

University of Groningen

**Palynologisch onderzoek aan een pingo-ruïne bij Oosterwold (OTJO2 - gemeente Ooststellingwerf; provincie Friesland)**

Talebi Seyyedsaran, Taravat; Raemaekers, Daniel; Cappers, Reinier; Maurer, Arnoud

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Talebi, T., Raemaekers, D. C. M., Cappers, R. T. J., & Maurer, A. (2018). Palynologisch onderzoek aan een pingo-ruïne bij Oosterwold (OTJO2 - gemeente Ooststellingwerf; provincie Friesland). (33 redactie) (Grondsporen; Vol. 33). Groningen: Groninger Instituut voor Archeologie, Rijksuniversiteit Groningen.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Grondsporen 33

### Palynologisch onderzoek aan een pingo-ruïne bij Oosterwold (OTJO2 - gemeente Ooststellingwerf; provincie Friesland)

T. Talebi  
D.C.M. Raemaekers  
R.T.J. Cappers  
A. Maurer

Foto's en tekeningen: Groninger Instituut voor Archeologie (GIA), tenzij anders aangegeven.  
© Grondsporen 33, 2018. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of verspreid  
zonder schriftelijke toestemming van de uitgevers.



Autorisatie: Prof.dr. D.C.M. Raemaekers

ISSN: 1875-4996  
Groninger Instituut voor Archeologie  
Poststraat 6, 9712 ER Groningen, Nederland  
Telefoonnummer: (+31 50) 363 6712, E-mail: [GIA@rug.nl](mailto:GIA@rug.nl)

## **Inhoudsopgave**

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgeschiedenis	5
3. Materiaal en methoden	7
4. Resultaten en discussie	9
5. Conclusies	16
6. Literatuur	17

## 1. Inleiding

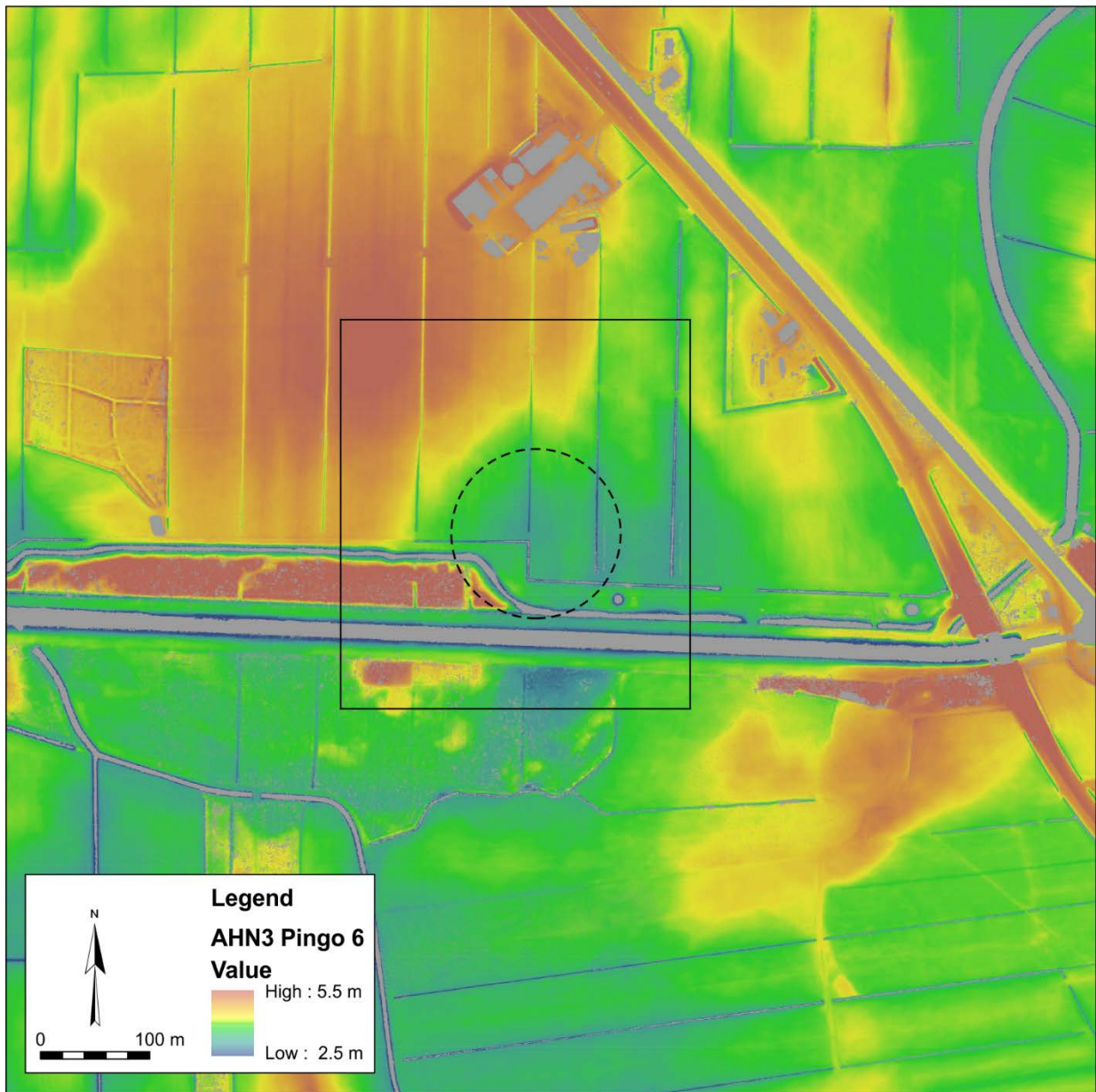
In opdracht van de provincie Fryslân heeft het Groninger Instituut voor Archeologie van de Rijksuniversiteit Groningen een palynologisch onderzoek uitgevoerd van een boorkern afkomstig uit een pingo-ruïne ten westen van Oosterwolde in de gemeente Ooststellingwerf (provincie Fryslân). In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek besproken.

In de laatste ijstijd was de bodem in Noord-Nederland bevroren en ontstonden er honderden ijslenzen in de ondergrond. Door het aangroeien van ijs konden deze ijslenzen tot heuvels (pingo's) ontwikkelen. Na de ijstijd ontstonden zo relatief kleine en diepe meertjes (pingo-ruïnes), soms met een ringwal van sediment dat van de ijsheuvels was afgeschoven. In de meertjes kwam vegetatie tot ontwikkeling en langzaam groeiden de meertjes dicht. Tijdens deze sedimentatie kwam ook steeds stuifmeel (pollen) van de omliggende vegetatie in sedimentlagen terecht. Daarmee vormen de pingo-ruïnes een botanisch archief waarin vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie zijn vastgelegd. Door middel van stuifmeelonderzoek (palynologie) kan dit archief ontsloten worden.

In dit rapport wordt ingegaan op de vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie rondom de pingo-ruïne. De aandacht gaat hierbij uit naar de periode waarin de eerste boeren ingrepen in de natuurlijke bosvegetatie en vervolgens de periode waarin dit landschap vernatte als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging.

Locatie            Oosterwold, gemeente Ooststellingwerf, provincie Friesland  
Coördinaten    213.101 / 556.892  
Projectcode    OTJO2 (pingo 6)

*Tabel 1. Administratieve gegevens*



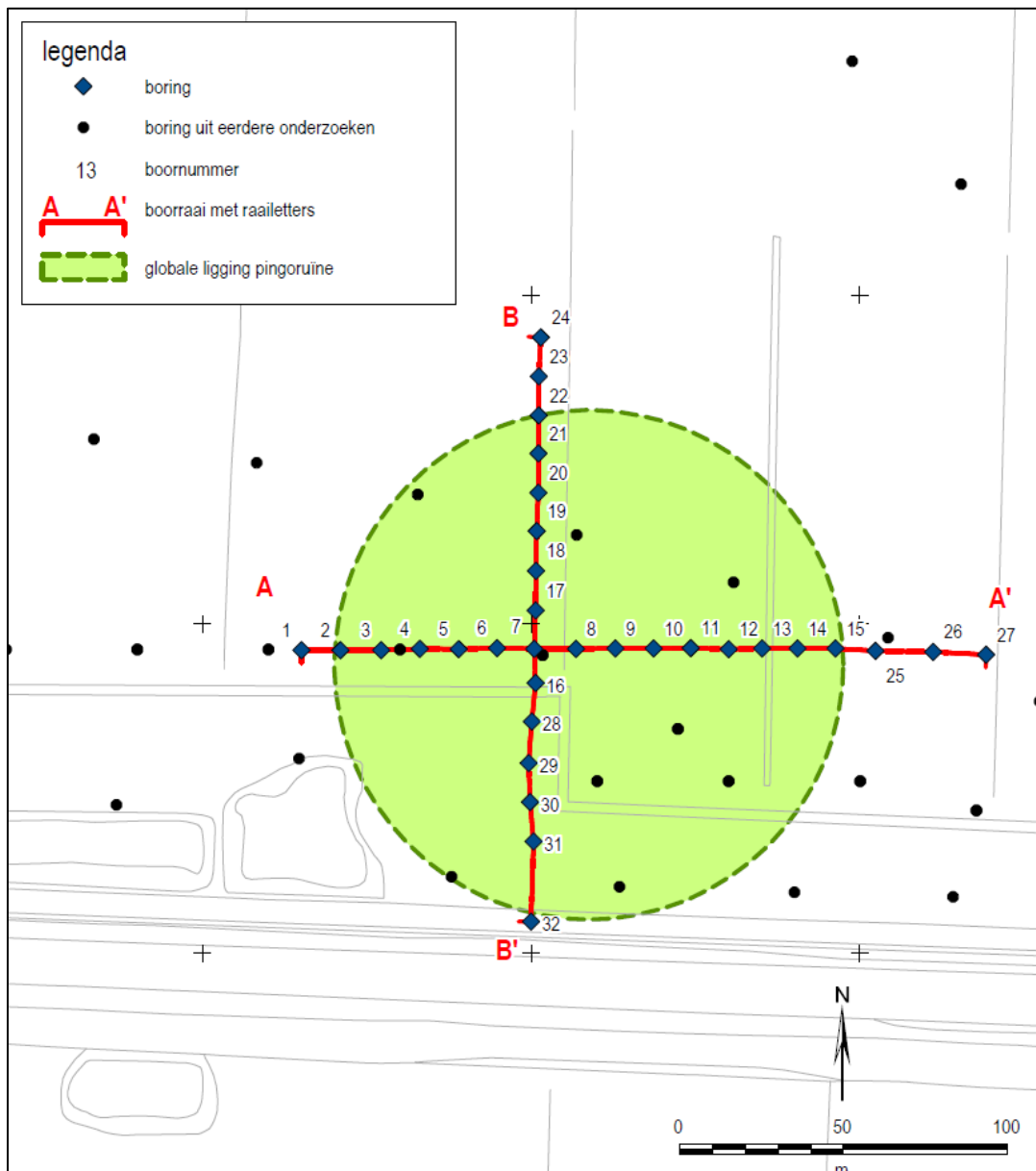
*Figuur 1. De ligging van de pingo-ruïne in relatie tot de hoogteligging van het oppervlak (Actueel Hoogtebestand Nederland 3). De ligging van figuur 2 is aangegeven met een kader (tekening S. Tiebackx, RUG/GIA).*

## 2. Onderzoeksgeschiedenis

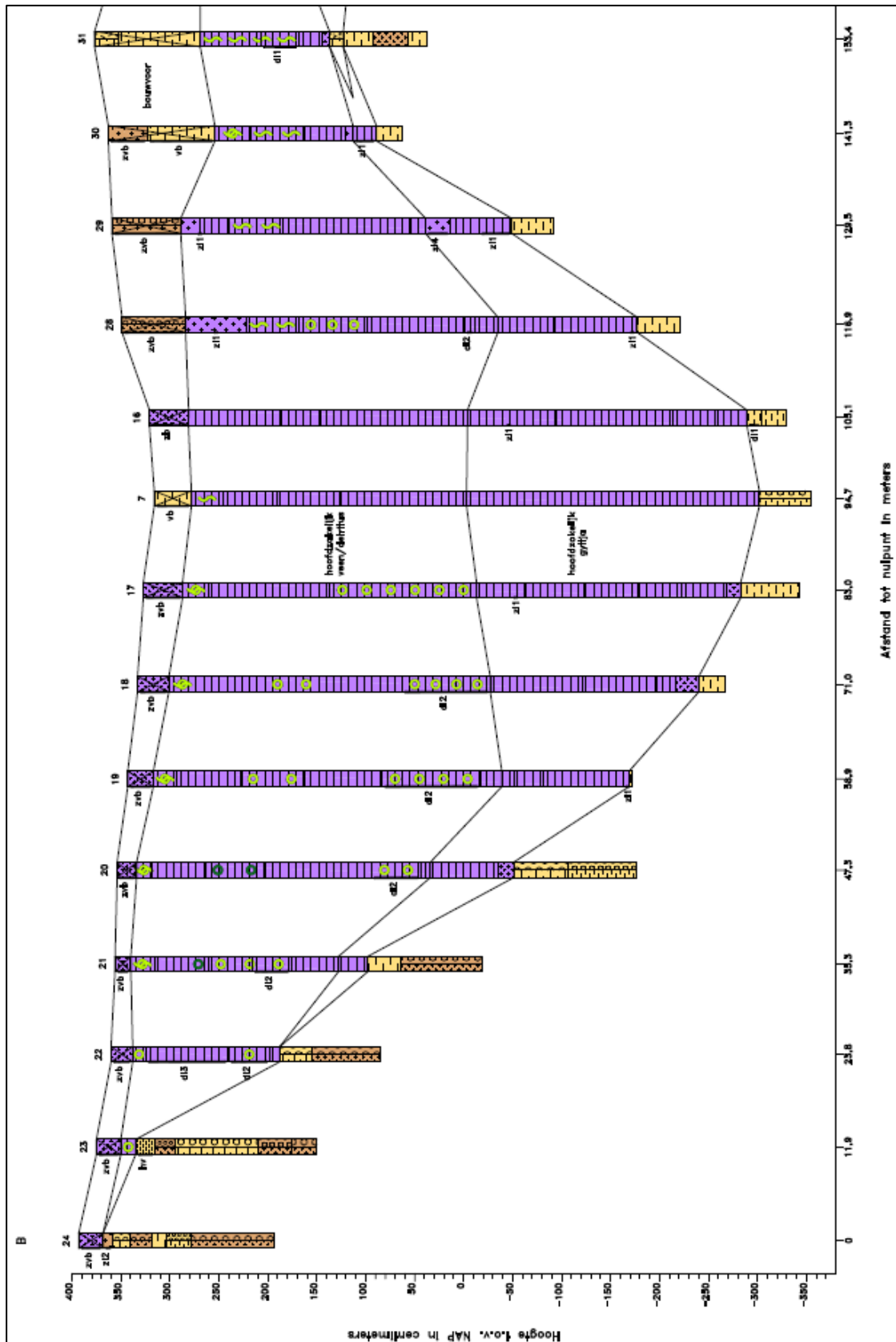
Bij het archeologisch booronderzoek dat in 2012 is uitgevoerd door MUG is in enkele boringen in deelgebied 2 een dik veenpakket aangetroffen. De Roller (2013) suggereert dat hier sprake kan zijn van een pingo-ruïne en adviseert vervolgonderzoek.

RAAP heeft de pingo-ruïne vervolgens in 2013 in kaart gebracht door middel van grondboringen (figuur 2). De boringen zijn in twee raaien uitgevoerd waarbij de afstand tussen de boringen circa 10 m bedroeg. De bodemopbouw in de boringen maakt duidelijk dat er inderdaad sprake is van een pingo-ruïne (figuur 3).

RAAP heeft in 2015 ter plaatse van boring 7 een nieuwe boring gezet met als doel de vulling van de pingo-ruïne te bemonsteren ten behoeve van het palynologisch onderzoek dat hier gerapporteerd wordt. De bemonstering is uitgevoerd met een vleugelboor met een diameter van 5 cm (Jans 2015).



Figuur 2. Het booronderzoek in 2013 (blauwe ruiten) en eerdere onderzoeken (zwarte bollen) (Naar Van der Kroft & Van den Berg 2013: figuur 1).



Figuur 3. Doorsnede van de pingo-ruïne op basis van de boorraai B-B' (naar Van der Kroft & Van den Berg 2013: figuur 3).

### 3. Materiaal en methoden

Het sediment in de ping-ruïne bestaat grotendeels uit zwart veen. In de onderste lagen van het veen bevinden zich ook grotere plantenresten. In de bovenste 40 cm is tijdens de veenvorming ook zand ingewaaid. Dit is deels zichtbaar als een dunne zandlaag en deels aanwezig als een meer homogene veen-zandige afzetting (tabel 1).

Diepte (cm)	Beschrijving
20-21	Donkergrijs/Zwart, fijn zand met veen
30-31	Zwart veen met licht bruin zand
40-41	Zwart veen met een dunne zandlaag
50-81	Zwart veen met macroresten
90-91	Zwart veen met macroresten en houtfragmenten
100- 111	Zwart veen met macroresten

Tabel 2. Beschrijving van de bemonsterde delen van de kern.

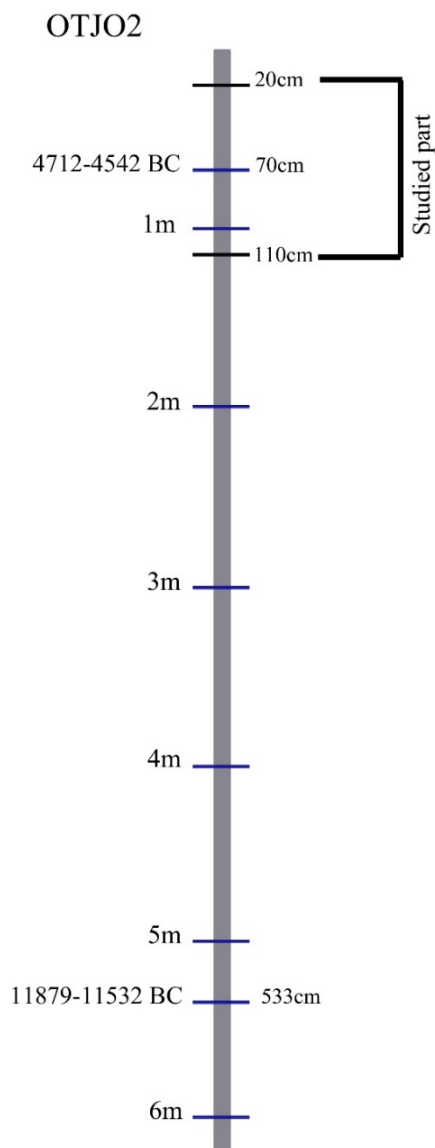
Voor het palynologisch onderzoek is de boorkern tussen 20 en 110 cm bemonsterd met een interval van 10 cm tussen elk monster. Elk monster bestaat uit 1 cm<sup>3</sup> sediment. De monsters zijn geprepareerd volgens de standaard absolute pollenbereiding (Erdtman, 1960), met toevoeging van exotische sporen van *Lycopodium* (waarbij N = 18583, en v = ±4,1%) door A. Philip (Faculteit der Natuurwetenschappen, Universiteit van Amsterdam). Vervolgens zijn de preparaten met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop met vergroting tot 1000 maal geïnspecteerd op de aanwezigheid van pollenkorrels en andere microresten zoals sporen en algen (de zogenaamde 'non-pollen palynomorfen'). Deze palynologische resten zijn op naam gebracht met gebruik van de standaardliteratuur (Beug 2004, Van Hove & Hendrikse 1998).

Bij de analyse is ook gelet op de concentratie houtskoolpartikels in de preparaten. De houtskoolpartikels zijn ingedeeld in 3 verschillende groottecategorieën (<50, 50-100 en >100 µm). Deze groottecategorieën zijn voor deze rapportage samengevoegd tot één houtskoolcurve.

Er is geteld tot een pollensom van minstens 400 en de gemiddelde pollensom is 573. De relatieve bijdragen van de verschillende pollentypen en andere microresten zijn berekend op basis van een totaal-pollensom van alle bomen en regionale kruiden ( $\Sigma AP + \Sigma NAP$ ), dus zonder de waterplanten en oeverplanten, sporenplanten en dierlijke microfossielen.

Voor de <sup>14</sup>C-datering is de top en het onderste deel van boorkern bemonsterd. Uit de top zijn een fragment van een boombast aanwezig op 70 cm diepte en mosfragmenten aanwezig op een diepte van 533 cm voor datering ingestuurd naar het Centrum voor Isotopen Onderzoek (CIO) van de Rijksuniversiteit Groningen (figuur 4).





*Figuur 4. Schematisch overzicht van de kern inclusief <sup>14</sup>C-dateringen en het onderzochte deel.*

De resultaten zijn opgenomen in een pollendiagram. In een dergelijk diagram is voor elke onderzochte diepte (spectrum) het aandeel pollen van alle aangetroffen plantentaxa weergegeven. Een plantentaxon is plant die gedetermineerd is op taxonomisch niveau dat varieert (bij dit onderzoek: familieniveau, geslachteniveau, soortniveau of een combinatie van soorten). Daarmee representeert het pollendiagram de vegetatieontwikkeling van zowel de lokale vegetatie (water- en moerasplanten) als van de regionale planten. De invloed van de mens op de vegetatie, die met name het gevolg is van de overgang van jagen/verzamelen naar landbouw, is af te leiden uit het specifieke patroon van de curven van relevante taxa.

#### 4. Resultaten en discussie

Omdat de bovenste twee dm verstoord sediment bevat, begint de pollenanalyse op een diepte van 20-21 cm en loopt door tot op een diepte van 70-71 cm. Diverse preparaten tussen de diepte van 70 en 112.5 cm werden gecontroleerd maar op deze diepten werden geen aanwijzingen voor menselijke activiteiten aangetroffen. De resultaten van de pollenanalyse inclusief de determinaties van non-pollen palynomorfen en de aanwezigheid van houtskoolpartikels voor 20-21 cm tot 70-71 cm zijn weergegeven in een pollendiagram (figuur 5). In dit pollendiagram zijn alleen de belangrijkste taxa opgenomen. Taxa met hoge pollenpercentages zijn weergegeven met een continue curve. Taxa met lage percentages stuifmeelkorrels zijn weergegeven met een punt. Groen: boompollen; Oranje: regionale kruiden; Bruin: taxa die menselijke invloed indiceren (antropogene indicatoren); Blauw: moeras- en waterplanten (AP = arboreal pollen, ofwel pollen afkomstig van bomen en struiken; NAP = non-arboreal pollen, ofwel pollen afkomstig van kruidachtige planten).

De pollenmonsters bevatten een relatief hoge concentratie stuifmeelkorrels. De conservering van het organische materiaal was echter matig. Veel stuifmeelkorrels waren gebroken of gecorrodeerd en daardoor niet determineerbaar (ca. 100 indeterminanten per monster). Ook is schimmelvorming opgetreden. De slechte conservering van de monsters is toe te schrijven aan het gedeeltelijk uitdrogen van het sediment. Dit zal deels gebeurd zijn tijdens de natuurlijke sedimentatie, door wisselende weersomstandigheden, en deels door uitdrogen tijdens de opslag.

##### *Natuurlijke vegetatiesuccessie, bos en open vegetatie*

Het diagram kan in drie verschillende pollenassemlagezones (PAZ) worden opgedeeld op basis van variatie in samenstelling in plantentaxa per zone. De oudste zone bevindt zich onderin het diagram en is gecodeerd als PAZ1. De pollenassemlage wordt in deze zone gedomineerd door stuifmeel van bomen, met een percentage van maximaal 87%. Hierbij is Els met 53% de meest voorkomende soort. Andere aangetroffen boomsoorten zijn Berk, Linde, Eik, Iep en Hazelaar (1,5-13%).

Het relatief hoge percentage elzenpollen kan worden toegeschreven aan het lokaal voorkomen van elzenbomen aan de rand van de pingo-ruïne. Het relatief hoge percentage van Berk (14%) en de aanwezigheid van Linde, Eik, Iep en Hazelaar duidt op een goed ontwikkeld loofbos in de nabije omgeving van de pingo-ruïne (Bottema et al., 2003/2004; Hynynen et al., 2010).

Het lage percentage voor de kruidachtige planten kan worden verklaard door de aanwezigheid van een dicht bladerdak van de bomen. Hierdoor dringt weinig licht door tot de kruidlaag van het bos met als gevolg dat hier weinig planten groeien (en bloeien) en de pollenproductie dus relatief klein is. Grassen vormen met 13% de meest dominante groep van deze kruidachtige vegetatie.

PAZ1 kent één absolute datering, uitgevoerd op een diepte van 70 cm. De <sup>14</sup>C-datering leverde een ouderdom van 5775 ± 35 BP /4712-4542 voor Chr. (GrA 58426) op. In deze periode waren grote delen van Noord-Nederland bedekt met een Atlantisch gemengd loofbos (Bottema et al., 2003/2004). PAZ 1 sluit goed aan bij dit algemene beeld.



PAZ2 start met een daling van de boompollen. Deze daling wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van pollen van boomsoorten van hoger gelegen gronden waarbij vooral de afname van stuifmeelkorrels van de Iep goed waarneembaar is. Daarnaast neemt ook het percentage pollen van de Berk af. Aan het einde van Zone 2 neemt het belang van Iep gestaag af om vervolgens te verdwijnen op een diepte van 40-41 cm. De curven van de andere boompollen blijven vrij stabiel.

De dominantie van boompollen eindigt in PAZ3. Deze laatste zone laat een sterke verandering in de vegetatie rondom de pingo zien. De percentages van boompollen dalen sterk, van 88% naar 19%. Dit gaat gepaard met een toename van het pollen afkomstig van kruiden, waarbij het aantal taxa duidelijk toeneemt. Deze toename kan gerelateerd worden aan de grotere hoeveelheid zonlicht dat de bodem bereikt, waardoor meer fotosynthese door kruidachtige planten kan plaatsvinden. Grassen blijven in deze vegetatiezone overigens nog steeds de meest dominante groep kruidachtige planten: het pollenpercentage stijgt tot 77%. Bovenin het diagram verschijnen de eerste pollen van Beuk. Rond 1000 voor Chr. heeft deze nieuwkomer zich permanent gevestigd in Nederland (Maes et al., 2006). Derhalve wordt Beuk gebruikt als een *terminus post quem* datering vanaf ca. 1000 voor Chr.

### *Menselijke invloed op de vegetatie*

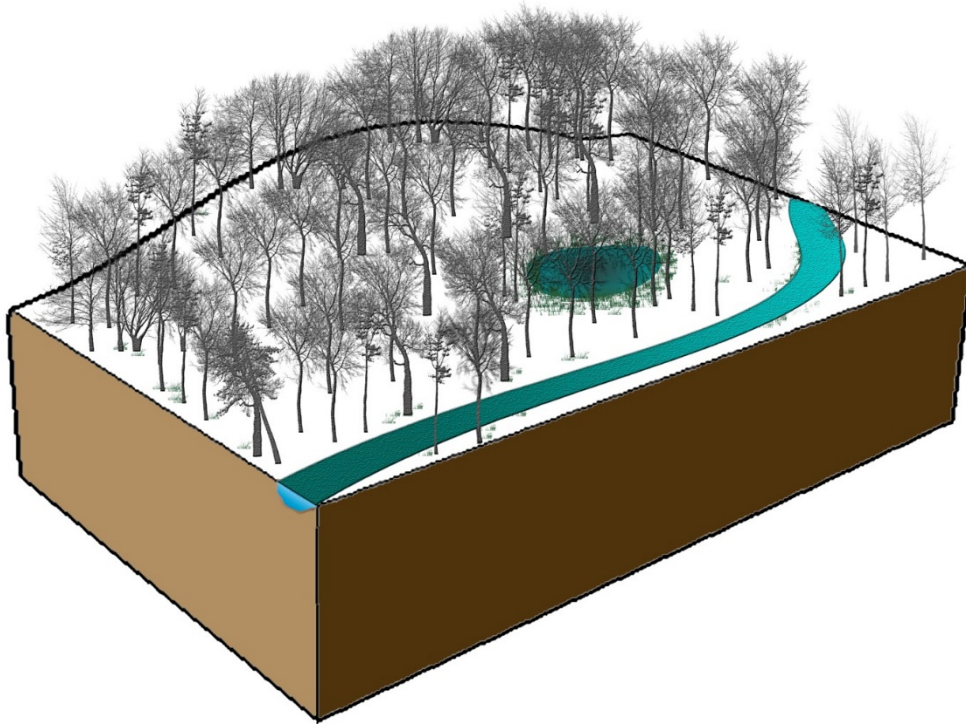
In PAZ1 (figuur 6) is geen signaal waarneembaar van menselijke aanwezigheid. Dit is in overeenstemming met andere pollendiagrammen uit Noord-Nederland. De mens zal in deze omgeving uiteraard wel gejaagd en verzameld kunnen hebben. Een belangrijke plant hiervoor zal de hazelaar geweest zijn. Pollen van deze soort is aanwezig maar in kleine percentages. De zichtbaarheid van deze boom wordt beperkt door de dominante pollenpercentages van de Els en de berk.

De invloed van de mens in PAZ2 (figuur 7) is vooralsnog niet eenduidig te beschrijven. Enerzijds blijft het totale percentage van boompollen hoog en vergelijkbaar met dat uit de voorafgaande zone. Anderzijds is er sprake van een toename van de houtskoolpartikels.

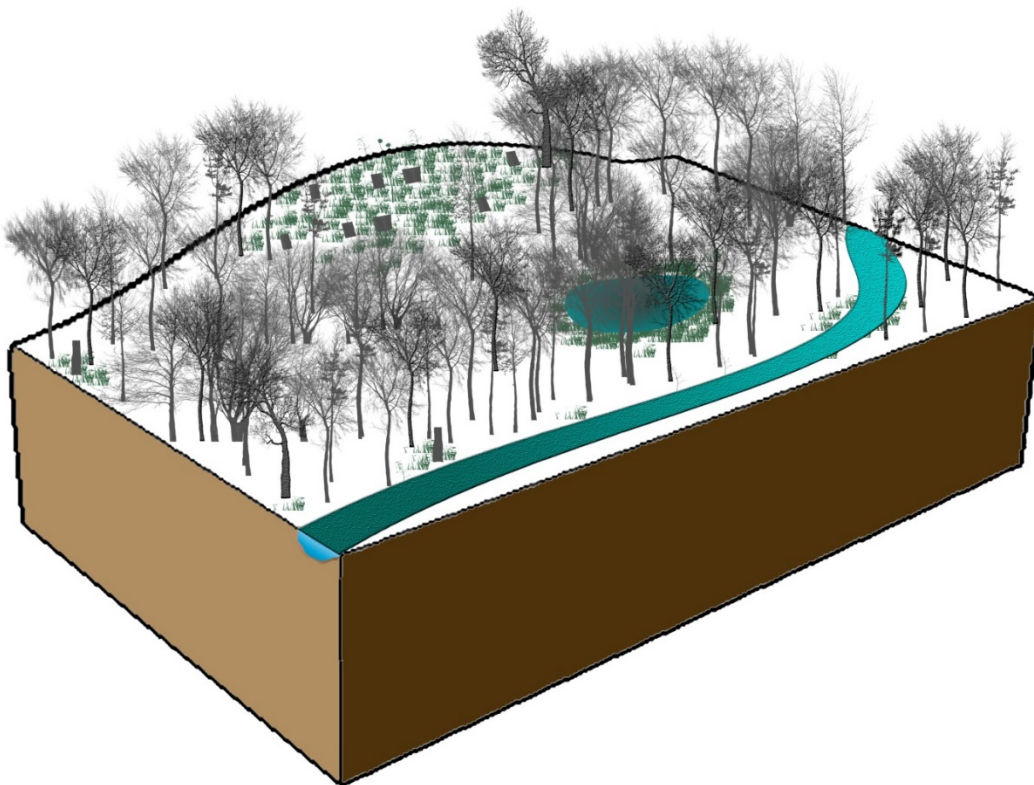
Het koppelen van palynologie met microscopische houtskoolanalyses levert de mogelijkheid op om inzicht te verkrijgen in menselijke activiteiten in het verleden. De hoge waarden voor houtskoolpartikels zijn mogelijk aanwijzingen voor *slash and burn* activiteiten van de mens gedurende het neolithicum (Iversen, 1973; Bottema et al., 2003/2004; Louwe Kooijmans et al., 2006). Dat betekent dat akkers worden aangelegd door de het kappen van bomen en het verbranden van resterende vegetatie en de boomstronken. De lichte daling van het percentage berkenpollen kan worden gerelateerd aan de kap van berkenbomen (Bottema et al., 2003/2004). Een dergelijke activiteit zal enkele jaren in beslag hebben genomen. Levend hout moet immers eerst afsterven en uitdrogen alvorens het kan branden. Het afsterven kan geïnitieerd worden door bijvoorbeeld de buitenste ring van boomstammen te beschadigen (ringen) door met een bijl inkepingen te maken.

In deze zone komen ook al kruidachtige planten voor die als antropogene pollenindicatoren bekend staan, en dus kunnen wijzen op menselijke activiteit: de Schapenzuring en de Bijvoet. Beide planten komen van nature in de vegetatie voor en het is de toename van dit pollen en het gezamenlijk voorkomen dat indicatief is voor menselijk invloed op de vegetatie. Bijvoet is een plant die voorkomt op open vlakten op openingen in het bos (Bottema et al., 2003/2004); Mook-Kamps & Bottema, 1987; Ellenberg et al., 1991).

Bovenstaande veranderingen zouden kunnen wijzen op menselijk ingrijpen in de natuurlijke vegetatie: een fase voorafgaande aan de klassieke landnam (zie hieronder). Een dergelijke eerste ontwikkeling van he ingrijpen van de mens is voor Drenthe aangetoond door Bakker (2003).



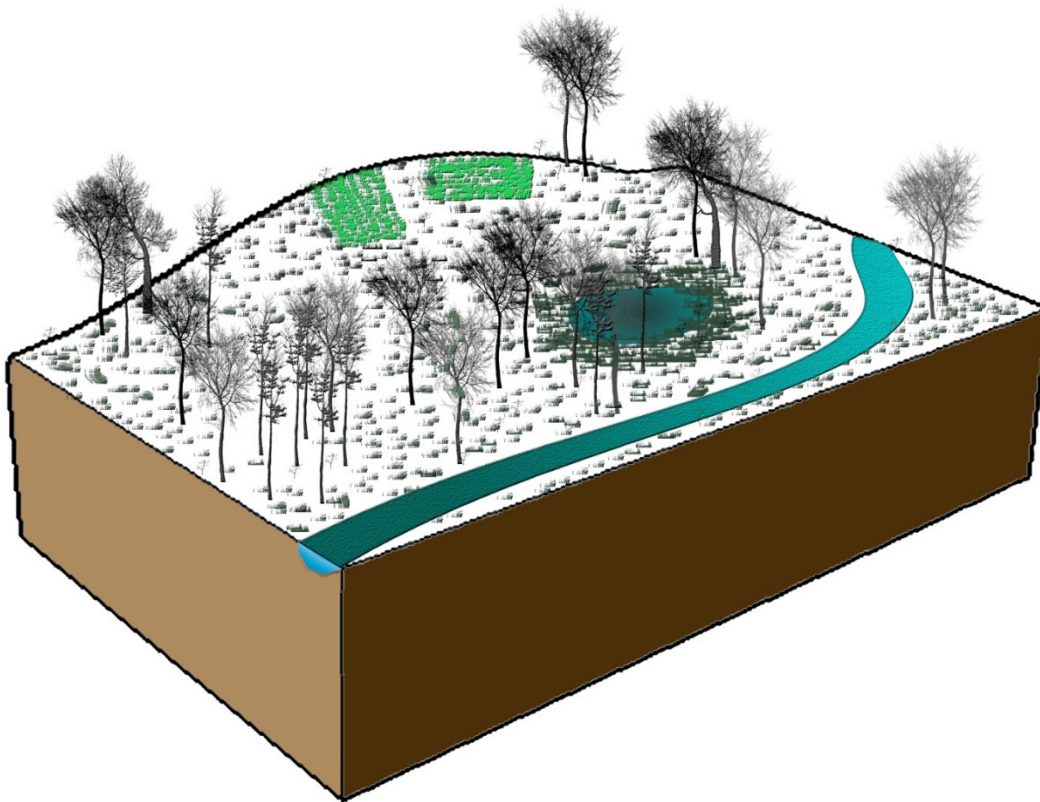
*Figuur 6. Impressie van de vegetatie gedurende PAZ1. Het landschap met daarin de pingo-ruïne en een beekje is vrij dicht begroeid met een gemengd loofbos (aangegeven met verschillende silhouetten van bomen).*



*Figuur 7. Impressie van de vegetatie gedurende de tweede deel van PAZ2. Het landschap met daarin de pingo-ruïne en een beekje kent open plekken in het bos. Deze afname van bos is een eerste aanzet tot het openmaken van het bos voor de aanleg van akkers en grasland.*

In de tweede helft van PAZ2 is een relatief sterke verandering waarneembaar: het percentage wilde grassen stijgt tegenover een daling van het percentage boompollen. Dit kan worden geïnterpreteerd als het deels openen van het bladerdek gepaard met de opkomst van grassen in de ondergroei.

In PAZ3 (figuur 8) is de menselijke aanwezigheid duidelijk waarneembaar. De duidelijkste indicatoren zijn de stuifmeelkorrels van granen. Twee typen kunnen worden onderscheiden: een pollentype dat geproduceerd wordt door Haver (*Avena*) en Tarwe (*Triticum*), en een pollentype dat afkomstig is van Rogge (*Secale cereale*). Op basis van onderzoek aan macroresten is het aannemelijk dat de vroege akkerbouw gebaseerd was op onder andere tarwe en gerst (*Hordeum*), zodat het waarschijnlijk is dat we te maken hebben met (onder andere) verbouw van tarwe. Rogge is een graansoort die in Nederland pas vanaf de tweede helft van de Middeleeuwen wordt verbouwd. De aanwezigheid van pollen van dit graan in de twee bovenste spectra geeft daarmee aan dat het onderzochte sediment ook een deel van de Middeleeuwen vertegenwoordigt (Behre, 1992).



Figuur 8. Impressie van de vegetatie gedurende PAZ3. Met groen gemarkeerd zijn enkele akkers aangegeven. Het open bos heeft het mogelijk gemaakt dat ook grasland is ontwikkeld dat gebruikt kon worden voor begrazing.

Ook indicatief voor de menselijke aanwezigheid zijn een aantal kruidachtige planten die als secundaire antropogene pollenindicatoren bekend staan. Het gaat om Schapenzuring, Bijvoet en Smalle weegbree. Smalle weegbree wordt in pollendiagrammen in Noordwest-Europa gebruikt als indicator voor het begin van de landbouw, zogenaamde 'landnam'-fasen. In de algemene pollendiagrammen van het Fries-Drents Plateau komt de landnamfase overeen met de komst van de trechterbekercultuur rond 3400 v. Chr. (Mook-Kamps & Bottema, 1987; Bottema et al., 2003/2004). Het voorkomen van Smalle weegbree kan ook duiden op een toename van begrazing, doordat de mens kuddes vee hield. Aanvullende signalen voor veeteelt, zoals een toename van mestschimmels, ontbreken echter.

De aanwezigheid van de mens is daarmee gekoppeld aan het meer open worden van de vegetatie hetgeen af te leiden is uit de sterke daling van boompollen. Bospercelen verdwijnen en er komen akkerpercelen en grasland voor in de plaats.

#### *Ontwikkeling in de wetlandvegetatie: verdrinkend landschap?*

Na het einde van de ijstijd zorgde het smelten van de poolkappen voor een wereldwijde stijging van de zeespiegel gedurende het Holoceen (Vos, 2015). Deze zeespiegelstijging had een langdurig effect op de vorming van de lagergelegen kustlandschappen van Noord- en West- Nederland. Sommige paleogeografische reconstructies van het kustlandschap laten sterke zeespiegelschommelingen zien, welke gepaard gaan met vernatting van grote stukken landschap van 5500 tot 1500 BP (Fokkens, 1998).

De stijging van de zeespiegel en de daaraan gekoppelde stijging van de grondwaterspiegel veroorzaakte grootschalige veengroei en ook een toename van sedimentatie. Beide processen hebben duidelijke sporen achtergelaten in het landschap. Factoren die invloed hebben op veenvorming zijn de aan- of afwezigheid van water, de mineralen huishouding en de daaraan gekoppelde zuurgraad. Verschillende combinaties van factoren leiden tot de ontwikkeling van oligotroof, mesotroof en eutroof veen waarbij elk veentype gerelateerd is aan een karakteristieke combinatie van planten (Gornitz, 2009). Derhalve kan het onderscheiden van het type veen (o.a. door archeobotanisch onderzoek), inzicht verschaffen in de omstandigheden waaronder het is gevormd en daarmee over de abiotische factoren van het landschap waarin de mens moest zien te overleven.

Vooralsnog biedt het pollendiagram geen duidelijke aanwijzingen voor veranderingen in de grondwaterspiegel noch voor het verdrinken van het landschap. Stuifmeel van de aangetroffen water- en oeverplanten vertonen geen grote veranderingen door de tijd en wijzen niet op schommelingen in de waterspiegel. Het is van belang te constateren dat vanaf het begin van het pollendiagram de vegetatie al wijst op een relatief natte omgeving.

## 5. Conclusies

Het pollendiagram laat duidelijk de ontwikkeling van lokale landbouw zien. Vanaf een diepte van ca. 60 cm is de eerste menselijke invloed waarneembaar. De combinatie van houtkap, de duidelijke toename van houtskoolpartikels en antropogene pollenindicatoren zijn te koppelen aan het begin van landbouw in de directe omgeving van de pingo-ruïne.

Stuifmeelkorrels van Rogge zijn aangetroffen op 40 cm en 30 diepte. Stuifmeel van Rogge kan worden gebruikt voor een *terminus post quem* datering van ca. 1000 n. Chr. (Behre, 1992) Dit betekent dat het stuk van de kern vanaf ca. 40 cm, de ontwikkeling van de landbouw tot aan de Middeleeuwen bevat. Omdat de sedimentsequentie waarin het signaal van de landbouw is waargenomen relatief kort is, is het aan te bevelen om deze te nader te dateren zodat de dieptes duidelijk gekoppeld kunnen worden aan archeologische perioden.



## 6. Literatuur

- Bakker, R. 2003. The emergence of agriculture on the Drenthe Plateau [Groningen]: University of Groningen.
- Behre, K.E., 1992. The history of rye cultivation in Europe. *Vegetation history and archaeobotany* (I), 141-156.
- Beug, H.J., 2004. *Leitfaden der Pollen bestimmung für Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil Publications, Germany. 542.
- Bottema, S., Cappers, R., Kloosterman, A., 2003/2004. The pollen signal of early Neolithic farming along a habitation gradient in northern Drenthe. *Palaeohistoria* 45/46: 37-57.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 1-248.
- Erdtman, G. (1960). The Acetolysis Method—A Revised Description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54, 561-564.
- Fokkens, H., 1998. *Drowned Landscape. The Occupation of the Western Part of the Frisian-Drenthian Plateau, 4400 BC - AD 500*. Barkhuis press. Groningen.
- Gornitz, V., 2009. *Encyclopedia of palaeoclimatology and ancient environments*. Springer, New York.
- Hoeve, M.L. van & M. Hendrikse (red.), 1998. *A study of non-pollen objects in pollen slides: the Types as described by dr. Bas van Geel and colleagues*. Utrecht.
- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S., Velling, P., 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in Northern Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 83 (1): 103–119.
- Iversen, J., 1973. The development of Denmark's nature since the last glacial. *Geology of Denmark*, 3.; Danmarks geologiske undersøgelse (Series). V. række ;, nr. 7-C.
- Jans, J.E.A., 2015. *Bemonstering van een pingoruïne in het Tsjongerdal bij Oosterwolde, gemeente Ooststellingwerf; archeologisch onderzoek: bemonstering van een pingoruïne* (RAAP-notitie 5110).
- Kroft, P. van der & D. van den Berg, 2013. Een pingoruïne in het Tsjongerdal bij Oosterwolde, gemeente Ooststellingwerf; archeologisch vooronderzoek: een karterend veldonderzoek (RAAP-notitie 4561).
- Louwe Kooijmans, L. P., P.W. van den Broeke, H., Fokkens & A.L. van Gijn (red.), 2006. *Prehistory of the Netherlands*. Amsterdam, University Press. Amsterdam.
- Maes, B., Bastiaens, J., Brinkkemper, O., Deforce, K. 2006. *Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen. Herkenning, verspreiding, geschiedenis en gebruik*. Amsterdam: Boom: 428.
- Mook-Kamps, E., Bottema, S., 1987. Palynological investigations in the Northern Netherlands (The Drenthe Plateau). *Palaeohistoria* 29: 169-172.

Roller, G.J. de, 2013. *Archeologisch booronderzoek Peelrug en Tsjongerdal te Donkerbroek, en de kruising Oude Willem-N381 te Appelscha, gemeente Ooststellingwerf (FR)* (MUG-publicatie 2012-121).

Vos, P., 2015. *Origin of the Dutch coastal landscape*. Barkhuis: Groningen.

Zeist, van, W., 1955. Pollen analytical investigations in the Northern Netherlands with special reference to archaeology. *Acta Botanica Neerlandica* 4 (1): 1-81.