

OVER AASVLIEGEN EN EEN MAMMOETKALF UIT DE EUROGEUL

HANS VAN DER PLICHT CENTRUMVOOR ISOTOPEN ONDERZOEK, RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN, NIJENBORGH 4, 9747 AG GRONINGEN, ALSMEDE FACULTEIT ARCHEOLOGIE, UNIVERSITEIT LEIDEN, POSTBUS 9515, 2300 RA LEIDEN

KLAAS POST HET NATUURHISTORISCH, WESTZEEDIJK 345 (MUSEUMPARK), 3015 AA ROTTERDAM

DICK MOL HET NATUURHISTORISCH, WESTZEEDIJK 345 (MUSEUMPARK), 3015 AA ROTTERDAM

Samenvatting

Een datering van aasvliegenpoppen (*Protophormia terraenovae* Robineau-Desvoidy, 1830) uit de schedel van een mammoet en de vondst van een schedeltje van een mammoetkalf dragen bij tot een beter begrip van de taphonomie en stratigrafie van laatpleistocene zoogdierfossielen uit het Eurogeul gebied.

Summary

A ^{14}C date of fly pupae (*Protophormia terraenovae* Robineau-Desvoidy, 1830) from a woolly mammoth skull and the find of skull of a woolly mammoth calf (*Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799)) increase the understanding of taphonomy and stratigraphy of late-pleistocene mammal fossils trawled from the Eurogeul off the coast of the province South Holland, North Sea.

Onder de noemer 'Eurogeulgebied' worden de uitgediepte Eurogeul, de draaicirkel van de Eurogeul, de Maasgeul en de zuiggebieden direct ten noorden en zuiden van deze vaarroute naar de haven van Rotterdam samengevat (figuur 1).

INLEIDING

De verbazingwekkende rijkdom aan laat-pleistocene zoogdierfossielen uit het Eurogeulgebied trekt wereldwijd al decennia lang de aandacht. Meerdere onderzoekers hebben geprobeerd deze zeebodem vondsten in een stratigrafische context te plaatsen (voor een overzicht: zie Mol *et al.*, 2008) en recentelijk werden de vondsten uit de Eurogeul opnieuw in een overzichtelijk en gefundeerd stratigrafisch kader geplaatst (Hijma *et al.*, 2011, 2012). Volgens dit raamwerk moeten alle laat-pleistocene landzoogdier fossielen met een ouderdom van > 30 ka uit de oorspronkelijke fossielhoudende laag verplaatst of verspoeld zijn. Ook moeten laat-pleistocene zeezoogdier fossielen tussen de 85 ka en 60 ka oud zijn. Dit is in strijd met ^{14}C -dateringen welke een jongere ouderdom voor deze zeezoogdierfossielen aangeven. Hierop komen we bij de discussie nog terug.

Al met al verrassende ontwikkelingen. Het roept nieuwe vragen op en ondanks karrenvrachten fossielen en meerdere publicaties over een groot aantal jaren, is het laatste woord over deze vindplaats nog niet gezegd. Dit artikel gaat over een aantal recente vondsten die wellicht aanvullende informatie over de tafonomie en stratigrafie van het Eurogeulgebied kunnen verschaffen.

AASVLIEGENPOPPEN (*PROTOPHORMIA TERRAENOVAE* ROBINEAU-DESVOIDY, 1830)

Tijdens het schoonspoelen van een door de OD 7 in augustus 2010 in de Eurogeul opgevist fragment van een schedel van een volwassen mammoet werden uit de vele schedelholtes talloze lege cocons van aasvliegenpoppen verzameld (figuur 2). De gemiddelde lengte van deze hulsjes bedraagt 7 mm. De uit chitine bestaande hulsjes bleken afkomstig te zijn van de subarctische aas- of blauwe keizersvlieg. Vliegenpop-

pen (of beter gezegd de lege omhulsels daarvan) werden al eerder gemeld uit botmateriaal van Laat-pleistocene zoogdieren uit West Europa (Gautier, 1995; Verhagen & Mol, 2009), maar tot nu toe is slechts één datering gepubliceerd (26.660 +/- 150 BP, GrA-35816, Verhagen & Mol, 2009). De nieuwe vondst uit de Eurogeul werd gedateerd in het Centrum voor Isotopen Onderzoek aan de Universiteit van Groningen en resulteerde in een ouderdom van 28.740 + 190/-180 BP (GrA 50454).

De vliegenpoppen voldeden wat betreft materiaal aan de kwaliteitseisen voor dateren, zoals een goede concentratie organisch materiaal en een juiste waarde voor het ^{13}C gehalte (Mook & Streurman, 1983).

EEN SCHEDELTJE VAN EEN MAMMOETKALFJE (*MAMMUTHUS* *PRIMIGENIUS* (BLUMENBACH, 1799))

NO 4513, een fragmentaire schedel van een mammoetkalfje, werd door het vissersvaartuig OD 7 op 22 april 2011 tijdens een speciale vistocht naar resten van Pleistocene zoogdieren opgevist in de Eurogeul (trip nummer 32, in de lijn van Mol en Post, 2010) (figuur 3). Gedurende trek num-

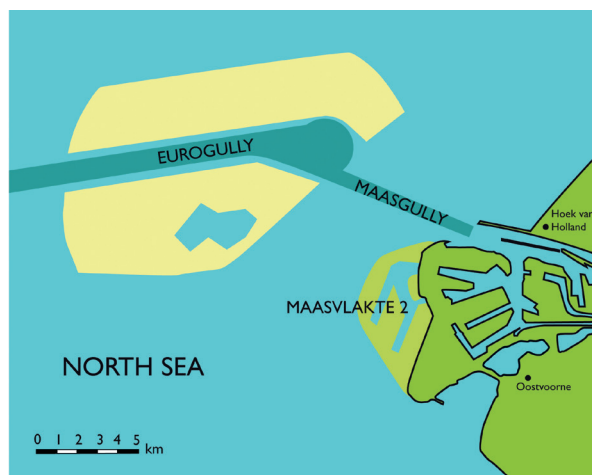


Fig. 1 Het Eurogeulgebied, cartografie Jaap van Leeuwen



Fig. 2 Lege cocons (poppen) van de aas- of blauwe keizersvlieg (*Protophormia terraenovae* Robineau-Desvoidy, 1830). Gemiddelde lengte van de cocons bedraagt 7 mm. Foto: Hans Wildschut

mer vijf en trek nummer zes werden op coördinaten 52°N 00' 51.40" N; 3° 55' 19.50" E; schedeldelen van een juveniele mammoet verzameld die aan één het hetzelfde individu toebehoren. Trek nummer vijf werden onder andere het bovenkaakje en de rechter frontale verzameld, terwijl de opvolgende trek onder andere het rechter slagandje, de linker frontale en het in twee delen gebroken onderkaakje naar boven kwamen. In totaal werden er in deze beide trekken 14 schedeldelen en fragmenten gevonden terwijl in de voorgaande en opvolgende trekken (op dezelfde locatie) geen enkel fragment getraceerd werd. Tien fragmenten konden – na schoonmaak en conservering- tot een perfect articulerend geheel samengevoegd worden; vier fragmentjes van binnenste delen van het schedeltje konden – door het ontbreken van verbindingen – helaas niet geplaatst worden.

De rechter premaxilla is geheel bewaard gebleven. Van de linker premaxilla is alleen een deel van de depressie die de spiraanhechtingen van de slurf herbergt gevonden. Beide depressies samen vormen het centrale deel van het schedeltje. Aan de achterkant van de premaxilla bevindt zich bovenaan over de gehele breedte een groot vlak dat een naadloos articulerende verbinding met de frontale mogelijk maakt. De grootste breedte van de premaxilla is 94 mm, de grootste lengte bedraagt 203 mm. Het perfect geconserveerde slagandje bevindt zich in de rechter premaxilla, heeft een grootste lengte (over de kromming) van 213 mm en een ovaalvormige doorsnede met een grootste diameter van 34 mm (aan de basis). Gezien de verkleuring en afslijting van het uiterste puntje is ten hoogste 15-25 mm van dit slagandje zichtbaar geweest (vanaf de rand van de premaxilla).

De maxilla is compleet en perfect geconserveerd. Links en rechts is het – relatief forse- infraorbitale foramen zichtbaar (grootste diameter links 41 mm) en beide laterale uitsteeksel van de maxilla zijn perfect geconserveerd tot en met het articulatievlak van het jukbeen. De beide dp3 kiesjes bestaan uit zeven lamellen die geheel zijn aangekauwd. Het kauwvlak meet maximaal 61 x 36 mm en beide vlakken vertonen een opvallende gelijkenis (slechts maximaal één mm maatverschil tussen het linker en rechter kiesje). De dp4 kiezen zijn helaas niet bewaard gebleven, maar links en rechts zijn binnen de alveoles duidelijk de holtes van de forse voorste kieswortels traceerbaar, terwijl aan de rechterbinnenwand van de alveole nog drie lamel indrukken zichtbaar zijn (en links twee). De beide helften van de maxilla zijn niet perfect vergroeid en een duidelijke zigzag suture van één tot drie mm is zichtbaar over de gehele lengte van het verhemelte. De grootste breedte (van jukboog tot jukboog) bedraagt 296 mm, de grootste breedte

gemeten over de buitenrand van beide kiezen bedraagt 112 mm en de grootste bewaarde lengte is 168 mm (ventraal gemeten).

Linker en rechter frontale zijn compleet bewaard gebleven en articuleerden in het middenvlak van de schedel over een lengte van 57 mm. De lengte van de rechterfrontale bedraagt 209 mm, terwijl die van de linker 202 mm bedraagt. De hoogte vanaf het bovenste punt van het articulatievlak tussen beide frontales en het hoogste punt van de premaxilla bedraagt 176 mm en de oogkassen hebben een grootste diameter van 61 mm. Boven in de frontales is een zwakke afdruk van de geheel niet vergroeide nasales zichtbaar (die helaas niet bewaard gebleven zijn). Veel opvallender zijn de al eerder genoemde duidelijk zichtbare en grote S-vormig gewelfde articulatievlakken voor de premaxilla. Dat geldt ook – aan de achterzijde - voor de enorme driehoekige articulatievlakken van de parietales die, naast de afdrukken van de hersenholte, prominent zichtbaar zijn. Het schedeldak van het 'voorhoofd' is op deze plek al tot 102 mm dik, maar toch blijft het bot vederlicht aanvoelen als gevolg van de typerende holtestructuren waarop de mammoetschedels zo'n patent hebben.

Het onderkaakje (figuur 4) is in de netten in twee helften gebroken maar beiden helften zijn oorspronkelijk naadloos vergroeid geweest. Van de rechter kaakhelft ontbreken de condyle en beide gebitselementen; de forse en in twee delen gesepareerde alveole van dp3 is prominent en diep; de alveole van dp4 vertoont aan de binnenkant geen spoor van lamel indrukken. Voor en aan de buitenkant van de alveole van de dp3 bevinden zich drie forse foramina terwijl er aan de tongzijde één kleiner foramen en drie piepkleine foramina te zien zijn. De grootste meetbare lengte van deze kaakhelft bedraagt 214 mm. De linkerkaak is vlak achter de dp3 vrijwel geheel verdwenen. Aan de voor- en buitenkant van de dp3 bevinden zich in de kaak twee forse foramina, terwijl aan de binnenkant twee wat kleinere foramina en drie hele kleine foramina te zien zijn. In beide kaakhelften is direct voor de dp3 nog een restant van een alveole van dp2 aanwezig. De dp3 van linkerkaak meet acht lamellen die geheel aangekauwd zijn, het kauwvlak meet 54 x 27 mm.

Metingen bij mammoetkalveren uit Siberië tonen dat de permanente slagand rond 12 maanden buiten de premaxilla treedt (Maschenko, 2002). Verder beperkt de afslijtinggraad en de lengte van de punt van het rechter slagandje van NO 4513 de leeftijd van het mammoetkalfje tot maximaal tweeënhalf jaar (Maschenko, 2002). De beide bovenkaak dp3's zijn volledig aangekauwd zonder dat er forse reductie van de kiezen heeft plaatsgevonden en het lijkt aannemelijk dat de dp4 nog niet of nauwelijks aangekauwd was. Dit feit wijst op een ouderdom van het kalfje van tenminste één tot maximaal twee jaar (Maschenko, 2002). De dp3 in de onderkaak is geheel aangekauwd maar dat stadium moet net voor de dood van het kalf bereikt zijn. Een vergelijkbare kaak in de collectie Post (NO 3391-2002, figuur 5) waar de dp3 een vergelijkbare (of een iets meer voortgeschreden) mate van afslijting toont, herbergt nog een niet aangekauwde dp4 en toont een alveole van een afgeworpen dp2. De combinatie van een restant van een alveole van dp2, volledig aangekauwde dp3 en niet aangekauwde dp4 wijst op een ouderdom van 11-16 maanden (Maschenko, 2002).

Op basis van vergelijkingen met de onderzoeksresultaten van Maschenko komen wij voor het mammoetkalf NO 4513 uit op een individuele ouderdom van 16 tot 18 maanden toen het in het Europeulgebied om het leven kwam.

Vergelijken we de onderkaak en het afslijtingsstadium van de premolaren van dit mammoetkalf met gegevens die bekend zijn van de individuele leeftijd van Afrikaanse olifanten (*Loxodonta africana*) zoals die werden gepubliceerd door Laws (1966) dan komen we tot eenzelfde individuele ouderdom, uitgedrukt in Afrikaanse Olifant Jaren (AEY African Elephant Years). Het afslijtingspercentage van de dp3 in NO 4513 geeft aan dat deze valt in Laws leeftijdsgroepen III (1



Fig. 3 Fragmentaire schedel van een mammoetkalfje. Collectie Klaas Post, Urk, nummer NO 4513. Voor afmetingen zie de tekst. Foto's: Hans Wildschut

AEY) en IV (2 AEY), hetgeen goed overeenkomt met het vastgestelde naar aanleiding van Maschenko, 2002.

DISCUSSIE

Schedelonderdelen van heel jonge en jonge mammoeten zijn veel vaker opgegist of opgezogen (Mol & Post 2010). Het betrof dan echter altijd individuele bovenkaak- of onderkaakhelften met of zonder gebits-elementen. Door diverse oorzaken (breukvlak, schijnbaar bijpassende delen etc.)

vermoedden we vaak dat het delen van een oorspronkelijk compleet (en dus kapot gevist of gezogen) schedeltje waren, maar het bleven subjectieve gissingen omdat schedeldelen van heel jonge zoogdieren nog niet met elkaar vergroeid zijn en dus per definitie los gevonden kunnen worden. NO 4513 (waarvan de onderdelen vergroeid zijn, of aansluiten en/of naadloos articuleren) bewijst echter dat dergelijke schedeltjes gearticuleerd in de Eurogeulbodembodem kunnen liggen. Het schedeltje kan onmogelijk –zelfs niet over een zeer geringe afstand – zijn verplaatst zonder dat de verschillende onderdelen zwaar beschadigd, verpulverd of verstrooid werden.



Fig. 4 Onderkaakje met de aangekauwde linker dp3 behorende bij het mammoet schedeltje als afgebeeld in figuur 3. Foto: Hans Wildschut

Het feit dat losse schedelonderdelen van jonge beesten niets over hun oorspronkelijke stand binnen de schedel prijsgeven, maakt NO 4513 zo belangrijk: we kunnen nu eindelijk observaties doen die tot dusver onmogelijk en/of onbekend waren. Zo valt met name de positie van de frontale op (kaarsrecht in lijn met de premaxilla en slagtaand). Een beeld dat op het eerste gezicht vreemd overkomt, omdat afbeeldingen en foto's van babymammoeten veelal ronde of rondere voorhoofd- en schedelvormen tonen (mammoeten van Sevsk; Machenko, 2002). Omdat de schedel delen niet vergroeid zijn en met name de frontale vaak ontbreekt of gereconstrueerd werd, is het maar de vraag of veel van deze reconstructies juist zijn.

NO 4513 lijkt er in alle geval op te wijzen dat bij mammoetkalveren de frontale dezelfde stand binnen het geheel van schedelbeenderen inneemt als bij volwassen dieren.

Alle tot dusver bekende dateringen van mammoetfossielen uit het Eurogeulgebied en het aanpalende Noordzee gebied liggen tussen 33.800 +/- 1200 en > 45 ka BP (n=15) (Mol *et al.*, 2008). Deze fossielen moeten volgens Hijma *et al.* (2011) dus verspoeld of tenminste over een afstand getransporteerd zijn. Schedeltje NO 4513 lijkt echter onmogelijk verplaatst te kunnen zijn. Ook eerdere vondsten uit de Eurogeul van vrijwel complete schedels van grote mammoetschedels met

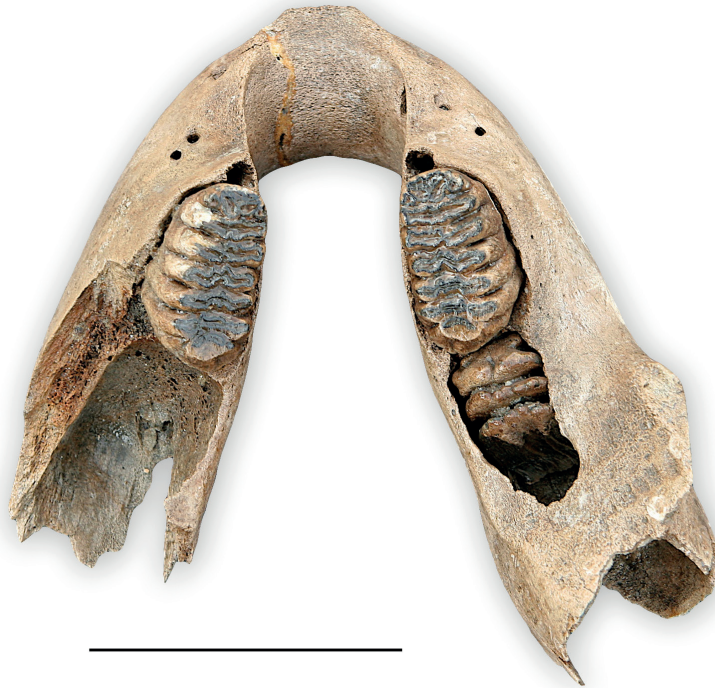


Fig. 5 Onderkaakje met linker en rechter volledig in gebruik zijnde dp3 en rechts de nog niet doorgebroken dp4. Maatstreek 10 cm. Collectie Klaas Post, Urk, nummer Onderkaak NO 3391. Foto: Hans Wildschut

complete - of slechts door het vissen gebroken – slagstanden, of schedels van wisenten en reuzenherten moeten in situ opgevestigd zijn. Deze schedels en de vele meldingen van vissers dat ogenschijnlijk perfect articulerende beenderen tegelijk naar boven komen, gecombineerd met de maagdelijke en ongeschonden staat van duizenden mammoetbeenderen, lijken erop te wijzen dat er veel gearticuleerde skeletten (of delen daarvan) in de lagen op en onder de bodem van de Eurogeul moeten rusten. Deze skeletten zouden dus jonger dan 30 ka BP moeten zijn (Hyma *et al.*, 2011), maar dergelijke jonge dateringen van mammoeten zijn tot nu toe van de Eurogeul en Noordzee nog niet geconstateerd. Ofwel moeten er meer dateringen uitgevoerd worden, ofwel is de stratigrafie van (delen van) het Eurogebied nog niet juist in kaart gebracht.

Eén en ander roept bij sommigen vragen op betreffende de betrouwbaarheid van ^{14}C -dateringen. De dateringen zijn volgens de nieuwste stratigrafische inzichten te jong. Een mogelijke verklaring hiervoor is contaminatie met allochtoon ^{14}C , afkomstig van recenter materiaal dan het te dateren autochtone monster. Dit is op zich gemakkelijk voorstelbaar, aangezien de ^{14}C -methode zeer gevoelig hiervoor is; en wel zoveel te meer voor het oudste meetbereik, waar het hier om gaat.

Inderdaad is een dergelijk effect al jaren bekend voor sommige fossiele schelpen en koralen. De te dateren fractie is voor dit materiaal carbonaat. Door re-kristallisatie kan koolstofuitwisseling plaatsvinden, afhankelijk van onder andere geochemische omstandigheden. Foraminiferen uit het Eemien kunnen zo ^{14}C dateringen opleveren aanzienlijk jonger dan 50 ka BP (Olsson, 1989; Schleicher *et al.*, 1998). Dit effect is zelfs afhankelijk van het soort organisme (Nadeau *et al.*, 2001). Voor de Noordzee is het betreffende proces recentelijk in detail bestudeerd door Busschers *et al.* (2010).

Maar dit betreft schelpen. Fossiele botten, dat is een heel ander verhaal. Het is te kort door de bocht om de waarneming “Eem schelpen dateren 35 ka BP” door te trekken naar “bot uit het oudste gedeelte van het Midden-Weichsel zal dan ook wel maximaal 35 ka BP opleveren”, om het scherp te formuleren.

Natuurlijk kunnen ook botten gecontamineerd zijn en te jong dateren. Voor bot is de dateerbare fractie collageen. Rechtstreekse uitwisseling van koolstof met de omgeving zoals bij kalk is onmogelijk voor organisch collageen. Water bevat immers geen opgelost collageen, wel opgeloste kalk.

Dit is overigens de reden dat in het verleden door de ^{14}C laboratoria is besloten organisch collageen uit bot te dateren, en niet de kalkfractie - die leverde te vaak onjuiste dateringen op (Olsson, 1989). Bovendien wordt het collageen in organismen opgebouwd via het voedsel. Wel kan een ^{14}C monster andere bestanddelen bevatten die niet afdoende kunnen worden verwijderd, en dus in de collageenfractie aanwezig zijn of blijven als verontreiniging. Dit is doorgaans het geval bij gedegradeerd bot.

Voor botcollageen zijn kwaliteitsparameters van oudsher het (organische) koolstofgehalte (%C) en de stabiele isotopen waarde (^{13}C) - zie Mook & Streurman (1983). Recentelijk zijn daar bijgekomen de analoge gegevens voor het element stikstof, %N en ^{15}N . Daarmee kan ook de zogenaamde C/N verhouding worden bepaald. Als al deze grootheden aan bepaalde waarden voldoen (bepaald door botmateriaal uit slachthuizen), is het collageen in principe goed dateerbaar met de ^{14}C methode, en is er geen degradatie probleem.

Een extreem voorbeeld van goed collageen is de Arilakh mammoet, perfect bewaard collageen uit de permafrost van Siberië, wat gedateerd kon worden op 55 ka BP (Mol *et al.*, 2006).

We noemen hier ook een methode die ontwikkeld is om collageen verder te zuiveren met speciale filters. Over de bruikbaarheid daarvan is de nodige discussie. Voor verdere technische details betreffende deze zogenaamde ultrafilters verwijzen we naar de literatuur (Hüls *et al.*, 2009).

Na dit kijkje in de keuken van ^{14}C : wat zegt dit alles over de dateringen van de Noordzee botten? Zijn ze echt te jong gedateerd, of zijn ze goed gedateerd en is er iets anders aan de hand? Op dit moment weten we dat niet precies. Het betekent in ieder geval niet dat de betreffende ^{14}C -dateringen nu moeten worden verworpen. Daar is op zich (vanuit “isotopenperspectief”) vooralsnog geen reden voor, anders dan “het komt niet uit”. Het gevaar van cirkelredeneringen is groot: op grond waarvan worden dateringen geaccepteerd, of verworpen? Ook de discussie is vervuild geraakt, en heeft behoefte aan enige filtering. De genoemde kwaliteitsparameters voor koolstof zijn in orde. Voor stikstof zijn de gegevens helaas niet bekend, dat is destijds niet geanalyseerd. Er is duidelijk meer onderzoek nodig.

Ook van de vliegenpoppen uit de Eurogeul is de datering jonger dan 30 ka BP. Verrassend en (veel) jonger dan op



Fig. 6 Een mammoetkalfje in de beschermde omgeving van een kudde. Tekening: Remie Bakker, 2011

grond van de bekende mammoetdateringen werd verwacht. De datering sluit echter wel aan bij de enige andere datering van vliegenpoppen die bekend is (Verhagen & Mol, 2009). Hebben er dus toch – minder dan 30 ka jaar geleden - mammoeten in het Eurogeulgebied rondgezworven? Of ligt het gecompliceerder en kunnen bedolven en min of meer geconserveerde karkassen later vrijgekomen zijn en door eierleggende aasvlieden aangevreten zijn?

Het is duidelijk dat toekomstige reeksen dateringen uitsluitend moeten geven, en dat van een volgende vliegenpoppen bevattende schedel naast de poppen vooral ook de schedel zelf gedateerd moet worden.

DANKWOORD

Onze dank gaat uit naar Schipper Jaap Kleijn en zijn bemanning. Hun gastvrijheid en motivatie gecombineerd met hun kennis van het Eurogeulgebied blijft zorgen voor talrijke bijzondere vondsten. Speciale dank ook aan de vaste ‘botten’ opstappers van de OD 7: Albert Hoekman, Reijer ten Napel en Adrie Vonk. Het vereist een speciaal soort mensen om op volle zee een bijzondere vondst herkennen en vervolgens te zorgen dat zelfs het kleine splintertje bot opgezocht wordt. Dit team doet ons beseffen dat in de loop van de laatste 20 jaar op vissersschepen onbedoeld vele vrijwel complete schedels van ijstijdzoogdieren in onderdelen weer overboord gespoeld moeten zijn. Tot slot spreken wij onze dank uit aan Hans Wildschut, Hoofddorp, voor het maken van de foto's die bij dit artikel geplaatst zijn en Vangelis Vlachos, Aristotle University, Thessaloniki, Griekenland, voor het bewerken van de foto's tot de platen bij dit artikel.

LITERATUUR:

Busschers FS., Y. Yokoyama, RH. Kars, J. Wallinga, F. Wesseling, JAA. Bos, J. Timmer, GT. Klaver, M. Versluis-Helder, T. Meijer, FPM. Bunnik, H. de Wolf (2010) Radiocarbon ghost ages from Late Pleistocene North Sea marine shells. Implications for paleoclimate reconstructions. 10th Nederlands Aardwetenschappelijk Congres, Veldhoven.

Gautier A. (1995) Bovenpleistocene zoogdieren van Oudenaarde Donk (België), fossiele vliegenpoppen uit de Vlaamse Valeien elders en nog een en ander over de Vlaamse Vallei. *Cranium* 12-2, 73-81.

Hijma M., WE. Westerhoff, W. Roebroeks, T. van Kolfschoten, KM. Cohen (2011) Neanderthalers in de Noordzee? *Archeobrief* 2, 32-38.

Hijma MP., KM. Cohen, W. Roebroeks, WE. Westerhoff, FS. Busschers (2012) Pleistocene Rhine-Thames landscapes: geological background for hominin occupation of the southern North Sea region. *Journal of Quaternary Science* 27, 17-39.

Hüls CM., PM. Grootes, MJ. Nadeau (2009) Ultrafiltration: boon or bane? *Radiocarbon* 51, 613-625.

Laws, RM. (1966) Age criteria for the African elephant, *Loxodonta a. africana*. *East African Wildlife Journal* 4, 1-37.

Maschenko EN. (2002) Individual development, biology and evolution of the woolly mammoth. *Cranium* 19-1, 4-114.

Mol D., K. Post (2010) Gericht korren op de Noordzee voor de zoogdierpaleontologie: een historisch overzicht van de uitgevoerde expedities. *Cranium* 27-2, 14-28.

Mol, D., J. de Vos, R. Bakker, B. van Geel, J. Glimmerveen, H. van der Plicht, K. Post (2008) Kleine encyclopedie van het leven in het Pleistoceen: mammoeten, neushoorns en andere dieren van de Noordzeebodem. *Veen Magazines*, Diemen.

Mol, D., A. Tikhonov, J. van der Plicht, RD. Kahlke, R. DeBruyne, B. van Geel, JP. Pals, C. de Marliave, JFW. Reumer (2006) Results of the Cerpolex/Mammuthus expeditions on the Taimyr peninsula, arctic Siberia, Russian federation. *Quaternary International* 142-143, 186-202.

Mook, WG., HJ. Streurman (1983) Physical and chemical aspects of Radiocarbon dating. *PACT publications* 8, 31-55.

Nadeau, MJ., PM. Grootes, A. Voelker, F. Bruhn, A. Duhr, A. Oriwall (2001) Carbonate 14C background: does it have multiple personalities? *Radiocarbon* 43, 169-176.

Olsson, IU. (1989) The 14C method. Its possibilities and some pitfalls. *PACT publications* 24, 161-177.

Schleicher, M., PM. Grootes, MJ. Nadeau, A. Schoon (1998) The carbonate 14C background and its components at the Leibniz AMS facility. *Radiocarbon* 40, 85-93.

Verhagen, A., D. Mol (2009) De Groote Wielen: er was eens... Wie woonden er in De Groote Wielen in de ijstijd? Uitgeverij Druk-Ware, Norg.