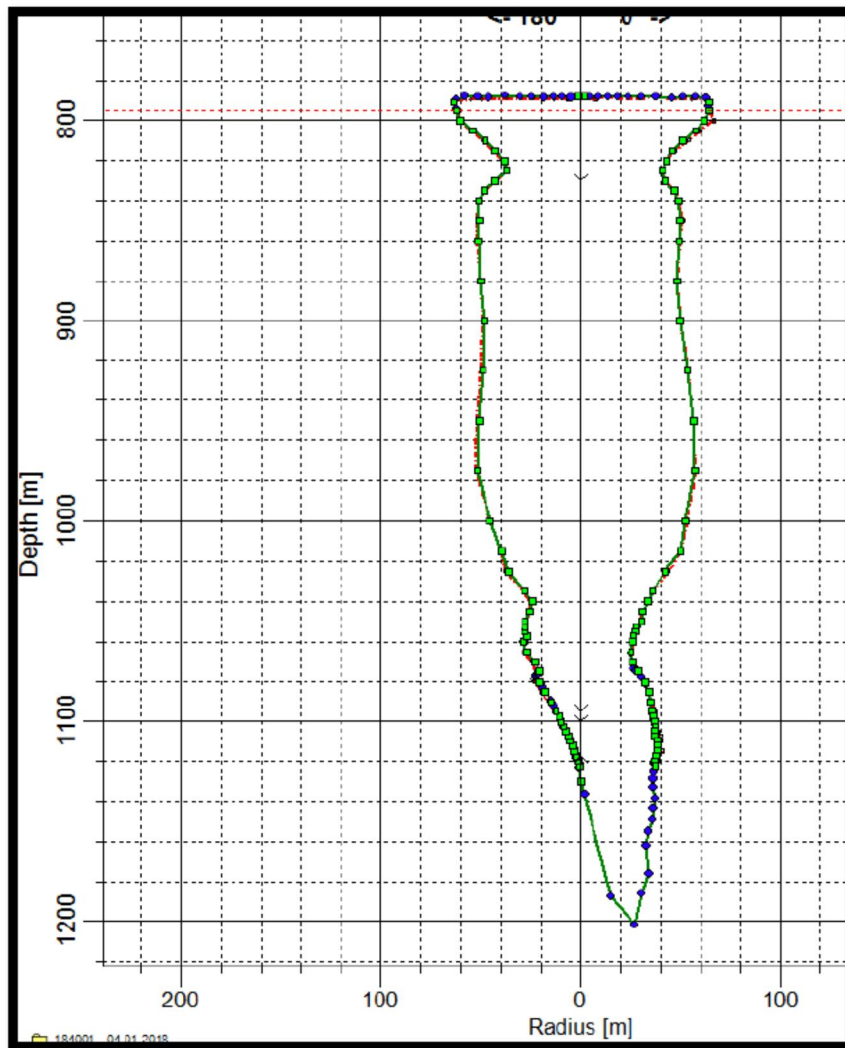


To
From
Date 2 maart 2018
Subject Waargenomen verandering in de vorm van caverne Heiligerlee H
Remarks Versie 3
Review

Inleiding Naar aanleiding van een waargenomen seismisch event van 19 november 2018 in/nabij het Heiligerlee zoutvoorkomen is op 4 januari 2018 een sonarmeting in caverne Heiligerlee H (HL-H) uitgevoerd. De resultaten van deze meting zijn vergeleken met de vorige meting van 17 mei 2016. Het verschil tussen beide meetresultaten wordt hieronder toegelicht.

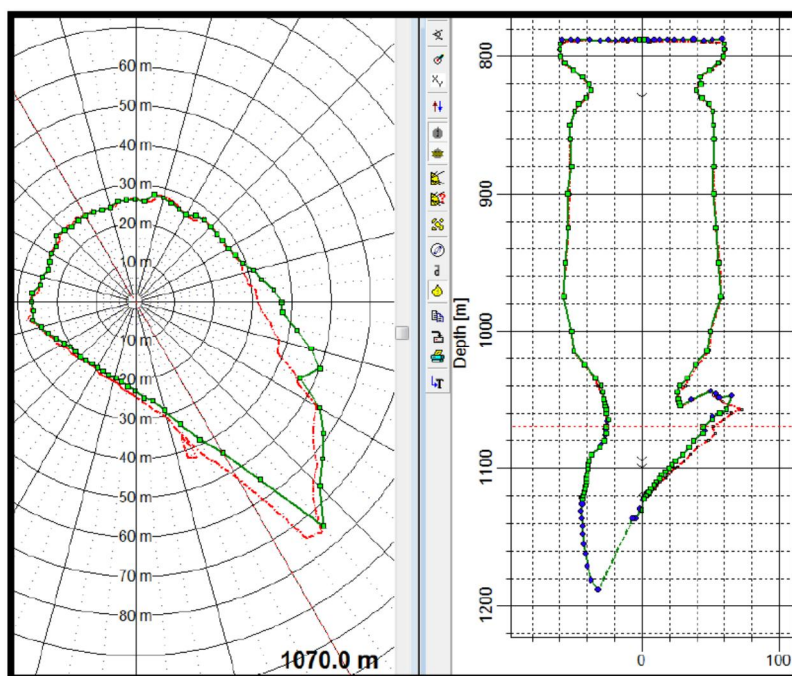
Beeld op basis van ruwe data

Op basis van ruwe data is het volgende beeld ontstaan.



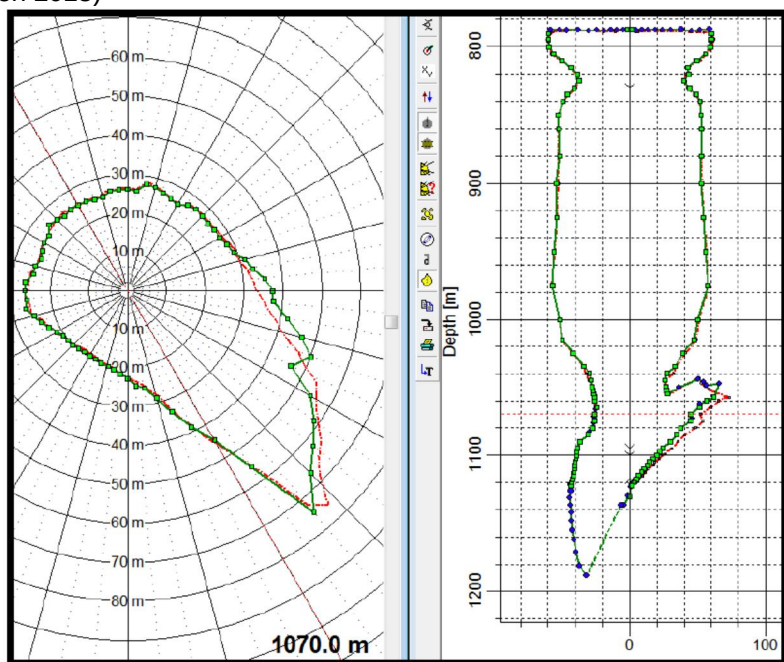
Figuur 1. Vergelijk tussen sonarmeting 2016 (rode omtrek) en sonarmeting 2018 (groene omtrek). Deze doorsnede is noord-zuid gericht, waarbij het noorden rechts is.

Op een diepte van circa 1070 meter leek in eerste instantie iets veranderd te zijn, maar het leek er op dat dit kon worden verklaard vanuit de hoekverdraaiing tussen de twee metingen (zie figuur 2).



Figuur 2. Zichtbare hoekverdraaiing in het bovenaanzicht op circa 1070 meter onder maaiveld. Het zijaanzicht is NW-SE gericht (330° is links, 150° is rechts).

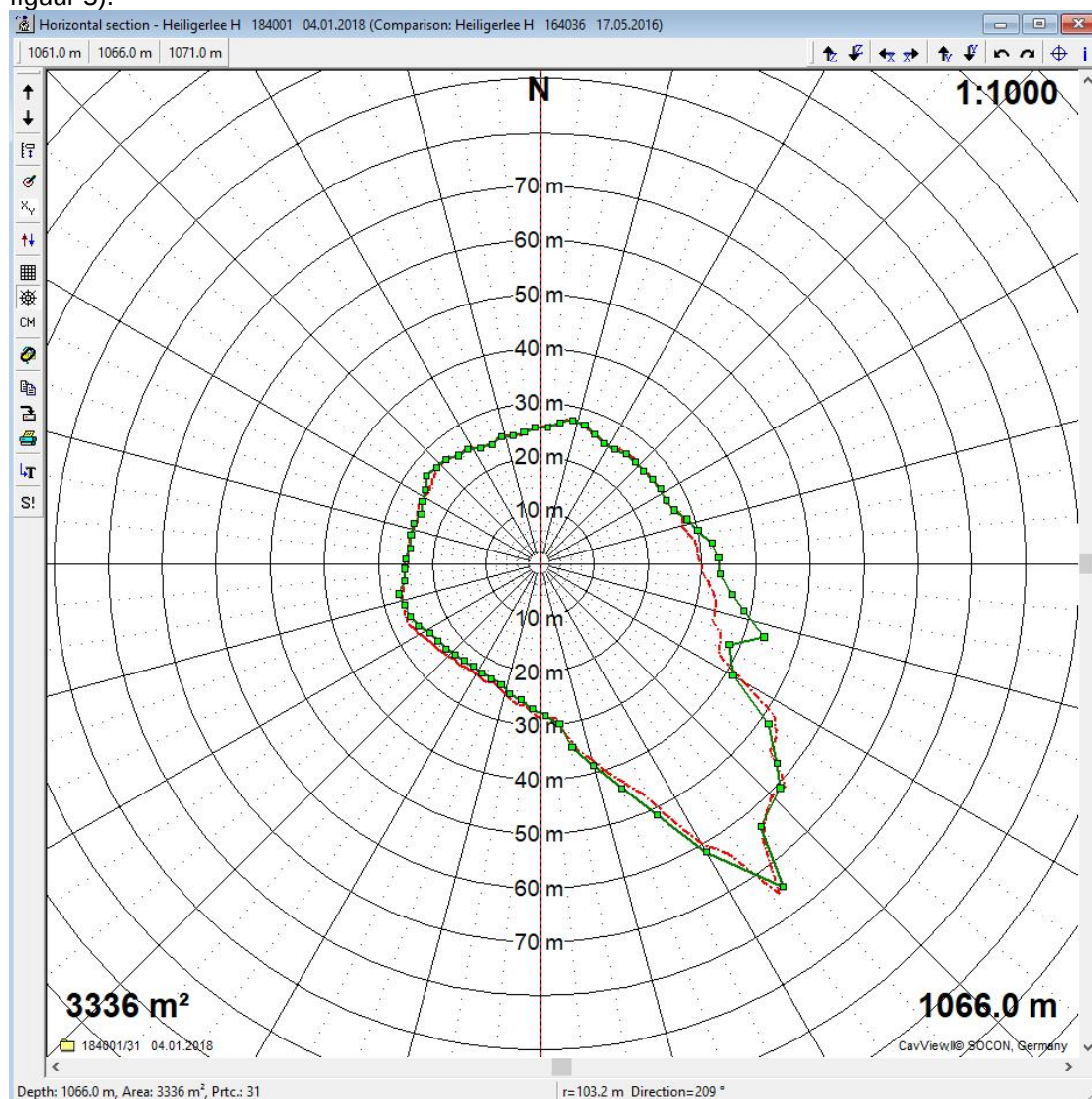
Na een correctie op basis van de ruwe meetgegevens zag het beeld er uit als onderstaand (zie figuur 3). Op basis hiervan is gecommuniceerd dat er geen aanwijzingen van onregelmatigheden te zien waren (geen duidelijke verschillen tussen de sonarmeting van 2016 en 2018)



Figuur 3. Correctie hoekverdraaiing op basis van ruwe data. De netto oppervlakte van de doorsnede op circa 1070 m-mv leek niet te zijn gewijzigd, verschillen van 1-2 meter leken verklaard te kunnen worden door meeton nauwkeurigheden (hoogtebepaling, weerkaatsing van de wand).

Beeld na definitieve
uitwerking van de data

Na definitieve uitwerking van de data door Socon is het beeld toch iets gewijzigd (zie figuur 4 en figuur 5).



Figuur 4. Horizontale doorsnede op 1066 m-mv. De definitieve contour van de meting van 4 januari 2018 is in groen weergegeven, de meting van 17 mei 2016 in rood.

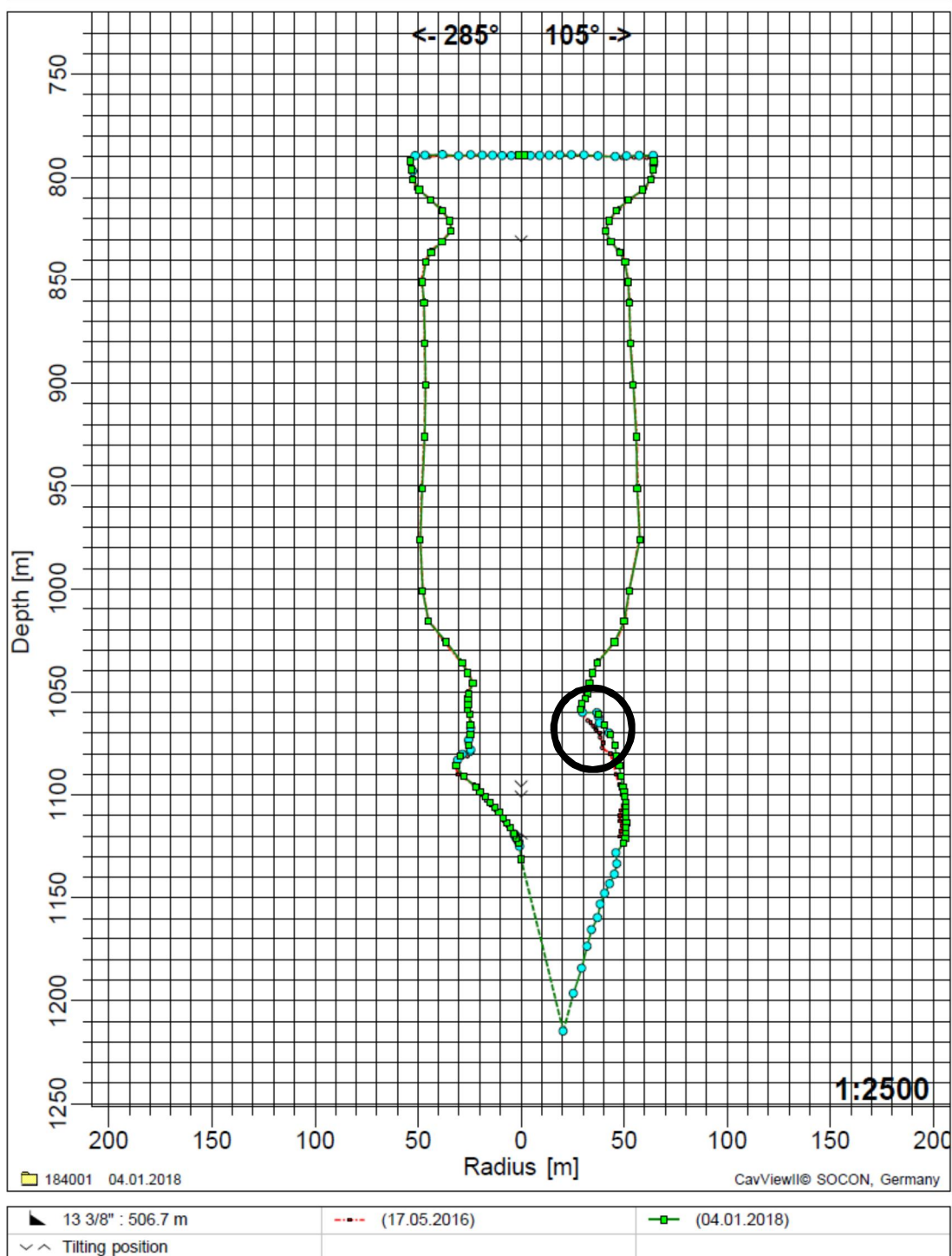
Naar aanleiding van dit resultaat is het ook interessant om te kijken naar de verticale doorsnede in ESE-WNW richting (105°), omdat deze doorsnede precies door het gebied loopt waar de waargenomen verandering het grootst is. Deze doorsnede is in figuur 5 weergegeven.



AkzoNobel
Tomorrow's Answers Today

Heiligerlee H

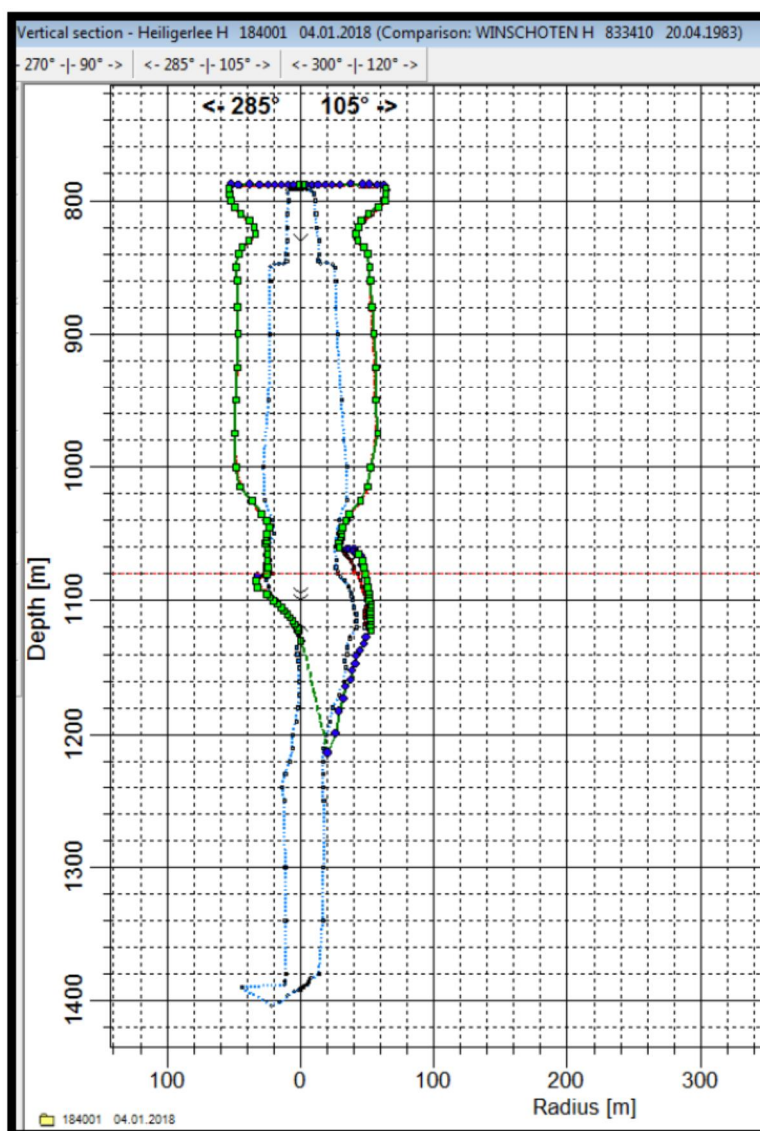
04.01.2018



Figuur 5. Verticale doorsnede in ESE-WNW richting. Groene lijn met stippen is het definitieve meetresultaat van 4 januari 2018, rode lijn is het meetresultaat van 17 mei 2016. Met de zwarte cirkel is het gebied aangegeven waar de verandering is opgetreden.

Analyse en verklaring

De caveerne is sinds 2006 niet in bedrijf geweest. De verandering in vorm is zeker niet het gevolg van uitloging. De enige plausible verklaring is dat er ter plaatse van de waargenomen verandering gesteente uit de overhangende wand van de caveerne is afgebroken en naar beneden is gevallen. Het volume van het afgebroken, of afgebrokkelde gesteente ligt in de orde van grootte van tientallen kubieke meters. Volgens berekening van DEEP kan een magnitude 1 trilling worden veroorzaakt door een brokstuk van enkele tientallen kubieke meters, afhankelijk van de vorm en de bereikte valsnelheid. De maximale valsnelheid zou in pekel al na 5 m bereikt kunnen worden (DEEP/KBB, U. Hehmann 2018). Indien de individuele brokstukken groot genoeg geweest zijn en indien er voldoende impact met de vaste wand of bodem van de caveerne heeft plaatsgevonden (in plaats van bijvoorbeeld afglijden) dan zou de anomalie tussen 1060 en 1080 m-mv een verklaring kunnen zijn voor de waargenomen trilling. Uiteindelijk is het blok naar verwachting op de bodem op circa 1400 meter terechtgekomen. Voor het totale beeld van de caveerne, zie figuur 6. Het diepste deel van de caveerne is na 1983 niet meer toegankelijk geweest voor een meting.



Figuur 6. Vorm van de caveerne in 1983 en nu. Het deel beneden 1120 m-mv is niet meer goed toegankelijk omdat de sonde stuit op de wand van de caveerne op die diepte.

De diepte waar het gesteente is afgebroken correspondeert ook met de diepte waar bij de boorgruisanalyse een verhoogde hoeveelheid calcium, magnesium, sulfaat en onoplosbaar materiaal is aangetroffen (zie bijlage 1). Tussen 1062 en 1075 meter beneden maaiveld zijn er vier aparte monsters genomen en geanalyseerd. Met name de boorgruismonsters op 1071 en 1074 m-mv tonen een sterk afwijkende samenstelling van het gesteente mogelijk haliet vermengd met anhydriet/gips en kieseriet. Op 1242 m-mv doet zich weer zoiets voor. Het traject tussen circa 1060 en 1240 m-mv is precies het traject waar de caverne een asymmetrische vorm heeft ontwikkeld. De kans dat gesteente met niet constante samenstelling afbreekt, is groter dan de kans dat zuiver zout afbreekt.

Betekenis van de waarnemingen

Op 19 november is een seismisch event waargenomen nabij het Heiligerlee zoutvoorkomen. Op 4 januari 2018 heeft een sonarmeting in HL-H plaatsgevonden. Na uitwerking van de gegevens ziet het er naar uit dat er enkele tientallen kubieke meters gesteente uit een overhangende wand tussen 1060 en 1080 m-mv is afgebroken en naar de bodem van de caverne op 1400 m-mv is gevallen. Op basis van berekeningen van DEEP zou het in één stuk of in meerdere grote stukken afbreken van gesteente in HL-H het waargenomen seismische event kunnen verklaren.

De reden dat er rond 1070 m-mv gesteente afgebroken is, ligt waarschijnlijk in een combinatie van de vorm van de caverne (grillig en met overhang) en de samenstelling van het gesteente (onzuiver zout met anhydriet/gips- en kieserietverontreiniging) op die diepte. Dit gedeelte van de caverne bevindt zich aan de oostzuidoostzijde van de caverne. De flank van de dome bevindt zich aan de westzuidwestzijde van de caverne. Het dak van de caverne bevindt zich daar hoogstwaarschijnlijk wel in zuiver zout. Ook na het afbreken van het gesteente zit de caverne ter plaatse nog ruim binnen de gesteentemechanische envelope. Op basis hiervan is er geen reden om mogelijke instabiliteit of een doorbraak van de caverne richting de flank van de dome te verwachten.

Referenties

DEEP/KBB, U. Hehmann 2018. *Memorandum Estimation of Relation between Seismic Moment Magnitudes and Hypothetical Salt Falls*. KBB Hannover, February 27th 2018.

Bijlagen

Bijlage 1: Deilmann 1964. Analyserapport boorgruis boring H te Westerlee