

Factsheet seismische risico's Caribisch gebied

(versie 11 maart 2016, Bernard Dost)

Bovenwindse eilanden (St Eustatius (Statia), Saba, Sint Maarten; ca 18° N, 63° W):

De bovenwindse eilanden liggen in het noordoostelijke deel van de antillen-boog, dichtbij een grote subductie (onderschuivings) zone, waar aardbevingen kunnen voorkomen tot een sterkte van ca 8 op de schaal van Richter (Appendix F in [1]). Bij deze zone schuift de Noord Amerikaanse plaat onder de Caribische plaat (Figuur 1).

Er zijn twee effecten van sterke aardbevingen: 1] schade door de trillingen zelf en 2] schade door de effecten van een door de aardbeving gegenereerde tsunami . Vanaf een sterkte van ca 7 op de schaal van Richter kan een tsunami gegenereerd worden door een ondiep subductie event¹.

Een tsunami plant zich in diep water voort met een snelheid van tussen de 500 en 900 km per uur, vergelijkbaar met de snelheid van een vliegtuig. Dat wil zeggen dat als de bron van de tsunami op een afstand van 500km is gelokaliseerd de golven ca 0.5-1 uur later aankomen. In dit geval is de tijd om te waarschuwen en te evacueren kort, maar daar staat tegenover dat de beving ook goed gevoeld moet zijn op de eilanden en daardoor mensen al gewekt zijn. Verderaf gelegen bronnen geven meer tijd om te waarschuwen en te evacueren.

Op 8-02-1843 vond de best gedocumenteerde en meest schade veroorzakende beving in de regio plaats ([2],[3]). De beving veroorzaakte grote schade op eilanden tussen Antigua en Guadeloupe (intensiteit IX, zie appendix) en had vermoedelijk een sterkte van $M=7,5-8,5$ op de schaal van Richter. Deze aardbeving heeft geen grote tsunami veroorzaakt (max. golfhoogte van 1.2m). Op St Eustatius is schade aan gebouwen gerapporteerd (omvallende muren, scheuren in muren, gevallen schoorstenen; intensiteit VIII), maar is geen mensenleven verloren gegaan. Waarschijnlijk omdat veel gebouwen van hout opgetrokken waren (Curaçaose courant , 04-03-1843). Soortgelijke schade in wat mindere mate is gerapporteerd uit Sint Maarten.

Overige grote historische bevingen, die een effect hadden op de bovenwindse eilanden: 06-04-1690, sterk gevoeld en schade op Nevis (landverschuivingen), een eiland dichtbij de Nederlandse eilanden; 18-11-1867, aardbeving $M 7.5$ bij de Virgin eilanden waarbij schade op Sint Maarten werd aangericht. Op St Eustatius werd deze aardbeving sterk gevoeld.

De seismiciteit van het oostelijk deel van het Caribisch gebied kan onderverdeeld worden in 15 zones (zie Figuur 3). De bovenwindse eilanden liggen in zone SZ1 (ondiep) en SZ4 (diep). Ten oosten van de eilanden ligt de subductiezone SZ2, waar grotere aardbevingen kunnen voorkomen. In tabel 1 is een overzicht gegeven van het gemiddeld aantal aardbevingen per jaar van een sterkte boven een minimale waarde (N). Als de waarde van N kleiner is dan 1, is dit om te zetten naar aantal jaren voordat een aardbeving van deze grootte plaats vindt (b.v. $N=0,2$ betekent dat er 1 aardbeving van deze sterkte of hoger per 5 jaar optreedt). Ook is voor de zones aangegeven de maximaal te verwachten sterkte M_{max} .

¹ De tsunami waarschuwing wordt gegeven door het Pacific Tsunami Warning Center (<http://ptwc.weather.gov/>)

De aardbeving voor de kust van Portugal in 1755 (1 november, $M=8-8.5$) heeft een tsunami golf van 7m bij Saba en 4,5m bij Sint Maarten gegenereerd [1]. Metingen voor St. Eustatius zijn niet bekend, maar zullen in dezelfde orde van grootte liggen.

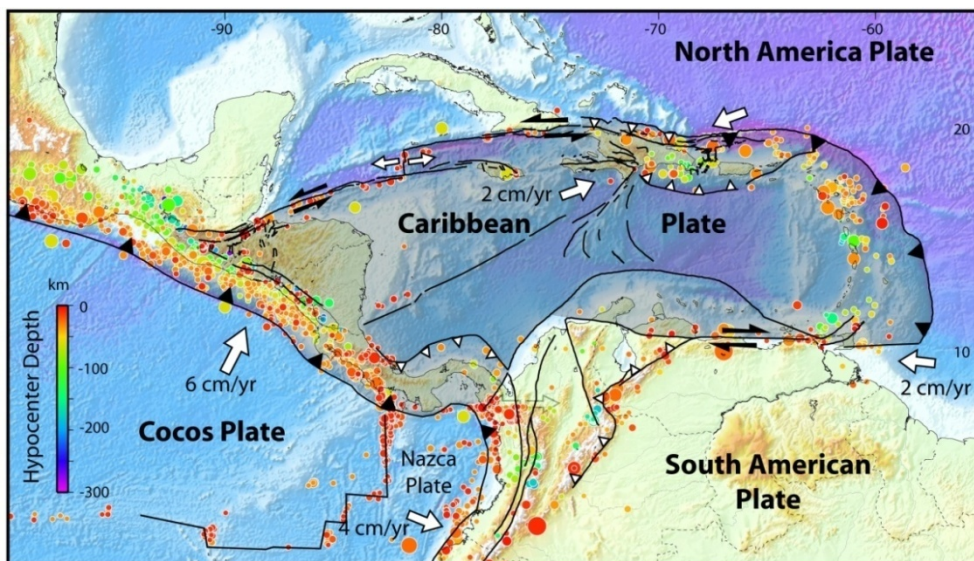
Andere bronnen van tsunami's zijn: submarine vulkaan uitbarstingen (Kick 'em Jenny) en landverschuivingen.

Benedenwindse eilanden (Aruba, Bonaire en Curaçao; ca 12° N 69° W)

Deze eilanden liggen voor de kust van Venezuela in een gebied dat seismisch weinig actief is. Ten zuidoosten van de eilanden, langs de kust van Venezuela, is wel een groot breuksysteem actief. Bij Cumana, ten oosten van Caracas, zijn in het verleden sterke aardbevingen geweest, die ook tsunami's veroorzaakt hebben.

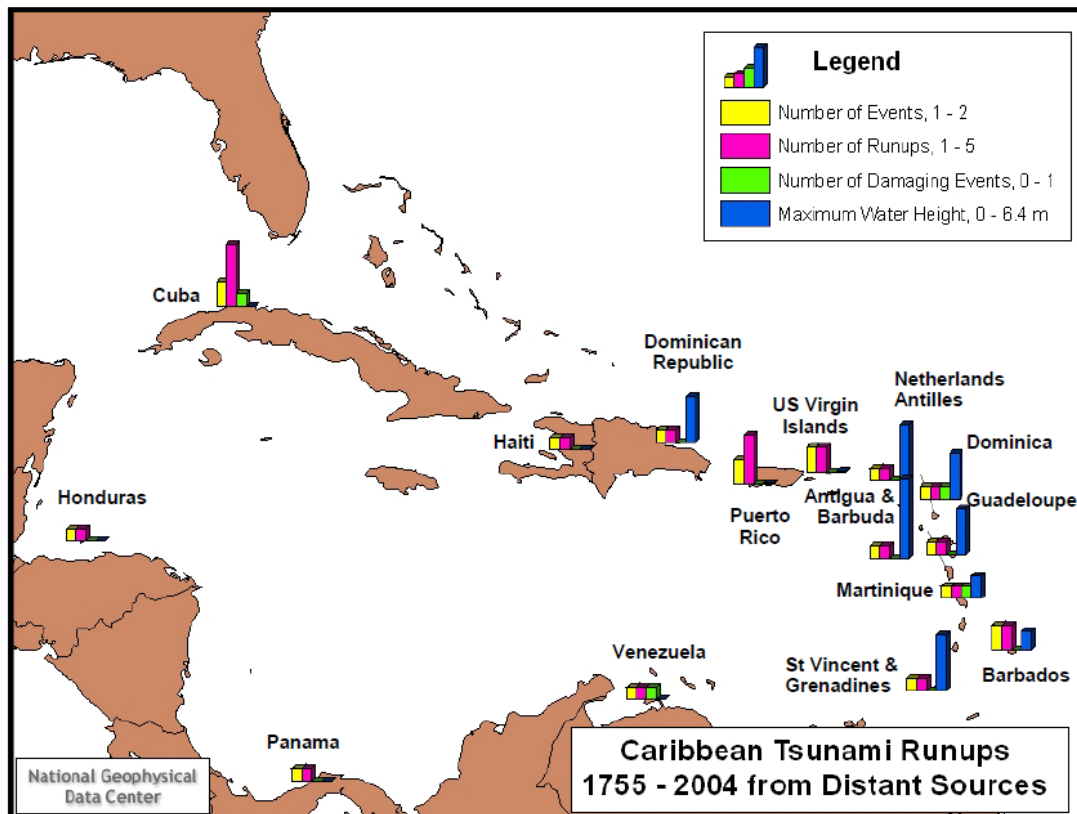
Ten Noorden van Curaçao ligt de zuid Caribische subductie zone. Een aardbeving in deze zone van voldoende sterkte ($M>7$) kan een tsunami genereren, waarvan de golven binnen 30 minuten Curaçao bereiken. Andere zones die van belang zijn voor een mogelijke tsunami: het zuiden van Puerto Rico en de subductiezone bij de bovenwindse eilanden. Een tsunami die bij Puerto Rico wordt gegenereerd, zal er 1,5-2 uur over doen om de benedenwindse eilanden te bereiken.

Langs de noord kust van Curaçao, maar ook bij Aruba en Bonaire zijn in de geologie (Holoceen) sporen gevonden van grote "paleo" tsunamis, die in de laatste 2000-4000 jaar zijn opgetreden [4].

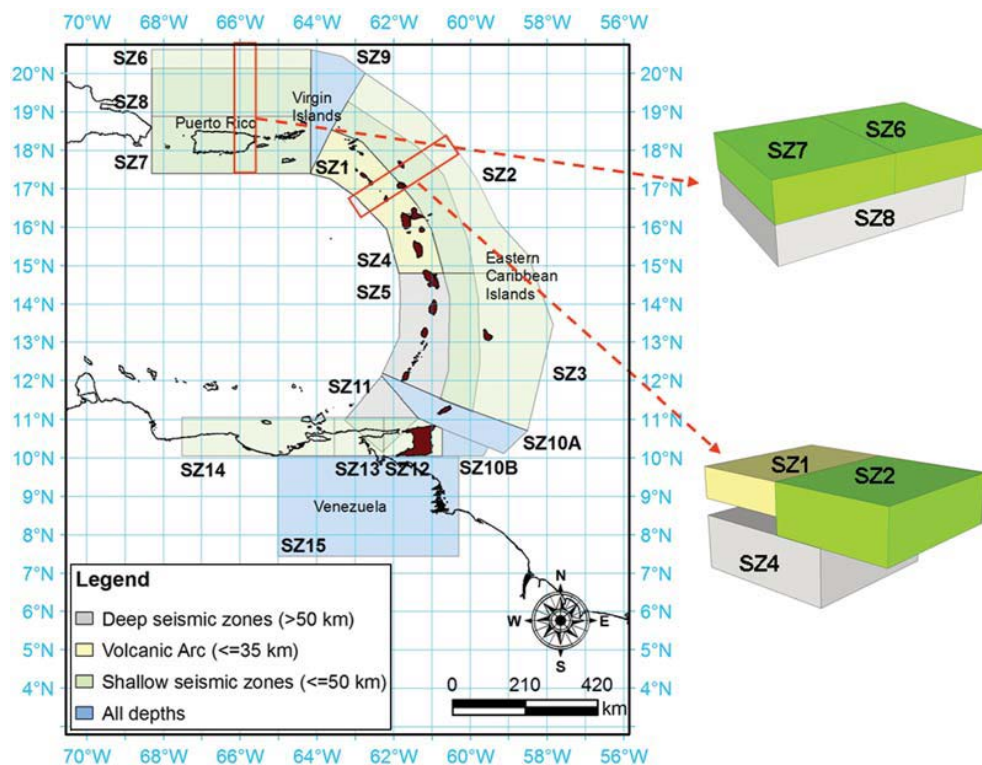


Figuur 1: Overzicht van aardbevingen en tektonische platen in het Caribische gebied

Tsunami Runups from Distant Sources



Figuur 2: tsunami golfhoogte http://nthmp.tsunami.gov/documents/Tsunami_Assessment_Final.pdf



Figuur 3. Overzicht van de 15 aardbevingszones in het Caribisch gebied (uit Bozzoni et al.)

Magnitude range	N	M _{max} (SZ1)	N	M _{max} (SZ2)	N	M _{max} (SZ4)
M≥3	31,	6.9	86,	7.8	50,	8.5
M≥4	2		11		8	
M≥5	0,2		1,4		1,1	
M≥6	0,02		0,18		0,17	
M≥7	-		0,02		0,03	

Tabel 1, overzicht van het aantal bevingen per jaar N en de geschatte maximale magnitude M_{max} voor de aardbevingszones in Figuur 3

Referenties

- [1] O'Loughlin, K.F. and J. Lander, 2002, Caribbean Tsunamis; A 500 Year History from 1498-1998, *Springer*, 263 pp.
- [2] Bernard, P. and J. Lambert, 1988, Subduction and seismic hazard in the Northern Lesser Antilles: Revision of the historical seismicity, *Bull. Seism. Soc. Am.* **78**: 1965- 1983.
- [3] Robson, G.R., 1964, An earthquake catalogue for the eastern Caribbean, 1530-1960, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 54: 785-832.
- [4] Scheffers, A. and D. Kelletat, 2003, Sedimentologic and geomorphologic tsunami imprints worldwide – a review, *Earth-Science Reviews*, 63: 83-92.
- [5] Bozzoni, F., M. Corigliano, C.G. Lai, W. Salazar, L. Scandella, E. Zuccolo, J. Latchman, L. Lynch and R. Robertson, 2011, Probabilistic Seismic Hazard Assessment at the Eastern Caribbean Islands, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101: 2499-2521

Appendix

Sterkte, magnitude en Intensiteit.

De sterkte van een aardbeving wordt uitgedrukt in een getal volgens de schaal van Richter. Het is een logaritmische schaal, gebaseerd op de uitslagen op een, in de 30-er jaren van de vorige eeuw, standaard seismograaf. Deze sterkte wordt de magnitude genoemd. Een verschil van 1 magnitude eenheid geeft een factor 10 verschil in de uitslag op een standaard seismograaf en is gelijk aan ongeveer een factor 30 in energie.

De intensiteit van een aardbeving geeft aan hoe deze gevoeld is en wat de effecten zijn. Deze schaal loopt van I tot XII (1-12) en wordt vaak aangegeven in Romeinse cijfers. Bij een aardbeving van een bepaalde sterkte zal direct boven de bron, in het epicentrum, een maximale Intensiteit gerapporteerd worden. Bij toenemende afstand van het epicentrum zal de intensiteit afnemen. In Europa wordt de European Macroseismische Schaal gebruikt. Voor het Caribische gebied wordt de Modified Mercalli Schaal veel gebruikt. Het verschil tussen beide schalen zit in de details van de beschrijving.

Een aardbeving wordt gekarakteriseerd door zijn magnitude (sterkte). De gevolgen worden uitgedrukt in intensiteit. Rond het epicentrum wordt de maximale intensiteit verwacht, welke afneemt met toenemende afstand tot het epicentrum.

Modified Mercalli Intensity:

Een korte beschrijving van intensiteit VI-IX (6-9) is:

VI Sterk

Gevoeld door iedereen; bomen zwaaien en schudden merkbaar; mensen lopen onzeker; sommige zware meubelen worden verplaatst; enige schade; ramen en borden breken; boeken vallen van de boekenplank.

VII Zeer sterk

Algemeen alarm; scheuren in muren; blijven staan is moeilijk; matige tot zware schade aan slecht geconstrueerde gebouwen; pleisterwerk, losse stenen en tegels vallen; kleine aardverschuivingen langs hellingen; water wordt troebel

VIII Verwoestend

Schade aan zwakke structuren; muren vallen om; het is lastig om auto te rijden; schade aan metselwerk; schoorstenen, monumenten, torens en hoge tanks vallen om; takken van bomen breken; scheuren in steile hellingen.

IX Zeer verwoestend

Sommige huizen storten in; veel schade aan gebouwen; serieuze schade aan metselwerk van goede kwaliteit; scheuren in fundamenteën; ondergrondse leidingen breken; serieuze schade aan reservoirs.

