



# De dag dat de wereld verging

*Megatsunami La Palma loopt vertraging op*

In documentaires wordt de westerse wereld verzwolgen door de ergste vloedgolf die de mensheid ooit zag, als het Canarische eiland La Palma doormidden breekt en deels in zee verdwijnt. Maar de documentaires zien iets over het hoofd, meent een Delftse onderzoeksgroep. “Dit eiland zit gewoon hartstikke stabiel in elkaar.”

MAARTEN KEULEMANS

Jan Nieuwenhuis heeft een vreemde bezigheid: hij probeert een natuurramp te veroorzaken. Al haast een jaar lang probeert de emeritushoogleraar waterbouwkunde een huizenhoge tsunami op te wekken die de kusten van Amerika, Europa en Marokko zal overspoelen en steden als New York, Boston, Lissabon en Casablanca van de kaart zal vegen. Alleen: wat Nieuwenhuis ook probeert, de vloedgolf wil maar niet komen.

Samen met zijn oud-student ir. Janneke van Berlo en zijn collega's ir. Robert Jan Labeur en dr.ir. Ronald Brinkgreve probeert Nieuwenhuis de zuidwestelijke flank van het Canarische vulkaaneiland La Palma in zee te duwen. Dat zou een ontzaglijke tsunami moeten ontketenen, die zo ongeveer iedere plek op aarde met uitzicht op de Atlantische Oceaan in de ellende dompelt.

Maar La Palma werkt niet mee. De onderzoekers hebben het Canarische eilandje in computersimulaties volgepompt met water en magma en het zelfs honderden meters opgehoogd – maar het eiland is domweg bijna niet stuk te krijgen. En die doodenkele keer dat La Palma wél bezwijkt, krijg je een tsunami van niks. Een flinke waterverplaatsing die veel narigheid veroorzaakt rond de Canarische eilanden zelf en die de laaggelegen kustgebieden van Amerika en Europa blank zet: dat wel. Maar toch zeker niet de verpletterende, honderden meters hoge watermuur die sommige andere onderzoekers voorspellen.

### Aan de kook

Vijf jaar geleden was dat wel even anders. De Britse minister van wetenschap Lord Sainsbury kreeg toen een verontrustende brief van het Londense *Benfield Greig Hazard Research Centre*. Onderzoekers dr. Simon Day, dr. Steven Ward en prof.dr. Bill McGuire hadden becijferd dat La Palma op het punt staat om een 'megatsunami' te veroorzaken. Dat gebeurt als de slapende vulkaan Cumbre Vieja op de zuidpunt van La Palma ontwaakt, aldus de onderzoekers. Het opkomende magma zal het grondwater in de vulkaan aan de kook brengen, waarop de stoom de zuidwestelijke flank van de vulkaan de Atlantische Oceaan in duwt: een steenklomp van 150 tot 500 kubieke kilometer, volgens Ward en Day. Genoeg voor een tsunami met een beginhoogte van 650 meter, die met 800 kilometer per uur wegschiet, om duizenden kilometers verderop de kuststeden van Europa en de VS van de aardbodem te walsen. Of de minister maar even iets wilde doen.

La Palma werd prompt wereldnieuws. Een watermuur van twee Eiffeltorens hoog die met de snelheid van een vliegtuig op je komt afdenderen, het sprak tot de verbeelding. Aangekomen in New York zou de watermuur 40 tot 50 meter hoog zijn. De watermassa zou tientallen kilometers landinwaarts doordringen, alles op zijn weg verpletterend. Nog vorig jaar schrapte de BBC een nieuwe, gedramatiseerde documentaire over de ramp: de *special effects* werden te schokkend bevonden.

Niet de *special effects* van de Delftenaren. Als eersten ter wereld probeerden Nieuwenhuis, Van Berlo en

Brinkgreve het eiland te kraken met harde cijfers en geotechnische kennis.

Janneke van Berlo verwerkte daartoe de beschikbare geologische gegevens tot drie dwarsdoorsnedes van de vulkaanwand. Die doorsnedes voerden de Delftenaren in in het computerprogramma Plaxis, een eindig-elementenmodel dat wordt gebruikt

## 'Het stikt daar van de remmen die de ramp tegenhouden'

voor het simuleren van bodembewegingen, terwijl ze tevens vele eenvoudige stabiliteitsberekeningen maakten.

Daarna kon de pret beginnen. Van Berlo draaide de magmakraan open, stuwde het grondwaterpeil omhoog, verhoogde het eiland en maakte de 'glijbaan' waarlangs de vulkaanmuur in zee moet verdwijnen gladder. "Het is ons uiteindelijk wel gelukt om die flank kapot te krijgen", zegt Nieuwenhuis. "Maar het stikt daar van de remmen die de ramp tegenhouden. Dat eiland zit gewoon hartstikke stabiel in elkaar."

Neem het 'stoomketel'-effect. Inderdaad zal water in de vulkaan zich bij opwarming met geweld een weg naar buiten willen wringen, erkennen Van Berlo en Nieuwenhuis. Alleen duwt dat doorgaans de flank niet weg – het schiet eruit langs de bovenkant. "Tenzij er een stop op die vulkaan zit die zelfs God er nog niet in zou kunnen krijgen", lacht Nieuwenhuis. Iets bedenkelijker wordt het als er in de kraterzone magma omhoog komt. Het vloeibare gesteente duwt door zijn gewicht wel degelijk zijwaarts tegen de flank. "Als het magma een langgerekte kolom vormt, kan het in theorie wel lukken om de flank weg te duwen", zegt Van Berlo. Maar je moet dan wel nogal wat aannames doen: het magma mag niet stollen, de ondergrond moet bij voorkeur bestaan uit loszittend materiaal en de zijwanden van de wegschuivende flank moeten glad zijn.

### Rotsmassa

De benodigde krachten zijn onbevattelijk groot. Nieuwenhuis' berekeningen laten zien dat er zeker 12.000 tot 28.000 giganewton nodig is om de aardverschuiving op gang te brengen: ruwweg de stuwkracht van 600 miljoen straaljagermotoren. De zekerste manier om La Palma om zeep te helpen, is door te wachten. De vulkaan Cumbre Vieja groeit immers gestaag. En hoe hoger een vulkaan, des te steiler en instabieler zijn wanden. Je hebt alleen wel wat geduld nodig voor het misgaat: gebaseerd op zijn huidige gemiddelde groeisnelheid minstens tienduizend jaar, schat Van Berlo in. Om echt instabiel te worden, moet de vulkaan waarschijnlijk een kilometer hoger worden dan hij vandaag is. Dan te bedenken hoe McGuire het in 1999 verwoordde in de Britse krant *The Observer*: "Deze ➤

### Dood aan La Palma

Situatie	Veiligheidsfactor
Huidige situatie: vulkaan is in ruste, alleen de zwaartekracht drukt op de flank	1,70
Vulkaan is in ruste, maar de ondergrond van de flank is instabieler dan geologen aannemen	1,44
De vulkaan is in ruste, maar 600 meter hoger dan nu	1,46
De vulkaan is in ruste, maar 1000 meter hoger, én de ondergrond is losser dan men aanneemt	1,12
In de kraterzone welt magma omhoog. Het magma stolt niet en gedraagt zich als vloeistof	1,27
Idem, maar dan met onverwacht losse ondergrond	1,07

*De 'veiligheidsfactor' is een maat voor de stabiliteit van de flank van Cumbre Vieja: het is de verhouding tussen de krachten die de wand wegduwen, en de krachten die de wand op zijn plaats houden. Bij een veiligheidsfactor van 1 of kleiner wordt de situatie kritiek.*

enorme rotsmassa hangt boven de Atlantische Oceaan, klaar om ieder moment in zee te glijden.” Nieuwenhuis verwijt dergelijke onderzoekers ‘een compleet gebrek aan inzicht in de grondmechanica’. “Ze hebben het probleem benaderd als een massief hemellichaam dat vanuit het niets in zee ploft. Ze doen alsof de rest van het eiland niet bestaat.” Toegegeven: het kán wel, de wand in zee laten glijden. Alleen vergt het zeer extreme omstandigheden. Zo zou het glijvlak naar zee bijvoorbeeld ‘gesmeerd’ moeten worden door een plak lava van minstens 640.000 vierkante meter groot. Of het zou voor en tijdens een vulkaanuitbarsting

## ‘Er zijn ruwweg 600 miljoen straaljagermotoren nodig om de aardverschuiving op gang te brengen’

onwaarschijnlijk heftig en langdurig moeten gaan regenen, waardoor het eiland volloopt met water dat onder druk zo heet zou kunnen worden dat het het gesteente verzwakt. Of er moet een bizarre samenloop van omstandigheden optreden: extreem veel omhoogkomend magma, plus extreem veel water in de flank, plus een ondergrond die losser is dan geologen verwachten. “Op basis van wat we nu weten, moet er zoveel misgaan en worst case zijn, dat een ramp me binnen afzienbare tijd echt heel, héél onwaarschijnlijk lijkt”, zegt Van Berlo. “We zijn nu

al van het slechtst denkbare uitgegaan. In werkelijkheid kan het alleen maar meevallen.”

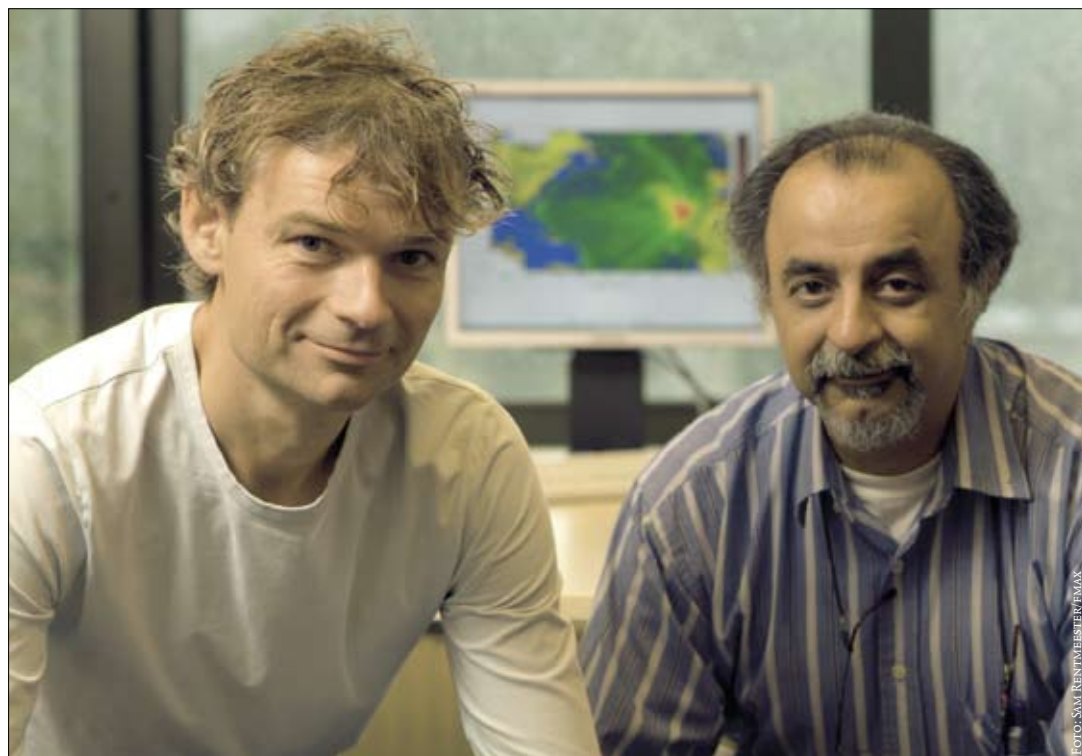
### Brokstukken

Zelfs als het tegen iedere verwachting in tóch fout gaat, hoeven we niet meteen te denken aan een enorm rotsblok dat de zee in dendert, zegt Nieuwenhuis. “Die wand valt natuurlijk in brokstukken uiteen. En waarschijnlijk gaat het heel langzaam. Als een stoomlocomotief die in beweging komt. Er is daar ontzaglijk veel wrijving, die moet worden overwonnen. De eerste meter duurt naar verwachting dāgen.” Bovendien is de ondergrond wellicht bobbelig of komvormig. “Dik kans dat die flank gewoon een beetje wegzakt, en dan blijft liggen in een nieuwe, stabielere toestand. Zo gaat het doorgaans ook bij ons als ergens een dijk verzakt.” Bij de sectie vloeistofmechanica van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, doet Robert Jan Labeur intussen gemakshalve alsof er niets aan de hand is. Met een muisklik laat hij de westflank van Cumbre Vieja gewoon het water in glijden. Dan leunt hij achterover en bekijkt in alle rust hoe de moeder aller vloedgolven op zijn beeldscherm uitwaaiert over de wereldzeeën. “Er is hier wel iets aan de hand hoor”, zegt hij, terwijl de watermuur afraast op Florida.

Nou ja, ‘muur’: laat het een vloedgolf zijn die bij aankomst in Amerika nog maar vijftig centimeter of misschien een meter hoog is. “Die vijftig meter hoge tsunami kunnen we echt vergeten. Maar dat wil niet zeggen dat je het probleem helemaal kunt afschrijven. In de laaggelegen kustgebieden van de Verenigde Staten en Europa zullen we er wel degelijk iets van merken.”

Op verzoek van Nieuwenhuis bestudeerde Labeur samen met zijn collega ir. Deepak Vatvani van ➤

Robert Jan Labeur en Deepak Vatvani: “Die vijftig meter hoge tsunami kunnen we echt vergeten.”



# Anatomie van een ramp

CANARISCHE EILANDEN

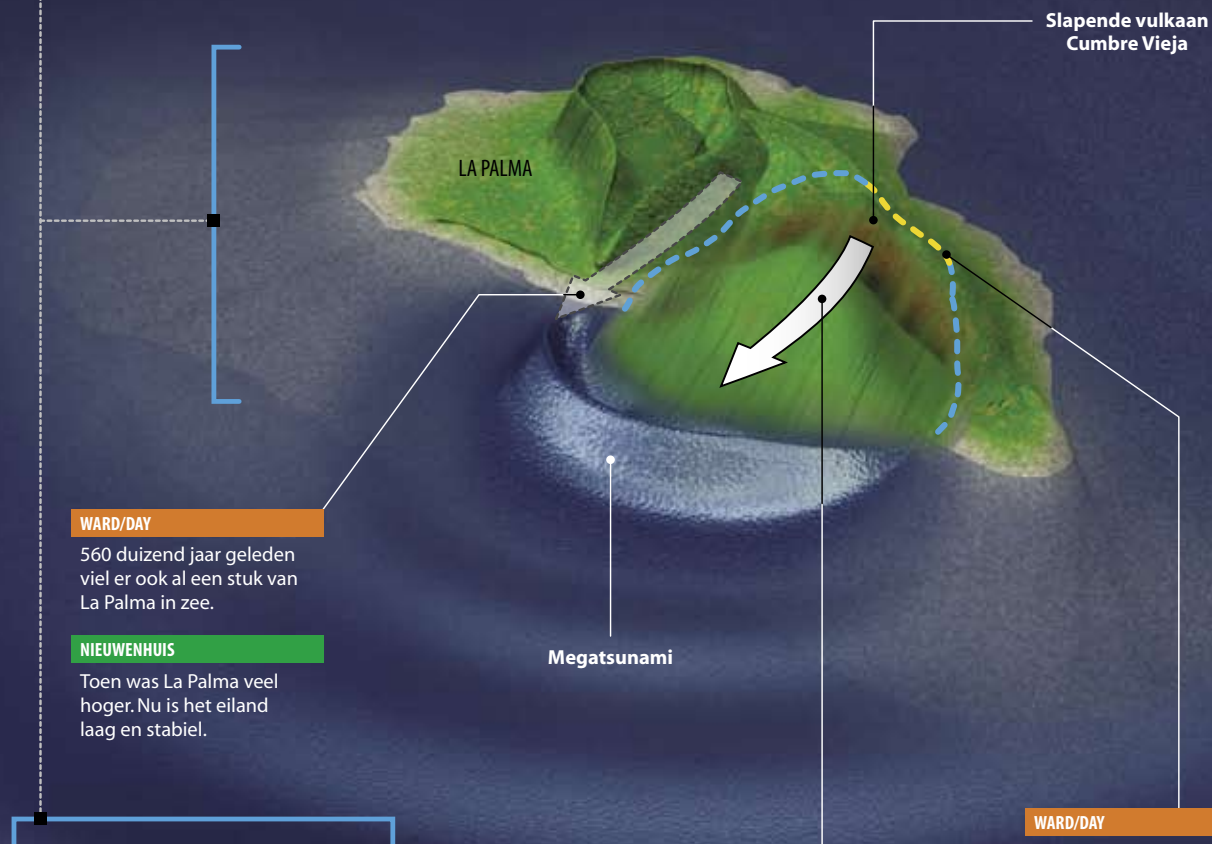


## WARD/DAY

Volgens de rampentheorie van Ward en Day kan elk moment 150 tot 500 km<sup>3</sup> vulkaanwand van de Cumbre Vieja met een snelheid van 360 km/u in zee storten. Deze steenmassa wekt een golf op met een beginhoogte van 650 meter en zal als megatsunami met 800 km/u richting de Verenigde Staten denderen. De kust van de VS wordt getroffen door een 40 tot 50 m hoge watermuur.

## NIEUWENHUIS

Het is nagenoeg uitgesloten dat de vulkaanwand snel instort: 'dat duurt zeker nog 10.000 jaar'. Bovendien is het waarschijnlijker dat er dan circa 7 km<sup>3</sup> steen in zee glijdt. Er kan dan een tsunami ontstaan die lokaal grote schade zal aanrichten. Deze tsunami zal bij aankomst in de VS hoogstens een meter hoog zijn.



## WARD/DAY

560 duizend jaar geleden viel er ook al een stuk van La Palma in zee.

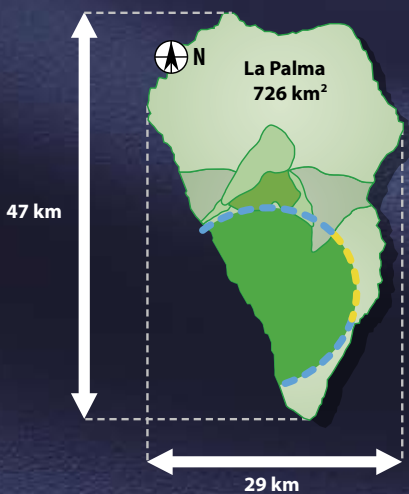
## NIEUWENHUIS

Toen was La Palma veel hoger. Nu is het eiland laag en stabiel.

Megatsunami

## WARD/DAY

De twee kilometer lange scheur in de bergkam Cumbre Vieja duidt erop dat de vulkaanwand bijna in zee valt.



## WARD/DAY

Ondergronds water zal het eiland bij verhitting uit elkaar duwen

## NIEUWENHUIS

Nee, het water duwt niet zozeer opzij, maar vooral omhoog. In theorie kan grondwater de vulkaanwand verzwakken, maar daar is extreem veel water en/of extreem veel verhitting voor nodig.

## WARD/DAY

De vulkaanwand glijdt als één geheel de zee in met 360 km/u.

## NIEUWENHUIS

Door wrijving en oneffenheden in de ondergrond glijdt de wand met hoogstens 100 km/u. Bovendien valt de wand waarschijnlijk in delen uiteen. De 'glijbaan' is niet steil en heeft een geschatte hellingshoek van 8 graden.

## NIEUWENHUIS

De scheur duidt waarschijnlijk op een plaatselijke, ondiepe bodemverzakking en zegt niets over de stabiliteit van de vulkaanwand. Bovendien kan het opwellende magma tegen de flank drukken, maar zijwaartse druk alleen is waarschijnlijk onvoldoende om de vulkaanwand de zee in te duwen.

illustratie & tekst: Eric Verdult, [www.kennisinbeeld.nl](http://www.kennisinbeeld.nl) ©2006

in|ONDERZOEK

**1994**  
De Spaanse vulkanoloog Juan Carlos Carracedo merkt op dat La Palma zich in een vroeg stadium van destabilisering bevindt

**1998**  
*De rampenfilm 'Deep Impact' verbeeldt een megatsunami die Amerikaanse kust overspoelt na een meteorinslag*

**1999**  
Het Journal of Volcanology and Geothermal Research wijdt een themanummer aan het instortingsgevaar van eilandvulkanen

*In zijn boek 'Apocalypse' wijdt geoloog Bill McGuire een hoofdstuk aan de megatsunami van La Palma*

Een Spaans-Brits onderzoeksteam ontdekt de resten van twee eerdere landverschuivingen op de zeebodem bij La Palma

**2000**  
Met een simpel badkuipexperiment simuleren Hermann Fritz en collega's van het Zwitserse ETH de megatsunami van La Palma

*De BBC wijdt een ijzingwekkende aflevering van het programma 'Horizon' aan de megatsunami*

**2001**  
Steven Ward (University of California) en Simon Day (University College London) beschrijven de megatsunami in Geophysical Research Letters

*Tallose kranten en populaire tijdschriften berichten over de naderende 'ramp'*

**2002**  
Tsunami-expert George Pararas-Carayannis levert vernietigende kritiek op de megatsunami van Ward en Day: de vloedgolf zou volledig verkeerd zijn gemodelleerd

**2003**

**2004**  
Oceanologen Russell Wynn and Doug Masson (Southampton University) wijzen de megatsunami andermaal af als 'zwaar overdreven'

Brede erkenning van het verschijnsel tsunami na de ramp in Azië: 230.000 doden

*Alweer wordt de VS op het witte doek verzwolgen door een megatsunami, ditmaal na een orkaan in de film 'The Day After Tomorrow'*

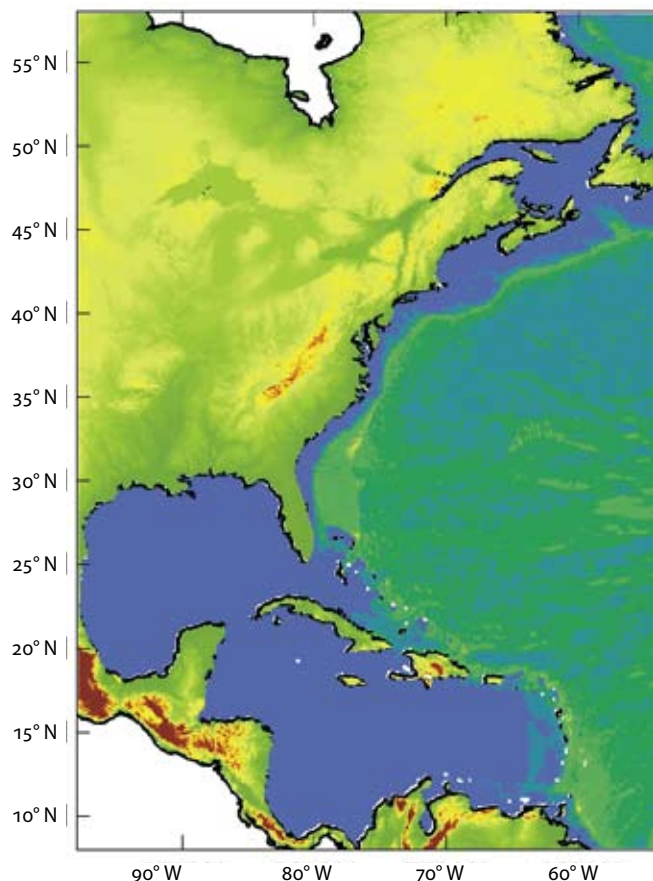
**2005**

*De BBC stelt de uitzending van een nieuw docudrama over La Palma uit, omdat de documentaire te schokkend zou zijn*

wi Delft Hydraulics hoe de megatsunami van La Palma zich precies ontwikkelt, als de vulkaanwand tegen alle redelijkheid in tóch opeens als een blok in zee valt. Daartoe gebruikte hij dezelfde software die eerder werd gebruikt om onder meer de tsunami van Azië na te bootsen. De tsunami van La Palma modelleren is alleen wel een stuk ingewikkelder, legt Labeur uit. Zo doet de vulkaanwand er dik twintig minuten over om in zee

## 'Laten we nou eens ophouden over New York. Het zijn Gran Canaria en Marokko, waarover we ons zorgen moeten maken'

te verdwijnen. "Je vloedgolf loopt al weg terwijl die aardmassa nog aan het zakken is." Bovendien is de Canarische tsunami anders dan die van Azië niet op te vatten als een simpel, tweedimensionaal ding. Het is, in jargon, een 'niet-hydrostatisch' golfverschijnsel, gekenmerkt door golflengtes die kort zijn ten opzichte van de zeediepte en een niet-verwaarloosbare verticale beweging van het water. "Je moet deze tsunami volledig driedimensionaal uitrekenen. Dat is in de directe omgeving van La Palma nog wel op te brengen. Maar het wordt een stuk lastiger als je zo'n



golf vervolgens de oceaan over stuurt naar Europa en de VS.”

Gemakshalve doen de onderzoekers de aanname dat de megatsunami na twintig kilometer verder gaat als een ‘gewone’ golvenreeks, die zich als rimpe-lingen in een vijver verspreidt over de wereldzeeën. “Vergis je niet”, zegt Nieuwenhuis. “Het is geen golfje zoals je op het strand ziet. De hele oceaan wordt opgetild en verplaatst. Er komt hier gewoon een vloed aan, die twintig tot dertig kilometer landinwaarts kan binnendringen. Als zo’n golf een Spaanse haven binnenloopt, tja, dan blijft daar echt geen spaan heel.”

De rekenresultaten zijn ruw en zitten vol versimpel-ingen, maar voorspellen niettemin een vloedgolf van in het ergste geval twee tot drie meter hoog in Europese landen als Portugal, Spanje, Frankrijk en Zuid-Engeland. Nederland komt door zijn beschutte ligging aan de ondiepe Noordzee goed weg, met een verwachte opstuwing van hooguit enkele decimeters.

### Luciferhoutjes

En de VS? De wolvenkrabbers en het Vrijheidsbeeld zullen niet direct als luciferhoutjes omknappen. Toch zal men in de lager gelegen kuststaten wel degelijk natte voeten krijgen, verwacht Nieuwenhuis. “In de Carolina’s en in Florida lopen alle strandjes onder. Ik denk niet dat er mensen verdrinken, maar reken maar dat ze het merken.” Voor de meer apocalyptische taferelen moet je op de Canarische eilanden zelf zijn. “Ik ben er absoluut van overtuigd dat het daar catastrofaal zou zijn, dat

mogen we niet onderschatten”, zegt Labeur. “De zee zal er vreselijk tekeer gaan. Baaien en contouren op de zeebodem kunnen plaatselijk zorgen voor een enorme versterking van de golfhoogte. Ik denk dat we wat dat betreft het accent anders moeten leggen. Laten we nou eens ophouden over New York. Het zijn Gran Canaria en Marokko, waarover we ons zorgen moeten maken.”

Wat dat betreft is het maar goed dat La Palma zo stevig in elkaar steekt. “In werkelijkheid zal naar alle waarschijnlijkheid een combinatie van substantiële groei en eruptiekrachten een instorting opwekken”, schrijft Van Berlo in haar onderzoeksrapport. “En om substantiële groei over de volle breedte van de flank te verkrijgen, is een tijdsduur vereist in een ordegrootte van tienduizenden jaren.”

←

Meer informatie: prof.dr. Jan Nieuwenhuis, [j.d.nieuwenhuis@tudelft.nl](mailto:j.d.nieuwenhuis@tudelft.nl); ir. Janneke van Van Berlo, [jvanberlo@gmail.com](mailto:jvanberlo@gmail.com); ir. Robert Jan Labeur, [rjlabeur@tudelft.nl](mailto:rjlabeur@tudelft.nl)

