te bezoeken. Terwijl wij over de nog met dikke aslagen bedekte stadswijk reden waren de as en lava nog lang niet afgekoeld. Boringen hebben uitgewezen dat in juli in de lava op een diepte van 5-15 m een temperatuur van bijna 1000 °C werd gemeten. De nieuwe, kale vulkaankegel heeft nu een hoogte bereikt van 225 m, bijna net zo hoog als de 226 m hoge Helgafell. Bodemmateriaal onder een dikke tephralaag op Heimaey, waarvan datering heeft uitgewezen dat het een ouderdom heeft van circa 5.000 jaar, toont aan dat de Helgafell-vulkaan als een waarschijnlijk 'dode' vulkaan beschouwd mag worden, net zoals de Stórhöfði. Deze vulkanen hebben dan ook tijdens de uitbarsting van de Eldfell geen enkele activiteit getoond.

Dankwoord

De auteur is wederom dank verschuldigd aan drs. Ton Markus (Geo-Media, UU) voor het vervaardigen van de afbeeldingen.

LITERATUUR

- Andeweg, B., 2012. *Eyjafjallajökull: inzichten in vulkanisme op IJsland*. *Grondboor & Hamer* 4/5: pp. 366-371.
 - Davies, S. M., W.Z. Hoek, S.J.P. Bohncke, J.J. Lowe, S. Pyne O'Donnell, S. & C.S.M. Turney, 2005. *Detection of Lateglacial distal tephra layers in the Netherlands*. *Boreas* 34: pp. 123-135.
 - Elsenaar, B., P. Beukenkamp & A. Karwal, 2012. *As in de machine: de uitbarsting van de Eyjafjallajökull en de gevolgen voor het vliegverkeer*. *Grondboor & Hamer* 4/5: pp. 414-419.
 - Jakobsson, S.P., G. Gudmundsson, & J.G. Moore, 2000. *Geological monitoring of Surtsey, Iceland*. *Reykjavik: Surtsey Research* 11: pp. 99-108.
 - Mattson, H. & A. Höskuldsson, 2003. *Geology of the Heinaey volcanic centre, south Iceland: early evolution of a central volcano in a propagating rift?* *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 127: pp. 55-71.
 - Norrman, J.O., 1970. *Trends in postvolcanic development of Surtsey island*. *Surtsey Research Progress Report V: 18 pp.*
 - Schwarzbach, M., 1975. *Geologenfahrten in Island*. *Ludwigsburg: Karawane-Taschenbuch: 115 pp.*
 - Thorarinsson, S., 1960. *The post-glacial volcanism*. In: *Áskelsson et al. (eds.): On the geology and geophysics of Iceland. Excursion Guide A2, International Geological Congress Reykjavik: pp.33-45.*
 - Thorarinsson, S., 1967. *Surtsey: the new island in the North Atlantic*. *New York: The Viking Press: 47 pp.*
 - Thordarson, T., 2000. *Physical volcanology of lava flows on Surtsey, Iceland: A preliminary report*. *Reykjavik: Surtsey Research* 11: pp. 109-126.
 - Vésteinsson, O., 2000. *The archeology of landnám*. In: *Fitzhugh, W.W. & Ward, E.I. (eds.) Vikings The North Atlantic Saga*. *Washington: Smithsonian Institution Press: pp. 164-174.*
- Op de Website van de Surtsey Research Society is veel informatie te vinden over de geologie, ecologie, luchtfoto's, kaarten en publicaties (http://www.surtsey.is/index_eng.htm).

