

Persbericht

Belgische onderzoekers getuige van spectaculaire klimaat gestuurde aardverschuiving en tsunami, die de aarde negen dagen doet trillen

***** Embargoed: Not for Release Until
14:00 U.S. Eastern Time Thursday, 12 September 2024 (18:00 GMT/20:00 CEST) *****

**At this time, the paper will be available via the following link:
<http://www.science.org/doi/10.1126/science.adm9247>
"A rockslide-generated tsunami in a Greenland fjord rang Earth for 9 days"**

In september 2023 namen onderzoekers negen dagen lang een nooit eerder gezien seismisch signaal waar. De oorzaak van deze mysterieuze 'aardtrilling' bleek een gigantische aardverschuiving in Groenland: een massa van 25 miljoen m³ rots en ijs kwam los en denderde in de Dickson Fjord. Dit creëerde een 200 meter hoge mega-tsunami die negen dagen lang bleef over en weer klotsen in de smalle fjord, een fenomeen bekend als 'seiche'. Dat is de conclusie van het onderzoek gepubliceerd in het toonaangevende tijdschrift *Science*. Deze beweging van een grote watermassa veroorzaakte trillingen doorheen de aarde, waardoor de planeet schudde en wereldwijd waargenomen seismische golven werden opgemeten. Nooit eerder hebben wetenschappers, waaronder onderzoekers van de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB), het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) en de Université libre de Bruxelles (ULB), zo'n ongewoon mechanisme waargenomen dat een wereldwijd seismisch signaal veroorzaakt.

September 2023. Wereldwijd zien seismologen op hun uiterst gevoelige meettoestellen tot hun grote verbazing een mysterieus signaal – van Noord- tot Zuidpool – dat negen dagen aanhoudt. Het signaal lijkt in niets op dat van een aardbeving, maar klinkt veeleer als een monotoon gezoem. Tezelfdertijd bereikt een team van wetenschappers die werken in het afgelegen Noordoost Groenland, dat een grote tsunami heeft plaats gevonden. Het nieuws verspreidt, de teams besluiten samen te werken en al gauw vormt zich een unieke multidisciplinaire groep van 68 onderzoekers uit 40 instituten en 15 landen (incl. KSB, VLIZ en ULB). Ze combineren seismische data en infrasonen geluidsdata, met veldmetingen en -beelden, satellietopnames en simulaties van tsunamigolven. Ook foto's genomen door het Deense leger enkele dagen na het event blijken van goudwaarde. Ze tonen de ingestorte bergwand en gletsjerfront, naast de schade aangericht door de tsunami in het landschap. De combinatie van velddata ter plaatse en mondiaal waargenomen signalen stelt de onderzoekers in staat het uitzonderlijke event in september 2023 te verklaren en vandaag te publiceren in het gerenommeerde tijdschrift *Science*.

Het lokale signaal werd opgepikt door een realtime meetnetwerk dat in de zomer van 2023 werd opgezet in het Kong Oscar Fjord System, inclusief camera's en oceanografische meetpunten. Oceanografische sensoren toonden afwijkende waterniveaus en heel hoge troebelheid in de fjord. Op hetzelfde moment, werd het wereldwijde seismische signaal opgepikt door een wereldwijd netwerk van seismometers; gevoelige wetenschappelijke instrumenten die trillingen registreren die door de grond reizen - seismische golven genoemd. Traditioneel richt seismologie zich op het meten van seismische trillingen die het gevolg zijn van aardbevingen in de grond. Seismische gegevens kunnen echter ook informatie bevatten over bewegingen van grote massa's op het aardoppervlak, zoals aardverschuivingen en watergolven. Uit het onderzoek bleek dat de

aardverschuiving het gevolg was van het instorten van een bergtop die voorheen 1200 m boven de fjord uittorende. De hoeveelheid materiaal die instortte was enorm - meer dan 25 miljoen kubieke meter - of 27 keer het volume van alle containers op 's werelds grootste containerschepen. Deze instorting werd veroorzaakt door het dunner worden van de gletsjers aan de voet van de berg in de afgelopen decennia, uiteindelijk veroorzaakt door klimaatverandering.

Het seismische signaal was zo intrigerend dat een van de onderzoekers poogde de lang aangehouden en heen en weer klotsende waterbeweging in de fjord, na te bootsen in zijn bad. Wat niet lukte. Wiskundige modellen daarentegen konden wel aantonen dat de oriëntatie van de aardverschuiving bepalend was voor het effect. Het feit dat de afglijding via een gletsjer plaatsvond loodrecht op een opvallend smalle en gebogen fjord, bleek het ontbrekende stuk van de puzzel te zijn om te kunnen verklaren hoe klimaatwijziging de Aarde negen dagen lang kon doen trillen. Modelberekeningen tonen inderdaad hoe het water in de fjord elke 90 seconden zou moeten over en weer klotsen, net zoals in het daadwerkelijk waargenomen patroon van seismische golven. Deze perfecte match toont hoe de kracht van een watermassa, te keer gaand in een fjord van een bepaalde breedte en diepte, een zichtbare trilling van seismische energie in de aardkorst kan genereren.

Coauteur Thomas Lecocq (Koninklijke Sterrenwacht van België, KSB) treedt bij: “Onze eerste schattingen van de positie van de bron concentreerden zich op Oost-Groenland. Tegelijkertijd ontvingen de Groenlandse en Deense autoriteiten meldingen van een grote tsunami bij het (toen onbemande) Nanok-station en de onderzoeksbasis op Ella Island. Als interdisciplinair en internationaal onderzoeksteam hebben we alle informatie geïntegreerd om een gedetailleerde reconstructie te presenteren van de eerste gedocumenteerde grote, tsunamigene aardverschuiving voor Oost-Groenland en hoe deze wereldwijde seismische signalen met een zeer lange periode genereerde. Het is verbazingwekkend dat wat begon als een routinecontrole van een Belgische zwaartekrachtensor veranderde in een wereldwijde, multidisciplinaire samenwerking, met virtuele, online uitwisselingen gedurende 24 uur per dag, in vele tijdzones. Ik ben blij dat we hebben bewezen dat de bron van de trillingen het klotsen van water was, en dat dit avontuur heeft geleid tot nieuwe samenwerkingen met collega's over de hele wereld, waaronder Wieter Boone van VLIZ die deze zomer seismische instrumenten van de ROB in Dickson Fjord installeert om ons begrip van dit unieke gebied verder te vergroten”.

De combinatie van numerieke simulaties, data van het plaatselijk oceanografische meetnet van sensoren, en satelliet- en grondbeelden bevestigen dat de door aardverschuiving veroorzaakte mega-tsunami een van de allerhoogste moet zijn, ooit gemeten. Zeventig kilometer verder in de fjord veroorzaakten de nog steeds 4 m hoge golven schade aan het station op Ella Ø en vernielden ze culturele en archeologische erfgoedsites. De fjord is ook erg in trek bij cruiseschepen die de Groenlandse fjorden bezoeken. Gelukkig waren er die dag van de aardverschuiving en tsunami geen schepen in de buurt. Anders waren de gevolgen van de enorme tsunamigolf niet te overzien geweest. In tijden van versnelde klimaatwijziging zal het meer dan ooit belangrijk zijn dit soort gebieden, tot dusver als stabiel beschouwd, beter te begrijpen en te monitoren. Het ontwikkelen van ‘early warning’ instrumenten voor dit soort grote landafglijdingen en tsunami's maakt daar deel van uit.

Coauteur Wieter Boone (Vlaams Instituut voor de Zee, VLIZ): “Voor ons onderzoek hebben we een netwerk van real-time oceanografische stations in Noordoost-Groenland opgezet. Vorig jaar voeren we door Dickson Fjord binnen om instrumenten te installeren dicht bij een gletsjer en bijna recht voor de berg, slechts enkele weken voordat deze instortte. Onze instrumenten overleefden de tsunami en we konden de gebeurtenissen in realtime volgen. De waargenomen vernietiging

van een oude pelsjagershut, die in zijn eeuwenlange geschiedenis nog nooit door tsunami's was getroffen, toont de onverwachte omvang van deze gebeurtenis. Tijdens het onderzoek naar de oorzaak ontstond een uitzonderlijk dynamische en internationale samenwerking waarin het team van KSB, een indrukwekkende rol speelde. Deze zomer waren we terug in het gebied. We werkten ons sensornetwerk bij, brachten de impact van de tsunami in kaart met behulp van drones en installeerden hoogfrequente seismische en waterpeilsensoren in Dickson Fjord.”

Perscontacten

- Thomas Lecocq (Koninklijke Sterrenwacht België, KSB): thomas.lecocq@seismology.be; 02/3730316.
- Wieter Boone (Vlaams Instituut voor de Zee, VLIZ): wbieter.boone@vliz.be; 0485/93.64.07.
- Corentin Caudron (Université libre de Bruxelles, ULB): corentin.caudron@ulb.be.

Illustraties

Visualisations [files available from a directory that can be accessed using [this link](#)]:

Static imagery:

- Before (August 2023) and after (September 2023) photos of the mountain peak and glacier, taken from the fjord:
 - Before: [glacier_landslide_comparison_before-2023-08-12_SorenRysgaard.jpeg](#) (credit: Søren Rysgaard)
 - After: [glacier_landslide_comparison_after-2023-09-19_DanishMilitary.DNG](#) (credit: Danish Army)
 - Annotated version labelling the key features: [glacier_landslide_comparison_annotated.png](#) (credit: Søren Rysgaard, Danish Army).
- After (August 2024) photos of the rockslide gully with the destroyed glacier, boat for scale: [12_Dickson_2024_glacier3_Soren_Rysgaard.jpg](#) (credit: Søren Rysgaard)
- Two photos (same as in below GIF) shows Sentinel-2 satellite images of the mountain peak before and after the landslide Image credit (image credit Copernicus, Sentinel-2, EO browser):
 - Before: [2023-07-14-00_00_2023-07-14-23_59_Sentinel-2_L1C_Highlight_Optimized_Natural_Color_cet.png](#)
 - After: [2024-07-14-00_00_2024-07-14-23_59_Sentinel-2_L1C_Highlight_Optimized_Natural_Color_cet.png](#)
- Record section showing the recorded seismic waves plotted against distance from the landslide (1 degree = 110 km; 180 degrees = antipodal to Greenland), available in two forms:
 - Wiggles plotted as black lines: [Record_90dists_wiggle.\[png|pdf\]](#)
 - The wiggles filled with red (positive amplitude) and blue (negative amplitude colours): [Record_90dists_waterfall.\[png|pdf\]](#)
- Pre- (30 minutes before) and post-landslide (7 minutes after) Planet Labs satellite image: [PlanetLabsSatelliteBefore-After.png](#)

Movies / animations:

- GIF animation - available to download here - shows Sentinel-2 satellite images of the mountain peak before and after the landslide: [S2L1C-392043945839491-timelapse.gif](#) (image credit Copernicus, Sentinel-2, EO browser)
- Ground motion visualisation animations showing the very long-period seismic wave propagating around the globe (shown as vertical up-and-down motion):

- The left panel shows a ground motion visualisation, showing the seismic wave from the Greenland seiche spreading out around the planet. Each circle shows the data from an individual seismic monitoring station. The right panel shows a numerical simulation of the 16 September 2023 tsunami and seiche in Dickson fjord **GMVRotGlobe.mp4** (music credit: Isabelle Ryder <https://isabellerydermusic.weebly.com/>; animation credit: Stephen Hicks; Kristian Svennevig; Alexis Marbeouf).
- Same as above, but also showing a numerical simulation of the tsunami and seiche process in the fjord **GMVrotglobe_seichesim.mp4** (music credit: Isabelle Ryder <https://isabellerydermusic.weebly.com/>; animation credit: Stephen Hicks).
- Two videos recorded of the landslide area three days after the landslide in the fjord. Image credit Danish Army, Joint Arctic Command:
 - **droneimagery-1-DanishMilitary.MP4**
 - **droneimagery-2-DanishMilitary.MP4**
- Animated, sonified seismic signal (seismic waves sped up and converted to audible frequencies) as recorded by a seismic station in Greenland, DK.SCO: **video_sonification.mp4**
- Animation of the modelled/simulated tsunami waves and seiche in Dickson Fjord: **MovieS2.mp4**
- Annotated GIF-animation of the pre and post-event images. Source image credits: Søren Rysgaard, Danish Army. GIF-animation: Carsten E. Thuesen: **DicksonFjd4.gif**

Full list of coauthors' institutions

1. Geological Survey of Denmark and Greenland, Denmark
2. University College London, UK
3. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany
4. Seismology - Gravimetry, Royal Observatory of Belgium, Brussels, Belgium
5. University of Stuttgart, Germany
6. Institut de Physique du Globe de Paris, France
7. Université de Strasbourg, Strasbourg
8. U.S. Geological Survey, USA
9. Univ. Grenoble Alpes, France
10. Universität Hamburg, Germany
11. Aarhus University, Denmark
12. Flanders Marine Institute, Belgium
13. Norges Geotekniske Institutt, Norway
14. Royal Netherlands Meteorological Institute, Netherlands
15. ALomax Scientific, France
16. University of California Berkeley, USA
17. University of Aberdeen, UK
18. University of Oxford, UK
19. University of California San Diego, USA
20. Università di Catania, Italy
21. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy
22. Université libre de Bruxelles, Belgium
23. Wel Research Institute, Belgium
24. University of Padova, Italy
25. Uppsala University, Sweden
26. University of Malaga, Spain
27. Volcanological and Seismological Observatory of Costa Rica
28. Data-Terra / Theia, France
29. Delft University of Technology, Netherlands
30. University of Sevilla, Spain
31. University of California, USA
32. University of California San Diego, USA
33. Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany
34. Boston College, USA
35. University of Cambridge, Cambridge, UK
36. Technical University of Denmark, Denmark
37. GNS Science, New Zealand
38. University of Washington, USA
39. Institut Teknologi Bandung, Indonesia
41. Greenland National Museum & Archives