

# ERFGOED BRUSSEL



Speciaal nummer  
**Open Monumentendagen**  
September 2018 | Nr028

Dossier **HET ERFGOED, DAT ZIJN WIJ!**

# DE INFORMATICA TEN DIENSTE VAN DE ARCHEOLOGIE DE DIGITALE REVOLUTIE

**ANN DEGRAEVE**

ARCHEOLOOG, VERANTWOORDELIJKE DEPARTEMENT ARCHEOLOGISCH ERFGOED,  
DIRECTIE MONUMENTEN EN LANDSCHAPPEN



3D-scan tijdens de restauratie van een deel van de 13e-eeuwse stadsomwalling gelegen aan de Treurenberg te Brussel (C. Devillers, 2014 © BUP/BSE).

Archeologie wordt traditioneel beschouwd als een destructieve en niet herhaalbare activiteit. Een laag weghalen zonder deze grondig te documenteren, houdt vernieling in op twee vlakken: de laag kan niet opnieuw worden opgegraven en de ingesloten informatie is voor altijd verloren.

Parallel met de commerciële digitale ontwikkelingen, heeft het archeologisch onderzoek een lange, soms langzame, maar zekere evolutie op weg naar de digitalisering meegemaakt. Dit laat zich zowel merken bij terreinonderzoek als tijdens de diverse analyses nadien. De complexiteit van dit gegeven blijkt

onder meer uit het feit dat diverse colloquia vandaag regelmatig specialisten rond het digitaliseren van archeologisch erfgoed samenbrengen, waarbij verscheidene nieuwe digitale technieken en onderzoeksmethodes worden voorgesteld en besproken<sup>1</sup>. Vele universiteiten wereldwijd hebben de digitalisering

van archeologisch erfgoed eveneens opgenomen in hun curriculum.

Archeologie is *in se* een driedimensionale wereld, maar tot enkele jaren geleden bestond de praktijk nog altijd uit het omzetten van deze 3D-wereld in tweedimensionale data, onder andere via het maken van tekeningen tijdens opgravingen of van objecten. De prijs van 3D-software en bijhorende instrumenten is de laatste jaren dermate gedaald, dat vele archeologische diensten en bedrijven nu makkelijker kunnen overschakelen naar technieken die de registratie vereenvoudigen — wat voor een tijds-winst op het terrein zorgt en ook een compleet nieuw inzicht in de data kan leveren.

Vandaag worden niet alleen voor de veldregistratie, maar ook voor de laboratoriumanalyses digitale technieken ingezet. Oorspronkelijk werden deze in andere disciplines, zoals de geneeskunde, ontwikkeld en aangewend. De toepassing ervan binnen de archeologische wereld opent ongeziene mogelijkheden voor dit onderzoeksveld.

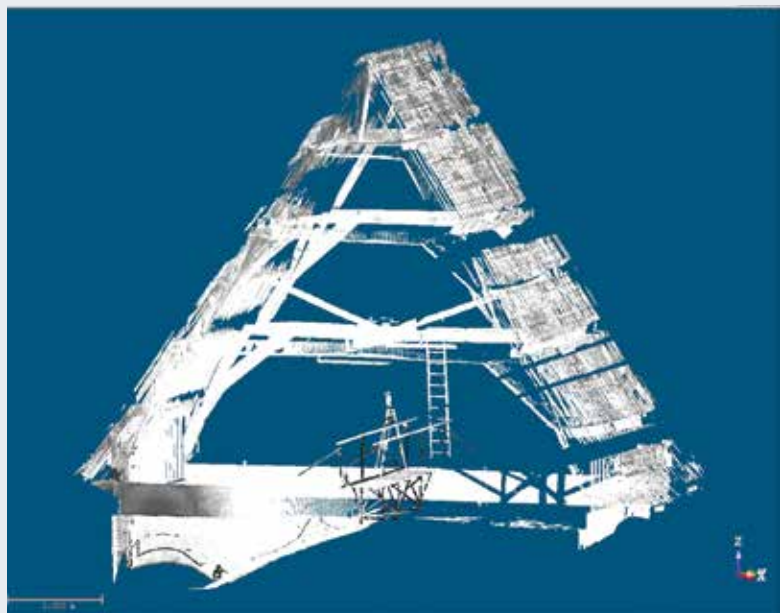
Ook de Brusselse stadsarcheologie is definitief de digitale weg ingeslagen door diverse aangepaste technieken toe te passen. Het principe van de preventieve archeologie<sup>2</sup> vraagt om snelle interventies waarbij digitale technieken de archeologen helpen de registratie op het terrein binnen aanvaardbare tijds-limieten te houden, waardoor de bouw- of restauratieplannen kunnen uitvoeren. Deze toepassing leidt niet alleen tot nieuwe kennis — die vandaag ruimtelijk wordt voorgesteld daar waar ze vroeger enkel in twee dimensies beschikbaar was — maar ook tot een praktische en conceptuele vooruitgang van de archeologische praktijk.

## OP HET TERREIN

Het handmatig intekenen van de vele restanten van archeologisch erfgoed, zowel tijdens traditionele opgravingen als bij bouwarcheologisch onderzoek<sup>3</sup>, was gedurende lange tijd de voornaamste documentatievorm. De '(bak)steen per (bak)steen' tekening geeft de archeoloog meer inzicht in de architecturale elementen die hij bestudeert en laat toe de diverse aardlagen en hun onderlinge samenhang in detail te documenteren voor ze definitief worden weggehaald. Het is echter een bijzonder tijdrovende bezigheid die ettelijke uren en dagen in beslag kan nemen. De evolutie van digitale technieken zoals fotogrammetrie en 3D-scan maken het mogelijk de werktijd op het terrein te verkorten, minder toegankelijke delen te bereiken, daar waar het handmatig tekenen meestal op een schaal 1/20 tot 1/100 werd uitgevoerd, een onnavolgbare vermindering van de foutmarge te behalen.

Een eerste digitale toepassing binnen het Brussels archeologisch erfgoed werd in 2007 uitgevoerd door architecte Teresa Patricio, op een deel van de eerste, 13de-eeuwse stadsomwalling gelegen langs de Villersstraat, in het kader van een restauratieproject geleid door de Stad Brussel, eigenaar van dit stuk omwalling. Een fotogrammetrische opmeting werd uitgevoerd waarbij de diverse pathologieën van de muur werden aangeduid. Deze eerste toepassing combineert dus al meteen een grote diversiteit aan data: niet enkel meetbare en precieze plannen en opstanden maar tevens informatie over de diverse problemen die de muur verzwakken. Dit werd een schoolvoorbeeld van de aanpak die later in diverse complexe restauratieprojecten zou gebruikt worden, zoals de Onze-Lieve-Vrouw ter Zavelkerk en de Sint-Katelijnekerk.

In 2011 volgt een test op het houten gebinte van de Onze-Lieve-Vrouw ter Kapellekerk. Kerkgebintes zijn per definitie heel hoog en breed en



Afb.1

Sectie door de puntenwolk verkregen via de 3D-scan van het gebinte van de Onze-Lieve-Vrouw ter Kapellekerk (© Coudere vzw - BUP/BSE).

derhalve heel moeilijk op traditionele wijze op te meten en in te tekenen. Een 3D-scan, uitgevoerd in samenwerking met een commercieel bedrijf<sup>4</sup>, maakte het mogelijk binnen een heel kort tijdsbestek het volledige gebinte op te meten en op basis van deze scan de nodige doorsnedes en plannen te produceren (afb. 1). De test toonde aan hoe snelheid en precisie in het opmeten, gecombineerd met een visuele analyse van het opgemeten object, voor een vluigere en meer nauwkeurige verwerking en interpretatie van de data zorgt.

Na enkele jaren van uitbesteding van digitale projecten aan gespecialiseerde bedrijven, zette het Departement voor Archeologisch Erfgoed van de Directie Monumenten en Landschappen vanaf 2013 definitief de stap naar een systematische digitale opmeting tijdens zijn onderzoeken. Hierbij werd voornamelijk in het bouwarcheologisch onderzoek de grootste vooruitgang geboekt.

Gevels worden thans grotendeels op fotogrammetrische wijze geregistreerd. Een 18de-eeuwse gevel, zoals die van de huizen in de straten rond de Grote Markt, vergt meer dan 1000 foto's, die vervolgens via specifieke software worden verwerkt<sup>5</sup>. Het resultaat is een uiterst precieze en meetbare opstand van de gevel die niet alleen een inzicht geeft in de bouwmethodes en diverse bouwfasen die het gebouw heeft ondergaan, maar ook van belang is voor eventuele restauratiedoelinden<sup>6</sup>. Zo leidde het onderzoek naar de gevel van het huis in de Spoomakersstraat nr.53 tot de ontdekking van sporen van het oorspronkelijke pleisterwerk beschilderd met een imitatie van steen, baksteen en voegen. Deze werden digitaal verwerkt op het terrein (afb. 2). Nadien werd een digitale reconstructie van de oorspronkelijke decoratie voorgesteld, die



**Afb. 2**

Ontwikkeling in uitvoering van de driedimensionale modellering van de gevel aan de Spoomakersstraat 53 te Brussel (D. Willaumez © BUP/BSE).

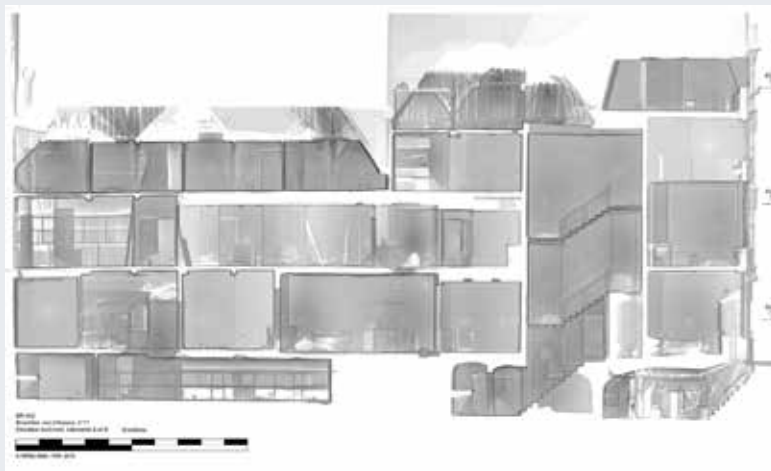
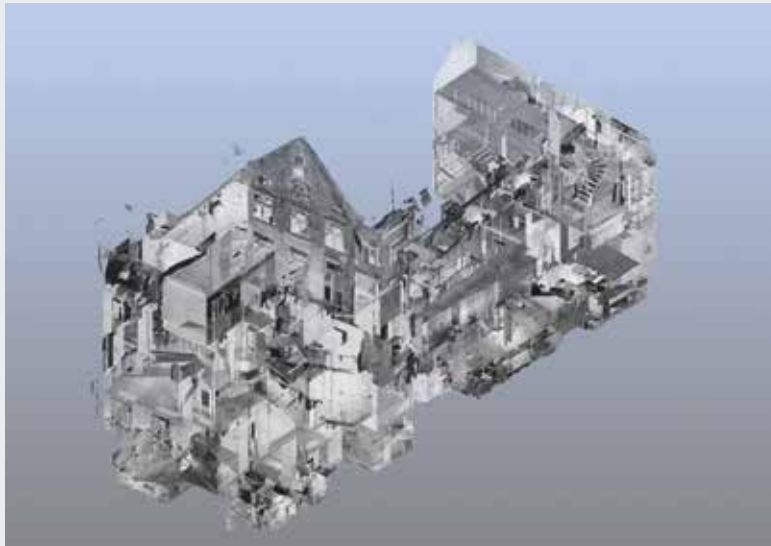
uiteindelijk werd toegepast tijdens de restauratie van de gevel<sup>7</sup>.

Door de diversiteit en techniciteit van de restauratiewerven dient de archeoloog echter ook heel creatief te zijn om bepaalde elementen op een degelijke manier te registreren. Stellingen kunnen bijzonder storende elementen zijn bij het opmeten van een gevel. Zo wordt sinds 2015 ook het procedé van filmen gebruikt in plaats van fotograferen: de filmfragmenten worden door de gebruikte software op dezelfde manier behandeld. Het Departement voor Archeologisch Erfgoed werd voor zijn creativiteit in digitaal documentatiewerk in 2017 genomineerd voor de *Be Inspired Awards* van Bentley<sup>8</sup>.

De recente evolutie van de drone naar economisch interessantere

toestellen heeft op haar beurt eveneens het archeologisch onderzoek gestimuleerd. Waar voorheen allerehande creatieve oplossingen zoals ballonnen, laadbakken van kranen en torenhoge fotostokken met wisselend en niet altijd overtuigend resultaat werden gebruikt, lenen drones zich perfect voor luchtfotogrammetrie. Een perfect meetbaar vogelperspectief helpt de archeoloog bij het verkrijgen van een overzicht en bij de interpretatie van de vele structuren die hij/zij heeft opgegraven

3D-scans worden vandaag zowel in bouwarcheologische projecten als opgravingen toegepast. Het immense voordeel van deze techniek is, naast de millimeter-perfectie, de weergave van een volumetrie, waar voorheen de vele tweedimensionale plannen en doorsnedes in het hoofd



**Afb. 3a en 3b**

3D-scan van het huis aan de Stormstraat 11 te Brussel, die verschillende secties door het gebouw mogelijk maakt (Recherches et Prospections archéologiques, 2015 © BUP/BSE).

van de archeoloog moesten worden samengesteld. De interpretatie van een gebouw of van structuren in een opgraving geeft de archeoloog in één oogopslag wat hij normaliter enkel kan waarnemen door een rotatie van het hoofd en het mentaal opslaan en combineren van de waargenomen data (afb. 3a en 3b).

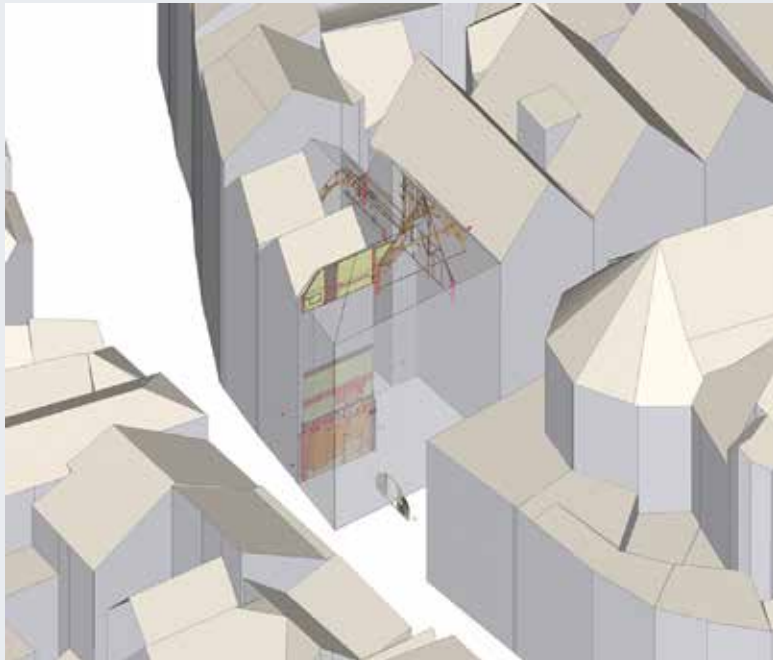
Een specifieke toepassing is het digitale hoogtemodel (DEM). In 2012 ging het Centrum voor Informatica voor het Brusselse Gewest (CIBG) over tot een volledige 3D-scanning

van het Brussels grondgebied, waarbij de data, die verkregen zijn via verticale foto's, schuine luchtfoto's en lidar vanuit een vliegtuig, met elkaar worden gecombineerd. Het resultaat is een digitaal hoogtemodel dat niet alleen van belang is bij stedenbouwkundige planning maar ook bijzonder bruikbaar is in archeologisch onderzoek. Zo levert het digitaal hoogtemodel voor het Zoniënwoud kostbare informatie over de neolithische versterking van Watermaal-Bosvoorde (4.300-3.500 v.Chr.) waarvan de resten vandaag

nog duidelijk zichtbaar zijn in het landschap, hoewel het geheel verborgen ligt tussen de bomen. Het digitale terreinmodel (DTM) kan dan weer gebruikt worden in combinatie met het oudste kaartmateriaal van Brussel. Een projectie van de kaart van Jacob van Deventer uit ca. 1550 op het DTM geeft een totaal nieuw en ruimtelijk perspectief op de ontwikkeling van de stad, zowel in de vallei van de Zenne als op haar oevers.

In aanvulling op dit ruimtelijk perspectief integreert het Departement voor Archeologisch Erfgoed zijn data ook in de gewestelijke lidar. Lidar wordt al langer in het archeologisch bestel gebruikt, voornamelijk voor gebieden die sterk bebost en/of ontoegankelijk zijn. De pers heeft recentelijk veelvuldig melding gemaakt van archeologische ontdekkingen in het ondoordringbare Amazonegebied en de Cambodjaanse wouden rond Angkor Wat. Maar ook in het dichtbebouwde Brussel wordt het lidarprincipe gebruikt door de archeologen. De Brusselse lidar toont namelijk alle gebouwen in een meetbaar 3D-model. Het integreren van de bouwarcheologische data in deze lidar staat nog in zijn kinderschoenen maar zal uiterst waardevolle onderzoeksmogelijkheden en informatie leveren over de middeleeuwse en post-middeleeuwse stadsontwikkeling die grotendeels verborgen ligt achter en onder de huidige bebouwing (afb. 4).

Niet-destructief archeologisch onderzoek is uiteraard uitermate belangrijk. Het maakt deel uit van de site-evaluatie, en dus van de documentatiefase vóór een eventuele opgraving van start gaat, en kan idealiter ook bouwprojecten begeleiden tijdens de opmaak van de bouwplannen. Een bijzondere vorm van niet-destructief onderzoek is het geofysisch onderzoek.



Afb.4

Het invoeren in de Brusselse gewestelijke lidar van gegevens uit archeologisch onderzoek naar gebouwen levert een beter inzicht op in de middeleeuwse en post-middeleeuwse ontwikkeling van de stad [D. Willaumez © CIBG - BUP/BSE].

Bij de aanloop van het project voor de bouw van de nieuwe gevangenis in Haren werd, voor rekening van Brussel Stedenbouw en Erfgoed (BSE), een geofysisch prospectie-onderzoek uitgevoerd door de KU Leuven, in samenwerking met de Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminformatietechnieken (Orbit) van de Universiteit Gent, zodat de archeologen, vóór de opgraving te starten, een duidelijk beeld kregen van eventueel aanwezige structuren in de ondergrond. Het terrein was namelijk te groot en het archeologisch potentieel onvoldoende gekend om bij aanvang een omvangrijke opgraving uit te stippelen. Bij dit geofysisch onderzoek werden de elektrische geleidbaarheid en de magnetische gevoeligheid van de diverse aardlagen gemeten. De resultaten wezen op de aanwezigheid van een pre-holocene geul en enkele sterk verstoorte zones van recente datum. Het geofysisch onderzoek

vormde de basis voor boringen en proefsleuven, die de verkregen data verder konden detailleren<sup>9</sup>.

Een ander voorbeeld is het geofysisch onderzoek dat in mei 2018 werd uitgevoerd op de Grote Markt door *CREA-Patrimoine* van de *Université libre de Bruxelles* in samenwerking met BSE. De analyse van deze scan, die tijdens de redactie van dit artikel nog aan de gang is, zal essentiële informatie leveren over de ondergrond en de diverse gebouwen die zich hier bevonden tijdens de vroege middeleeuwen en het onderzoek naar de kelders en de perceelevolutie in dit deel van de stad stuwten<sup>10</sup>. De geplande geofysische scan van de voornoemde neolithische site in Watermaal-Bosvoorde zal een nog preciezer beeld geven van de bewaringstoestand van de site en bijgevolg ook tot aanbevelingen kunnen leiden voor de bewaring ervan.

## IN HET LABORATORIUM

Ook in het laboratorium of bij de analyse van de data na het terreinonderzoek komen heel wat digitale technieken kijken. Zo kunnen bijvoorbeeld röntgenopnames de vormen van gecorrodeerde ijzeren artefacten zichtbaar maken en de metaalrestaurateur helpen bij het bepalen van de restauratiemethode<sup>11</sup>.

De archeo-milieustudies kennen een explosieve ontwikkeling van nieuwe technieken die werden overgenomen uit diverse parallele disciplines, zoals de geneeskunde voor de analyse van het archeologische beendermateriaal, en de chemische en biologische wetenschappen voor wat betreft de analyses van de vele stalen die op een archeologische vindplaats worden genomen. Het gebruik van elektronenmicroscopie bij de analyse van stalen uit millimeterdunne laagjes levert spectaculaire resultaten die voordien noch met het blote oog noch met de gewone microscoop zichtbaar waren en verdiept onze kennis van de voeding, leefomstandigheden, artisanale activiteiten, hygiëne en ziektepatronen van de onderzochte bevolking<sup>12</sup>.

Naast het microscopisch onderzoek, zijn ook de voorwerpen zelf onderworpen aan een nieuwe digitale revolutie. Het driedimensionaal modelleren van objecten documenteert deze veel gedetailleerder dan het oog kan waarnemen. Daar waar de traditionele tekenmethode moeite heeft met het weergeven van complexe informatie, zoals het voorkomen van diverse kleuren in de decoratie van een schaal, stelt het gebruik van fotogrammetrie en 3D-scan, net als bij gebouwen of archeologische sites, de onderzoekers in staat het object op een preciezere en meer gedetailleerde wijze te documenteren. Het voorwerp is

daardoor eveneens beschikbaar voor verder, gespecialiseerd stilistisch vormonderzoek, zelfs vanop afstand. De onderzoeker kan vanuit zijn kantoor het gedigitaliseerde object onderzoeken en bewerken en hoeft zich niet te verplaatsen. Het voorwerp wordt bijgevolg ook minder gemanipuleerd, wat het risico op breuk vermindert. In de Brusselse archeologie worden momenteel de eerste testen uitgevoerd voor de digitalisering van objecten waarbij dezelfde software wordt gebruikt als voor de bovenvermelde fotogrammetrie van de gebouwen (afb. 5).

## UITWISSELING VAN DATA

Een archeologisch onderzoek is uiteraard niet volledig zonder het noteren en bewaren van de opgegraven en geanalyseerde data. Om deze op een snelle en efficiënte wijze te kunnen raadplegen en met elkaar te vergelijken is een databank in de vorm van een managementsysteem onontbeerlijk. Het Brusselse systeem is tweeledig en bestaat enerzijds uit de volledige informatiecyclus aangaande het terreinonderzoek, met de beschrijving van de diverse lagen en structuren;

anderzijds is er het collectiedeel dat bestaat uit een uitvoerige beschrijving van de aangetroffen objecten in relatie tot de laag waarin ze gevonden zijn, de restauratie die ze hebben ondergaan en hun precieze plaats in de depotruimten. Enkel op deze wijze kan een archeologische collectie toegankelijk gemaakt worden voor verder onderzoek en tentoonstellingen. Het cartografische luik van het archeologisch en historisch onderzoek kan men terugvinden op de cartografische website van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, BruGIS<sup>13</sup>.

## ENKELE DEFINITIES

**Fotogrammetrie** is het proces waarbij foto's en/of luchtfoto's gebruikt worden om meetbare plannen en opstanden op te maken en/of 3D-modellen te creëren van een object of omgeving. In het geval van luchtfotogrammetrie wordt een fotoestel in een vliegtuig of op een drone geïnstalleerd. Bij terrestrische of zogenaamde 'close-range' fotogrammetrie staat het fotoestel op grondniveau op een driepoot of wordt het in de hand gehouden<sup>1</sup>.

**3D-scannen** is het proces van het capteren van digitale informatie over de vorm van een object met een toestel dat laser of licht gebruikt om de afstand te meten tussen de scanner en het object. 3D-scans kunnen data verzamelen van heel kleine objecten tot complexe en grote gebouwen. De digitale informatie die aldus verzameld wordt, noemt men een puntenwolk, waarbij elk punt een meting in de ruimte voorstelt. Men gebruikt lijnen om deze punten tot een polygoonaal model om te vormen<sup>2</sup>.

**Lidar** (*Laser Imaging Detection and Ranging*) is een techniek waarbij de afstand tot een object gemeten wordt met behulp van een laserpuls. De afstand wordt berekend door de tijd te meten die de laserpuls nodig heeft om het oppervlak van het voorwerp te bereiken en terug te keren naar het toestel waarmee gemeten wordt<sup>3</sup>.

Een **digitaal hoogtemodel** (*Digital Elevation Model - DEM*) is een digitale weergave van het aardoppervlak. Binnen het digitale hoogtemodel bestaat een onderscheid tussen het digitale terreinmodel (*Digital Terrain Model - DTM*) (weergave van de maaiveldhoogte) en het digitale oppervlaktemodel (*Digital Surface Model - DSM*) (weergave van de maaiveldhoogte met alle bijkomende elementen zoals gebouwen, bomen, enz.). Dergelijke modellen kunnen geproduceerd worden aan de hand van laserscans, fotogrammetrie, radar- en sonarmetingen, enz.<sup>4</sup>.

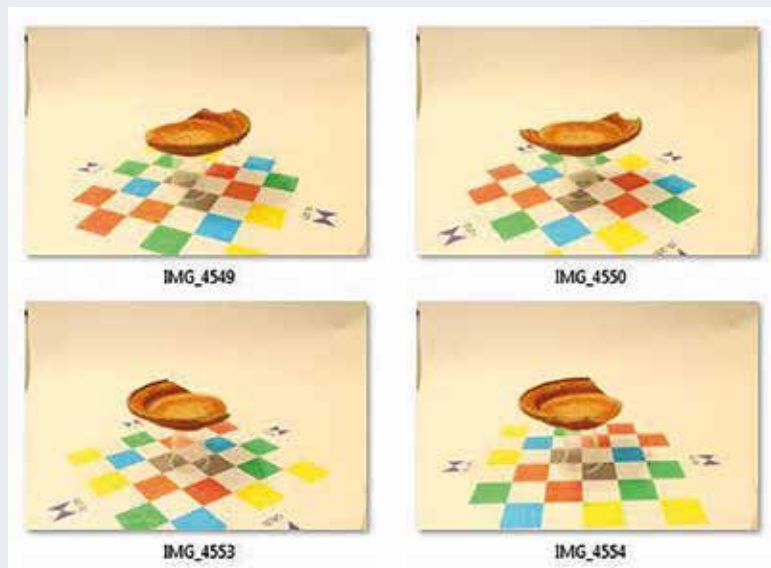
**Geofysisch onderzoek** is het gebruik van diverse technieken (gebruik van een magnetometer,

*earth resistance survey of ground penetrating radar*) om op niet-destructieve wijze data te verzamelen over de ondergrond volgens een specifieke methodologie die afhankelijk is van de wetenschappelijke vraag die moet beantwoord worden<sup>5</sup>.

**Elektronenmicroscopie** is een techniek die elektronen gebruikt bij de afbeelding van het oppervlak of de inhoud van een object, in tegenstelling tot een gewone microscoop, die enkel gebaseerd is op vergroting via lenzen<sup>6</sup>.

## NOTEN

1. Vrij vertaald naar [www.photogrammetry.com](http://www.photogrammetry.com)
2. Vrij vertaald naar [www.absolutegeometries.com](http://www.absolutegeometries.com)
3. <https://nl.wikipedia.org/>
4. <https://nl.wikipedia.org/>
5. Voor meer informatie aangaande de diverse technieken en methodologieën, zie: SCHMIDT, A., LINFORD, P., LINFORD, N., *et al.*, *EAC Guidelines for the Use of Geophysics in Archaeology. Questions to ask and Points to consider* [EAC Guidelines 2], 2015, Brussel.
6. <https://nl.wikipedia.org/>



Afb. 5

Door een gezegelde aarden kom uit de Romeinse tijd van alle kanten te fotograferen kan met behulp van aangepaste software een driedimensionaal beeld gecreëerd worden (D. Willaumez, 2017 © BUP/BSE).

Recentelijk is de techniek van virtuele realiteit ook de wereld van de archeologie binnengedrongen. Deze techniek is uitermate handig bij de voorstelling van verdwenen landschappen, (delen van) steden en huizen, enz. Wereldwijd worden grote projecten gelanceerd zoals het project *Rome Reborn*<sup>14</sup>, met een virtuele voorstelling van de stad Rome in het jaar 320, of een 3D-voorstelling van het 17de-eeuwse Londen<sup>15</sup>. De nieuwste 3D-brillen laten ons in een tijdscapsule stappen en een virtueel bezoek brengen aan een onbereikbare wereld, zoals York (Engeland) tijdens de Viking-periode<sup>16</sup>. Dergelijke producten maken het mogelijk de resultaten van een archeologisch onderzoek te verwerken op een ludieke manier die voorheen onbestaand was. Ook in Brussel werd een eerste stap in deze richting gezet met het onderzoeksproject rond het domein en de woning van Andreas Vesalius, de befaamde Renaissance anatoom en persoonlijke dokter van Keizer Karel. Op

basis van een nieuwe analyse van het bestaande iconografische en kaartenmateriaal en teksten kon het domein gereconstrueerd en de woning geïdentificeerd worden op de gravures. Vervolgens werd een reconstructie van het 16de-eeuwse prestigegebouw, het *Hooghuys*, voorgesteld, waarbij de tekenconventies van de gravures via een modern medium naar een architecturaal samenhangend geheel werden vertaald (afb. 6)<sup>17</sup>.

De steeds sneller evoluerende technologieën van smartphone en tablet hebben de archeologische wereld ook veroverd: vandaag zijn downloadbare apps die het bezoek van een archeologische vindplaats verrijken bijna standaard. De archeologische site van de Coudenberg stelt bijvoorbeeld diverse web-apps ter beschikking, waaronder een audiogids met interactieve plattegrond en oude iconografie, een ondergrondse speurtocht voor kinderen en een jongerenactiviteit rond bouwtechnieken en -materialen<sup>18</sup>.

## BESLUIT

Het gebruik van digitale technieken binnen de archeologie kadert niet alleen binnen het Europees Verdrag van Malta, dat de bescherming en documentatie van archeologische sites beoogt, maar eveneens binnen het Verdrag van Faro, dat de waarden van cultureel erfgoed voor de samenleving beschrijft en de acties opsomt die hierbij moeten worden ondernomen. Het *European Archaeological Council*, in navolging van beide verdragen, heeft de Amersfoort Agenda<sup>19</sup> gepubliceerd, waarin aandacht gevraagd wordt voor de nieuwe uitdagingen waarmee archeologische managers worden geconfronteerd, waaronder het beheer van de digitale data.

De digitalisering van archeologisch erfgoed stelt de archeologen inderdaad voor een andere, nieuwe uitdaging: de exponentiële groei van digitale data. Niet enkel de kwaliteit van de data moet gegarandeerd worden, maar ook hun correcte bewaring en archivering moeten nagestreefd worden. Het is een belangrijke uitdaging waar momenteel hard aan gewerkt wordt in de internationale archeologische wereld: standaarden<sup>20</sup> worden ontwikkeld die niet enkel de bewaring van de informatie moeten garanderen maar tevens hun toegankelijkheid voor de jongere generaties, hun uitwisseling en hergebruik verzekeren.

Het verhaal van een stad en haar bewoners staat immers centraal in het werk van de Brusselse archeologen. De digitale dimensie kan dit verhaal zeker nog fascinerender en boeiender maken<sup>21</sup>.





Afb. 6

3D-reconstructie van het huis van Andreas Vesalius gezien vanuit het noordwesten (D. Van Grieken © BUP/BSE).

## NOTEN

- CAA (*Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*): <https://caa-international.org/>; *Cultural Heritage and New Technologies*: <https://www.chnt.at/>; VSMM (*International Society on Virtual Systems and MultiMedia*): <http://vsmm.org/>; *Digital Heritage*: <http://www.digitalmeetsculture.net/digital-heritage/>
- DEGRAEVE, A., 'Het verleden gezien door een nieuwe bril: Archeologie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 6-21.
- Voorbeelden van handmatige bouwarcheologische tekeningen kunnen geraadpleegd worden in MODRIE, S., 'Kennis en Beheer van het Bouwkundig Erfgoed: de bijdrage van de Bouwarcheologie', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 26-47.
- Coudéré bvba voor het product Trimble.
- Het Departement voor het Archeologisch Erfgoed gebruikt Bentley Context Capture Reality Modelling Software.
- Voor meer informatie over de samenwerking tussen archeologisch onderzoek en renovatie- en restauratiewerven, zie: MODRIE, S. & SOSNOWSKA, PH., 'Archeologische expertise ten dienste van renovatie- en restauratiewerven. Dialogen rond restauratie-opties', *Erfgoed Brussel* 25, 2017, pp. 52-61.
- JACQUES, C. & BERNARD, P., 'De wedergeboorte van een barokgevel. De ontdekking en restauratie van Spooormakersstraat nr. 53', *Erfgoed Brussel* 25, 2017, pp.62-65.
- <https://pages.info.bentley.com/beinspired2017/>
- WILLEMS, M. & VANMONTFORT, B., *Archeologisch onderzoek van het terrein gelegen Witloofstraat, 1130 Haren [BR250-01]*, ongepubliceerd rapport, 2013.
- Voor meer informatie over het project BAS (*Brussels Archaeological Survey*), zie BLARY, Fr., CHARRUADAS, P., SOSNOWSKA, Ph. et MODRIE, S., "Oude Kelders in Brussel. Een 'studie in diepte' in dienst van het gewestelijk Erfgoed", *Erfgoed Brussel*, nr. 25, 2017, p. 90-99. Er vindt ook een tentoonstelling over dit onderwerp plaats in de galerij op de begane grond van de Sint-Gorikshallen. Deze gratis toegankelijke tentoonstelling loopt van 13 september tot 21 november 2018.
- Voor meer informatie omtrent de diverse restauratietechnieken die in het laboratorium van de Directie Monumenten en Landschappen worden gebruikt, zie: PINCEEL, J. & COGNARD, L., 'Op de operatietafel. Het conservatie- en restauratielaboratorium', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 78-91.
- Voor meer informatie over de archeomilieustudies, zie: DEVOS, Y., 'Archeomilieuspecialisten. Het onderzoek van "archeologische crime scenes" in Brussel', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 92-99.
- <https://mybrugis.irisnet.be/> De archeologische informatie bevindt zich onder het lemma 'Brussel Stedenbouw en Erfgoed' > Monumenten en Landschappen > Archeologisch Erfgoed. Voor meer informatie over de archeologische lagen in BruGIS, zie in dit volume het artikel van M. MEGANCK.

Voor verdere informatie over de inventaris van de archeologische sites verwijzen we naar: MEGANCK, M., 'De archeologische inventaris. Een instrument voor onderzoek en beheer', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 48-55.

14. <https://www.romereborn.org>

15. <https://www.youtube.com/watch?v=SPY-hr-8-M0>

16. <https://www.york.ac.uk/news-and-events/news/2017/research/virtual-reality-vikings/>

17. Voor meer informatie, zie : MEGANCK, M., 'Het domein en huis van Andreas Vesalius in Brussel. Cartografie van een prestigieuze residentie', *Erfgoed Brussel* 17, 2015, pp. 62-77.

18. <https://coudenberg.brussels/>

19. <https://www.europae-archaeologiae-consilium.org/strategic-documents>.

20. PERRIN, K., BROWN, D.H., LANGE, G., et al., 2014: *A Standard and Guide to Best Practice for Archaeological Archiving in Europe (EAC Guidelines 1)*, Brussel.

21. Zie <https://sketchfab.com/ArcheoBru>

## COLOFON

### REDACTIECOMITÉ

Stéphane Demeter, Paula Dumont,  
Murielle Lesecque, Griet Meyfroots,  
Cecilia Paredes en Brigitte Vander  
Bruggen

### EINDREDACTIE NEDERLANDS

Paula Dumont en Griet Meyfroots

### EINDREDACTIE FRANS

Stéphane Demeter

### REDACTIESECRETARIAAT

Murielle Lesecque

### COORDINATIE ICONOGRAFIE

Cecilia Paredes

### COORDINATIE DOSSIER

Stéphane Demeter

### AUTEURS/ REDACTIONELE MEDEWERKING

Aurélie Autenne, Kristiaan Borret,  
Bruno Campanella, Michel Dechamps,  
Ann Degraeve, Stéphane Demeter,  
Paula Dumont, Ludo Gobin,  
Yves Hanosset, Claudine Houbart,  
Pascale Ingelaere, Serge Joris,  
Catherine Leclercq, Isabelle Leroy,  
Marc Meganck, Cecilia Paredes,  
Véronique Van Bunnan,  
Hans Vandecandelaere, Brigitte Vander  
Bruggen, Manja Vanhaelen, het team  
van *visit.brussels*, Thierry Wauters

### VERTALING

Gitracom, Eric Tack,  
Ubiquis Belgium NV/SA

### NALEZING

Augusta Dörr, Koenraad  
Raeymaekers, Harry Lelièvre,  
Wim Kenis, Tom Verhofstadt  
en de leden van het redactiecomité

### VORMGEVING

Polygraph'

### ONTWERPER MAQUETTE

The Crew communication nv

### DRUK

IPM printing

### VERSPREIDING EN ABONNEMENTENBEHEER

Cindy De Brandt,  
Brigitte Vander Bruggen  
bpeb@gob.brussels

### BEDANKINGEN

Manon Boetman, Sophie Bouchard,  
Philippe Charlier, Alfred de Ville de Goyet,  
Jacques de Selliers, Farba Diop,  
Marie-Laure Lectef

### VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Bety Waknine, directrice-generaal  
van Brussel Stedenbouw en Erfgoed/  
Gewestelijke Overheidsdienst  
Brussel, CCN – Vooruitgangstraat  
80, 1035 Brussel.

De artikelen zijn gepubliceerd  
onder de verantwoordelijkheid  
van de auteurs. Alle rechten voor  
het reproduceren, vertalen of  
herwerken zijn voorbehouden.

### CONTACT

Directie Monumenten en  
Landschappen – Cel Sensibilisatie  
CCN – Vooruitgangstraat 80, 1035 Brussel  
<http://www.erfgoed.brussels>  
[broh.monumenten@gob.brussels](mailto:broh.monumenten@gob.brussels)

### HERKOMST VAN DE FOTO'S

Mochten er ondanks onze inspanningen  
om alle reproductierechten te betalen  
toch nog gerechtigden zijn die niet  
gecontacteerd werden, dan worden zij  
verzocht zich kenbaar te maken bij de  
Directie Monumenten en Landschappen  
van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

### LIJST MET AFKORTINGEN

ACW – Association Campanaire Wallonne  
ADSB – Archief van het Departement  
Stedenbouw van de Stad Brussel  
ARML – KULeuven, Centrale Bibliotheek,  
Universiteitsarchief, Fonds R.M. Lemaire  
BUP/BSE - Bruxelles Urbanisme et  
Patrimoine / Brussel Stedenbouw en Erfgoed  
CIBG – Centrum voor Informatica  
voor het Brussels Gewest  
IAF – Association internationale  
de Fauconnerie  
KIK-IRPA – Koninklijk Instituut voor  
het Kunstpatrimonium / Institut  
royal du Patrimoine artistique  
SAB – Stadsarchief Brussel  
SPRB/GOB - Service public régional  
de Bruxelles / Gewestelijke  
Overheidsdienst Brussel

### ISSN

2034-5771

### WETTELIJK DEPOT

D/2018/6860/032

Cette revue paraît également  
en Français sous le titre  
*Bruxelles Patrimoines*.



## Erfgoed Brussel Reeds verschenen

001 - November 2011  
Terug naar school

002 - Juni 2012  
De Hallepoort

003-004 - September 2012  
De kunst van het bouwen

005 - December 2012  
Hôtel Dewez

Extra nummer 2013  
Het erfgoed schrijft onze geschiedenis

006-007 - September 2013  
Brussel, m'as-tu vu ?

008 - November 2013  
Industriële architectuur

009 - December 2013  
Parken en tuinen

010 - April 2014  
Jean-Baptiste Dewin

011-012 - September 2014  
Geschiedenis en herinnering

013 - December 2014  
Cultusgebouwen

014 - April 2015  
Zoniënwoud

015-016 - September 2015  
Ateliers, fabrieken en kantoren

017 - December 2015  
Stadsarcheologie

018 - April 2016  
De Gemeentehuizen

019-020 - September 2016  
Stijlen gerecycleerd

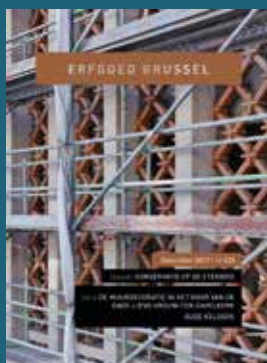
021 - December 2016  
Victor Besme

022 - April 2017  
Art nouveau

## Laatste nummers



023-024 - September 2017  
Natuur in de stad



025 - December 2017  
Conservatie op de steigers



026-027 - April 2018  
Kunstenaarsateliers

2018   
EUROPEAN YEAR  
OF CULTURAL  
HERITAGE  
#EuropeForCulture



urban  
brussels 

URBAIN BRUXELLES URBANISME ET PATRIMOINE  
STAD BRUSSEL STEDENBOUW EN ERFGOED

10 €



ISBN 978-2-87584-167-4