

University of Groningen

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne FRCP2-9 (Hurdegaryp; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland)

Talebi Seyyedsaran, T.; Raemaekers, D. C. M. ; Maurer, A.

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:

2019

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

Citation for published version (APA):

Talebi Seyyedsaran, T., Raemaekers, D. C. M., & Maurer, A. (2019). *Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne FRCP2-9 (Hurdegaryp; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland)*. (53 redactie) (Grondsporen; Nr. 53). 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).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

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 53

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne FRCP2-9 (Hurdegaryp; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland)

T. Talebi Seyyedsaran
D.C.M. Raemaekers
A. Maurer

Foto's en tekeningen: Groninger Instituut voor Archeologie (GIA), tenzij anders aangegeven.
© Grondsporen @, 2019. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of verspreid zonder schriftelijke toestemming van de uitgevers.



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

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

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgeschiedenis	4
3. Materiaal en methoden	8
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 de pingo-ruïne FRCP2-9 ten oosten van Hurdegaryp in de gemeente Tytsjerksteradiel (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 Hurdegaryp, gemeente Tytsjerksteradiel, provincie Friesland
Coördinaten 193.676 / 580.503
Projectcode FRCP2-9 (pingo 5)

Tabel 1. Administratieve gegevens.

2. Onderzoeksgeschiedenis

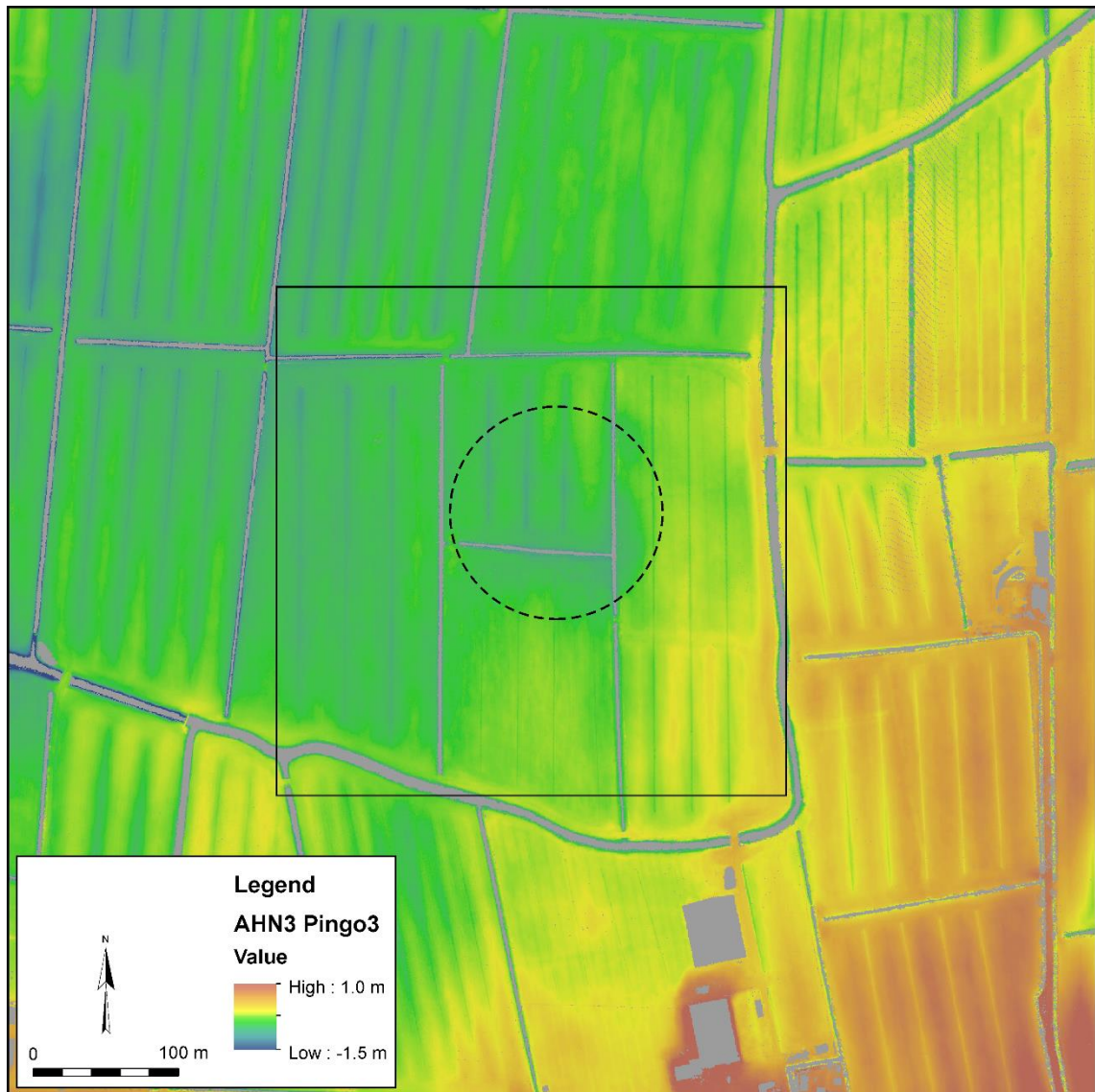
Bemonstering

In het tracé van De Centrale As, dat zich bevindt in de gemeenten Dantumadeel en Tytsjerksteradiel, zijn ten oosten van Hurdegaryp tijdens verkennend booronderzoek in 2007 twee depressies aangetroffen op een onderlinge afstand van 600 meter (figuur 1). Aanvullend booronderzoek in 2009 en 2010 heeft uitgewezen dat het in beide gevallen een pingoruïne betreft. Het verkennend onderzoek toonde aan dat de zuidelijk gelegen pingoruïne FRCP2-9 bedreigd werd door bodemingrepen en ontwatering. Hoewel deze pingoruïne een lage kwantitatieve archeologische verwachting heeft en er ook weinig palaeobotanische waarde werd toegekend op basis van aard, dikte en zandigheid van de vulling, is er toch besloten om voor toekomstig palaeobotanisch onderzoek de vulling te bemonsteren met een boring (Jans, 2015). Hierbij gaat de speciale interesse uit naar de overgang van jagers/verzamelaars naar de eerste landbouw (5300/4900-2000 BC). Het gaat daarbij om de reconstructie van de vegetatiegeschiedenis met speciale aandacht voor de veranderingen in de vegetatie die het gevolg zijn van de ontwikkeling en uitbreiding van de vroege landbouw.

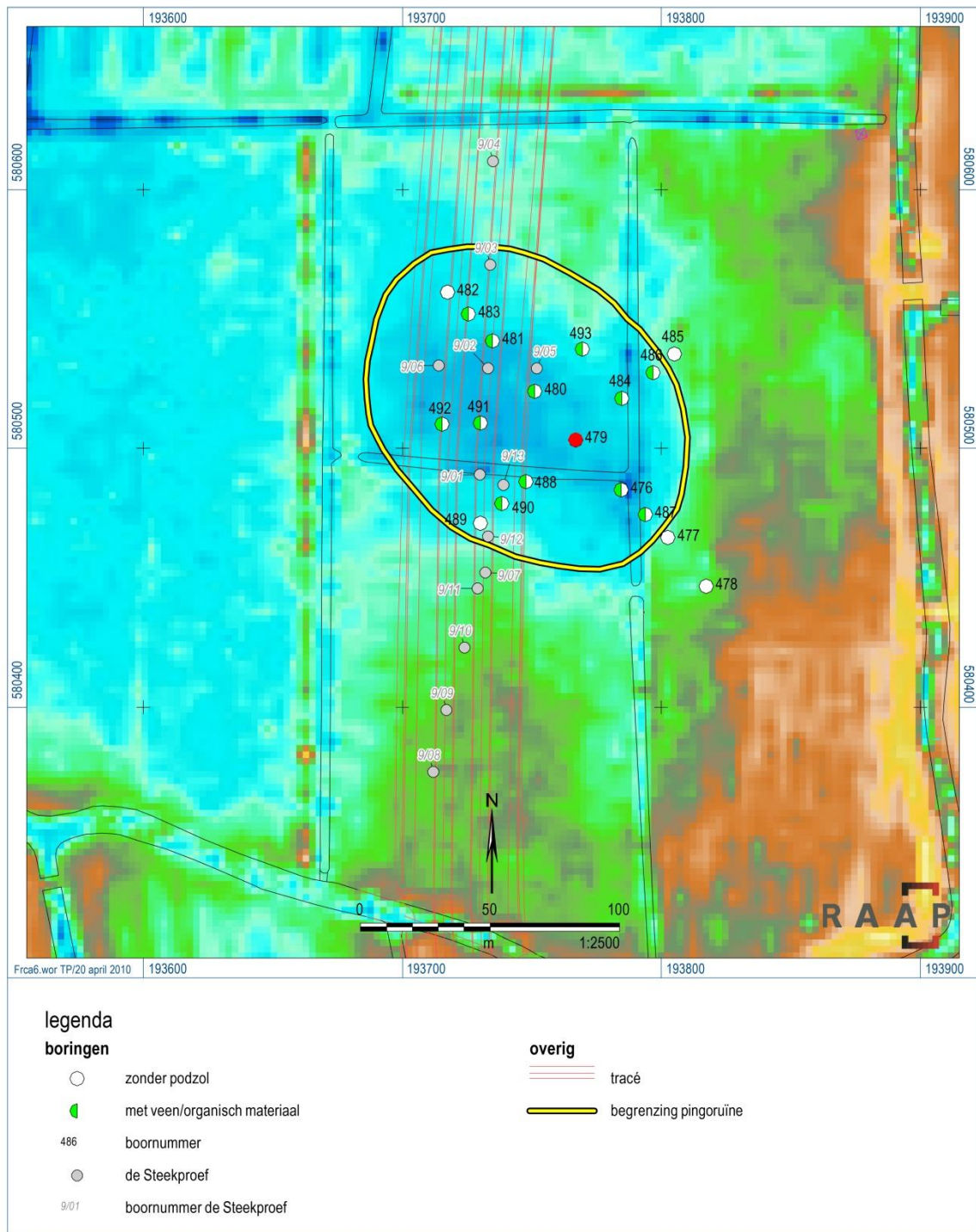
De pingoruïne is enigszins ovaal (c. 140 x 105 m) en het diepste punt waarop organische vulling aanwezig is, bevindt zich op c. 3,1 m beneden het maaiveld (3,7 m –NAP). Hoewel resten van een ringwal zijn niet aangetroffen, geeft de opbouw van de sedimenten in de afzonderlijke boorkernen aan dat er daadwerkelijk sprake is van een pingoruïne en niet van een later ontstane depressie waarin veenvorming heeft plaatsgevonden (Verbers et al., 2018).

Het verkennend booronderzoek door de Steekproef in 2007 betrof dertien boringen, waarvan de meeste in een noord-zuidelijke richting. Twee extra boringen zijn gezet in het centrum (figuur 2). Zes boringen zijn buiten de begrenzing van de pingoruïne gezet, waarvan vijf aan de zuidzijde en één aan de noordzijde. Het aanvullend booronderzoek door Aaldersberg (2010) betreft 15 gutsboringen, waarvan 13 in twee raaien voornamelijk binnen de begrenzing van de pingoruïne: één in noordwest-zuidoost richting en één in noordoost-zuidwest richting. De drie extra gutsboringen zijn eveneens binnen de begrenzing van de pingoruïne gezet (figuur 2).

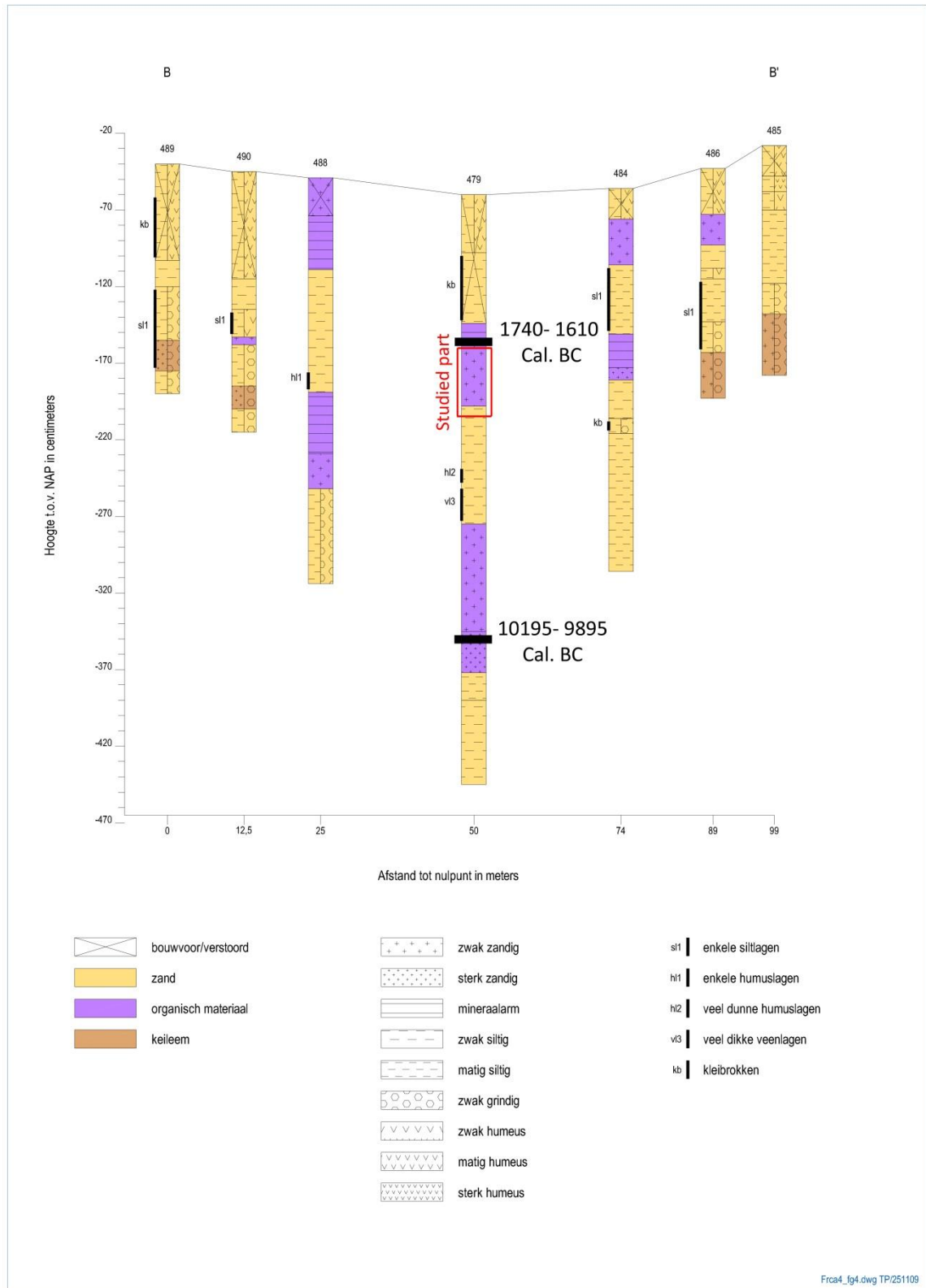
De vulling van de pingoruïne bestaat uit organisch materiaal en ingestoven zand, dat deels humeus is. Lagen organisch materiaal, die in dikte variëren van enkele decimeters tot meer dan een halve meter, worden afgewisseld met zandig sediment van vergelijkbare dikte. Organische afzettingen zijn deels duidelijk mineraalarm en deels matig tot sterk zandig, hetgeen wijst op niet gesloten vegetatie en droge omstandigheden. De keileemafzetting aan de basis is vrij zandig tot grindig (figuur 3).



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).



Figuur 2. Hoogtekaart met daarbij aangegeven de locaties van boringen die gebruikt zijn voor waarderend onderzoek. De locatie van de boorkern voor het onderzoek waarover hier verslag wordt gedaan, is aangegeven met een rode stip (no. 479; naar Jans, 2015).



Figuur 3. Doorsnede van de pingoruïne van de boorraai A-A'. Het onderzoek is verricht aan boring 479. Aangegeven zijn beide ¹⁴C- dateringen en het traject dat voor dit verslag is bestudeerd (naar Aalbersberg 2010: figuur 14).

3. Materiaal en methode

Dateringsonderzoek

Uit de boorkern zijn twee monsters genomen voor ¹⁴C-datering. Aan de top is op een diepte van 0,95-0,99 m onder het maaiveld (vlak onder de verstoorte bouwvoor) een monster verzameld waaruit mosresten en een bloemknop zijn geïsoleerd voor datering. Aan de basis van de boring zijn op een diepte van 2,89-2,92 m onder het maaiveld een aantal zaden van Waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*) geïsoleerd voor ¹⁴C-datering. Deze waterplant heeft bladeren die boven het wateroppervlak uitsteken zodat opname van CO₂ vooral uit de lucht plaatsvindt en het hardwater-effect, dat voor veroudering zorgt, verwaarloosbaar is. Dat betekent dat de uitkomsten van het dateringsonderzoek betrouwbaar zijn.

Palynologisch onderzoek en fysisch-chemisch onderzoek

Op basis van de uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen (zie hieronder) is voor het pollenonderzoek het traject tussen 156-110 cm geselecteerd. De verwachting is dat dit deel van de boorkern de overgang van jagen/verzamelen naar vroege landbouw vertegenwoordigt. Uit dit deel van de boring zijn 9 monsters genomen met een lengte van 1 cm (diameter 6 cm) met een interval van 10 cm (op 140 cm is geen monster genomen). De lithologie van het bemonsterde deel van de boring is beschreven en de kleur is gebaseerd op de Mussell kleurkaart (tabel 2). De concentratie van de organische fractie is uitgevoerd door het *Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie* (Marseille, France). De monsters worden bewaard op het GIA.

Het pollenonderzoek is uitgevoerd door de pollenmonsters te analyseren in volgorde van diep tot minder diep. Voor het bepalen van de pollenconcentratie is een exotische marker (Wolfsklauw sporen; *Lycopodium*) toegevoegd volgens de procedure van Stockmarr (1972) en (Faegri and Iversen (1989)). De concentratiewaarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 10.000.

Het pollenonderzoek is uitgevoerd op het GIA met een Leica Leica DM200 microscoop met een standaardvergroting van 10 x 40. Indien nodig is bij een grotere vergroting gedetermineerd. Het gemiddeld aantal pollen dat per monster geteld is, bedraagt 450 (min.: 287 op een diepte van 150 cm; max.: 638 op een diepte van 135 cm). Voor controle op de determinaties is gebruik gemaakt van de vergelijkingscollectie van het GIA en de Northwest European Pollen Flora (Punt et al., 1976-2003).

In aanvulling op pollen is ook de aanwezigheid van houtskoolfragmenten gekwantificeerd. Daarbij zijn de houtskoolfragmenten in vier grootteklassen onderscheiden: (1) < 50 µm; (2) 50-100 µm; (3) 100-250 µm; (4); > 250 µm. De grootste fragmenten (> 250 µm) zijn gekwantificeerd met een stereomicroscoop en de kleinere fragmenten (< 250 µm) zijn gekwantificeerd met een doorvallend-licht microscoop.

Het pollendiagram is gemaakt met TILIA 1.7.16 software (Grimm, 2011). Water- en moerasplanten zijn buiten de pollensom gehouden. Pollen van wilde grassen (Poaceae) zijn wel in de pollensom opgenomen.

4. Resultaten en discussie

Chronologie en lithologie

De twee dateringen geven aan dat het sediment in pingoruïne FRCP2-9 zowel de laatste fase van het Pleistoceen vertegenwoordigt (in ieder geval vanaf de Late Dryas) als een groot deel van het Holoceen. Dat betekent dat zowel pollen uit de laatste ijstijd als de huidige warmere periode bewaard zijn gebleven. In archeologische termen vertegenwoordigt het bemonsterde sediment uit de pingoruïne een periode die zich uitstrekt vanaf de steentijd (het Laat Paleolithicum) tot en met in ieder geval de Bronstijd. In hoeverre ook nog een deel van daarop volgende periode vertegenwoordigd is door onverstoord sediment, zal uit verder onderzoek moeten blijken (figuur 3; tabel 2).

Het sediment van het bemonsterde deel van de pollenboring bestaat grotendeels uit veen, waarvan de kleur varieert van zwart tot donkerbruin (tabel 3). Dit type sediment staat in de regel garant voor een goede conservering van het organisch materiaal inclusief het pollenarchief. De wetenschappelijke waarde van deze pingoruïne wordt daarmee als 'heel waardevol' ingeschaald.

Diepte (cm)	Gedateerd materiaal	Beta nr.	¹⁴ C BP	¹⁴ C cal. BC	Geologische periode	Archeologische periode
95-99	Mosresten en bloemknop	399760	3370 ± 30 BP	1740-1710 1700-1610	Subborea	Midden Bronstijd
289-292	Zaden van Waterdrieblad	399761	10280 ± 40 BP	10195-10010 9910-9895	Laat Glaciaal (Late Dryas)	Laat Paleolithicum

Tabel 2. De ¹⁴C-dateringen en de koppeling aan de geologische en archeologische periodisering.

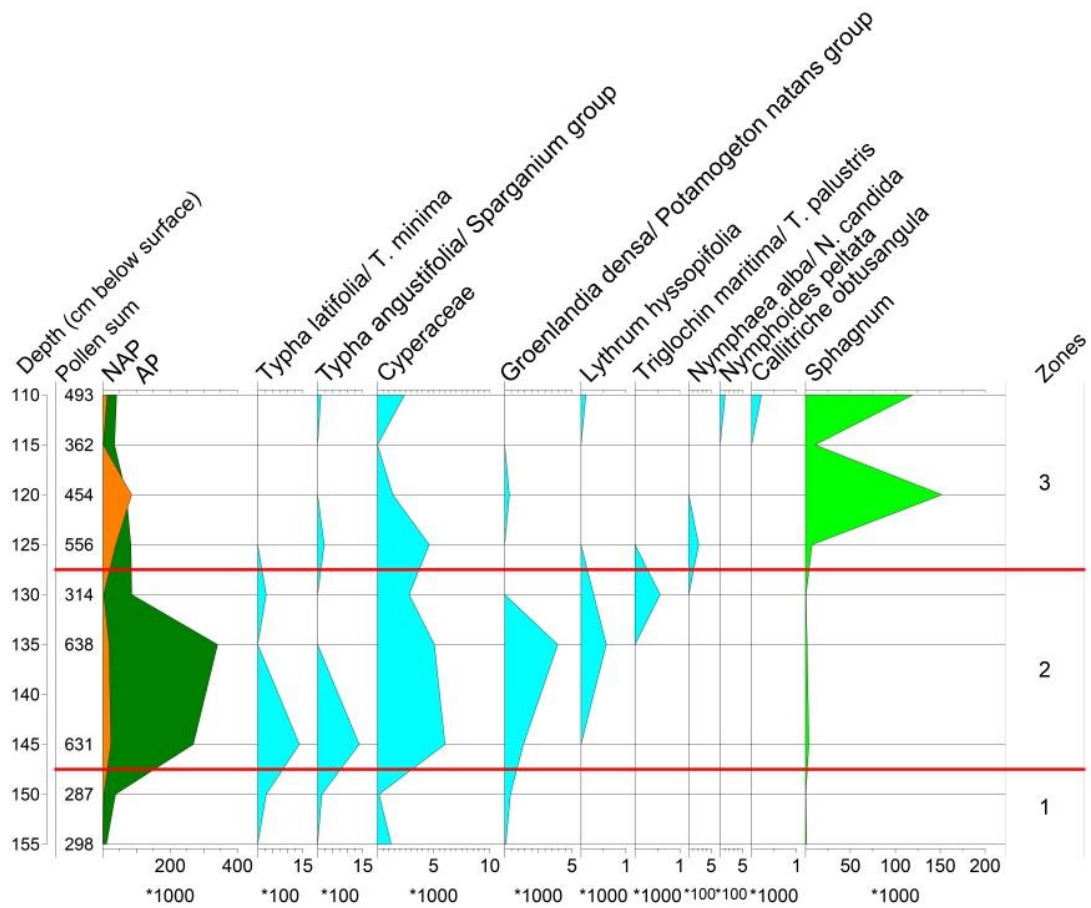
Diepte (cm)	Beschrijving
110-125	Zwart matig verteerd veen
130-145	Donker bruin-zwart zandig veen
150-151	Donker bruin rijk organisch zand
155-156	Donker grijs-bruin zand

Tabel 3. Lithologie van het bemonsterde deel van de boring.

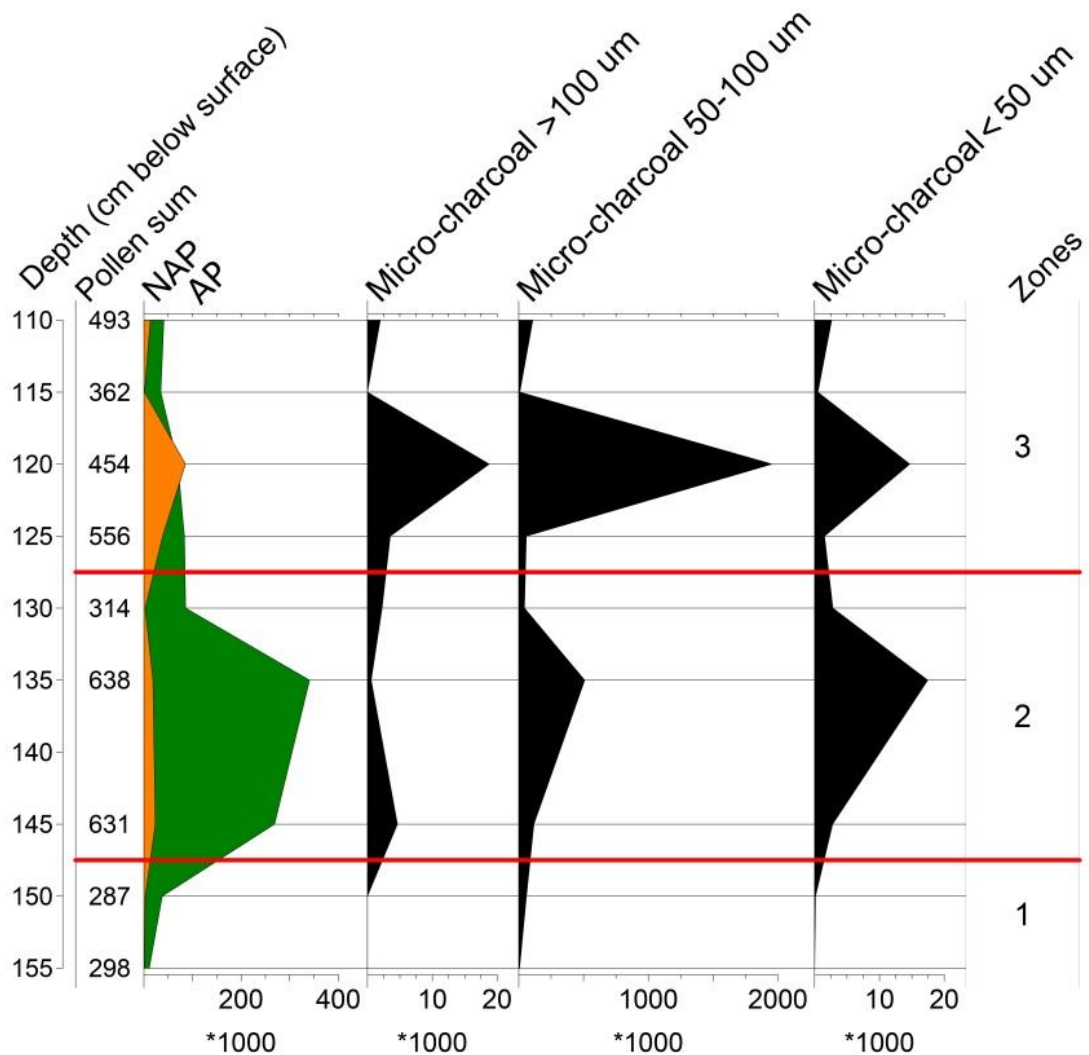
Pollenonderzoek

De concentratie en conservering van de pollen zijn goed, hetgeen te danken is aan het type sediment (veen) en de continu hoge grondwaterspiegel. Een vereenvoudigd pollendiagram is weergegeven in figuur 4, 5 en 6.

Figuur 4 (volgende bladzijde). De zonering op basis van de regionaal aanwezige taxa, weergegeven in een vereenvoudigd pollendiagram voor een diepte van 156-110 cm. Ter ondersteuning van de zonering is ook de curve voor de boompollen (AP) weergegeven en de curve van kruiden die zowel regionaal als lokaal aanwezig kunnen zijn geweest (NAP). Alle concentratie-waarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 100 of 1000 (voor elk taxon gespecificeerd op de X-as) (groen: bomen [arboreal pollen = AP]; oranje: kruiden [non-arboreal pollen = NAP]).



Figuur 5. De zonering op basis van de waterplanten en moerasplanten, weergegeven in een vereenvoudigd pollendiagram voor een diepte van 156-110 cm. Ter ondersteuning van de zonering is ook de curve voor de boompollen (AP) weergegeven en de curve van kruiden die zowel regionaal als lokaal aanwezig kunnen zijn geweest (NAP). Alle concentratie-waarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 100 of 1000 (voor elk taxon gespecificeerd op de X-as) (groen: bomen [arboreal pollen = AP]; oranje: kruiden [non-arboreal pollen = NAP]).



Figuur 6. De zonering op basis van de aangetroffen houtskoolfragmenten, weergegeven in een vereenvoudigd pollendiagram voor een diepte van 156-110 cm. Ter ondersteuning van de zonering is ook de curve voor de boompollen (AP) weergegeven en de curve van de kruiden die zowel regionaal als lokaal aanwezig kunnen zijn geweest (NAP). Voor verbrande plantenfragmenten worden vier grootteklassen onderscheiden en de aantallen zijn omgerekend naar een volume van 1 cm³. Voor alle curven zijn de aantallen gedeeld door 1000.

Op basis van deze eerste analyse worden drie pollenzones onderscheiden: de laatste fase van het Laat Boreaal (zone 1), het Atlanticum (zone 2A) en de overgang naar het Subboreaal (zone 2B).

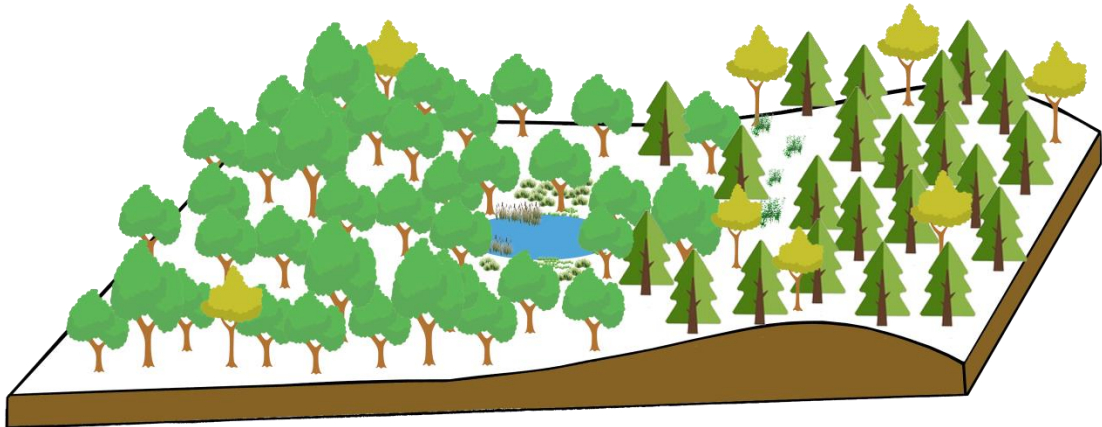
Pollenzone 1 (155-150 cm)

In deze pollenzone domineren Grove den (*Pinus sylvestris*) en Kraaiheide (*Empetrum nigrum*). Ook karakteristiek, maar vertegenwoordigd in lagere percentages, zijn de Ruwe/Zachte Berk (*Betula pendula/pubescens*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*). Een dergelijk gemengd bos van den en berk is kenmerkend voor het laat-Boreaal. Een dergelijk gemengd bos kennen we ook van andere locaties uit deze periode (Van Zeist, 1955).

De Grove den is aangepast aan drogere gronden en zal op de wat hogere delen hebben gegroeid, deels ook op grotere afstand van de pingo (figuur 7). De aanwezigheid van twee 'vleugels' aan de stuifmeelkorrel maken een verspreiding over

grote afstand mogelijk. De relatief hoge pollenwaarden geven echter aan dat de Grove den ook regionaal heeft gegroeid. Het is echter ook mogelijk dat enkele exemplaren van de Grove den in de pingoruïne hebben gegroeid. Het laat-Boreaal is immers gekenmerkt door relatief droge perioden waarbij ook de waterstand in de pingoruïnes voldoende laag kwam te staan om het sediment geschikt te maken voor de lokale vestiging van de Grove den. Dergelijke lokale groei kon worden aangetoond door de aanwezigheid van goed geconserveerde wortelstelsels en onderste delen van de stam, het zogenaamde kienhout, van de Grove den. Dergelijk kienhout uit onder andere pingoruïnes daterend uit het laat-Boreaal is onder meer gedocumenteerd door Woldring & Zomer (2009).

De pollenconcentratie is relatief laag in vergeleken met andere diagrammen. Dat geldt niet alleen voor pollen afkomstig van de regionale vegetatie, maar ook van de waterplanten en moerasplanten die lokaal aanwezig waren. Ook de concentratie van micro-houtskoolfragmenten is laag. Deze lage concentraties kunnen verklaard worden door een relatief hoge sedimentatiesnelheid, die op zijn beurt erop wijst dat er droge omstandigheden en een vrij open vegetatie waren.



Figuur 7: Vegetatiereconstructie van het Laat-Boreaal.

Pollenzone 2 (145-130 cm)

Pollenzone 2 vertegenwoordigt het Atlanticum, dat gekenmerkt wordt door een klimaatoptimum: de periode in het Holoceen dat het in Nederland warmer was dan nu. Dat wordt ondersteund door zowel een grote toename van boompollen als van een toename van pollen van kruidachtige planten. De vegetatie zal daarmee veranderd zijn van een vrij open bos naar een gesloten bos (figuur 8). Kruidachtige bosplanten zullen moeten hebben geprofiteerd van voorjaarsbloei en van de open plekken die ontstaan wanneer oude bomen omvallen.

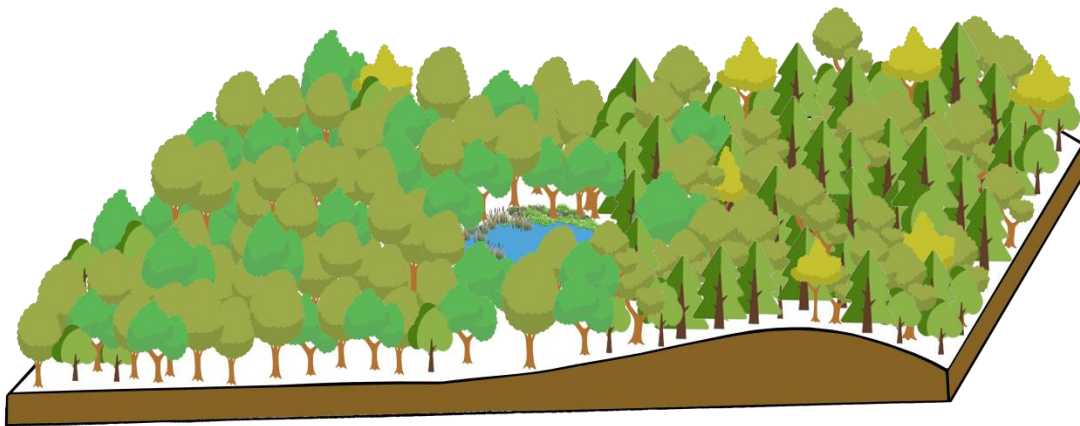
Terwijl de pollenwaarde van de Grove den sterk afneemt, nemen die van Ruwe/Zachte Berk en Winterlinde/Zomerlinde (*Tilia cordata/platyphyllos*) duidelijk toe. Er ontwikkelt zich een soortenrijk bos, waarin naast voorgenoemde soorten ook Wilg (*Salix*), Hazelaar (*Corylus avellana*), Wintereik/Zomereik (*Quercus petraea/robur*), Zwarte/witte els (*Alnus glutinosa/incana*), Ruwe iep/Fladderiep/Gladde iep (*Ulmus glabra/laevis/minor*) zich gaan vestigen. In de tweede helft van het Atlanticum komt daar ook de Beuk (*Fagus sylvatica*) bij. Het gemengde bos kent zowel dichte plekken met veel schaduw, waar bijvoorbeeld de beuk zich vestigt, en meer open plekken, waar bijvoorbeeld de hazelaar kan bloeien en vrucht vormen. De Wilg en Zwarte/Witte els zullen op de nattere plekken hebben gegroeid en wellicht deel hebben uitgemaakt van de oevervegetatie.

De kruidachtige vegetatie wordt gedomineerd door heideachtigen, Alsem (*Artemisia campestris/maritima/vulgaris*) en grassen (Poaceae). De heideachtigen worden vertegenwoordigd door de al aanwezige Kraaiheide en Struikheide, terwijl

daarnaast ook Dopheide (*Erica tetralix*) zich vestigt. Evenals de hazelaar, indiceren deze planten de aanwezigheid van open vegetatie. Een landschap met afwisselend gemengd bos en open vegetatie is aantrekkelijk voor grazers.

Ook ontwikkelt er zich in het Atlanticum een soortenrijke lokale water- en oevervegetatie (figuur 5). Als waterplant is Fonteinkruid (*Potamogeton*) aanwezig. De oevervegetatie bestaat, naast Wilg en Zwarte/Witte els uit een scala van kruidachtige planten, waaronder Lisdodde (*Typha*), Egelskop (*Sparganium*), Kleine kattestaart (*Lythrum hysoppifolia*), Schrorrenzoutgras/Moeraszoutgras (*Triglochin maritima/palustris*) en Cypergrassen (Cyperaceae). Hoewel het pollen van Schrorrenzoutgras en Moeraszoutgras niet te onderscheiden is, is het het meest waarschijnlijk dat Moeraszoutgras op de vochtige delen groeide.

De concentratie van microhoutschool is groot in het Atlanticum. De variatie in grootte van de deeltjes wijst op lokale branden. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen in welke mate dit afkomstig is van bomen dan wel van kruidachtige planten.



Figuur 8: Vegetatiereconstructie van het Atlanticum.

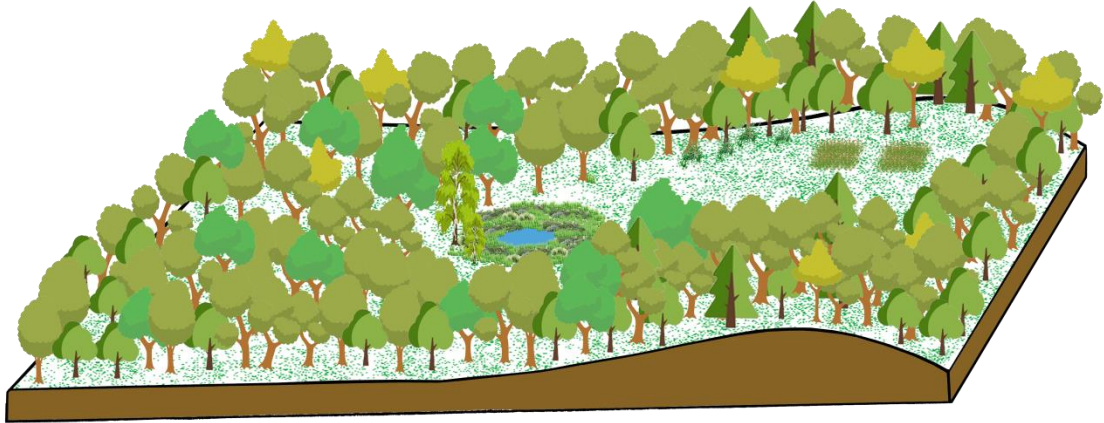
Pollenzone 3 (125-110 cm)

De bovenste pollenzone vertegenwoordigt het Subboreaal. De vegetatiezone wordt gekenmerkt door de afname van boompollen en de daarmee samenhangende toename van open vegetatie. Een nieuwe boom is de Haagbeuk (*Carpinus betululus*). De pollenwaarden van zowel Hazelaar als Winterlinde/Zomerlinde blijven nog relatief hoog. De kruidachtige open vegetatie wordt gedomineerd door grassen.

Pas in deze fase van de vegetatieontwikkeling zijn er duidelijke signalen van landbouw. Primaire indicatoren zijn afkomstig van granen, waarbij drie pollentypen vertegenwoordigd zijn: Haver/Tarwe (*Avena/Triticum*), Gerst (*Hordeum*) en Rogge (*Secale cereale*). De eerste twee graan-groepen zijn al aanwezig aan het begin van de vegetatiezone, terwijl Rogge pas in het bovenste deel van het onderzochte sediment wordt aangetroffen (110 cm). Secundaire indicatoren voor landbouw blijken meer gekoppeld te zijn aan de verbouw van Rogge, dan aan de verbouw van de andere granen. Zo komt pollen van Zuring (*Rumex acetosella*) gelijktijdig in beeld met dat van Haver/Tarwe/Gerst, terwijl pollen van Rogge vergezeld gaat van met die van Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en Witte klaverzuring (*Oxalis corniculata*). Dergelijke wilde planten zijn aangepast aan grondverstoring en worden als secundaire antropogene pollenindicatoren beschouwd (Behre, 1992)

Ook in deze vegetatiezone is er sprake van depositie van micro-houtschool. De hoogste concentraties bevinden zich op een diepte van 120 cm. Op deze diepte domineert het stuifmeel van grassen, terwijl dat van granen relatief laag is. Mogelijk is er sprake van het afbranden van graslanden om de vegetatie te verjongen en daarmee aantrekkelijk te maken voor vee en wilde dieren.

In de pingoruïne is er sprake veen veengroei (*Sphagnum*). Dat wijst op rustig oppervlaktewater dat geleidelijk wordt afgesloten door deze drijvende veenvormer. Ook andere waterplanten met drijvende bladeren dekken het wateroppervlak af, zoals die van de Witte/Noordelijke Waterlelie (*Nymphaea alba/candina*) en Watergentiaan (*Nymphoides peltata*).



Figuur 9: Vegetatiereconstructie van het Subboreaal.

5. Conclusies

De boorkern 479 bevat afwisselend zandig en organisch sediment. Hiervan is het bovenste organisch sediment onderzocht, dat zich onder de verstoorde bouwvoor bevindt. Een ¹⁴C-datering uit het bovenste deel van dit organisch sediment (op een diepte van 99-95 cm) geeft aan dat de Midden bronstijd nog vertegenwoordigd is (1700-1600 cal BC). Daarmee biedt deze pingoruïne een goed archief voor verder onderzoek naar de overgang van jagen/verzamelen naar vroege landbouw.

De lokale vegetatie in de pingoruïne laat een duidelijke ontwikkeling zien. Het is niet uit te sluiten dan in droge fasen van het laat-Boreaal boomgroei mogelijk was op de zandige vulling van de pingoruïne. Bij het leeghalen van pingoruïnen wordt met regelmaat kienhout (wortelstelsels en onderste delen van stammen) aangetroffen van met name Grove den. In het Atlanticum en Subboreaal zal oppervlaktewater vaak aanwezig zijn geweest, hetgeen af te leiden is uit de aangetroffen oeverplanten en een enkele waterplant, zoals Fonteinkruid. Pas in het Subboreaal gaat veenvorming in een minraalrijke omgeving (eutroof) over in veenvorming dat afhankelijk wordt van miuneraalarm regenwater (oligotroof). In deze fase worden veel sporen van veenmos (*Sphagnum*) aangetroffen. We mogen aannemen dat vroege boeren een dergelijk mos ook geoogst hebben om het te gebruiken als bijvoorbeeld vulmiddel en isolatiemiddel.

Het pollensignaal van de akkerbouw sluit goed aan bij dat van de nabijgelegen pingoruïne FRCP2-10 (Seyedsaran et al., 2019). Pollendiagrammen van beide locaties laten zien dat de overgang naar landbouw relatief laat plaatsvond (Subboreaal). De eerste graansoorten die in beeld komen zijn van zelfbestuivend graan (tarwe en gerst). Dat zijn de graansoorten die wij goed kennen uit de beginfase van de akkerbouw in Nederland – daarmee is het gelukt de start van de akkerbouw in beeld te krijgen. In het laatste spectrum komt daarnaast ook rogge voor. Deze graansoort komt aan het einde van de prehistorie voor het eerst voor in Nederland.

Ook de depositie van micro-houtskool is aanwezig, waarbij relatief hoge concentraties zowel aanwezig zijn in de fase voorafgaand aan de landbouw als tijdens de landbouw. Het is mogelijk dat het deze micro-houtskool fragmenten deels gekoppeld zijn aan de ontwikkeling van de landbouw, waarbij bospercelen afgebrand worden ten gunste van akkers. Het is ook mogelijk dat open kruidachtige vegetatie periodiek is gebrand om zo vegetatie te verjongen. Jonge kruidachtige planten zijn makkelijker te verteren en daardoor voedzamer. Een dergelijke menselijke ingreep kan zowel ten goede komen van eigen huisdieren als van wilde grazers die bejaagd worden.

6. Literatuur

- Aaldersberg, G., 2010.** Plangebied De Centrale As; gemeenten Dantumadeel en Tytsjerksteradiel: Archeologisch vooronderzoek in de deelgebieden 217 en 218 alsmede 9 potentiële pingoruïnes. *RAAP-rapport 2093*. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.
- Behre, K.E., 1992.** The history of rye cultivation in Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 1: 141-156.
- Faegri K., Iversen J., 1989.** Textbook of pollen analysis, 4th edition (by Faegri K, Kaland P.E, Krzwinski K), John Wiley and Sons: Chichester. 328.
- Grimm, E.C., 2011.** Tilia ver. 1.7.16. Illinois State Museum.
- Jans, J.E.A., 2015.** Twee pingoruïnes nabij Hurdegaryp (deelgebieden 9 en 10) in plangebied De Centrale As Gemeente Tytsjerksteradiel Archeologisch vooronderzoek: bemonstering en datering. *RAAP-notitie 4945*.
- Punt, W., et al., 1976-1988.** *The Northwest European Pollen Flora I-VIII*. Elsevier, Amsterdam vol. 1 (1976); vol. 2(1980); vol. 3 (1981); vol. 4 (1984); vol. 5 (1988).
- Seyyedsaran, T.T., D.C.M. Raemaekers, R.T.J. Cappers & A. Maurer , 2019.** Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne FRCP2-10 nabij Hurdegaryp – gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland). *Grondsporen* 51.
- Stockmarr, J., 1972.** Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen spores* 13: 615-621
- Verbers, A., B. Dijkstra & U. Vegter, 2018.** Pingoruïnes. Bijzondere landschapselementen vragen om bijzondere aandacht. *Het Nederlands Landschap. Tijdschrift voor Landschapsgeschiedenis* 36: 58-63.
- Woldring, H. & J. Zomer, 2009.** De vestiging, ondergang en conservering van het laat-Boreale dennenbos van Roderwolde: een palynologische reconstructie. *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 126: 107-124.
- Zeist, W. van, 1995.** Pollen analytical investigations in the northern Netherlands with special reference to archaeology. *Acta botanica Neerlandica* 4(1): 1-81.