

DIGITALISERING VAN HET ARCHEOLOGISCH ROEREND ERFGOED MET BEHULP VAN 2D+ EN 3D TECHNOLOGIEËN

EEN CASESTUDIE MET HET ARCHEOLOGISCH ERFGOED UIT ROESELARE

Hendrik Hameeuw

Binnen het huidige geprofessionaliseerde archeologische landschap in Vlaanderen en daarbuiten groeien de collecties roerend erfgoed explosief, en dat op een groot aantal verschillende locaties. Om de toegankelijkheid tot dit methodisch, wetenschappelijk opgegraven materiaal te optimaliseren is de publicatie ervan de meest aangewezen benadering. Maar zoals algemeen bekend binnen het veld van de archeologie kent deze wetenschap de kwalijke reputatie hierin met de jaren een achterstand te hebben opgebouwd. Een situatie die ondanks alle goede voornemens niet afneemt en vandaag met het tempo van nieuwe opgravingsprojecten een blijvende uitdaging vormt. De aanleg van digitale publiekelijk toegankelijke databanken moet hierop een gedeeltelijk antwoord bieden. Vanuit het ene perspectief een tussenstap richting een effectieve publicatie, vanuit een ander perspectief een blijvend middel om de overvloed aan archeologisch materiaal op een toerijkende manier zowel voor onderzoeker als geïnteresseerde te ontsluiten. Naar objecten toe kan dit snel en volledig dankzij digitale fotografie. Een blijvend probleem bij deze aanpak vormt wel de kwaliteit van deze opnames. Tot op vandaag hebben niet alle archeologische projecten professionele fotografen in dienst; daarnaast is fotografie een statische registratiemethode van opnames met welbepaald uitgekozen invalshoeken van het licht en specifieke cameraposities. Daardoor registreert deze techniek het oppervlak vaak onvolledig, bemoeilijkt het de definiëring van de kleuren en verloopt het bestuderen van details problematisch. Wil de oplossing van digitale databanken voor de ontsluiting van archeologisch materiaal zich als fundamenteel toereikend manifesteren, dan is de uitdaging visualiseringstechnieken te gebruiken die objecten zo compleet mogelijk kunnen presenteren.

Inleiding

De V.O.B.o.W, via de Werkgroep Archeologie Roeselare (WAR), heeft in de voorbije decennia een groot aantal archeologische projecten gecoördineerd en/of uitgevoerd in de regio Roeselare; gaande van vondstregistraties, over veldprospecties tot effectieve opgravingen. Onder haar beheer bevindt zich vandaag dan ook een grote collectie archeologische vondsten, waarbij ze het tot haar opdracht rekent deze zo optimaal mogelijk te ontsluiten. Onder leiding van Jozef Goderis, collectiebeheerder, werd een selectie gemaakt uit de archeologische objecten opgegraven te Roeselare die exemplarisch zijn voor de materiële cultuur van deze regio. Het merendeel van dit materiaal publiceerden medewerkers van deze opgravingen reeds in het verleden; meestal via de WAK, West-Vlaamse Archaeologica of gelegenheidsbundels en/of via online rapporten op de website

www.vobow.be. Door nu ook via een project in te zetten op de toepassing van nieuwe visualiseringstechnieken hoopt de V.O.B.o.W. haar taak als collectiebeheerder van archeologisch erfgoed zo goed mogelijk in te vullen.

In deze bijdrage wordt het digitaliseringsproject gepresenteerd, doch, de effectieve resultaten, de 2D+ en 3D modellen zelf, zullen als primaire publicatievorm gebeuren via een online databank, ondermeer te consulteren via de website van de V.O.B.o.W.¹ In wat volgt, wordt dieper ingegaan op de toegepaste technologie en de voordelen die het biedt voor de visualisering en studie van archeologische objecten. Daarna worden voorbeelden van opnames

¹ Vlaanderen kent enkele goed publiekelijk toegankelijke online uitgebouwde initiatieven zoals de Databank voor Maritiem Erfgoed en de Virtueel Museum van Archeoweb Antwerpen & Gent.

gepresenteerd van verschillende types archeologische vondsten uit de collecties van de V.O.B.o.W-WAR.

2D+ en 3D technologieën

Gedrukte afbeeldingen zijn twee dimensionaal, het zijn statische voorstellingen van de realiteit waarbij één dimensie verdwenen is. Wanneer er 3D modellen van de realiteit geproduceerd worden, houdt dit automatisch in dat de registratie van deze extra dimensie in theorie niet gevisualiseerd kan worden via gedrukte publicaties. Van een 3D model kan wel een twee dimensionale afdruk gemaakt worden, maar deze verliest zo meteen weer de meerwaarde die een echt 3D model kent. In essentie wil dat zeggen dat 3D modellen van objecten, indien je geen dimensie wil verliezen, optimaal enkel via computergestuurde programma's op een scherm of in een projectie bekeken kunnen worden. Want enkel via deze technische middelen kan men interactief te werk gaan, namelijk door de modellen of het licht er rond te doen bewegen. Het is deze dynamiek die er voor zorgt dat de aanschouwer de drie dimensionale karakteristieken van een object ten volle kan inschatten.

Tussen twee dimensionale afbeeldingen en 3D zitten 2D+ modellen, dat zijn afbeeldingen van een origineel die in tegenstelling tot gewone foto's niet statisch zijn, maar een dynamische, interactieve component hebben. Meestal uit zich dat in het kunnen manipuleren van de lichtinval en het kunnen toepassen van verschillende zogenaamde visualisatiefilters. Het visualiseringssysteem kan deze manipulaties doorvoeren daar bij de registratie naast kleur - dat is wat fotografie doet - ook de variaties in het reliëf van het object detecteert en opslaat. Daar het resultaat gevisualiseerd wordt in twee dimensies, kan het gedrukt worden zonder kwaliteitsverlies. Daarnaast en in vergelijking met tekeningen en fotografie, kan een auteur zelf de lichtinval bepalen die optimaal is voor de besproken details op

het oppervlak of voor een welbepaalde visualisatiefilter kiezen.

Hoogwaardige conventionele digitale fotografie², met uitzondering van ultra hoge resolutie, levert computerbestanden op van de grootorde 4 tot 7 MB. Optimaal neemt een fotograaf 3 à 4 foto's per object of meer. Dat maakt qua opslag voor een digitale fotodatabank per object ca. 25 MB. Naar 2D+ en 3D modellen toe ligt dan ook daar een referentiepunt. Voor de hieronder voorgestelde 2D+ modellen komt de bestandsgrootte per object op een acceptabele 20 à 30 MB; voor even hoogwaardige 3D modellen ligt dat veel hoger, gemakkelijk enkele honderden megabytes per compleet gedigitaliseerd object met hoge resolutie.

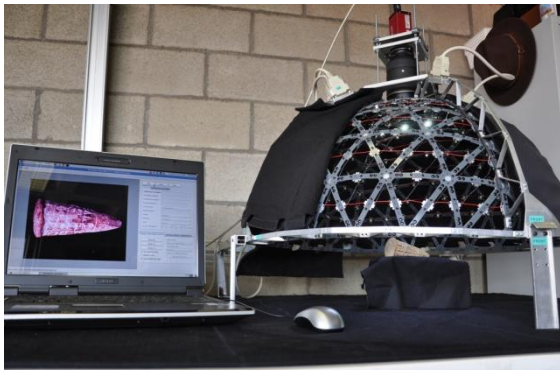
Uit het bovenvermelde mag afgeleid worden dat de in deze bijdrage afgedrukte illustraties van objecten gevisualiseerd met 2D+ en 3D viewers op computers een beperkte voorstelling geven van wat deze viewers met deze 2D+ en 3D informatie aankunnen. De kracht van de visualisering met behulp van computeraangestuurde viewers is namelijk de mogelijkheid interactief met de lichtinval, filters en beweging van het object te kunnen omgaan. De hier afgedrukte beelden kennen deze dynamische componenten niet en zijn als dusdanig niets meer dan een illustratie van de mogelijkheden.

Registratietechniek

Voor de registratie tot virtuele objecten uit de archeologische archieven van de regio Roeselare vonden de V.O.B.o.W. en de K.U.Leuven elkaar als partners. Sinds lange tijd zijn verschillende groepen, een samenwerking tussen ingenieurs, archeologen en filologen, binnen de Leuvense universiteit actief op zoek naar technieken om eenvoudig en snel grote hoeveelheden artefacten nauwkeurig en objectief te digitaliseren. Eén van de meest prominente instrumenten dat daar uit voortvloeiden is de zogenaamde PLD

² Als referentie de Nikon D90 met sensor van 12,3 miljoen pixels.

of *Portable Light Dome* (Havemann e.a. 2008); het is met dit toestel dat de selectie archeologische objecten uit Roeselare gedigitaliseerd werden. Onderzoekers aan de K.U.Leuven ontwikkelden deze technologie en zette ze initieel op punt voor de digitalisering van spijkerschrifttabletten en om met de resultaten de studie van de teksten en de zegelafrollingen op deze tabletten te vereenvoudigen (Hameeuw en Willems 2011).



ill. 1: Portable Light Dome tijdens registratie van een archeologisch object.

Het PLD-systeem (Willems e.a. 2005) bestaat uit een dome waarin op welbepaalde plaatsen 264 LED-lichtbronnen gemonteerd zitten; daar bovenop een camera (Pike) met lens (naar keuze); een externe besturingsconsole; en een laptop met de aansturing- en verwerkingssoftware (ill. 1). De techniek waarop de registratie rust is het in serie oplichten van de 264 LED's. Het te digitaliseren object wordt loodrecht onder de camera gepositioneerd en tijdens een opnamesessie van 3 tot 4 minuten zo van 264 kanten belicht. Tijdens elke belichting neemt de camera één foto - dus een totaal van 264 foto's - die de verwerkingssoftware na de opname omrekent tot in één *Virtual Artifact File*. Door deze procedure te herhalen voor alle theoretische zes kanten van een object (voor-, achter-, linker-, rechter-, boven- en onderkant) komt de opnametijd per object op 20 à 25 min. en is de finale bestandsgrootte 20 à 30 MB.

Tijdens het omrekenen bepaalt de software op basis van de 264 genomen foto's met een verschillende lichtinval voor

elke pixel - dus detail van het oppervlak van het object - welke kleur deze heeft en in welke richting zijn oriëntatie is.



ill. 2: Detail van Romeinse dakpan met afdruk van een poot van een hond: RH91-VER-V9 (Roeselare-Haven). 2D+ afbeelding uit PLD-systeem met twee maal een verschillende lichtinval.



ill 3: Achterzijde van een munt uit 1624 van Filips IV: R87-2-1-2-VerwStr_20-06-87 (Roeseare-Verwerijstraat), zie Goderis 2006. Boven links: gewone digitale foto; Boven midden: 2D+ afbeelding met een welbepaalde lichtinval; Boven rechts: 3D afbeelding met 'electronic microscope'-filter; Onder links: 3D afbeelding met 'lattice'-filter; Onder midden: 3D afbeelding met 'minnaert'-filter; Onder rechts: 3D afbeelding met 'radiance scaling'-filter.

De kracht van deze techniek is dat het resultaat relatief weinig schijfruimte vraagt en dat de brondata op verschillende manieren gevisualiseerd kunnen worden. Vooreerst binnen het concept van een 2D+ model. Met behulp van een *viewer*-programma kan elke geregistreerde zijde van een object afzonderlijk bekeken worden. Doordat dit bestand voor elke pixel in de afbeelding de gegevens bevat over kleur en oriëntatie kunnen verscheidene methodes gebruikt worden om de karakteristieken van het oppervlak zo goed mogelijk zichtbaar te maken. Zo kan de lichtinval zelf gekozen worden, waardoor de gebruiker van het *viewer*-programma zelf kan beslissen welke delen van het oppervlak van het nu virtuele object al dan niet in een schaduw valt of overbelicht is (ill. 2). Daarnaast kunnen er ook verschillende filters toegepast worden. Deze filters berekenen en presenteren de brondata telkens op een andere manier, waardoor bij gebruik van de ene ten aanzien van de andere filter sommige karakteristieken van het oppervlak al dan niet duidelijker gevisualiseerd worden (ill. 3).

Een tweede uitkomst voor de binnen dit project gehanteerde PLD-techniek zijn 3D modellen. Op basis van en vanuit het oogpunt van opslagcapaciteit per object is dit een zeer duurzaam voordeel. Van de *Virtual Artifact File* van 20 à 30 MB kunnen 3D modellen gegenereerd worden met behulp van het *viewer*-programma voor de bestuderen van de 2D+ beelden. Met een 3D-*viewer*-programma³ kan zo per geregistreerde zijde het oppervlak aan hoge resolutie in drie dimensies gepresenteerd worden. Binnen de meeste programma's die met 3D beelden kunnen werken, zitten er gelijkaardige opties zoals in het bovenvermelde 2D+ *viewer*-programma om de lichtinval te bepalen of om specifieke visualiseringsfilters toe te passen (ill. 3).

Naar de online ontsluiting van roerend erfgoed toe biedt deze benadering grote

³ Voor het digitaliseringsproject van de V.O.B.o.W. werd gebruik gemaakt van Meshlab v1.3.0; ook de 3D afbeeldingen in deze bijdrage werden gemaakt met deze *viewer*.

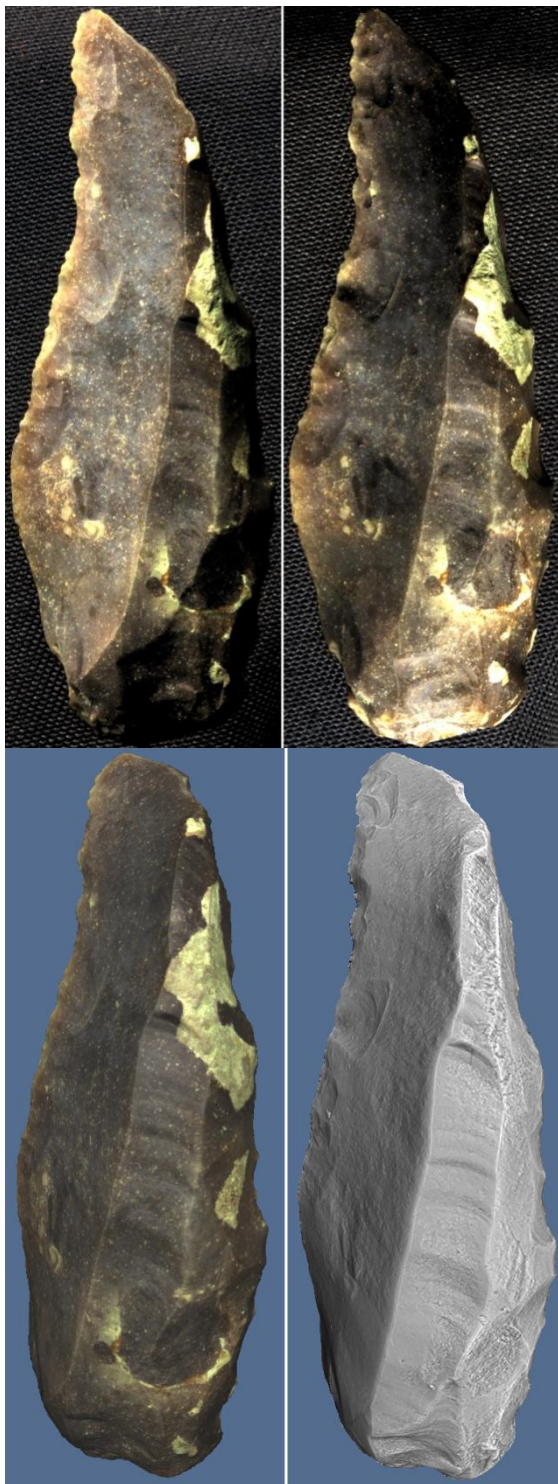
voordelen. De opnames geven beelden van hoge resolutie; door gebruik te maken van de verschillende visualisatiefilters kunnen verschillende soorten details duidelijk in beeld gebracht worden; de opslagcapaciteit per geregistreerd object blijft beperkt tot minder dan 30 MB maar laat de gebruiker toe zowel 2D+ en 3D modellen te genereren; de resultaten zijn objectieve opnames die ook na publicatie van de objecten via de online databanken geconsulteerd kunnen worden.

Opnames

Elke techniek kent zijn eigen toepassingsgebied, ook met het PLD-systeem is dat het geval. Bijgevolg, niet elk object leent zich om met de PLD-technologie te digitaliseren. In essentie zijn enkel objecten met reliëf aan hun oppervlak interessant om met deze techniek aan te pakken; anders wordt de meerwaarde ten aanzien van fotografie minimaal en wegen de visuele voordelen van het resultaat niet meer op tegen de vereiste opnametijd, de eenvoud en toegankelijkheid van fotografie. Een ander cruciaal criterium is de vorm van het object. Oppervlaktes die te bol/hol zijn kunnen moeilijk, of niet meer accuraat genoeg, met het PLD-systeem gedigitaliseerd worden. De techniek maakt namelijk gebruik van een camera + lens; dat heeft als consequentie dat bij erg onvlakke oppervlaktes niet elke zone met één en de zelfde zoom-afstelling scherp in beeld gebracht kan worden. Bij de berekening van de gegevens tot één *Virtual Artifact File* kan zo voor de pixels in deze delen niet de correcte kleur of oriëntatie bepaald worden.

Bij de selectie van objecten uit de collecties van de V.O.B.o.W. werd met bovenvermelde criteria rekening gehouden. Hieronder volgt een geselecteerd overzicht van de gedigitaliseerde objecten met de nodige duiding over de gebruikte filters en herkomst van de artefacten.

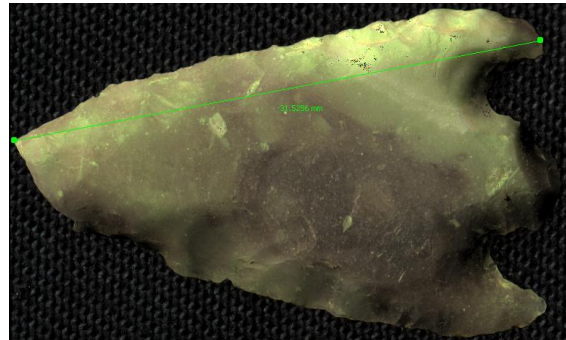
Lithische artefacten



ill 4: Tjongerspits - epi-paleolithicum: R-MA_09-1989 (Roeseare-Manestraat). Boven links: 2D+ afbeelding met een lichtinval van boven-rechts; Boven rechts: 2D+ afbeelding met een lichtinval van onder-rechts; Onder links: 3D afbeelding met 'phonguntextured'-filter; Onder rechts: 3D afbeelding met 'radiance scaling'-filter.

De toegepaste digitalisatietechniek levert zeer goede visuele resultaten op bij de

registratie van lithische artefacten (ill 4). Om de studie op dit type archeologische vondsten te ondersteunen op basis van de *Virtual Artefact Files* kan in de 2D+ viewer een 'meet'-modus geactiveerd worden (ill 5).



ill 5: Gevleugelde en gesteelde pijlpunt: R-MAN-prlsl-D_17-05-1997 (Roeseare-Mandelstraat). 2D+ afbeelding met 'meet'-modus.

Aardewerk

Niet met alle types aardewerk levert het PLD-systeem een meerwaarde. In essentie zijn de voordelen ten aanzien van conventionele fotografie te vinden in de registratie van de oriëntatie van het oppervlak, het reliëf. Indien het oppervlak van het aardewerk geen reliëf kenmerken heeft (dus vlak, al dan niet met beschilderingen of kleurenvariaties), dan is een digitalisering tot 2D+ of 3D model mogelijk onnuttig. Voor de archeologische objecten uit Roeselare selecteerden de coördinatoren van dit project daarom aardewerk met duidelijk reliëf kenmerken, zoals enkele Romeinse rijkelijk versierde terra sigillata, brons- en ijzertijd scherven met inkrassingen en duimafdrukken en enkele andere scherven met variërend reliëf (zie ill. 8-9).

Net als lithisch materiaal is de registratie van aardewerk een bij uitstek aan conventies gebonden proces. De publicatievorm voor deze types archeologica gebeurt via wetenschappelijk technische tekeningen. Het kan vanuit dat oogpunt dan ook niet het opzet van de hier gepresenteerde *Virtual Artefact files* zijn om deze breed aanvaarde manier van publicatie te vervangen. De 2D+ en 3D modellen fungeren zo als ondersteuning voor zowel onderzoek als publicatie, naast

andere registratietechnieken. Net als fotografie levert de PLD-methode objectieve resultaten; dat in contrast met wetenschappelijk technische tekeningen die een subjectief geïnterpreteerd resultaat geven.

Dakpannen

Een speciaal type aardewerk, waarvan te Roeselare uitzonderlijke vondsten gedaan werden, zijn Romeinse dakpannen gevonden op de site Roeselare-Haven (Goderis 2011). Bijzonder zijn de dakpannen waarop afdrukken van dierenpoten voorkomen; de opnames met het PLD-systeem leverden hier uitstekende resultaten (zie ill. 2 & 11);

Munten



ill 6: Oostenrijkse munt van Maria-Theresia (1740-1780): R-KO1_1981 (Roeselare-Haven). Bovenste rij: gewone digitale foto's met zijdelinkse belichting van links-boven van de voor- en achterzijde.

Onderste rij: twee pogingen om het sterk afgesleten oppervlak te visualiseren met behulp van filters na opname met PLD-systeem, 2x voorzijde.

De visualisering van munten en de daaruit volgende manier waarop ze in publicatie ontsloten worden, laat vaak te wensen over. Het zijn kleine objecten, die excellente fotografische technieken vergen om de vele details samengebracht op een klein oppervlak duidelijk te presenteren. De opnames met de PLD hebben bij deze toepassing zeer goede resultaten gegeven

(ill. 3). In enkele gevallen hebben ze zelfs toegestaan nagenoeg volledig afgesleten munten toch nog in detail te kunnen bestuderen en identificeren. (ill. 6)

Sculptuur uit been

In één van de 'Romeinse' waterputten opgegraven op de site Roeselare-Haven werd een mesheft uit been gesculpteerd in de vorm van een kat gevonden (Goderis 1994). Na opname met het PLD-systeem kon met dit type object in het bijzonder de 2D+ visualiseringsfilter *'line drawing'* uitgetoetst worden. Deze filter leent zich bij uitstek voor op papier gedrukte publicaties. Het levert een zwart-wit afbeelding (of beter: grijstinten) op, die duidelijk statische twee dimensionale objecten presenteert (ill. 10). Ook bij verschillende van de geregistreerde munten leverde de toepassing van de *'line drawing'* filter goede resultaten op.

Online databank

In totaal werden tijdens de zomer van 2011 50 opnames met het PLD-systeem van de K.U.Leuven van het Roeselaars archeologisch erfgoed gemaakt; een aantal dat in de toekomst nog zal aangroeien. In combinatie met de nodige meta-data (objectnummer - type - datering - vindplaats - publicatie - etc.) zijn deze opnames online gepubliceerd op de website van de V.O.B.o.W. (www.vobow.be). De *Virtual Artefact File* kunnen er vrij gedownload worden en consultatie ervan kan met de als freeware aangeboden viewers; voor de 2D+: de PLDviewer van de K.U.Leuven en voor 3D: de *open source* viewer van MeshLab.

Deze online terbeschikkingstelling van archeologische objecten door gebruik te maken van nieuwe visualiseringstechnieken geeft een ontsluitend en ondersteunend karakter. Het geeft toegang tot archeologisch materiaal dat ontoegankelijk in depots opgeslagen ligt en laat voor onderzoek gedetailleerde studie toe. Daar waar het artefact reeds gepubliceerd werd,

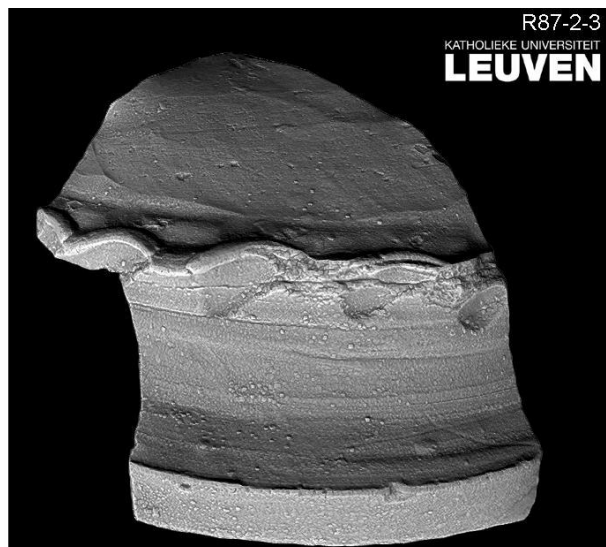
ondersteunt een publiekelijk toegankelijk *Virtual Artifact File* de inhoudelijke bespreking.

Voor de realisatie van dit project bedanken wij de Werkgroep Archeologie Roeselare (WAR) van de V.O.B.o.W., met Jozef Goderis in het bijzonder, en de financiële

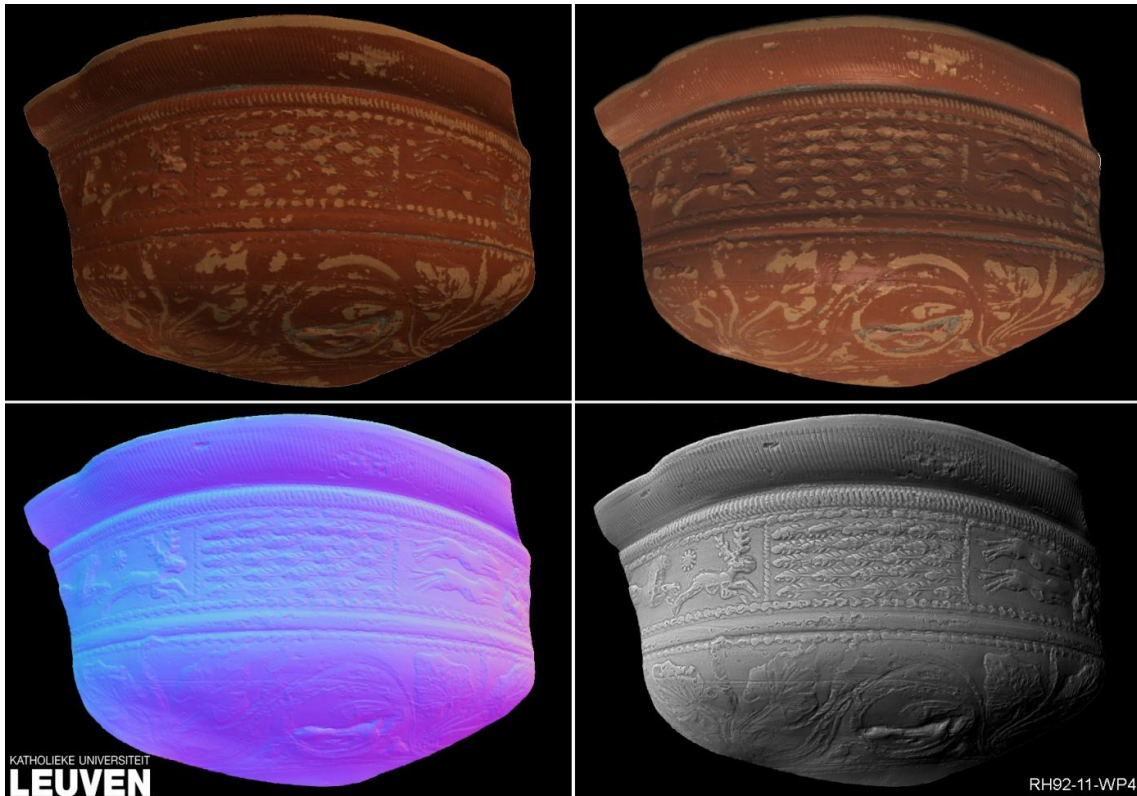
steun van de Herculesstichting: Middelzware onderzoeksinfrastructuur 2009. De West-Vlaamse Archeokrant 70 en 71 publiceerde reeds enkele 3D-beelden op basis van opnames met het PLD-systeem, zie ondermeer de voorpagina van WAK 71.

Bibliografie

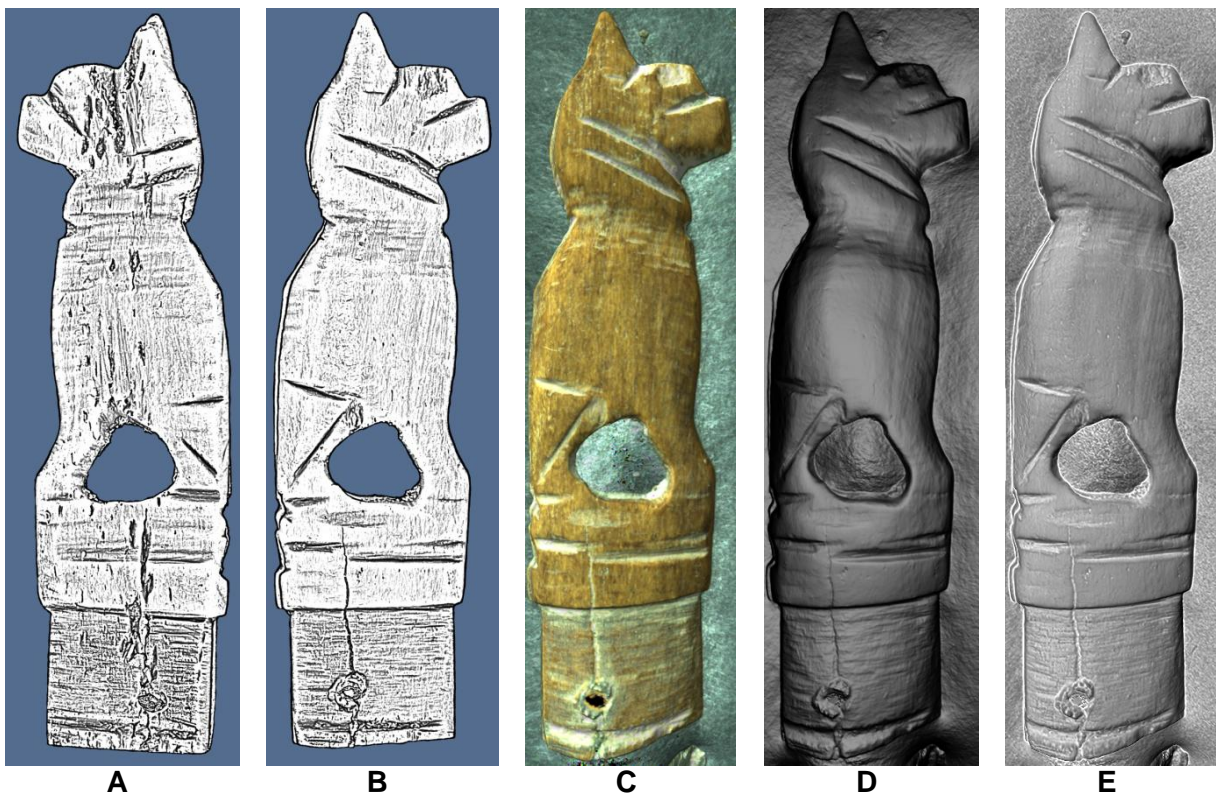
- Goderis, J. 1994: Twee Romeinse mesheften gevonden te Roeselare, *West-Vlaamse Archaeologica* 10, 61-69.
- Goderis, J. 2002: Archeologische waarnemingen in de Zuidstraat te Roeselare van 1986 tot 1988, in *Tentoonstellingsbrochure OMD 2002*, 44-55.
- Goderis, J. 2006: Munten opgegraven te Roeselare, in J. Goderis (red.) *Ruim een kwarteeuw archeologie in de stad*, Roeselare, 57-63.
- Goderis, J. 2011: Een Gallo-Romeinse dakpannenoven uniek in West-Vlaanderen, in J. L. Meulemeester (red.) *De Romeinen in West-Vlaanderen* (Jaarboek van de West-Vlaamse Gidsenkring 2011), Beernem, 93-95.
- Hameeuw, H. en G. Willems 2011: New Visualization Techniques for Cuneiform Texts and Sealings, *Akkadica* 132.
- Havemann, S., V. Settgast, D. Fellner, G. Willems, L. Van Gool, G. Müller, M. Schneider en R. Klein 2008: The Presentation of Cultural Heritage Models in Epoch, *Proceedings of EPOCH Open Digital Cultural Heritage Systems Conference, Congresso Rospigliosi, Rome, 25-26, February 2008*, Rome.
- Willems, G., F. Verbiest, W. Moreau, H. Hameeuw, K. Van Lerberghe en L. Van Gool 2005: Easy and cost-effective cuneiform digitizing, in M. Mudge, N. Ryan en R. Scopigno (red.) *The 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST 2005)*, Pisa, 73-80.



ill 8: Vermoedelijk fragment van een vuurklok met opgezette band en vingerindrukken: R87-2-3 (Roeselare Zuidstraat, Huis Duyvewaardt, zie Goderis 2002). Links: 3D afbeelding met weergave van 'phongunrated' filter; Rechts: 3D afbeelding met weergave van 'radiance scaling' filter.



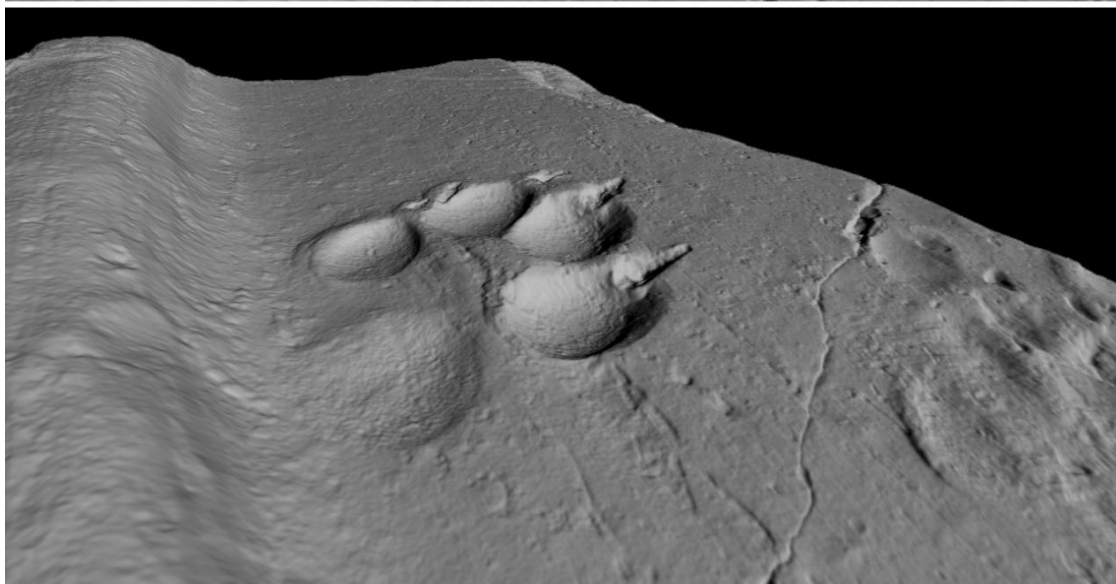
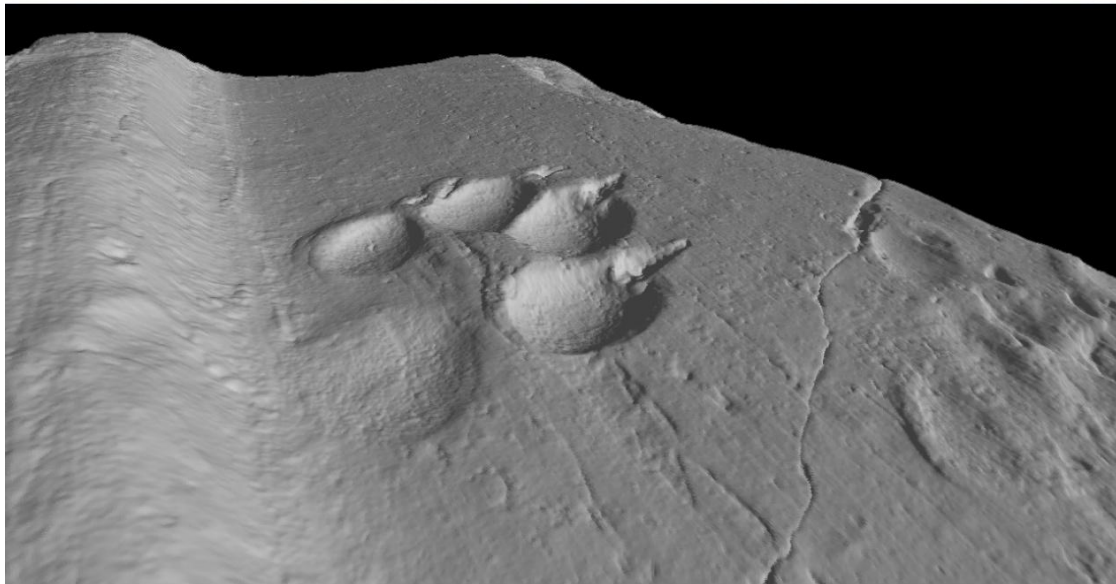
ill 9: Scherf van een terra sigillata kom: RH92-11-WP4 (Roeselare-Haven). Boven links: 3D afbeelding zonder filter; Boven rechts: 3D afbeelding met '*phonguntextured*'-filter; Onder links: 3D afbeelding met weergave van '*normals*'; Onder rechts: 3D afbeelding met '*radiance scaling*'-filter.



ill 10: Mesheft uit been gesculpteerd in de vorm van een kat: R-Haven-WPII (Roeselare-Haven). A: 2D+ afbeelding van rechterkant met weergave van '*line drawing*' filter; B: 2D+ afbeelding van linkerkant met weergave van '*line drawing*' filter; C: 3D afbeelding van linkerkant met weergave van '*color*' filter; D: 3D afbeelding van linkerkant met weergave van '*minnaert*' filter; E: 3D afbeelding van linkerkant met weergave van '*inverted radiance scaling*' filter.



KATHOLIEKE UNIVERSITEIT
LEUVEN
RH91-VER-V9



ill 11: Detail van Romeinse dakpan met afdruk van een poot van een hond: RH91-VER-V9 (Roeselare-Haven). Boven: 3D afbeelding met weergave van 'color' filter; Midden: 3D afbeelding met weergave van 'phongunrated' filter; Onder: 3D afbeelding met weergave van 'radiance scaling' filter.