

University of Groningen

Uitgestorven maar nog niet veilig: hoe klimaatverandering de mammoet bedreigt

Bonhof, W.; Verheijen, I.; Loonen, Maarten J.J.E.

Published in:
Paleo-aktueel

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:
2017

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

Citation for published version (APA):

Bonhof, W., Verheijen, I., & Loonen, M. J. J. E. (2017). Uitgestorven maar nog niet veilig: hoe klimaatverandering de mammoet bedreigt. *Paleo-aktueel*, 2017(28), 121-127.

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.

PALEO-AKTUEEL

Het Groninger Instituut voor Archeologie presenteert zijn onderzoek

28



In dit nummer oa

**UITGESTORVEN, MAAR NOG NIET
VEILIG: HOE KLIMAATVERANDERING
DE MAMMOET BEDREIGT**

**VELDKARTERINGEN IN HET TERPENGEBIED:
EEN PILOT IN NOORDELIJK WESTERGO**

**EEN INTRODUCTIE IN
ARCHAEOGAMING**

Met de jaarlijkse uitgave van *Paleo-aktueel* geven de medewerkers en studenten van het Groninger Instituut voor Archeologie inzicht in een deel van het lopende onderzoek van het instituut.

Aan dit nummer werkten mee: Stijn Arnoldussen, Peter Attema, René Cappers, Merit Hondelink, Elisabeth van 't Lindenhout, Wieke de Neef, Johan Nicolay, Annet Nieuwhof, Bert Nijboer, Yftinus van Popta, Daan Raemaekers, Esther Scheele, Mans Schepers, Diana Spiekhout en Sarah Willemsen.

Redactiecoördinatie: Sarah Willemsen

Vormgeving en omslagontwerp: Siebe Boersma

Correctie Engelse samenvattingen: Xandra Bardet

Foto omslag: Onderzoekers documenteren de botten van een mammoet onderaan permafrost kliffen op Bolshoy Lyakhovsky (foto I.K.A. Verheijen). Zie artikel Bonhof *et al.*

ISBN 9789492444189

ISSN 1572-6622

Website: www.paleo-aktueel.nl

Adres van de redactie

Rijksuniversiteit Groningen
Groninger Instituut voor Archeologie (GIA)
Poststraat 6 9712 ER Groningen
Tel.: 050 363 6712
gia@rug.nl

Adres van de uitgever

Barkhuis Publishing
Kooiweg 38 9761 GL Eelde
Tel. 050 3080936 fax 050 3080934
info@barkhuis.nl www.barkhuis.nl



**rijksuniversiteit
groningen**

**groninger instituut
voor archeologie**

© GIA. Inlichtingen:

www.rug.nl/let/onderzoek/onderzoekinstututen/gia/publications

Paleo-aktueel 28

Rijksuniversiteit Groningen / Groninger Instituut voor Archeologie (GIA)
University of Groningen / Groningen Institute of Archaeology
& Barkhuis Publishing
Groningen, 2017

Inhoud

EEN GRAFVELD UIT DE TRECHTERBEKER-PERIODE IN OOSTERDALFSEN: SPIEGEL VAN EEN COMPLEXE SAMENLEVING? Youp van den Beld & Henk van der Velde	7
EEN SÖGEL-WOHLDE-ZWAARD UIT HET DAL VAN HET OUDE DIEP BIJ ECHTEN (DR.) Wijnand van der Sanden & Stijn Arnoldussen	17
GROT, BOT, POT, WEERSTANDSPLOT. ARCHEOLOGISCH EN GEOFYSISCH ONDERZOEK IN DE GROT LA SASSA (LAZIO, ITALIË) Wieke de Neef, Luca Alessandri, Burkart Ullrich & Mario Rolfo	27
EEN MULTIFUNCTIONEEL 3D-MODEL: INTERDISCIPLINAIR ONDERZOEK NAAR EEN OPGEWORPEN HEUVEL TE CRUSTUMERIUM (ITALIË) Peter Attema, Remco Bronkhorst & Nikolaas Noorda	33
SPECIALISATIES IN GENEZINGSCENTRA IN KLASSIEK EN HELLENISTISCH GRIEKENLAND (ca. 500-200 v.Chr.) Anne-Lieke Brem	41
VELDKARTERINGEN IN HET TERPENGEBIED: EEN PILOT IN NOORDELIJK WESTERGO Angelique Kaspers & Trijneke Sibma	49
EEN VENDELHELM UIT HALLUM? VERSLAG VAN EEN ARCHEOLOGISCHE ZOEKTOCHT Johan Nicolay, Gert van Oortmerssen, Bertil van Os & Gary Nobles	59
EEN KIJKJE IN DE VROEGMODERNE NEDERLANDSE KEUKEN VANUIT ARCHEOBOTANISCH, HISTORISCH EN EXPERIMENTEEL PERSPECTIEF Merit Hondelink	69
ACHTER HET PLEISTERWERK: EEN WERELD IN EEN ZUID-FRANSE MUUR Mans Schepers & Henny Groenendijk	79
NOOTONDERZOEK IN FLEVOLAND. BIJZONDERE BOTANISCHE RESTEN IN HET 18 ^{DE} -EEUWSE VRACHTSCHIP OO 64A (DRONTEN) Yftinus van Popta & Morvenna van Rijn	87
ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK NAAR DE GROOTE SCHOUWBURG VAN DE HEEREN-KOMEDIE TE GRONINGEN Joshua Veldhuis	97

ONDERZOEK NAAR DE ECOLOGISCHE VOETAFDruk VAN MIJNWERKERS TE ADVENT CITY, SPITSBERGEN Rosanne van Bodegom & Martha de Jong	103
KLIK OP START OM TE BEGINNEN: EEN INTRODUCTIE IN <i>ARCHAEOGAMING</i> Merel van den Hoek	113
UITGESTORVEN, MAAR NOG NIET VEILIG: HOE KLIMAATVERANDERING DE MAMMOET BEDREIGT Wouter Bonhof, Ivo Verheijen & Maarten Loonen	121

Uitgestorven, maar nog niet veilig: hoe klimaatverandering de mammoet bedreigt

Wouter Bonhof¹, Ivo Verheijen² & Maarten Loonen³

Als we aan de ijstijd denken, beelden we ons een koud en guur landschap in, met grote gletsjers en besneeuwde heuvels. Neanderthalers, gekleed in vachten, met houten speren in de hand op zoek naar de wolharige mammoet, *Mammuthus primigenius* (Blumenbach 1799), het grootste dier dat in deze extreme omgeving rondzwierf. Dit bijzondere dier wordt vaak gezien als *de* mascotte van de ijstijd. Helaas is de mammoet uitgestorven en kunnen ze tot op heden enkel in musea worden bezichtigd. Er lopen meerdere onderzoeken naar de mogelijkheid om mammoeten te klonen, maar nog geen enkel project heeft zijn doel kunnen behalen. Om meer te weten te komen over de levensstijl van deze giganten en de manier waarop paleolithische jagers gebruik van hen maakten, moeten we de restanten die in de grond bewaard zijn gebleven onderzoeken. Voornamelijk het Arctische gebied van Rusland staat bekend om de grote hoeveelheden mammoetresten. Niet alleen hun botten en slachttanden worden vaak aangetroffen, ook hun haren, huid en ingewanden blijven incidenteel in uitzonderlijke conditie bewaard. Echter, door de huidige temperatuurstijging ontdooit de permafrost waarin de mammoeten zich bevinden en dreigt er een groot verlies aan potentiële archeologische en paleontologische data.

Het Arctisch gebied biedt extreme uitdagingen aan mens en dier. Temperaturen dalen tot ver onder het vriespunt, het is er zes maanden per jaar donker en er groeien haast geen bomen waar werktuigen of hutten van kunnen worden gemaakt. De vroegste menselijke bewoners van het Arctisch gebied konden hier hoogstwaarschijnlijk enkel overleven door de aanwezigheid van mammoeten. Deze boden een dikke vacht

waarvan touwen konden worden gemaakt, grote botten en slachttanden voor de constructie van hutten (die mogelijk met mammoethuiden werden bedekt) en vet en uitwerpselen als brandstof voor vuren. Bovenal werden er werktuigen en sieraden gemaakt van het ivoor (Pitulko *et al.* 2017: 134). Mammoeten werden dus niet in de eerste plaats bejaagd vanwege hun vlees, maar vanwege de grote hoeveelheid grondstoffen die ze te bieden hadden. Het oudste bewijs voor menselijke aanwezigheid in het Arctisch gebied vormt dan ook een mammoet die circa 50.000 jaar geleden hoogstwaarschijnlijk werd gedood voor zijn ivoor (Pitulko *et al.* 2016: 261). Naast aanwijzingen voor jacht, zoals een doorboorde schouderblad en steekwond in de schedel bij de basis van de slurf, duidt de bewerking van de rechter slachttand op het winnen van de grondstoffen. Het uiteinde van de slachttand diende als slagplatform, vanwaar enkele stroken ivoor waren verwijderd (Pitulko *et al.* 2016: 261).

Door heel Siberië zijn paleolithische sites bekend waar ivoren voorwerpen zijn aangetroffen. De structuur en kwaliteiten van dit materiaal zijn vergelijkbaar met die van hout, en, in tegenstelling tot laatstgenoemde, was ivoor in grote hoeveelheden beschikbaar (Pitulko *et al.* 2015: 342). Of deze exploitatie de belangrijkste factor is geweest in het uitsterven van de mammoet is onderwerp van discussie (Nikolskiy & Pitulko 2013: 4196). Recent onderzoek heeft uitgewezen dat in de laatste mammoetindividuen op het Russische eiland Wrangel, vanwege beperkte populatiegrootte, een aantoonbare DNA-degeneratie heeft plaatsgevonden. Dit zorgde er waarschijnlijk voor dat de vacht dunner en minder isolerend werd,

Fig. 1. Een stapel mammoet slagstanden van wisselende kwaliteit. Deze zijn binnen een tijdsbestek van enkele weken gevonden en moeten nog in folie worden ingepakt om uitdroging te voorkomen (foto I.K.A. Verheijen).



uiteindelijk resulterend in het uitsterven van de mammoet (Roger & Slatkin 2017: 8).

Na het overlijden van een dier raakt het bedekt door modder en zand, en vergaat het vaak al gedeeltelijk. Het ontbindingsproces gaat door nadat het volledig bedekt is geraakt, maar in een lager tempo. De eigenschappen van de bodem hebben veel invloed op dit proces en zijn bepalend voor wat wel en niet bewaard blijft voor archeologen. In essentie is de natuur zo ontworpen dat alles vergaat en gerecycled kan worden. Permafrost vertraagt de ontbinding en kan deze zelfs volledig stilleggen. De koude en anaerobe omgeving die de Siberische permafrost biedt, is daarom uitermate geschikt voor de conservering van organische materialen.

Permafrost is grond die het gehele jaar bevroren is. Tijdens de warme zomers ontdooit de bovenste laag tot enkele tientallen centimeters diep. Omdat de onderliggende grond bevroren is, blijft het smelt- en regenwater in de bovenste lagen staan. Deze laag raakt langzaam verzadigd en wordt een licht vloeibare modder. Als dit op een hellend

vlak gebeurt, kan de bovenste laag naar beneden stromen en de bevroren grond blootstellen aan de warme buitenlucht.

Door de stijgende temperaturen, veroorzaakt door een verhoogde CO₂-uitstoot, smelten permafrostbodems steeds vaker en dieper. Als permafrost smelt, komen er grote hoeveelheden koolstofdioxide en methaan vrij. Deze broeikasgassen zorgen voor een verdere stijging in temperatuur, die vervolgens weer resulteert in meer smeltend permafrost (Vonk *et al.* 2012: 137). Hoe meer bovenlagen er verdwijnen en hoe meer permafrost smelt, des te meer dierlijke restanten er tevoorschijn komen, die tot nu toe tienduizenden jaren in de grond bewaard zijn gebleven.

Enkele van de belangrijkste en meest bijzondere vondsten uit de permafrost zijn mammoet-slagstanden (fig. 1). Deze kunnen in uitmuntende staat worden aangetroffen; soms zijn ze zelfs niet met het blote oog te onderscheiden van modern olifantivoor (O'Neil Espinoza & Mann 1993: 242). De lokale bevolking van Jakoetië, een autonome

Fig. 2. De Nieuw Siberische eilanden in het noorden van Siberië (bron WikiCommons).



republiek in de Russische Federatie, maakt nu dankbaar gebruik van deze natuurlijke vriezer vol ijstijdschatten.

De noordelijke bewoners zoeken tegenwoordig actief naar de slagstanden bij smeltende permafrostkliffen en in gebieden met thermokarstbodems, landschappen gekenmerkt door onregelmatige oppervlakten als gevolg van het jaarlijks bevriezen en ontdooien van de ondergrond. Vaak zijn de slagstanden slechts deels zichtbaar in de grond of steken ze uit bevroren muren van modder. Als een slagstand uit de ontdooide grond steekt, kan die met een schop uitgegraven worden, maar het is veel makkelijker en sneller

om hogedruksputten te gebruiken. Met een kleine dieselmotor kan water uit nabijgelegen rivieren en meertjes omhoog worden gepompt om de grond van de heuvel af te spoelen. Een belangrijk voordeel van deze methode is dat er een veel kleinere kans is dat het ivoor beschadigd raakt, iets wat de waarde enorm zou verminderen. Als de slagstand vastzit in de permafrost, kan deze met de hand worden losgehakt, maar de ivoorjagers kunnen de tand ook laten zitten en wachten tot deze vrijkomt door het natuurlijk ontdooien van de grond. Om te voorkomen dat andere jagers er met de vondst vandoor gaan, wordt het ivoor met een stukje stof gemarkeerd. Omdat de slagstanden

niet vergaan of worden aangetast door de veranderende omstandigheden, worden ze bewaard in kleine meertjes of in meerdere lagen plastic folie gewikkeld. Ivoor dat in uitmuntende staat is kan honderden euro's per kilogram waard zijn en wordt vaak verwerkt tot kunstvoorwerpen en sieraden (Lagrot & Auf dem Kampe 2016: 54).

Er zijn verschillende gebieden waar actief naar slagstanden wordt gezocht. Op het vasteland zijn de bevroren oevers van de grote rivieren erg populair. Deze locaties zijn makkelijk per boot te bereiken en hebben enkele natuurlijke hotspots, zoals de beroemde *Mus Khaya* (Russisch voor ijsberg) vlakbij het dorpje Kazachye. Indertijd is hier door het stromend rivierwater een grote hoeveelheid mammoetresten verzameld, gedeponeed en uiteindelijk in de grond beland. Andere geliefde locaties zijn de Nieuw Siberische eilanden in de Laptevzee (fig. 2). Deze zijn lastiger te bereiken, omdat ze door een waterweg van tenminste 70 km van het vasteland zijn gescheiden. Op deze eilanden smelt de permafrost sneller, waardoor er een grotere kans is om ivoor te vinden, en vanwege hun afgelegen locatie zijn er over het algemeen minder ivoorjagers. Er zijn twee manieren om de eilanden te bereiken. Allereerst kunnen de mannen door middel van sneeuwscooters en trucks over de zee rijden als deze tijdens de strenge winters bevroren is. Deze manier van transport betekent wel dat ze de eilanden pas kunnen verlaten als het water weer bevroren is, grofweg zes maanden later (Larmer 2013). De tweede optie is om per boot te reizen. De Yana rivier wordt stroomafwaarts gevolgd, waarna een groot stuk open water moet worden overgestoken. De tocht, die tien uur duurt en in kleine bootjes wordt voltrokken, is veelal erg onprettig, maar biedt de jagers meer flexibiliteit in aankomst- en vertrekdatum. Beide opties zijn gevaarlijk en niet efficiënt om individueel te volbrengen. Daarom wordt er vaak samengewerkt. Hierdoor wordt de concurrentie gereguleerd en kunnen de zoektochten naar ivoor beter gecoördineerd worden. Op drukbezochte locaties op de eilanden zijn door de

ivoorjagers houten huisjes gebouwd, die bescherming bieden tegen onguur weer en verdwaalde ijsberen (Lagrot & Auf dem Kampe 2016: 52-54).

Het werk zelf is ook zeker niet zonder risico. De slagstanden worden vaak zichtbaar in de steile ijzige landtongen nadat grote stukken van de kust weggeërodeerd zijn. Het lopen onder deze bevroren kliffen is zeer gevaarlijk, aangezien grote delen van de permafrost ieder moment zonder waarschuwing naar beneden kunnen komen zetten. Om bij het ivoor te komen moeten de jagers de gladde hellingen voorzichtig beklimmen. Hiervoor kunnen klimijzers onder de schoenen worden gebonden, maar veelal beschikken de jagers hier niet over. Daarnaast gaan de ivoorjagers vaak zelfstandig op pad, om hun kans op succes te vergroten. Dit brengt grote risico's met zich mee, aangezien er geen telefonisch bereik is op de eilanden en het dus dagen kan duren voordat ze worden gevonden als er iets fout gaat (Lagrot & Auf dem Kampe 2016: 59).

De eilanden zijn ver verwijderd van dorpen en ziekenhuizen, en het frequente slechte weer verhindert spontane boottochten naar het vasteland. In de zomer van 2016 zorgde dit voor grote problemen. Terwijl twintig ivoorjagers, opgesplitst in drie groepen, de eilanden Bolshoy Lyakhovsky (twee groepen) en Stolbovoy (één groep) afstruinden naar ivoor, ging de boot die als veerboot naar het vasteland diende kapot. Toen een helikopter van het leger enkele weken na het eerste noodsignaal eindelijk de eilanden kon bereiken, zat één groep al ruim tien dagen zonder eten, terwijl de gemiddelde temperatuur tot -15°C was gezakt. Wonderbaarlijk genoeg werden alle ivoorjagers op tijd gevonden en veilig naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis gebracht (*The Siberian Times*, 27 oktober 2016).

Er zijn twee belangrijke redenen waarom de hier beschreven risico's worden genomen. Allereerst zorgde het instorten van het communisme in Rusland voor een sterke afname van werkgelegenheid in Jakoetië. Als gevolg hiervan is de populatie in de afgelopen drie decennia in

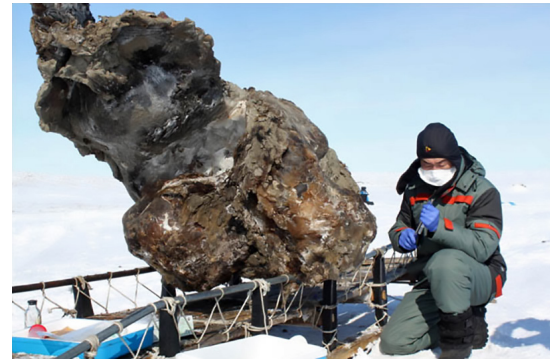


Fig. 3. Onderzoekers documenteren de botten van een mammoet onderaan permafrost kliffen op Bolshoy Lyakhovsky. Omdat het eiland slechts met kleine boten te bereiken is kan niet al het materiaal verzameld worden en zal een deel in de zee verdwijnen (foto I.K.A. Verheijen).

Fig. 4 (rechts). Dr. Semyon Grigoriev met de Maly Lyakhovsky mammoet. In een klein buisje verzamelt hij vloeistoffen die uit het lichaam kwamen tijdens het opgraven (Liswoska 2013).

het Ust-Yansky district gedaald van ca. 40.000 in 1989, naar ca. 8.000 in 2010 (Larmer 2013). Bovendien zorgde het verbod op de olifantenjacht voor een sterke toename in de waarde van ivoor. Mammoetivoor wordt gezien als een goed alternatief, vooral de in permafrost uitstekend bewaard gebleven stukken. Aangezien deze dieren reeds uitgestorven zijn, is er geen verbod op dit type ivoor. Veel geld kan dus verdiend worden aan een redelijk eenvoudige, doch zeer gevaarlijke bezigheid (Lagrot & Auf dem Kampe *et al.* 2016, 54).

Vanwege de sterke gelijkenis werd gedacht dat het gebruik van mammoetivoor als vervanger voor modern ivoor zou leiden tot een afname in het aantal gestroopte olifanten. Helaas is dit niet het geval gebleken en wordt mammoetivoor vanwege de, op het blote oog, grote gelijkenis, tegenwoordig misbruikt als dekmantel voor de handel in olifantslagtanden. Mede om deze reden heeft China recentelijk aangekondigd alle ivoorhandel per 31 december 2017 te verbieden. Op 31 maart 2017 werden reeds twaalf van de 34 beeldhouwfabrieken voor ivoor en ruim één derde van de 143 ivoorwinkels gesloten (Sudworth 2017).



De activiteiten van de ivoorjagers zijn van invloed op het smelten van de permafrost. Doordat ze de ontdooide grond verwijderen om bij de slagtanden te komen, wordt er steeds meer permafrost blootgesteld aan de hoge zomertemperaturen. Hierdoor ontdooit de permafrost sneller en in grotere hoeveelheden. De Lyakhovsky eilanden worden het meest bezocht door de ivoorjagers en hebben hierdoor het meest te lijden. Alle vondsten die hier uit de grond komen, verdwijnen ofwel met de ivoorjagers, ofwel in de omliggende zee. Dit maakt de kans op archeologische vondsten, en dus een toename van onze kennis over de paleolithische ivoorjagers kleiner.

Wetenschappers kijken met gemengde gevoelens naar de activiteiten die in het gebied plaatsvinden. “*The scale of vandalism in the Arctic and damage caused to its unique monuments - palaeontological, geological and archaeological - is huge*” stelt dr. Vladimir Pitulko, verbonden aan het Instituut voor Geschiedenis en Materiële Cultuur van de Russische Academie van Wetenschappen (Gertcyk 2017). Omdat de ivoorjagers voornamelijk op zoek zijn naar de slagtanden en slechts zelden de overige onderdelen van de mammoeten meenemen (fig. 3), gaat een enorme hoeveelheid informatie verloren. De botten worden namelijk uit de beschermende permafrost gehaald en aan het oppervlak achtergelaten om vervolgens door natuurlijke verwerking vernietigd te worden, of, wanneer ze aan de kust liggen, door de zee verzwolgen te worden. Niet alleen kan aan de hand

van mammoetbotten menselijke aanwezigheid en activiteit uit het verleden in het Arctisch gebied worden onderzocht, ook de evolutie, demografie, gezondheid en het uiteindelijke uitsterven van deze giganten uit de IJstijd kunnen op basis hiervan gereconstrueerd worden. Dankzij verbeterde relaties tussen ivoorjagers en wetenschappers worden bijzondere vondsten aan lokale onderzoekers gemeld en wordt er af en toe een gezamenlijke expeditie georganiseerd (Lagrot & Auf dem Kampe 2016: 54). Een voorbeeld van de uitmuntende resultaten die hiermee behaald kunnen worden, is de bevroren mammoet van Maly Lyakhovsky (fig. 4). In 2012 werd het karkas van een mammoet gevonden op dit kleine Siberische eiland. Wetende dat grote hoeveelheden zacht weefsel van mammoeten zeldzaam zijn, informeerden de ivoorjagers dr. Semyon Grigoriev, hoofd van het Mammoetmuseum in Jakoetsk. Samen met een klein team vertrok hij in mei 2013 richting het noorden om deze exceptionele vondst te bestuderen en te bergen. Niet alleen troffen ze huid en ingewanden in uitstekende staat aan, ook de spieren bleken nog rood en pezig. Zelfs vloeibaar bloed werd in dit bevroren karkas ontdekt, wat leidde tot de speculatie dat mammoeten een natuurlijk antivriesmiddel in hun bloed hadden (Grigoriev *et al.* 2017: 13; Lisowska 2013).

Men kan de activiteiten van de ivoorjagers niet zonder meer afkeuren, omdat zij gebruik maken van nieuwe lokale mogelijkheden om hun brood te verdienen. Zonder de inspanningen van deze mensen zouden de buitengewone vondsten hoogstwaarschijnlijk nooit worden gedaan en zouden de mammoetrestanten één voor één uit de ontdooiende permafrost vrijkomen en in zee verdwijnen. Archeologen moeten deze kans

aangrijpen om de lokale bevolking bewust te maken van de archeologische waarde van hun vondsten en met hen samenwerken om op zoek te gaan naar sporen van menselijke aanwezigheid in dit afgelegen gebied. Ironisch genoeg zijn daarmee juist de huidige ivoorjagers de belangrijkste redders van de mammoet.

Extinct, but still endangered: How climate change threatens woolly mammoths

Rising temperatures as a result of current climate change cause coastal permafrost in the Russian Arctic to melt and expose its hidden treasures. Due to the excellent conservation in the frozen soil, mammoth tusks are of pristine quality and can serve as an alternative to modern elephant ivory. The local people of Yakutia take advantage of this and actively search and collect exposed tusks. Despite the high profits, these activities are dangerous for the ivory hunters and threaten the survival of mammoth remains and the information that scientists can derive from them. Nonetheless, without the efforts made by the ivory hunters, all material would irreversibly be lost to the sea.

Noten

1. Faculteit der Archeologie, Universiteit Leiden, Nederland, w.bonhof@hotmail.com.
2. Senckenberg Centre for Human Evolution and Palaeoenvironment, Universiteit Tübingen, Duitsland, i.k.a.verheijen@gmail.com.
3. Arctisch Centrum, Rijksuniversiteit Groningen, Nederland, m.j.j.e.loonen@rug.nl.

Literatuur

- Gertcyk, O., 2017. Warning of vandalism to mammoth graveyards in Arctic from unscrupulous bone hunters. *The Siberian Times* 25 January 2017.
- Grigoriev, S.E., D.C. Fisher, T. Obadă, E.A. Shirley, A.N. Rountrey, G.N. Savvinov, D.K. Garmaeva, G.P. Novgorodov, M.Yu. Cheprasov, S.E. Vasilev, A.E. Goncharov, A. Masharskiy, V.E. Egorova, P.P. Petrova, E.E. Egorova, Y.A. Akhermenko, J. van der Plicht, A.A. Galanin, S.E. Fedorov, E.V. Ivanka & A.N. Tikhonov, 2017. A woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) carcass from Maly Lyakhovsky Island (New Siberian Islands, Russian Federation). *Quaternary International*.
- Lagrot, J.F. & J. Auf dem Kampe, 2016. Im Zoo der toten Riesen. *GEO Deutschland* 9, 44-61.
- Larmer, B., 2013. Of Mammoth and Men. *National Geographic* April 2013.
- Lisowksa, A., 2013. Exclusive: The first pictures of blood from a 10,000 year old Siberian woolly mammoth, *The Siberian Times* 29 May 2013.
- Nikolskiy, P. & V. Pitulko, 2013. Evidence from the Yana Palaeolithic site, Arctic Siberia, yields clues to the riddle of mammoth hunting. *Journal of Archaeological Science* 40, 4189-4197.
- O'Neil Espinoza, E. & M.-J. Mann, 1993. The History and Significance of the Schreger Pattern in Proboscidean Ivory Characterization. *Journal of the American Institute for Conservation* 32(3), 241-248.
- Pitulko, V.V., E.Y. Pavlova & P.A. Nikolskiy, 2015. Mammoth ivory technologies in the Upper Palaeolithic: a case study based on the materials from Yana, RHS, Northern Yana-Indighirka lowland, Arctic Siberia. *World Archaeology* 47(3), 333-389.
- Pitulko, V., E. Pavlova & P. Nikolskiy, 2017. Revising the archaeological record of the Upper Pleistocene Arctic Siberia: Human dispersal and adaptations in MIS 3 and 2. *Quaternary Science Reviews* 165, 127-148.
- Pitulko, V.V., A.N. Tikhonov, E.Y. Pavlova, P.A. Nikolskiy, K.E. Kuper & R.N. Polozov, 2016. Early human presence in the Arctic: Evidence from 45,000-year-old mammoth remains. *Science* 351, 260-263
- Roger, R.L. & M. Slatkin, 2017. Excess of genomic defects in a woolly mammoth on Wrangel Island. *PLoS Genet* 13(3), e1006601.
- Sudworth, J., 2017. Can China's ivory trade ban save elephants? *BBC News* 31 March 2017.
- The Siberian Times, 2016. 20 starving mammoth tusk hunters in dramatic rescue from arctic island. *The Siberian Times* 27 October 2016.
- Vonk, J.E, L. Sánchez-García, B.E. van Dongen, V. Alling, D. Kosmach, A. Charkin, I.P. Semiletov, O.V. Dudarev, N. Shakhova, P. Roos, T.I. Eglinton, A. Andersson & Ö. Gustafsson, 2012. Activation of old carbon by erosion of coastal subsea permafrost in Arctic Siberia. *Nature* 489, 138-140.

