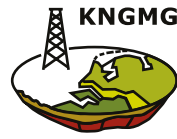


Geo.brief is de nieuwsbrief
van KNGMG en NWO-ENW
Tweeënveertigste jaargang
nummer 7, november 2017

7

Geo .brief



De Vroeg-Holocene verdrinking van de Noordzee

'Connectivity' van water en sedimenten

Geohydrologisch onderzoek in een land vol water

Nieuw onderzoeksprogramma DeepNL

Traag komt een snelle ommezwaai van denken

Wetenschappelijke veranderingen vertonen eenzelfde patroon als maatschappelijke. Wetenschappers zijn per slot ook mensen. Grote veranderingen, denk aan de acceptatie van de platentektoniek in de jaren zestig, laten dat duidelijk zien. Platentektoniek is bijna zo oud als de aarde, maar de wetenschap was er – rigide als bij het loslaten van de platte-aardetheorie – heilig van overtuigd dat platen niet bewogen, hooguit verticaal. Tenminste, de meerderheid van de wetenschappers was dat. Er waren genoeg geologen die al lang hadden aangetoond en bepleit dat continentale korst ook horizontaal over de aarde bewoog, één van hen onze grote roerganger Van Waterschoot van der Gracht in de jaren twintig. De meerderheid echter vond dat het fenomeen niet bestond, dus werd het nauwelijks onderwezen en bestond het ook nauwelijks in het hoofd van mensen

in het veld. En toen was daar de omslag in denken in de jaren zestig. Ja natuurlijk was er platentektoniek, wie kon dat nu niet bedenken?

Zo'n trage reactie lijkt van alle tijden. Ook al lijkt iets al heel lang 'zo' te zijn, of is het zelfs bewezen, de meerderheid van de mensen neemt het idee niet over, laat staan dat men ernaar handelt. Politiek en bevolking zijn traag als het gaat over grote thema's. Klimaatverandering is zo'n thema. Decennia lang hadden groene partijen en kleine groepen mensen daar de alleenheerschappij over. In de loop van de jaren werd het beschermen van de natuur wel steeds vanzelfsprekender. Het Wereld Natuur Fonds werd gemeengoed. Panda's, walvissen, tijgers en olifanten werden beschermd. Maar proberen om klimaatverandering te voorkomen bleef roepen in de woestijn. Toch is

er al tijden bewijs genoeg dat de mensheid de aarde opwarmt en dat dit grootschalige klimatologische gevolgen heeft zoals het stijgen van de zeespiegel. Klimaatverandering is geologisch dan wel van alle tijden, het behouden van een wankel evenwicht met zoveel mensen op aarde zal een zware opgave worden als het dat niet al is.

In de loop van een vijftal jaren lijkt het handelen om klimaatverandering tegen te gaan opeens gemeengoed te zijn geworden. Van links naar rechts in het politieke spectrum lijkt het soms een vanzelfsprekendheid. We krijgen een minister van Klimaat op het ministerie van Economische Zaken in een kabinet zonder GroenLinks. China, toch niet van oudsher de schoonste der landen, loopt voorop qua groene energie. De door publiek geld betaalde NOS-weerman maakt specials over een smeltende Noordpool. In complete straten liggen de daken vol zonnepanelen. In Saudi Arabië krijgen vrouwen rij-recht, ik las omdat de koning in een olie-arme economie vrouwen nodig denkt te hebben. Heeft het 'gewoon' zo lang geduurd totdat het besef van de consequenties van een veranderend klimaat is doorgedrongen tot zo'n grote groep mensen als de bevolking van een heel land? Of is de werkelijkheid nu zo dominant aanwezig dat het tegengeluid niet meer gehoord wordt? Is klimaatverandering inderdaad zichtbaar genoeg geworden dat het tegenspreken van die theorie niet echt geloofwaardig meer overkomt?

Een andere ommezwaai is de aandacht voor de effecten van mijnbouw. Met de op te richten Kennisagenda Effecten Mijnbouw en het recent aangekondigde DeepNL-onderzoeksprogramma van NWO (zie pagina 18 van deze Geo.brief) lijkt de aandacht voor de diepe ondergrond in een stroomversnelling te zijn gekomen. Er is wel (veel) kennis, maar vaak missen er data of zijn deze te gefragmenteerd om de effecten van mijnbouw in ons land goed te kunnen

voorspellen. Dat het zo lang heeft geduurd, komt wellicht door hetzelfde mechanisme. Het duurt lang voordat een werkelijkheid doordringt. Nu heeft iedereen gezien dat de effecten van mijnbouw groot kunnen zijn op locatie en dat dit een enorme impact heeft op het leven van mensen. Aan de lange tijd die het geduurd heeft voordat deze omslag werd gemaakt kleef een groot nadeel. De publieke opinie is volledig omgeslagen en is zeer negatief ten opzichte van alle vormen van handelen in onze diepe ondergrond. Met de ervaring bij het tegengaan van klimaatverandering in ons achterhoofd kan dit een probleem worden. In de omslag naar een duurzame samenleving is gas de schoonste der koolwaterstoffen en waarschijnlijk onmisbaar tot we voldoende duurzame energie kunnen opwekken. Maar belangrijker nog, de ondergrond kan een zeer belangrijke rol gaan spelen in de duurzame transitie door CO₂-opslag en het gebruik van geothermie. Maar zouden we dat op grote schaal willen toepassen, in hoeverre is de negatieve connotatie van diepe mijnbouw dan een probleem? Het oproer in Barendrecht ligt nog vers in het geheugen. Gezien de traagheid waarmee een nieuwe gedachte door de samenleving wordt verwerkt en geaccepteerd, kan ook de omslag naar het idee van veilig en duurzaam gebruik van de diepe ondergrond wel eens lang gaan duren. Eerst moet zekerheid in de maatschappij ontstaan dat handelen in de diepe ondergrond betrouwbaar kan gebeuren. Hoe kunnen we die omslag naar positief denken over de ondergrond als oplossing versnellen?

Hemmo Abels

kringen

Vrijdag 1 december 2017, 12:30–17:00 uur, Delft

Kringendag: De Geologie van Geothermie

Op vrijdag 1 december 2017, zal de Kringendag van het KNGMG worden gehouden met als thema 'De Geologie van Geothermie'. Na een introductie van het thema zullen de verschillende geologische aspecten van het winnen van aardwarmte in een serie lezingen worden belicht. Tijdens de lunch en borrel zal er de nodige tijd zijn om de onderlinge banden aan te halen. Het bestuur van het KNGMG nodigt alle leden van het KNGMG en de Kringen van harte uit om bij deze middag aanwezig te zijn.

De middag zal, op initiatief van de Mijnbouwkundige Kring, plaatsvinden op de TU Delft.

Voorlopig programma

- 12.30 – 13.30 u Inloop, registratie, Lunch
- 13.30 – 13.50 u 'Geoscience & Engineering aan de TUD in de 21e eeuw'
- 13.50 – 14.10 u Welkom, context van de 'Geologie van Geothermie'
- 14.10 – 14.30 u Thee
- 14.30 – 16.30 u lezingen 'Geologie van de Geothermie'
- 16.30 – 17.00 u Borrel

Meer informatie over het programma volgt via de website. Opgeven voor de Kringendag kan via: <http://www.kngmg.nl/evenement/kringendag-de-geologie-van-geothermie/>

Uitreiking vrijdag 10 november, NIOZ, Texel

Van Waterschoot van der Grachtpenning 2017 voor Jan van Hinte

Na positief advies van de Genootschapsraad heeft het hoofdbestuur van het KNGMG unaniem besloten om de Van Waterschoot van der Grachtpenning 2017 toe te kennen aan prof. dr. Jan E. van Hinte.

Jan van Hinte is emeritus hoogleraar Paleontologie en Stratigrafie aan de Vrije Universiteit. Zijn werk is van groot belang geweest voor de ontwikkeling van de Mariene Geologie in Nederland. De grote betekenis die Van Hinte zowel voor de wetenschap als de industrie in Nederland heeft gehad, zijn belangrijke bijdragen aan

het Ocean Drilling Program, en het grote aantal proefschriften dat onder zijn leiding tot stand is gekomen, hebben het bestuur doen besluiten hem de Van Waterschoot van der Grachtpenning toe te kennen. Wat Jan van Hinte voor de aardwetenschappen betekend heeft, wordt krachtig verwoord in de eindconclusie

van de voordracht door prof. dr. Jan Smit en dertien andere aardwetenschappers: *"Jan van Hinte was een vooraanstaande pionier in een van de meest spectaculaire ontwikkelingen van de wetenschap: de totstandkoming van de Earth System Science. Als onderzoeker stond hij aan de wereldtop. Hij heeft meer dan 30 promoties begeleid en een groot aantal jonge mensen geïnspireerd. Niets aan deze man is klein. Zijn durf en visie zijn*

groot, zijn bescheidenheid is voorbeeldig en als het om de goede zaak gaat kent zijn generositeit geen grenzen. Als iemand de van Waterschoot van der Gracht penning verdient, dan is hij het."

De uitreiking zal op vrijdag 10 november a.s. plaatsvinden bij het NIOZ (op Texel) tijdens het ICDP/IODP-symposium.



Jan van Hinte tijdens een excursie in Zuid-Spanje over sequentiestratigrafie (mei 1991). | Foto: Anne Fortuin

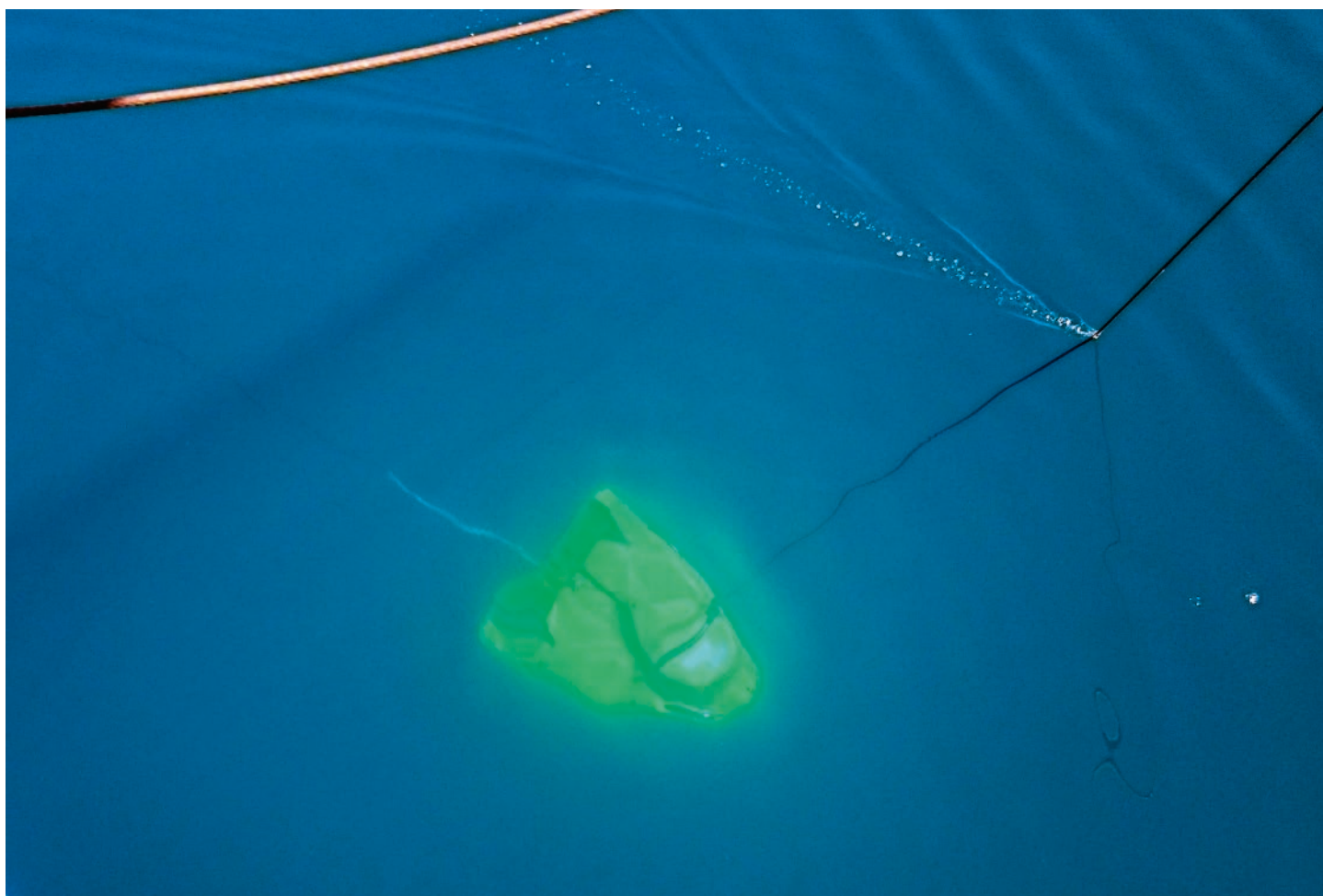
Symposium 'Recent exciting research developments in the Dutch and International Continental and Ocean Drilling Community'

- 10.00 – 11.00 h Registration & coffee, Reception area
- 11.00 – 11.05 h Welcome by Stefan Schouten (NIOZ, host of the meeting), Luc Lourens (UU, NL-ESSAC rep) and Timme Donders (chairman of the Netherlands ICDP committee)
- 11.05 – 11.55 h Session 1 (Chair: Stefan Schouten)
Keynote: Jan Smit (Professor emeritus, VU Amsterdam): *'IODP 364; Drilling the K-Pg Impact Crater Chixalub'*
- 11.55 – 12.30 h Dirk Verschuren (U Gent): *'ICDP drilling of Lake Challa'*
- 12.30 – 13.15 h Lunch break
- 13.15 – 13.35 h Session 2 (Chair: Timme Donders)
Margot Cramwinkel (UU): *'IODP Expedition 371: Tasman Frontier Subduction Initiation and Paleogene Climate'*
- 13.35 – 13.55 h Jeroen v/d Lubbe (VU): *'IODP Expedition 361: Southern African Climates'*
- 13.55 – 14.15 h Loes van Bree (UU): *'Biomarker results from Lake Challa'*
- 14.15 – 14.35 h Zeynep Erdem (NIOZ): *'Testing the long chain diols as sea surface temperature and upwelling proxies in Eastern Tropical Pacific cores'*
- 14.35 – 15.00 h Tea/Coffee break
- 15.00 – 15.20 h Session 3 (Chair: Luc Lourens)
Joost Frieling (UU): *'Evidence for a heat-induced dead zone during the PETM in the Equatorial Atlantic'*
- 15.20 – 15.40 h Cindy Schrader (UU): *'Temperature – carbon cycle interactions during the Early Eocene Climatic Optimum (ODP Site 1263, Walvis Ridge)'*
- 15.40 – 16.00 h ICDP-related talk: *'TBA'*
- 16.00 – 16.15 h Lucas Lourens (UU & NL ESSAC-rep): *'IODP news & drillbits & pieces and the IODP-NL person of 2017'*
- 16.15 – 16.45 h Session 4 (Chair: Hemmo Abels)
Van Waterschoot van der Gracht medal ceremony
Medal will be awarded to Jan van Hinte (Professor emeritus, VU University Amsterdam)
- 16.45 – 17.45 h Closing of the meeting & farewell drinks

NB: kosteloze aanmelding voor het symposium en uitreiking via meet@nioz.nl.

De Vroeg-Holocene verdrinking van de Noordzee

Sinds het begin van de afsmelting van de ijskappen aan het einde van het Laat Glaciaal Maximum (rond 20.000 jaar geleden) is het wereldwijde zeespiegelniveau ongeveer 130 m gestegen. Aan het begin van het Holoceen, 11.700 jaar geleden, was ongeveer de helft van deze totale stijging bereikt en lag de zeespiegel 60 meter lager dan nu. Slechts 4.000 jaar later was de zee 50 meter verder gestegen, waardoor een weids rivierenlandschap veranderde in de huidige Noordzee. Inzicht in deze verdrinkingsgeschiedenis is zowel geologisch als archeologisch van belang en geeft ook belangrijke informatie over de te verwachte snelheden van zeespiegelstijging in de toekomst.



Als een vis in het water, de X-Star, ook wel Chirp genoemd vanwege het tjirpende vogelgeluid dat hij maakt.

Vroeg-Holocene afzettingen die meer detail-informatie kunnen geven over hoe de verdrinking van de zuidelijke Noordzee verliep, liggen vandaag de dag offshore begraven. Met name de Oestergronden, ruwweg gelegen tussen Texel en de Doggersbank, bevatten een uniek 'archief' van veen- en kleilagen tussen -55 en -35 meter Normaal Amsterdams Peil (NAP). Deze lagen bevatten in potentie het signaal voor een gedetailleerd beeld van de fasering en het patroon van verdrinking van de zuidelijke Noordzee in het Vroeg-Holoceen tussen 12.000 en 8.500 jaar geleden. Boven de -35 m NAP heeft er veel meer erosie plaatsgevonden en zijn de veen- en kleilagen alleen lokaal bewaard gebleven. Om de aansluiting met de zeespiegeldata op land, tot -22 m NAP, mogelijk te maken is daarom veel speurwerk noodzakelijk.

Unieke data

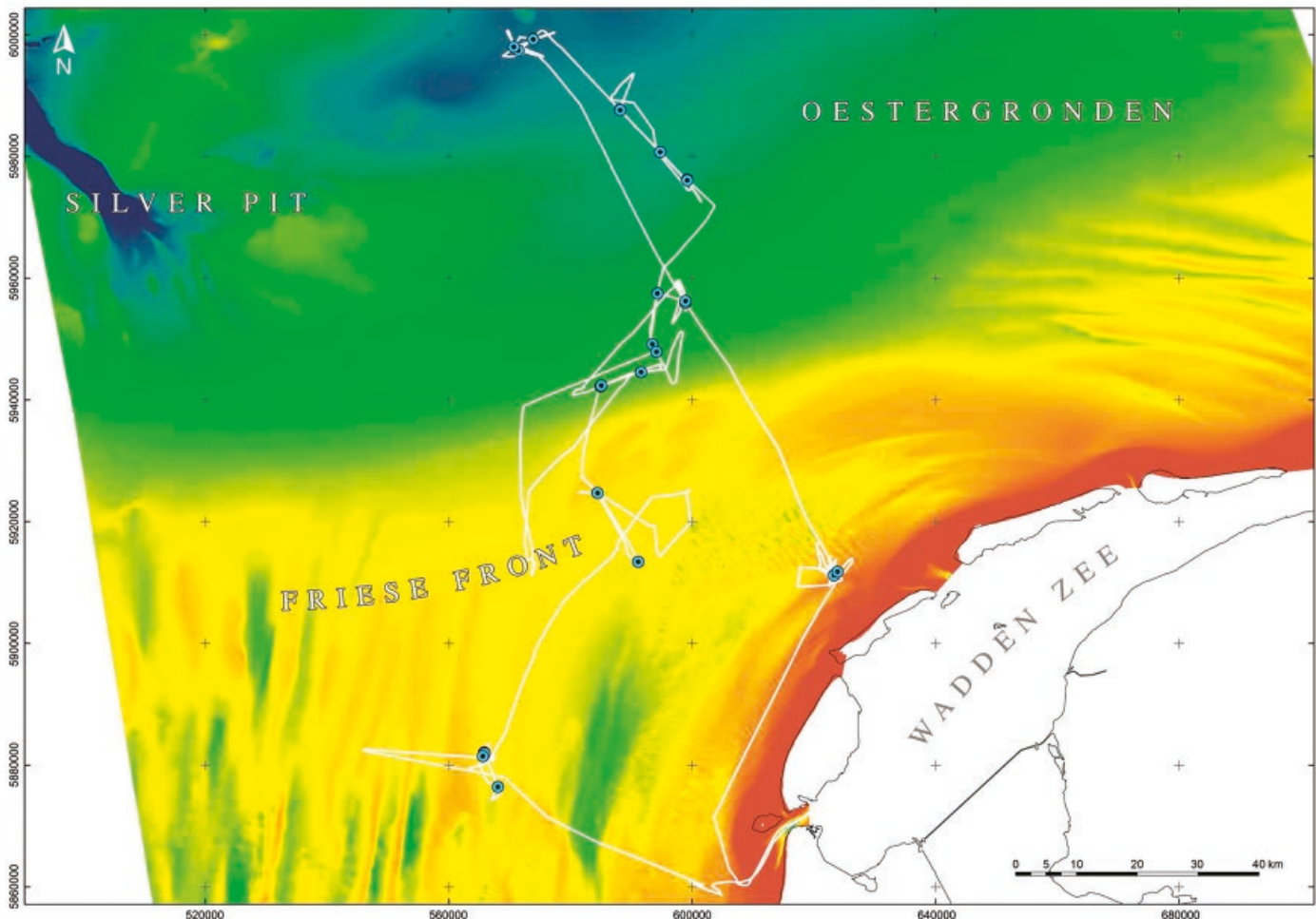
Wereldwijd is de noodzakelijke hoge-kwaliteit informatie voor het Vroeg-Holoceen vrijwel

niet beschikbaar. Dit komt onder andere doordat deze informatie alleen offshore aanwezig is, en dus lastig op te sporen en te bereiken, maar vaak ook omdat terrestrische afzettingen niet bewaard zijn gebleven of zelfs nooit zijn gevormd. Onze kennis over de zeespiegelstijging gedurende het Vroeg-Holoceen is daarom vrijwel geheel gebaseerd op informatie uit koraalriffen. Met name de koraalsoort *Acropora Palmata* wordt veel gebruikt, omdat deze relatief ondiep onder het zeeoppervlak groeit. Het dieptebereik van deze soort is echter groot (ongeveer 0 tot 10 m waterdiepte) en vaak wordt daarom een onzekerheid van ± 5 m aangehouden. Dit betekent dat als deze soort op een diepte van -45 m gevonden wordt, aangenomen wordt dat de zee toen ergens tussen de -50 en -40 m stond. Deze grote onzekerheid betekent ook dat het niet goed mogelijk is om versnellingen in de zeespiegelstijging vast te stellen. Daar komt bij dat lastig vast te stellen is wat de reactie van het koraal op een versnelling zou zijn

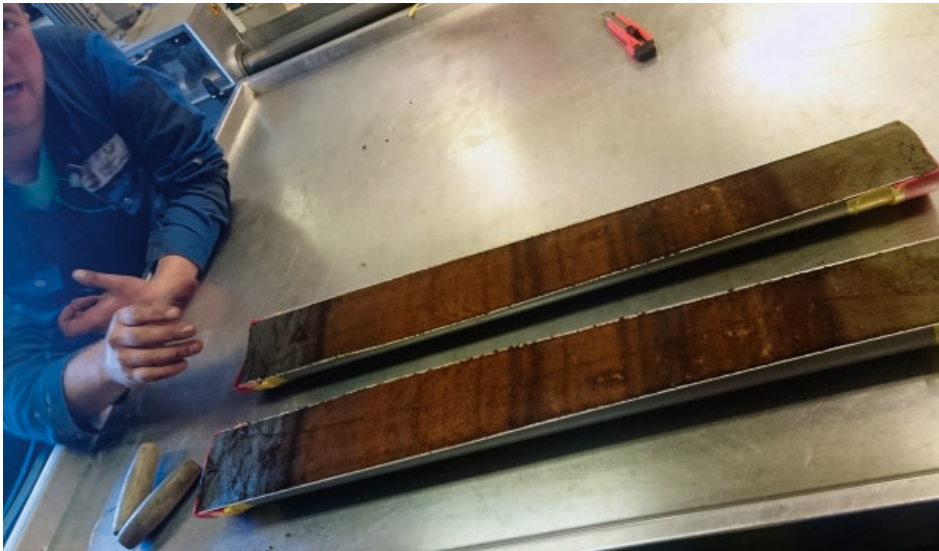
geweest: groeide het even snel mee of reageerde de groei zeer vertraagd? Onze nieuwe data moet het mogelijk maken om zeespiegelstanden vast te stellen met een onzekerheid van minder dan 1 meter.

Hoe snel?

Belangrijke vragen die nog beantwoord moeten worden zijn hoe snel de zeespiegel steeg in het Vroeg-Holoceen, of de zeespiegelstijging tijdelijke versnellingen (of zelfs sprongen) kende, en of het smeltwater vooral afkomstig was van de ijsmassa's op Scandinavië en Noord-Amerika of dat er ook een substantiële bijdrage van Antarctica was. Daarnaast zijn er vragen over isostatische bodembewegingen in het Vroeg-Holoceen als gevolg van het afsmelten van de ijskappen. Deze vragen kunnen beantwoord worden door het bestuderen van de stabiele-isotopenbalansen in mariene kernen en/of door zeespiegel fingerprinting. Met stabiele zuurstofisotopen kunnen de effecten van ijskappen met sterke verschil-



De route van de Pelagia tijdens de cruise van 16 tot en met 23 Juni 2017. Lokaties van boringen zijn ook aangegeven.



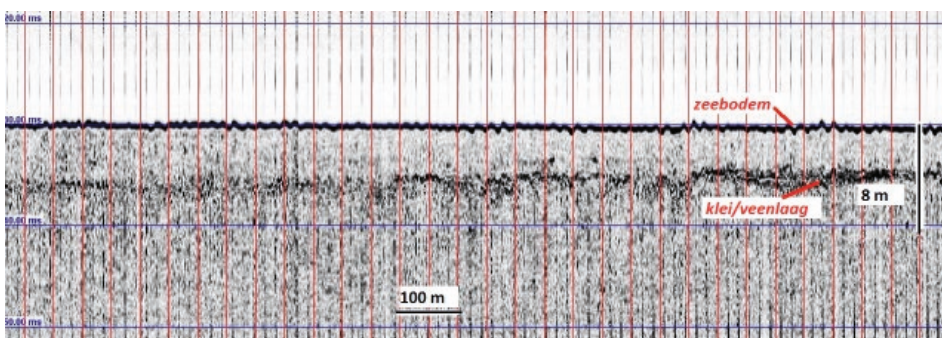
Voorbeeld van een van de op de Pelagia opengesneden boorkernen (ten noorden van Vlieland). Top van het Pleistocene sediment is zichtbaar aan de basis (rechts). Het Basisveen (bruin) is zichtbaar in het midden. De transgressie kleien zijn zichtbaar aan de top.

lende signatuur uit elkaar gehaald worden, maar niet verschillen tussen ijskappen die isotopisch dicht bij elkaar lagen zoals de Noord-Amerikaanse en Scandinavische ijskappen. Zeespiegel fingerprinting is wel goed in staat om deze effecten van elkaar te onderscheiden. Bij deze laatste techniek worden hoge-kwaliteit zeespiegeldata uit verschillende delen van de wereld onderling vergeleken en wordt er een zogeheten 'fingerprint' afgeleid van de bijdragen van de verschillende ijskappen. Het afsmelten van ijs, bijvoorbeeld op Groenland, wordt namelijk in de nabije omgeving van Groenland minder 'gevoeld' dan op grotere afstand. Dit heeft onder andere te maken met het gravitatie-effect van een grote ijskap: de massa van het ijs is zo groot dat water richting de ijskap getrokken wordt, waardoor de zee daar dus relatief hoog staat. Verdwijnt het ijs, dan verdwijnt ook het gravitatie-effect en in de directe omgeving van de ijskap zal dit zelfs tot zeespiegeldaling

leiden. Dit effect is merkbaar tot duizenden kilometers van de ijskap vandaan. Elke plek op aarde heeft zijn eigen fingerprint afhankelijk van zijn positie op aarde ten opzichte van de grote ijskappen op Groenland, Antarctica, Scandinavië en Noord-Amerika. Het patroon in de wereldwijde zeespiegel fingerprint geeft belangrijke informatie over wanneer het ijs begon te smelten en waar het smeltwater vandaan kwam.

Glacio-hydro-isostatische aanpassing

Andere belangrijke effecten die (deels) gelijktijdig optraden, waren daling en opheffing van de aardkorst door aangroei en afsmelten van de ijskappen, verschuivingen in de manteldichtheid en het effect hiervan op het lokale zwaartekrachtsveld. Aangezien er meerdere ijskappen aan het afsmelten waren in het Vroeg-Holoceen, kunnen de bijdragen van de verschillende ijskappen alleen met wereldwijde en hoge-kwaliteit informatie afgeleid worden.



Voorbeeld van een X-Star lijn. De klei en/of veenlagen uit het begin van het Holoceen zijn hierin goed te herkennen.

Kennis hierover is van belang voor het verbeteren van zogenaamde glacio-hydro-isostatische aanpassing (GIA) modellen die onder andere gebruikt worden om een schatting te maken van toekomstige zeespiegelverwachtingen. Los van het vaststellen van de verdrinkingsgeschiedenis van de Noordzee is ook het verbeteren van deze modellen een doel van onze studie, omdat GIA-effecten een belangrijke factor zijn bij het voorspellen van regionale verschillen in zeespiegelvariatie. De nieuwe zeespiegeldata van de Noordzee zal worden vergeleken met numerieke voorspellingen die zijn gebaseerd op state-of-the-art ijskapmodellen ontwikkeld door het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en het Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek (IMAU). De data zal met name worden gebruikt om de maximale ijsbedekking en het afsmelten na het LGM te reconstrueren, en om meer inzicht te krijgen in de reologische eigenschappen van de aardkorst en mantel in het Noordzeegebied.

Werkwijze

Afgelopen juni heeft TNO - Geologische Dienst Nederland (TNO - GDN), in samenwerking met NIOZ en Deltares, met het onderzoeksschip Pelagia een cruise uitgevoerd die mede tot doel had om veen- en kleilagen die de initiële verdrinking van het gebied markeren te karteren, aan te boren en te analyseren. Het vaarplan is gemaakt op basis van een analyse van bestaande boringen en laboratoriumgegevens uit het archief van TNO - GDN. Uitgangspunt was om gebieden te zoeken met een relatief grote kans op de aanwezigheid van veen in het volledige bereik van -55 tot -25 m NAP en daar te gaan boren. Het project bouwt voort op reeds bestaand onderzoek naar de Vroeg-Holocene ontwikkeling van de Noordzee in samenwerking met de Universiteit van Utrecht (Kim Cohen) en de University of Leeds (Natasja Barlow). Ook de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is betrokken bij het project, aangezien het Noordzeegebied voordat het verdronk bewoond werd en een beter inzicht in de verdrinkingsgeschiedenis helpt bij het plaatsen van de archeologische vondsten in hun landschappelijke context. Tijdens de cruise is onder de vakkundige leiding van Chris Mesdag (Deltares) seismiek geschoten van verschillende segmenten van de vaarroute. De ondergrond is op deze manier in kaart gebracht tot 200 meter diepte. Op basis van deze gegevens zijn locaties uitgekozen voor boringen die de veen- en kleilagen zouden moeten bereiken. De eerste boring werd altijd direct op het

.stukje steen

schip opengesneden zodat we zeker wisten dat de Vroeg-Holocene veen- en/of kleilagen aanwezig waren. Vaak werden er hierna nog twee boringen gezet: één om metingen aan te verrichten voor o.a. methaangehaltes (Tanya Lippmann en Han Dolman van de Vrije Universiteit) en één om direct in de koeling op te slaan.

Voorlopige resultaten

Uiteindelijk is er in totaal 220 kilometer aan seismiek verzameld en zijn er op 22 locaties boringen gezet. Alhoewel er al wel enkele ¹⁴C gedateerde veenpunten uit dit deel van de Noordzee bekend waren, o.a. uit het werk van de Rijksgeologische Dienst en van Duitse onderzoekers, is het unieke aan de nieuwe dataset dat we op basis van de seismiek nu exact weten hoe de directe omgeving van de boringen er uitziet, dat alle locaties en dieptes nauwkeurig bekend zijn en dat we met state-of-the-art technieken aan de slag kunnen om de ouderdom, geochemie en biostratigrafie van de transgressieve laag te onderzoeken. Dit is van belang om de landschappelijke setting vast te stellen waarin de veen- en of kleilagen gevormd zijn, en om de vraag te beantwoorden of de hoogte van veenvorming gekoppeld kan worden aan een bepaald zeeniveau of dat het veen onder invloed stond van een lokale grondwaterstand die niet gekoppeld was aan het zeeniveau.

Het gebruik van moderne technieken draagt hieraan bij: door gedetailleerd vast te stellen welke planten en beestjes er aanwezig zijn in de afzettingen, kan de mate van invloed van zee bepaald worden en kan een schatting gemaakt worden van de waterdieptes waarin de veen- en kleilagen gevormd zijn. Op basis van X Ray Fluorescentie (XRF)-scanning kunnen nauwkeurig chemische overgangen bepaald worden en kunnen afzettingen tussen verschillende boringen wellicht beter met elkaar gecorreleerd worden. XRF-scanning, tezamen met hoge-resolutiefotografie van de kernen is in augustus bij het NIOZ uitgevoerd. Verdere detailanalyses, zoals pollenonderzoek en ¹⁴C dateringen, volgen nog.

Freek Busschers, Marc Hijma, Paolo Stocchi,
Gert-Jan Reichart, Sytze van Heteren

Freek en Sytze: TNO - Geologische Dienst Nederland,
Marc: Deltares
Paolo en Gert-Jan: NIOZ
Contact: freek.busschers@tno.nl

Meer informatie

Als het vaarschema van de Pelagia het toelaat zal er in 2018 weer een vergelijkbare expeditie plaatsvinden. Voor meer informatie zie: www.tno.nl/expeditieoordzee
<https://www.nioz.nl/en/expertise/nioz-sea-level-centre>



De voormalige groeve Fjæreheia in Noorwegen is in 1993 verbouwd tot amfitheater.

Stein statt Eisen

Stein statt Eisen, met dat motto uit 1937 bedoelde Albert Speer natuursteen in plaats van gewapend beton. De voorliefde van de nazi's voor natuursteen moge bekend zijn, en ze konden er in Duitsland zelf bij lange na niet genoeg van produceren. Megalomane projecten, zoals de nieuwe hoofdstad Germania, vroegen enorme partijen natuursteen, vanzelfsprekend niet van de minste soort. In Noorwegen werden na de bezetting al snel larvikietgroeves overgenomen en deze veranderden, althans gedurende de eerste oorlogsjaren, van zieltoegende tot florerende bedrijven.



Een oude kraan in de groeve.

Verschillende partijen larvikiet kwamen ook naar Nederland. In 1941 al in Rotterdam bij steenhouwerij Ruymgaard. Deze steen was bestemd voor een overwinningsmonument dat er gelukkig nooit is gekomen. Na de oorlog is een deel van de partij Wehrmachts-labrador verzaagd voor de bekleding van de gevel van het toenmalige meubelpaleis Piet van Reeuwijk aan het Binnenwegplein in Rotterdam.

Ook andere Noorse groeves werden ingezet, zoals de granietgroeves in de Ostfold. Daarvandaan kwam in 1942 een partij van negen scheepslasten naar Groningen. Eén van de door de Duitsers verlaten groeves, op het eiland Store Råholmen voor de kust van Frederikstad, is sinds 2013 een beschermd monument, juist vanwege de granietproductie hier in de oorlogsjaren. De Grimstad graniet in Aust-Agder is een andere groeve die de Duitsers inzetten voor hun doeleinden. Na de oorlog werd de graniet onder de naam Red Star verhandeld. Er lagen toen – en ze liggen er nog steeds – grote blokken rood graniet die bestemd waren voor een groot standbeeld van de Führer op de zuidpunt van Noorwegen. Volgens andere bronnen zouden ze 'gewoon' worden toegepast voor de nieuwe hoofdstad Germania. De Noren hebben de blokken na de oorlog nooit meer willen gebruiken. De groeve kreeg veel later wel een nieuwe bestemming. Het is tegenwoordig een openluchttheater.

Timo G. Nijland & Wim Dubelaar



Groeve te Rumst langs de Rupel cuesta, die nu niet meer met emmerbagger uitgegraven wordt maar in terrassen. De terrasvloeren zijn de septariahorizonten.

De ontginningen van Boomse klei

De ontginning van de Boomse klei in België heeft een lange geschiedenis. Het vond plaats vooral langs de oevers van de rivier de Nete, die ten zuiden van Antwerpen bij Rumst uitmondt in de Rupel, ten noorden van de Rupel, die zelf uitmondt in de Schelde bij Rupelmonde, in het Land van Waas rond Sint-Niklaas en ook langs de oevers van de Schelde tussen Temse en Antwerpen.



Groeve te Kruikebeke, de witte vlekken, in witte banden, zijn septaria in horizonten.



Oude groeve langs de Rupel cuesta, boven de gebande Rupelklei komen groene glauconietzanden van Burdigaliaan ouderdom voor (Zand van Edegem).

De ontginning van de klei voor het maken van bakstenen en pannen in de Rupelstreek begon al in de Middeleeuwen en duurt nog steeds voort. Deze industrie drukte daardoor een eigen, indringend sociaal en economisch stempel op de streek, met periodes van bloei en verval. Even kenmerkend voor de streek is de impact op het landschap van de vele ontginningsputten die in de loop van de tijd gegraven werden; een impact die soms omschreven wordt als ruimtelijke wanorde. Het is een streek die trouwens in de loop van de tijd ook veel kunstenaars geïnspireerd heeft.

Cyclische gelaagdheid

Voor de geologen hebben de ontsluitingen van de Boomse klei een bijzondere betekenis omdat ze aan de basis liggen van de invoering van de Rupeliaan etage in het Oligoceen; iets wat reeds plaatsvond in de begindagen van de ontwikkeling van de stratigrafie als wetenschap in het midden

van de 19de eeuw. Veel biostratigrafen hebben de Boomse kleigroeves bezocht voor het verzamelen van referentiestudie-materiaal voor deze Rupeliaan tijd.

Deze afzettingen hebben ook altijd de aandacht getrokken vanwege hun zo karakteristieke cyclische gelaagdheid, die niet alleen maar de interesse wekt van de sedimentologen maar ook van sequentiestratigrafen en recent ook van paleoklimatologen. Het is immers gebleken dat de hoog-frequente cycli, die duidelijk zichtbaar zijn op alle foto's van de groeves, de uiting zijn van obliquiteit, de variatie in de mate van scheefstand van de aardas ten opzichte van de bewegingsrichting van de aarde. De cyclische veranderingen in de toenmalige zeespiegel zijn een gevolg van de globale ijs-water uitwisseling in de eerste tijd na de installatie van het ijskast-tijdvak waar we sinds het begin van het Oligoceen in zijn terecht gekomen.

Een andere particulariteit van deze klei is de aanwezigheid van verschillende horizonten met grote septaria-concreties, een kenmerk dat deze kleiafzetting, waar ze voorkomt in Duitsland, de naam van Septarienton heeft opgeleverd. Fossielenliefhebbers komen minder aan hun trekken omdat fossielen in de Boomse klei moeilijker te vinden zijn. Vaak zijn ze klein en is de diversiteit van de op een dag verzamelbare exemplaren niet bijzonder hoog. Slechts de geduldige zoeker treft toch een grote diversiteit aan mollusken en ook wat haaiantanden. Bij de vroegere handmatige ontginning van de klei werden uiteraard meer delicate fossielen blootgelegd zoals enkele exemplaren van Nautilus en resten van zeekeieien, beenvissen, schildpadden en krabben die nu in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen te Brussel bewaard worden.

Rookgassen

De klei is doorwoeld met wormsporen van diverse afmetingen die nu veelal opgevuld met pyriet bewaard zijn. De systematische aanwezigheid van deze sulfide, samen met de aanwezigheid van fluor in de klei, is de reden dat de rookgassen bij de productie van de klei nu verplicht moeten gezuiverd worden, wat een aanzienlijk kost met zich meebrengt.

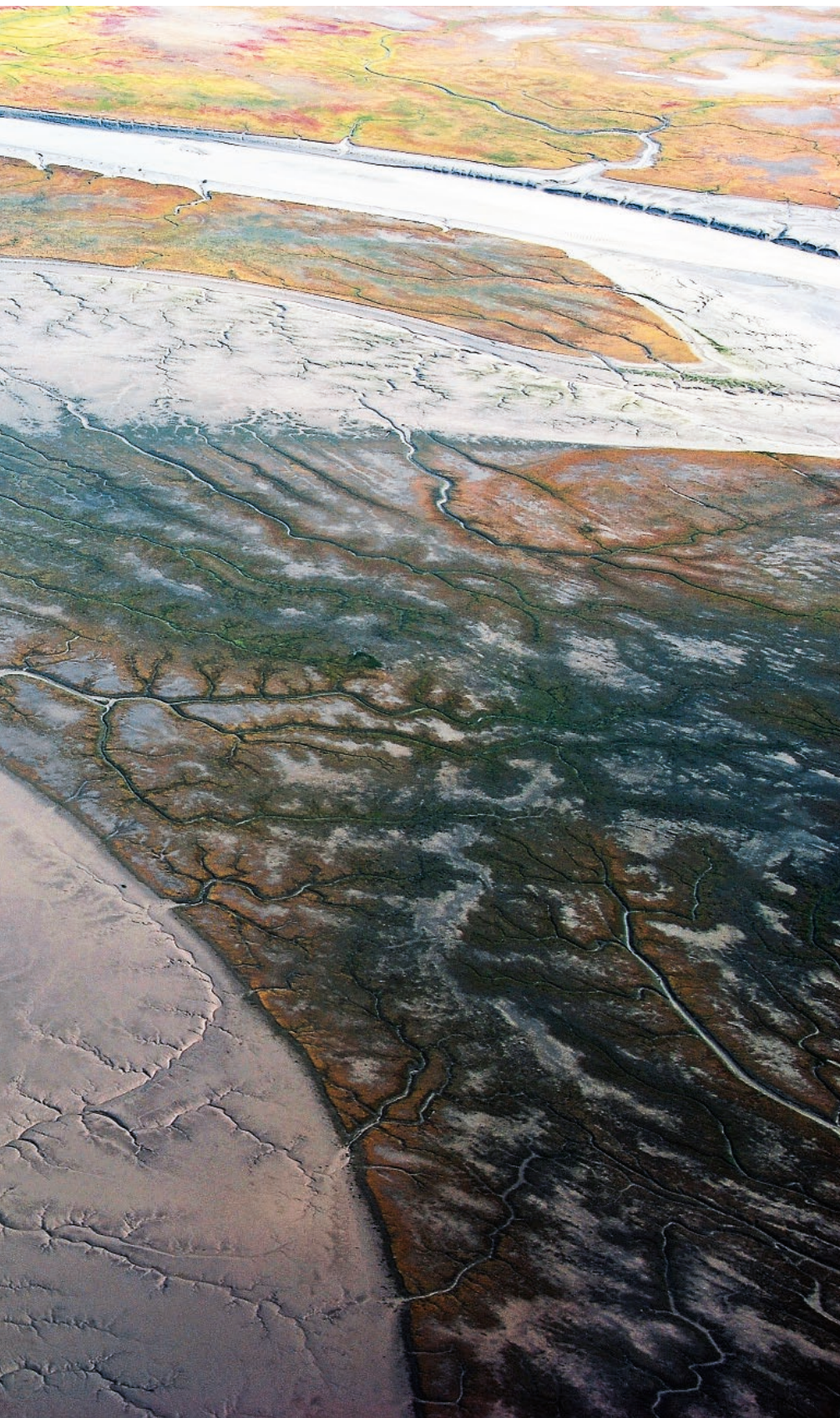
De verticale verschillen in lithologie in de klei en de vele gebruikte toeslagstoffen in het moderne productieproces maken ook dat de kwaliteitscontrole van de grondstoffen een belangrijk element is in die productieprocessen, wat dan weer maakt dat veel geologen aan het werk zijn in deze sector. Een speciale vermelding verdient wellicht ook het onderzoek dat reeds meer dan veertig jaar in België gebeurt op de Boomse klei als mogelijk gastgesteente voor de definitieve berging van hoog-radioactief afval en waar ook weer veel geologen aan meewerken.

De foto's tonen een aantal groeven die in de laatste decennia in uitbating waren. Momenteel is de groeve te Kruikebeke ten zuiden van Antwerpen, waar geëxpandeerde kleikorrels gemaakt worden, nog steeds actief. De uitgegraven put zelf is er in gebruik als opslag van baggerspecie. De enige andere actieve ontginning is de grootschalige ontginning te Rumst waarvan op foto's te zien is hoe die vroeger met emmerbaggers werd uitgebaat terwijl er momenteel is overgeschakeld op de afbouw in terrassen met graafmachines.

Noel Vandenberghe, KU Leuven
noel.vandenberghe@kuleuven.be



Susitna Flats getijdengebied in de Cook



Coördinaten: ongeveer 61°16'45" N ;
150°17'42" W

Beschrijving: Schuine luchtfoto, genomen naar het oosten, tonend een oppervlak van ongeveer 5 km² van de Susitna ('sandy river') Flats, een getijdengebied gelegen tussen de mondingen van de sedimentrijke Susitna en Little Susitna rivieren langs de noordzijde van de Cook Inlet, de zeearm van bijna 300 km lengte die loopt van de Golf van Alaska tot voorbij de hoofdstad Anchorage.

De foto toont een scherp gedefinieerd dendritisch drainage patroon van prielen en geulen in een waddenkust met uitgebreide slikken en kwelders. Aan de linkerkant is de lichtgekleurde rand te zien van omvangrijke 'tidal wetlands' die hier het laagland karakteriseren.

Reeds sinds 1778, toen kapitein James Cook van de Royal Navy als eerste Europeaan dit deel van Alaska per boot verkende, is deze zeearm bekend om de opmerkelijke getijdenverschillen die hier kunnen optreden (tot meer dan 10 meter), de hoogste in de Verenigde Staten. Vanwege de hoge variatie tussen eb en vloed zijn er al meerdere studies gedaan naar de haalbaarheid van getijden-energie in de Cook Inlet, maar tot op heden heeft dit nog niet geleid tot een (pilot) project voor duurzame energie.

*Foto genomen door Jeroen Peters
(zie ook www.earthimagegallery.com)*

Inlet, Alaska

'Connectivity' van water en sedimenten in landbouwgebieden

Standaard meet- en modelleermethoden voor onderzoek naar bodemerrosie kunnen het gat tussen verschillende ruimtelijke en temporele schalen niet overbruggen. Daarom is er een nieuw concept ontwikkeld binnen hydrologie en geomorfologie: connectivity. Hiermee kijken onderzoekers hoe, en in welke mate, verschillende bronnen van water en sediment in verbinding staan met gebieden die water en sediment ontvangen. De conceptuele kaders die gebruikt worden binnen 'connectivity' kijken o.a. naar het effect van de wisselwerking tussen kleine en grote regenbuien op sedimenttransport. Deze wisselwerking blijkt na recent onderzoek anders te zijn dan voorheen aangenomen.

Afgelopen 7 september heb ik mijn proefschrift getiteld 'Getting a Grip on Hydrological and Sediment Connectivity' verdedigd aan de Universiteit Wageningen. Dit onderzoek, gefinancierd door een NWO Open programma toekenning aan dr. Saskia Keesstra, heb ik gedaan bij de leerstoelgroep Bodemfysica en landbeheer. Ik onderzocht hoe we het 'connectivity' concept kunnen gebruiken

door in detail te kijken naar de verplaatsing van water en sediment binnen landbouwgebieden. Het veldwerk vond plaats nabij de Noord-Spaanse stad Pamplona.

Test

Binnen het 'connectivity' concept werd veelal aangenomen dat gedurende kleine regenbuien sediment losraakt en dicht bij

de rivier of in de rivierbedding terechtkomt. Deze geaccumuleerde sedimenten bij de rivier spoelen weg tijdens hevige regenbuien, zodat dan grote hoeveelheden sediment het stroomgebied verlaten. Uit mijn onderzoek blijkt echter dat deze aanname niet overal geldt.

Ik heb de aanname getest door geavanceerde technieken te gebruiken zoals drones, sensoren, tracers en computermodellen. Met drones zijn luchtfoto's gemaakt die verwerkt zijn tot digitale hoogtemodellen met een hoge resolutie. Deze hoogtemodellen, met een ruimtelijke resolutie van enkele centimeters, zijn gebruikt voor een meerjarige analyse van de afstroming van oppervlakkig water en de verspreiding van sedimenten op een helling. Sensoren hebben in die periode het debiet, de turbiditeit en de hoeveelheid gesuspendeerd sediment gemeten bij de uitgang van de stroomgebieden. Andere sensoren hebben de oppervlakkige afstroming geregistreerd.

Deze zelf-ontworpen sensoren meten op hoge temporele en ruimtelijke resolutie waar en wanneer er oppervlakkige afstroming van water plaatsvindt. Door deze data te combineren met de hoge-resolutie digitale terreinmodellen, kunnen we zien welke gebieden met elkaar in contact staan op elk willekeurig moment. Om deze data-analyses te vergemakkelijken hebben we netwerkanalyse gebruikt.

In dit onderzoek hebben we zeldzame aardmetalen gebruikt – bijvoorbeeld samariumoxide, lanthaanoxide en praseodymiumoxide – als 'tracer' om sedimenten vanaf de bron tot aan de uitgang van het stroomgebied te volgen. Deze oxides hechten sterk aan klei en silt. Zo hebben we de beweging van het sediment kunnen volgen gedurende een bepaalde periode.

Ik heb verschillende modellen gebruikt om het gedrag van water en sedimenttransport binnen de stroomgebieden te voorspellen en om kennis over de werking van het systeem op te doen. We hebben onder meer regressiemodellen, Random Forest machinaal leren modellen en het fysische, ruimtelijk-expliciete LAPSUS landschapsevolutiemodel



Inmeten van grond controlepunten voor de UAV(drone) data met behulp van RTK GPS.

gebruikt. Deze modellen voorspellen de hoeveelheid water- en sedimentuitvoer en de herkomst van dit water en sediment.

Uitkomsten

Een verrassende uitkomst was dat wanneer de bodem droger is, aan het begin van een regenbui, er meer verbindingen van oppervlakkige afstroming ontstaan op een helling. De waterafstotendheid van de bodem veroorzaakt waarschijnlijk deze in eerste opzicht tegenstrijdige observatie; de waterafstotendheid wordt hoger naarmate de bodem droger wordt.

Ook bleek binnen onze onderzoeksgebieden in Noord-Spanje dat de aanname van sedimentaccumulatie in/bij de rivier tijdens kleine buien niet juist is; het systeem werkt anders. Gedurende de kleine buien tijdens de herfst, winter en lente van 2014-2015 is er namelijk nauwelijks tot geen transport van sedimenten geweest helling af, terwijl er wel veel sediment het stroomgebied is uitgegaan. Deze observaties, in combinatie met verschillende modelresultaten leidden tot de conclusie dat in het Latxaga-gebied er tijdens hevige regenbuien veel erosie plaatsvindt, met veel uitvoer van sedimenten uit het stroomgebied. Aan het einde van deze buien vindt veel depositie plaats van materiaal in en nabij de rivier, die tijdens opvolgende (kleine) buien uit het stroomgebied worden getransporteerd.

Met de uitkomsten van dit onderzoek kunnen we gericht kijken naar maatregelen om de afvoer van sedimenten uit het stroomgebied te voorkomen. Dit is namelijk nadelig voor onder andere het oppervlaktewater, waarin algenbloei kan ontstaan door kunstmest die aan de sedimenten zit.

Het onderwerp connectiviteit is de laatste jaren ook een onderwerp geweest binnen een COST-action project genaamd "Connecting European Connectivity Research" (ES1306; connecteur.info). Het EU COST programma geeft geld voor de organisatie van congressen, excursies en voor bezoekersbeurzen van andere onderzoeksinstituten. Deze vorm van onderzoekers bij elkaar brengen werkt erg goed en er wordt veel werk verzet, ook al worden er geen uren uitbetaald.

Rens Masselink
rens.masselink@wur.nl



Gully in gebied: Een geul (gully) die ontstaan is in het Latxaga stroomgebied na een aantal hevige buien in oktober 2012.



Een afbakening waar zeldzame aardmetalen in verspreid zijn met behulp van de kunstmestspreader die rechts van de afbakening ligt.



Hydrologisch station: Hydrologisch en meteorologisch station in een van de stroomgebieden. Hier worden debiet, sedimentconcentratie en meteorologische variabelen gemeten.

Een diepe kloof en bruine beren

Het Vikos-Aoos park in Noordwest-Griekenland, is één van de vijf geoparken die Griekenland rijk is. Het biedt een schitterende natuur en laat een even mooie geologie zien. En het is zeer geschikt om de extreme hitte van de afgelopen zomer even te ontvluchten.

In 2015 verwierf de Hondsrug het predikaat Geopark. Nederland trad daarmee toe tot het gezelschap van Europese landen met een 'gebied van internationaal geologisch/geografisch belang' binnen zijn grenzen 'dat alle aspecten van zijn natuurlijk en cultureel erfgoed gebruikt om bekendheid met en begrip van kernvragen waar de leefomgeving zich voor gesteld ziet (duurzaam gebruik van grondstoffen, klimaatverandering, natuurrampen), te vergroten'. Vele landen gingen Nederland voor, er zijn momenteel zo'n 70 geoparken in 23 Europese landen, die via het Global Geoparks Network ondersteund worden door UNESCO. Eén van die 23 landen is Griekenland, met vijf parken; en één van die parken is het Vikos-Aoos park in het noordwestelijk Pindusgebergte in de streek Epirus, dichtbij de Albanese grens.

Dekbladen

Zoals het hele Middellandse-Zeegebied is de geologie van Griekenland behoorlijk ingewikkeld. Alle details weglatend zou je het land kunnen beschrijven als een serie NNW – SSE-lopende zones waarin continentale en oceanische korst door het sluiten van de Tethys oceaan als een serie 'dekbladen' in elkaar geschoven is. In het Vikos-Aoos park, in het noorden van een van de meest westelijke zones, zijn o.a. dikke pakketten kalksteen ontsloten van Jura en Krijt ouderdom, deels gedolomitiseerd en veelal bedekt door Eocene (conglomeratische) flietschafzettingen. Op de vlucht voor temperaturen van tegen de 40 graden, en om de Vikos-kloof, de diepste kloof ter wereld, te gaan bekijken, rijden we van Ioannina naar het noorden de bergen in. Een mooie weg (alle wegen zijn goed in Griekenland),



Traditionele bestrating in Monodendri.

beetje steile afgrond voor iemand met hoogtevrees, maar de omgeving is prachtig. Twee 'klassiekers' zijn ons uit deze streek overgeleverd: de 'Pyrrhus-overwinning' en het orakel van Dodona. Pyrrhus, eind derde eeuw voor Christus koning van Epirus, behaalde in een van zijn veldslagen tegen de Romeinen de tot spreekwoord geworden overwinning. Hij verloor zoveel manschappen dat hij verzuchtte "nog zo'n overwinning en wij zijn verloren". Dodona was na Delphi het belangrijkste orakel in de oudheid. Het is verbonden met een aantal bekende mytho-

logische namen, zoals Deukalion en Pyrrha, die als enigen de zondvloed overleefden en een nieuwe mensheid schiepen door de 'botten van de grote moeder', d.w.z. stenen, achter zich te werpen. Volgens de overlevering vestigden zij zich bij het orakel. En de kiel van de Argo, het schip van Jason en zijn Argonauten, zou zijn gemaakt van een heilige eik uit Dodona. Maar hoewel een bezoek zeker waard, Dodona ligt niet op onze route, wij zijn op weg naar Monodendri, op iets meer dan 1000 m hoogte gelegen in het hedendaagse Geopark.

De kloof

Monodendri doet zijn naam ('één boom' of 'eenzame boom') nu geen eer meer aan, er is bos in overvloed en het is er bijzonder aangenaam. De naam zou oorspronkelijk verwijzen naar een zeer grote boom waarvan in 1910 nog overblijfselen aanwezig waren. De bouwstijl in het dorp doet sterk aan de Balkan denken. De huizen zijn gebouwd op traditionele wijze uit enkel natuursteen; nieuwe woningen mogen alleen worden gebouwd ter vervanging van bestaande panden en ook weer alleen met dezelfde materialen. Het plaatsje ligt aan het begin (of eind) van de kloof; hier beginnen verschillende wandelingen en trektochten, en het is één van de mooiste plekken om de kloof vanuit een veilig uitkijkpunt te bewonderen.

Op naar de kloof! We wandelen over een in traditioneel patroon aangelegd pad met alles behalve vlakke, lokale stenen (zo zijn ook de straatjes in Monodendri, niet gemakkelijk op gladde zolen) naar het Paraskevi-klooster, dat aan de wand van de kloof hangt. Het uitzicht is inderdaad spectaculair. Hoge beboste wanden en onderin, bijna niet zichtbaar, de Voidomatis-rivier. Door de geïsoleerde ligging, de van oudsher geringe bevolking en een grote verscheidenheid aan biotopen en microklimatologische omstandigheden, groeien er in het gebied veel bijzondere planten. Tussen de 17^e en 19^e eeuw was de streek een centrum van traditionele geneeskunst. Ook de dierenwereld voer wel bij de afwezigheid van mensen; het park is een van de laatste plaatsen in Europa waar de bruine beer nog stand houdt.

Maar is deze kloof nu dieper dan b.v. de Grand Canyon of de Colca Canyon in Peru? Volgens het Guinness Book of Records wel. De Vikos-kloof is ongeveer 20 kilometer lang, 450 tot 1.600 meter diep en in het smalste gedeelte slechts enkele meters breed. Dus, als je de juiste waarden voor de breedte–diepte verhouding invoert, dan staat deze Griekse kloof op nummer 1! Iets voorbij Monodendri is een prachtig tweede uitzichtspunt, Oxia, een klein plateautje met een balkonrandje boven de diepte. Als één van de andere, overigens heel weinige, toeristen zich elegant op dat randje positioneert voor een foto, draai ik me om. Te eng.

Het Stenen Bos

Op weg terug stoppen we bij een ander geologisch fenomeen: het Stenen Bos. In de kalken heeft de karst genadeloos toegeslagen en, geholpen door de combinatie dunbankigheid en diaklaaspatroon, een bos van stenen 'bomen' gecreëerd. Pannen-



De Vikoskloof.

koek-kalken, ideaal om op te klauteren, maar als ik een enkele actieveling zo eens bekijk, makkelijker omhoog dan omlaag. Het Vikos-Aoon park is natuurlijk meer dan alleen de kloof. Het omvat een gebied van ongeveer 12600 hectare op 550 tot 2500 meter hoogte, met rivieren, grotten en meren, waar allerlei (sportieve) activiteiten mogelijk zijn. Het park maakt ook deel uit van het Natura 2000 ecologisch netwerk, en men hoopt dat ecotoerisme een mogelijk antwoord kan zijn op de economische

teruggang van de ontvolkt rakende streek. Jaarlijks zijn er nu ongeveer 100.000 bezoekers.

We gaan terug naar Ioannina, de hitte weer in. Het was heerlijk om in Monodendri 's avonds een trui aan te trekken!

Frederique van Schijndel

Geohydrologisch onderzoek in een land vol water

Floris Naus is halverwege zijn PhD-onderzoek in het project 'DeltaMAR' dat deel uitmaakt van het door NWO gefinancierde programma Urbanizing Deltas of the World. Met geohydrologisch veldwerk probeert hij erachter te komen hoe de grote verschillen in zoutgehaltes in grondwater in het zuidwesten van Bangladesh zijn ontstaan, en in hoeverre het zoutgehalte te voorspellen is.

In Bangladesh wonen meer dan 160 miljoen mensen terwijl het drie keer zo groot is als Nederland. Deze enorme bevolkingsdichtheid zorgt voor grote druk op de omgeving. Schoon drinkwater is een van de basisbehoeften die voor veel van de inwoners niet vanzelfsprekend is. Naast het bekende probleem van arseen in het Bengalees grondwater, is er in het zuidwesten van Bangladesh ook een probleem met ondiep, zout grondwater.

Achtergrond

Door een gebrek aan zoet grondwater zijn de mensen in het zuidwesten van het land voornamelijk aangewezen op brak grondwater of zoet water uit regenwaterbekkens. Aangezien deze bekkens erg gevoelig zijn voor bacteriële contaminatie zijn vanaf 2009 zogenaamde 'Managed Aquifer Recharge' (MAR) systemen geïntroduceerd om zoet regenwater uit de moessonperiode in de zoute ondergrond op te slaan om het in de droge tijd weer op te pompen voor drinkwater.

In het DeltaMAR-project kijken vier PhD-kandidaten op een wetenschappelijke manier naar het MAR-ontwerp. Er wordt onderzoek gedaan naar de mobiliteit van arseen in het grondwater, naar hoe het beheer van het grondwater zo optimaal mogelijk te regelen is, en naar de regionale potentie van de MAR-systemen. Dit laatste is mijn onderzoek. De kennis over het geohydrologisch systeem die zo opgebouwd wordt, is nodig om een voorspelling te kunnen maken waar in de regio de MAR-systemen het meeste succes zullen hebben.

Complexe waterhuishouding

Aan het begin van het onderzoek was al duidelijk dat het geohydrologische systeem

van het studiegebied, gelegen ten noorden van de Sundarbans, de grootste mangrovebossen ter wereld, ingewikkeld in elkaar zit. De complexe alluviale afzettingen uit het Holoceen komen tot een diepte van meer dan 50 meter voor (Mukherjee et al., 2009). Daarnaast staat Bangladesh erom bekend dat er altijd en overal water aanwezig is. Er zijn ontelbare krekens en rivieren, vele stuk-

ken land zijn permanent onder water gezet voor vis- en garnaalkwekerijen, en door de intense moessonregens overstroomt grote delen van het land ieder jaar opnieuw. Het zoutgehalte van al dit oppervlaktewater varieert sterk. Ondanks dat Bangladesh vrijwel geheel uit een grote delta bestaat, heeft het zuidwesten maar een gelimiteerde aanvoer van zoet oppervlaktewater. De gezamenlijke monding van de Ganges, Brahmaputra en Meghna ligt een stuk oostelijker, terwijl de Hoogli rivier meer westelijk in India uitmondt. Het studiegebied ligt tussen deze mondingen in. Hierdoor kan zeewater in de droge tijd tot ver landinwaarts komen via de vele getijdenrivieren en krekens die het gebied rijk is.

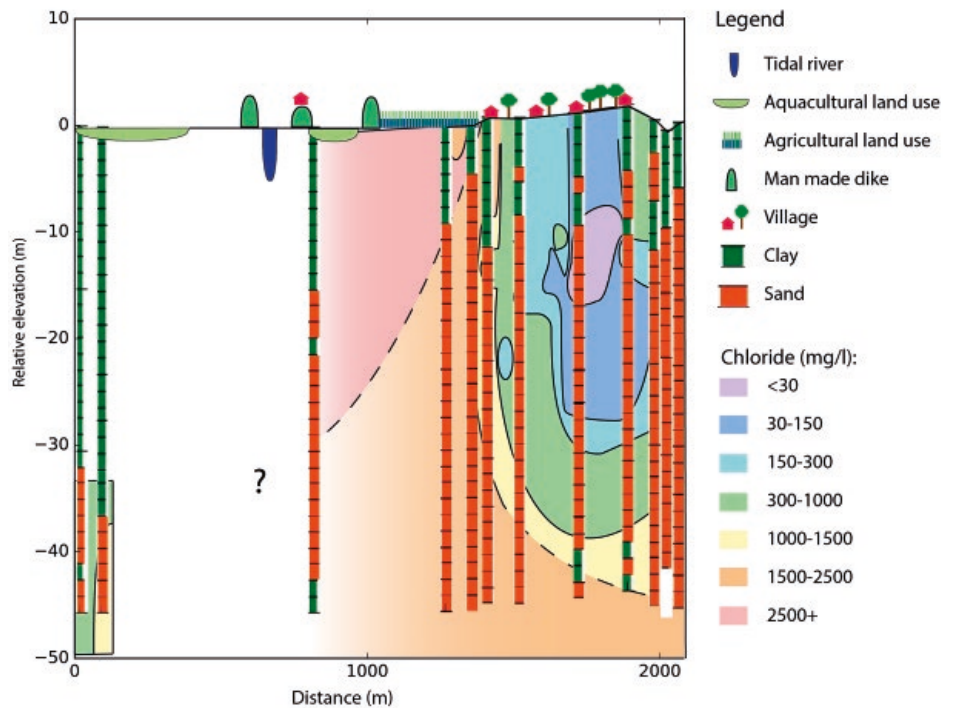


Het publiek bij de VES. Bij de bediening staan Floris Naus, Aria Hamann en Rebecca van Weesep.

Naast de natuurlijke rivieren en kreken dragen de verschillende vormen van landgebruik ook bij aan de complexe waterhuishouding. Traditioneel gebruiken de mensen het land voornamelijk voor het verbouwen van rijst in de natte tijd. Vanwege de kleilaag aan het oppervlakte lopen de rijst- en grasvelden snel vol met regenwater, waardoor de velden tijdelijk zoet genoeg zijn om rijst te verbouwen. Door een neerslag van ongeveer 1500 mm in drie maanden transformeert het landschap volledig van droog en beloopbaar tot overstroomd. Dit zorgt voor uitdagingen tijdens een bemestingcampagne. De stromende regen, de ondergelopen velden, en de modder waar je tot je knieën in wegzakt, maken sommige locaties voor watermonsters bijna onmogelijk om te bereiken. Helemaal zoet wordt het gebied tegenwoordig in de moesson niet meer, aangezien een groot deel van het gebied in de laatste 30 jaar is omgevormd tot zoute garnaalkwekerijen (Azad et al., 2009). Sinds het begin van de inpolderingen in de jaren 60 is de invloed van de mens op de waterhuishouding in een stroomversnelling gekomen. Was de invloed vroeger beperkt tot bescherming van de dorpjes en het aanleggen van drinkwaterbekkens, tegenwoordig wordt geprobeerd om het water in het gebied vrijwel compleet te controleren. Er wordt zout water in de garnalenkwekerijen gelaten dat vervolgens de rest van het jaar blijft staan. Daarnaast zijn de rijstvelden volledig ingepolderd, zijn de kleinere kanalen afgesloten, en wordt, overal waar het beschikbaar is, zoet grondwater opgepompt voor irrigatie.

Veldwerk detailgebied

Al deze activiteiten aan het aardoppervlak hebben echter niet vanzelfsprekend invloed op het grondwater. Het hele gebied is namelijk bedekt met een kleilaag met een dikte van enkele meters tot wel 35 meter. Tritiumanalyses van het grondwater laten ook zien dat er geen recent water aanwezig is in de aquifer. Het zoutgehalte van het grondwater (onder de kleilaag) kan dan ook veranderen van brak, naar zoet, naar zout binnen enkele honderden meters. Bij het begin van het project was er lang niet genoeg data om iets zinnigs te kunnen zeggen over het regionale geohydrologische systeem. Daarom is eerst een klein studiegebied bestudeerd rondom het dorp Sodhkona, zodat het oppervlaktewater en het grondwater tot in detail kunnen worden onderzocht. Door middel van geofysisch onderzoek, boringen gezet met een lokaal gemaakte handboor, en door metingen van grondwater in putten werd een eerste inschatting gemaakt van de variatie in samenstelling en ouderdom van het grondwater in en rond het dorp. Dit alles natuurlijk onder het toezien van alle lokale



Profiel gebaseerd op de metingen van het veldwerk. Het water is duidelijk zoeter onder het dorpje.

bewoners die een moment vrij konden maken om de metingen te observeren. Uiteindelijk hebben we veel informatie kunnen verzamelen met deze exploratiemethodes. Met de geofysische metingen en analyses van watermonsters uit de putten zijn de grote verschillen in zoutgehalte in kaart gebracht. De handboringen konden alleen gebruikt worden om water uit de kleilaag te halen, aangezien die te dik is om met de hand te doorboren. Gelukkig gebruiken de lokale boorteam een efficiëntere techniek bij het installeren van peilbuizen: de zogenaamde 'hand flapper' methode (Horneman et al., 2004). Met deze methode wordt de hand gebruikt als klep om een zuigkracht te creëren in een op en neer bewegende PVC-buis met onderaan een metalen boor, om zo de sedimenten omhoog te zuigen. De boorteam komen hiermee binnen een aantal uur tot een diepte van 50 meter. Vervolgens hebben we peilbuizen op zelfgekozen dieptes geïnstalleerd. Zo makkelijk als het boren ging, zo gecompliceerd was het zaken doen. Dat ging altijd gepaard met flink onderhandelen, natuurlijk iedere keer weer met thee en snacks. Nota's moesten soms zelfs snel op een kladblok worden geschreven, en door de limiet op de pinautomaten kostte het al snel een week om genoeg cash geld te hebben om alles te kunnen betalen.

Resultaten

De voorlopige resultaten van het veldwerk zijn hoopgevend. De lithologie laat zien dat er onder Sodhkona een oude getijde- of

riviergeul ligt, met een kleilaag van maar 5 meter dikte, dun vergeleken met de 35 m klei onder de garnaalkwekerijen aan de zijkanten. Het is mogelijk gebleken om de zoutvariatie van het grondwater in kaart te brengen door de resultaten van geofysica en de monsters van de putten en peilbuizen te combineren. Onder het iets hoger gelegen dorpje is het grondwater een stuk zoeter dan onder de rijstvelden en de garnaalkwekerijen. Momenteel ben ik bezig om de achterliggende paleohydrologische processen te reconstrueren.

Floris Naus
f.l.naus@uu.nl

Azad, A.K., Jensen, K.R., Lin, C.K. (2009). Coastal aquaculture development in Bangladesh: Unsustainable and sustainable experiences. *Environmental Management*, 44(4), 800-809. <http://doi.org/10.1007/s00267-009-9356-y>
Horneman, A., van Geen, A., Kent, D.V., Mathe, P.E., Zheng, Y., Dhar, R.K., Seddique, A.A. (2004). Decoupling of As and Fe release to Bangladesh groundwater under reducing conditions. Part I: Evidence from sediment profiles. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68(17), 3459-3473.
Mukherjee, A., Fryar, A.E. & Thomas, W.A. (2009). Geologic, geomorphic and hydrologic framework and evolution of the Bengal basin, India and Bangladesh. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34(3), 227-244.

Gevolgen beter begrijpen van menselijk ingrijpen in de diepe ondergrond

Nieuw onderzoeksprogramma DeepNL over ondergrond van Nederland

NWO stelt eind 2017 een call open voor het nieuwe onderzoeksprogramma DeepNL. Dit is een langlopend onderzoeksprogramma naar de invloed van menselijk ingrijpen in de diepe ondergrond. Hiermee geeft NWO invulling aan het advies van de Onderzoeksraad voor Veiligheid om te zorgen voor een structureel en lange termijn onderzoeksprogramma naar de gaswinning-gerelateerde problematiek in Groningen. Het programmabudget is opgebouwd uit een bijdrage van NAM, bijdragen vanuit NWO en een PPS-projecttoeslag (extra geld dat de overheid beschikbaar stelt bij een bijdrage uit het bedrijfsleven).

Kennisontwikkeling

NWO kan met de ontwikkeling van kennis bijdragen aan een beter

fundamenteel begrip van menselijk ingrijpen in de diepe ondergrond. De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft in het rapport 'Aardbevingsrisico's in Groningen' uit 2015 geconstateerd dat er in het verleden te weinig aandacht is geweest voor kennisontwikkeling rond de Groningse gaswinning. De Raad adviseerde om de onderzoeksplicht van mijnbouwondernemingen te versterken. Het advies was ook aan NWO gericht: "Draag zorg voor een structureel en lange termijn onderzoeksprogramma waarbinnen integraal en onafhankelijk wetenschappelijk en toegepast onderzoek naar deze problematiek wordt gedaan."

De resultaten van DeepNL zullen voor iedereen vrij toegankelijk zijn, in lijn met het NWO-beleid om onderzoeksresultaten open access te publiceren.

Stan Gielen, voorzitter van NWO: "De kennis die DeepNL gaat opleveren zal niet alleen van belang zijn om te begrijpen wat de gevolgen zijn van de langjarige gaswinning in Groningen en wat de inwoners van Groningen de komende 50 jaar kunnen verwachten. Ik denk ook aan ander menselijk ingrijpen in de ondergrond, zoals CO₂-opslag, zoutwinning, geothermische energie en de oude mijngebieden in Zuid-Limburg."

Onafhankelijke beoordelingsprocedures

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) draagt vijftien miljoen euro bij aan het programmabudget van DeepNL. "NAM juicht het toe dat er onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek wordt gedaan om een beter begrip te krijgen van de processen in de diepe ondergrond als gevolg van productie en opslag van gassen en vloeistoffen", aldus Jan van Elk, development manager NAM. Het onderzoeksprogramma wordt volgens de gebruikelijke NWO-procedures onafhankelijk uitgevoerd, de besluitvorming gebeurt door het bestuur van het NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen. NAM neemt geen deel aan de programma- of beoordelingscommissie en heeft daarmee geen rol in de bepaling van de inhoud of strategie van DeepNL of de selectie van onderzoeksvoorstellen. Evenmin zal NAM rechten kunnen ontlenen aan het programma en de resultaten, zoals Intellectual Property rechten. NAM onderschrijft dat het programma aantoonbaar onafhankelijk moet zijn en dat het aan de kwaliteitseisen moet voldoen die NWO stelt. NWO heeft al eerder goede ervaring opgedaan met NAM in het programma Zee- en Kust Onderzoek.

Onderzoek en call

Binnen DeepNL gaan wetenschappers onderzoek doen naar het gedrag van gesteente na veranderingen van bijvoorbeeld druk en temperatuur. Daarnaast zal er onderzoek komen naar de samenstelling van de diepe ondergrond met behulp van seismologische methoden. Die twee componenten zullen samenkomen in nume-

rieke modellen, waarmee de gevolgen van menselijk handelen beter te voorspellen zijn. Aardwetenschappers, informatici en fysici vormen de belangrijkste doelgroep van DeepNL. Onderzoekers kunnen op deze onderwerpen onderzoeksvoorstellen indienen, in twee rondes. De eerste call gaat naar verwachting eind van 2017 open.

Het totale budget van het programma zal ongeveer 23,5 miljoen euro bedragen. Naast de NAM-bijdrage van vijftien miljoen euro wordt het programmabudget ingevuld met middelen die NWO heeft gereserveerd als bijdrage voor het werkprogramma van de Topsector Energie 2016-2017, plus een PPS-toeslag Onderzoek en Innovatie van 3,5 miljoen euro via het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) Gas.

DeepNL en KEM-programma

Het NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen voert DeepNL uit. De voorzitter van de programmacommissie is emeritus hoogleraar tektonofysica Rinus Wortel. De commissie ziet toe op de inhoud van het programma, met name de afstemming van en kruisbestuiving tussen projecten. DeepNL wordt verder afgestemd met het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM). Het ministerie van Economische Zaken zet dit KEM-programma op voor toegepast onderzoek en de beantwoording van korte termijn kennisvragen, daar waar DeepNL zich richt op fundamenteeler onderzoek op de lange termijn.

Het rapport 'Aardbevingsrisico's in Groningen' is te downloaden via: <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/onderzoek/1991/aardbevingsrisico-s-in-groningen/publicatie#fasen>

Informatie over de NWO-bijdrage aan de Topsector Energie 2016-2017 is te vinden via: <https://www.nwo.nl/beleid/topsectoren/werkprogramma+2016-2017>

Informatie over PPS-projecttoeslag is te vinden via: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/pps-toeslag-onderzoek-en-innovatie>

Deadline 2 januari 2018

Kandidaten gezocht voor NWO Vening Meinesz prijs 2018

Het bestuur van NWO-domein Exacte en Natuurwetenschappen zoekt kandidaten voor de Vening Meinesz prijs. Deze is bestemd voor aardwetenschappers die korter dan zes jaar geleden (2012 of later) gepromoveerd zijn en als wetenschappelijk onderzoeker werkzaam zijn in Nederland.

De prijs is mogelijk dankzij een schenking die prof.dr.ir. Felix Vening Meinesz in 1962 gedaan heeft aan NWO. De prijs bedraagt tienduizend euro en is bedoeld ter financiering van onderzoekgerelateerde kosten. De uitreiking van de prijs vindt plaats tijdens het 14^e Nederlandse Aardwetenschappelijke Congres (NAC 14), op donderdag 15 en vrijdag 16 maart 2018 in Veldhoven.

NWO reikt de Vening Meinesz prijs in principe om de twee jaar uit. Sinds 1965 ging de prijs naar achtereenvolgens dr. R.D. Schuiling (1965), dr. J.D.A. Zijdeveld (1968), dr. G.B.

Engelen (1972), dr. J.A. Schouten (1972), dr.ir. N. van Breemen (1976), dr. A.M.H. Nolet (1983), dr. R.K. Snieder (1989), dr. F. Marin (1998), dr. W. Krijgsman (2000), dr. W. van Westrenen (2006), dr. G. van der Werf (2008), dr. A. Sluijs (2010), dr. J.W.H. Weijers (2012), mevr. dr. J.E. Vonk (2014) en dr. L.V. de Groot (2016).

De voordrachten moeten een curriculum vitae met publicatielijst bevatten, een motivering met betrekking tot de reden van voordracht, de reeds geleverde wetenschappelijke prestaties en de verwachtingen die de indiener van de kandidaat heeft.

De deadline voor aanmelding is dinsdag 2 januari 2018. Voor aanmeldingen en vragen kunt u terecht bij Bernard Westerop, b.westerop@nwo.nl, 070-344 0637, postadres: NWO Exacte en Natuurwetenschappen, t.a.v. Bernard Westerop, postbus 93460, 2509 AL Den Haag.

10 november 2017

Uitreiking Van Waterschoot van der Grachtpenning aan Jan van Hinte, tijdens ICDP/IODP symposium, NIOZ, Texel. Zie pagina 3 van deze Geo.brief

10-11 november 2017

Excursie Sedimentologische Kring naar de Bentheimer Zandsteen, o.l.v. Harmen Mijnlief en Rory Dalman (TNO). Voor meer info: <https://sites.google.com/site/sedikring/>

12 november 2017

PaleoTime 2017, fossielenbeurs in Wijgmaal (Leuven), België. Info: http://www.hona.be/?page_id=1307

16 november 2017

Lustrumsymposium GAOS & Lulofs, ter ere van het 75 jarig bestaan van de opleiding Fysische Geografie/Aardwetenschappen aan de UvA. Info: <http://svgaos.nl/lustrum/>

17 november 2017

Reünie Stichting Geologisch Instituut Amsterdam. Info: <http://www.sgia.nl/>

17 november 2017

PGK excursie – PGK goes Geothermal - Trias Westland. Informatie: <http://www.pgknet.nl/#2826>

21 november 2017

Lustrum Symposium 'Mijnbouwkundige Vereniging'. Info: <http://mv.tudelft.nl/25e-lustrum-do-or-die-creating-the-resource-market-of-tomorrow/>

24 november 2017

Jaarlijkse symposium Ingeokring 'Digital data in Engineering Geology'. Info: <http://www.ingeokring.nl/pages/news.php>

25 november 2017

Themadag NGV: Archeologie en Geologie van Nederland verbonden,

Koningsbergergebouw, Universiteit Utrecht, Uithof. Info: <https://www.geologie.nu/event/themadag-archeologie-en-geologie-van-nederland-verbonden/>

1 december 2017

Kringendag met als thema 'Geothermie', TU-Delft. Zie ook pagina 2 van deze Geo.brief.

6 December 2016

Kring-Noord lezing: Developing insights in surface seismicity in the Groningen area – by ir. Jan van Elk (NAM). Info: <http://www.kngmg.nl/kringnoord/>

10 januari 2018

Kring-Noord lezing: Expedition North-pole – by drs. Jaap Copper. Info: <http://www.kngmg.nl/kringnoord/>

Verhuisd

dr. A.P.H. van den Berg van Saparoea
prof. dr. H. Brinkhuis
Rob N.J. Comans
dr. S. Engels
Ir. H. Hiemstra
drs. J.J. Klases
dr. J.H. van Konijnenburg
Ir. G.J.P. van de Logt
K.P. Ritsema

colofon

Geo.brief is een gezamenlijke uitgave van het Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap (KNGMG) en het NWO-ENW. Verschijnt 8 maal per kalenderjaar
ISSN 1876-231X
E-mail redactie: geobrief@kngmg.nl

Redactie: Drs. D. Maljers (GDN-TNO), hoofdredacteur

Drs. F.S. van Schijndel-Goester
Dr. S. van Heteren (GDN-TNO)
Drs. R. Prop (NWO-ENW)
E-mail redactie: geobrief@kngmg.nl
Eindredactie: Drs. A. Nauta, annatext@wxs.nl

Vormgeving: GAW ontwerp en communicatie
Gen. Foulkesweg 72, 6703 BW Wageningen
tel. 0317 425880, e-mail: jeroen@gaw.nl

Druk: Drukkerij Modern, Bennekom

Kopij/verschijningsdata 2017 onder voorbehoud

8 17/11 22/12

Kopij/verschijningsdata 2018 onder voorbehoud

1 5-1 15-2
2 16-2 28-3
3 30-3 9-5
4 11-5 20-6

(Wijzigingen voorbehouden)

Kosten lidmaatschap van het KNGMG

Uw jaarlijkse contributie is afhankelijk van uw soort lidmaatschap en of u onze publicaties Geo.brief en the Netherlands Journal of Geosciences in papieren vorm wilt ontvangen (zie tabel).

	Basislidmaatschap	+ Geo.brief	+ NJG
	Geo.brief+NJG online	per post	per post
Gewoon leden	€ 65	€ 10	€ 5
Promovendi	€ 35	€ 10	€ 5
Studenten	€ 10	€ 10	€ 5

Het lidmaatschap loopt van 1 januari tot 31 december. Opzegging dient drie maanden voor het einde van het kalenderjaar te geschieden.

Deze Geo.brief wordt verstuurd aan alle leden van het KNGMG, aan ca. 120 geadresseerden van NWO-ENW en aan ca. 120 instituten, verenigingen en andere relaties.

Advertenties

Voor het plaatsen van advertenties kunt u contact opnemen met het Bureau van het KNGMG, tel. 020 5989953, e-mail: kngmg@kngmg.nl, of met Uitgeverij Blauwdruk, tel. 0317 425890, e-mail: harry@uitgeverijblauwdruk.nl

Oplage: 1150

Hoofdbestuur KNGMG

Drs. Lucia van Geuns, voorzitter
Dr. Gideon Lopes Cardozo, ad-interim penningmeester
Dr. Jan Stafleu, secretaris
Dr. Hemmo Abels
Dr. Marten ter Borgh
Dr. Marc Hijma

Secretariaat KNGMG

KNGMG p/a TNO afd. Geomodelling,
Princetonlaan 6, 3584 CB Utrecht
Postbus 80015, 3508 TA Utrecht
tel: 020 5989953, e-mail: kngmg@kngmg.nl
IBAN: NL62 INGB 0000040517

NWO-ENW

Laan van Nieuw Oost-Indië 300
2593 CE Den Haag
Postbus 93510, 2509 AM Den Haag
tel: 070 3440 619 / fax: 070 3819033
e-mail: r.prop@nwo.nl

Bestuur NWO domein Exacte en Natuurwetenschappen (ENW)

Prof. dr. Ineke Braakman (voorzitter)
Prof. dr. Jan de Boer
Prof. dr. Arjen Doelman
Prof. dr. Titia Sixma
Dr. ir. Peter Wierenga
Prof. dr. Bas Zwaan

De ondergaande zon boven een van de getijderivieren in het zuidwesten van Bangladesh. | Foto Floris Naus

