



Vlaanderen
is erfgoed

Onderzoeksrapport

ONDERZOEKSBALANS VLAAMSE ARCHEOLOGIE 1.0

Hoofdstuk methoden en technieken:
Terreinprospecties en -evaluaties

Agentschap
Onroerend
Erfgoed

COLOFON

TITEL

Onderzoeksbals Vlaamse archeologie 1.0
Hoofdstuk methoden en technieken: Terreinprospecties en -evaluaties

REEKS

Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed nr. 173

AUTEURS

Erwin Meylemans, Tim Vanderbeken, Marijn Van Gils

JAAR VAN UITGAVE

2021

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed Wetenschappelijke
instelling van de Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving
Published by the Flanders Heritage Agency Scientific Institution of the
Flemish Government, policy area Environment

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

VERANTWOORD
Sonja Vanblaere

OMSLAGILLUSTRATIE

Proefsleuvenonderzoek Sigma zone Wijmeers 1
Copyright Onroerend Erfgoed, foto: Erwin Meylemans

agentschap Onroerend Erfgoed
Havenlaan 88 bus 5
1000 Brussel
T +32 2 553 16 50
info@onroerenderfgoed.be
www.onroerenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Modellicentie Gratis Hergebruik v1.0.
This work is licensed under the Free Open Data Licence v1.0.

Dit werk is beschikbaar onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie. Bezoek <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> om een kopie te zien van de licentie.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

ISSN 1371-4678
D/2021/3241/081

EDITORIAAL

In 2008 lanceerde het Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed (VIOE) – één van de voorlopers van het huidige agentschap Onroerend Erfgoed - een 'Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed' voor archeologisch, landschappelijk en bouwkundig erfgoed. Deze onderzoeksbalans werd gerealiseerd in overleg en nauwe samenwerking met specialisten uit de onroerenderfgoedsector en nam de vorm aan van een website. Dit instrument is in zeer beperkte mate actueel gehouden, waardoor het momenteel slechts bruikbaar is als vertrekpunt voor onderzoek tot 2007/2008. Er is zeker wat archeologie betreft nood aan een geactualiseerde versie. Sinds 2008 is de webtechnologie geëvolueerd en wordt de software van de onderzoeksbalans niet meer ondersteund waardoor we ons genoodzaakt zien deze van het web te halen ten laatste tegen eind 2020. Om de stand van zaken anno 2008 niet te laten verloren gaan, zal het agentschap de hoofdstukken van de onderzoeksbalanswebsite omvormen tot digitale rapporten die het agentschap zal ontsluiten op de OAR.

Onderstaande chronologische en thematische hoofdstukken zullen apart ontsloten worden via de OAR.

1. Paleolithicum
2. Mesolithicum
3. Neolithicum - Vroege landbouwers
4. Bronstijd/IJzertijd
5. Romeinse tijd
6. Vroege en Volle Middeleeuwen
7. Late Middeleeuwen en Moderne Tijden
8. Maritieme archeologie
9. Natuurwetenschappelijk Onderzoek
10. Dateringsonderzoek
11. Conservatie
12. Methoden en Technieken

Deze rapporten zijn inhoudelijk identieke versies van de hoofdstukken zoals ze ontsloten waren op de website van de Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed.

Momenteel worden voor de discipline archeologie voorbereidingen getroffen richting een zogenaamde 'Onderzoeksbalans 2.0'. We integreren die in de inventaris onroerend erfgoed. Daar is een module voorzien voor thematische teksten.

Parallel met de Onderzoeksbalans ontwikkelde het VIOE ook de Bibliografie Onroerend Erfgoed: een online zoekmachine met bibliografische referenties over Onroerend Erfgoed in Vlaanderen. Die bibliografie is van onschatbare waarde voor het onderzoek naar Onroerend Erfgoed in Vlaanderen. We zorgen er voor dat ook deze bibliografie niet verloren gaat. Ze zal voor eind 2020 beschikbaar gesteld worden via een andere toepassing.

Brussel, 24/05/2019

INHOUD

1	INLEIDING	7
1.1	DOEL EN STRUCTUUR	7
1.2	ALGEMENE HISTORIEK VAN HET ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIE- EN EVALUATIEONDERZOEK (INTERNATIONAAL)	8
1.2.1	DE ONTWIKKELING VAN EEN LANDSCHAPSARCHEOLOGIE	8
1.2.2	EEN NIEUW ERFGOEDBEHEER	8
1.2.3	NIEUWE TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN	9
1.3	VLAANDEREN: ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIES EN EVALUATIES IN BEHEER- HET BELEID. .	10
2	REMOTE SENSING	11
2.1	INLEIDING	11
2.2	BEKNOPT HISTORIEK VAN REMOTE SENSING IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)....	11
2.3	REMOTE SENSING TOEPASSINGEN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	14
2.3.1	‘TRADITIONELE’ LUCHTFOTOGRAFIE (OPTISCHE SPECTRUM), OVERZICHT VAN HISTORISCHE BRONNEN EN VERTICALE ‘NIET ARCHEOLOGISCHE’ OPNAMES	14
2.3.2	MULTISPECTRALE EN HYPERSPECTRALE OPNAMES	15
2.3.3	DIGITALE HOOGTEMODELLERING EN LIDAR	16
2.3.4	ARCHEOLOGISCHE LUCHTPROSPECTIE	17
2.4	REMOTE SENSING IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE: SYNTHESE	19
3	GEOFYSISCHE EN GEOCHEMISCHE ONDERZOEKSMETHODEN	20
3.1	INLEIDING	20
3.2	HET GEBRUIK VAN GEOFYSISCHE PROSPECTIEMETHODEN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)	20
3.2.1	ALGEMENE HISTORIEK	20
3.2.2	ELEKTRISCHE WEERSTANDSMETING	21
3.2.3	MAGNETOMETRIE	22
3.2.4	GRONDRADAR	22
3.2.5	SYNTHESE: DE BRUIKBAAARHEID VAN DE VERSCHILLENDE METHODES	23
3.2.6	STANDAARDEN EN RICHTLIJNEN	23
3.3	GEOFYSISCH ONDERZOEK IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	24
3.3.1	ALGEMEEN OVERZICHT	24
3.3.2	BESLUIT	25
3.4	HET GEBRUIK VAN GEOCHEMISCHE METHODES IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)	25
3.4.1	ALGEMEEN OVERZICHT	25
3.4.2	GEOCHEMISCH ONDERZOEK IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	26
4	VELDKARTERING	27
4.1	INLEIDING	27
4.2	HET GEBRUIK VAN VELDKARTERING IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)	27
4.3	VELDKARTERING IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	27
5	PROSPECTIEF BOORONDERZOEK	29
5.1	INLEIDING	29
5.2	PROSPECTIEF BOREN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)	29
5.3	PROSPECTIEF BOREN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	30
6	PROEFSLEUVEN	32
6.1	INLEIDING	32
6.2	HET GEBRUIK VAN PROEFSLEUVEN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)	32
6.3	HET GEBRUIK VAN PROEFSLEUVEN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE	35
7	GEOARCHEOLOGISCHE TOEPASSINGEN	36
7.1	INLEIDING	36
7.2	ENKELE VOORBEELDEN VAN PROJECTEN IN VLAANDEREN	36
7.2.1	ONDERZOEK IN ALLUVIALE CONTEXTEN	36

1 INLEIDING

1.1 DOEL EN STRUCTUUR

Het doel van dit hoofdstuk is een overzicht te bieden van de toepassing van archeologische prospectie- en evaluatiemethodes in Vlaanderen. Om dit te kaderen wordt eveneens, per methode, een beknopt overzicht geboden van de toepassing op internationaal vlak. Hierbij is de aandacht voornamelijk gericht op het bieden van een algemene historiek, het bestaan van standaarden, en ten slotte op recente 'sleutelpublicaties'. Op die manier wordt een stand van zaken opgebouwd van de *'state of the art'* van elke methode. Met dit kader telkens als achtergrond wordt de Vlaamse situatie terzake geschetst.

In de inleiding wordt eveneens een overzicht gegeven van de internationale evolutie van de prospectie- en evaluatiearcheologie. Dit laat ons eveneens toe om de algemene evolutie van de discipline in Vlaanderen in een breder kader te plaatsen en te evalueren.

De volgorde van de verschillende methoden die besproken worden in dit hoofdstuk is ingegeven door de ‘impact’ die ze hebben op de ondergrond en de archeologie. Hierbij worden eerste de ‘niet destructieve’ methodes besproken (*Remote-Sensing*, geofysische en geochemische onderzoeksmethoden), daarna komen de methodes aan bod die (in stijgende mate) een directe impact op het archeologisch erfgoed hebben. We moeten hierbij vermelden dat het gebruik van testputten nog niet in deze versie besproken wordt.

Hoofdstuk 8 behandelt beknopt de toepassing van geoarcheologische methodes in de prospectie- en evaluatiearcheologie. De waaier aan mogelijke methoden en technieken, en bronnen, die voor een dergelijke bespreking aan bod kunnen komen is uiteraard zeer uitgebreid en divers. Echter, verschillende aspecten hierbij (bv. bronnen voor het fysieke landschap; palynologie ...) komen eveneens in andere hoofdstukken in de onderzoeksbalans aan bod, zodat in grote mate hier naar verwezen wordt.

In de hoofdstukken 9 en 10 verlaten we het ‘terreinwerk’ en wordt een aantal aspecten besproken die van belang zijn voor de interpretatie en het gebruik van prospectiedata: ruimtelijke analyse (hoofdstuk 9), en ontsluiting van gegevens (hoofdstuk 10).

Hoofdstuk 11 is een algemeen besluit, waarin wordt getracht de stand van zaken van het gebruik van de verschillende methodes te kaderen in de ontwikkeling van enerzijds de internationale, anderzijds de Vlaamse archeologie. Ten slotte bieden we in het licht van al het voorgaande nog enkele aanbevelingen (hoofdstuk 12).

In dit hoofdstuk van de onderzoeksbalans is op dit moment niet gekozen om te werken per ‘archeoregio’, zoals in de periodehoofdstukken. Dit omdat het in het geval van de meeste methoden gaat om een vrij beperkt aantal onderzoeksgegevens, en omdat de nadruk ligt op methodologische werken. Een uitzondering is het hoofdstuk veldkartering (4), waar wel indicatief is weergegeven wat de verdeling is per periode/ archeoregio, op basis van de Centrale Archeologische Inventaris.

In de toekomst (een volgende versie van dit document) lijkt het ons echter wel zeker nuttig om ook voor een aantal andere 'gebeurtenissen' in de CAI de oefening per archeoregio en periode te maken, bv. 'werfcontroles' en 'mechanische prospecties'.

1.2 ALGEMENE HISTORIEK VAN HET ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIE- EN EVALUATIEONDERZOEK (INTERNATIONAAL)

Hoewel prospectie altijd een onderdeel heeft gevormd van de archeologische praktijk is het vooral vanaf de jaren '60 en '70 dat er meer aandacht is voor de ontwikkeling van methoden en technieken enerzijds, en voor de systematische registratie van prospectiegegevens en interpretaties anderzijds¹.

Deze groeiende aandacht in de internationale archeologie heeft in het algemeen te maken met de ontwikkeling van een 'landschapsarcheologie', veranderende visies op het archeologisch beleid en beheer, en ten slotte groeiende technische mogelijkheden.

In de laatste decennia is er dan ook een steeds groeiende hoeveelheid literatuur over het onderwerp, bv. het tijdschrift *Archaeological Prospection* (waarbij de nadruk vooral ligt op de geofysische methodes), en handboeken². Daarnaast zijn er enkele internationale organisaties ontstaan georiënteerd op de prospectiearcheologie, of aspecten hiervan. Voorbeelden hiervan zijn de *Aerial Archaeology Research Group* (AARG), en de *International Society for Archaeological Prospection* (ISAP).

1.2.1 De ontwikkeling van een landschapsarcheologie

De ontwikkeling van een 'site-archeologie' naar een 'landschapsarcheologie'³ werd o.a. gestimuleerd door de grote hoeveelheid gegevens die in Groot-Brittannië door luchtfotografie werden ontdekt, vanaf de jaren '60 (cf. hoofdstuk 2). In de jaren '70 verschijnen dan ook een aantal belangrijke werken met als onderwerp de ruimtelijke analyse van archeologische data en ruimtelijke interpretatieve modellen⁴. Clarke noemt dit als één van de belangrijkste evoluties van de 'loss of innocence' van de archeologie. Aanvankelijk was deze *Spatial Archaeology* vooral gericht op de analyse van jager-verzamelaarsgemeenschappen, waarbij in het begin van de jaren '80 de belangrijke term 'off site archaeology', wat evolueert in de jaren '90 naar een 'non site archaeology' (cf. hoofdstuk 4). In de jaren '80 en '90 was dit discours, gestimuleerd door de 'new archaeology' voornamelijk sterk fysisch en ecologisch deterministisch, met de ontwikkeling van 'predictieve modellen' gebaseerd op de relatie tussen spreiding van archeologische gegevens en fysisch landschappelijke factoren (hoofdstuk 9). Op dit ecologisch determinisme kwam echter al snel 'post-processuele' kritiek, waarbij fenomenologische, culturele en cognitieve aspecten op de voorgrond kwamen⁵, het onderzoek naar een holistische 'culturele biografie' van het landschap was begonnen⁶.

De laatste jaren is er weer een sterk toenemende interesse voor fysische processen, om de aard, verspreiding en 'kwaliteit' van het archeologisch erfgoed te kunnen inschatten (cf. hoofdstuk 8).

1.2.2 Een nieuw erfgoedbeheer

Deze 'nieuwe' visies op het archeologisch erfgoed hadden vanaf de jaren 1970 en 1980 een belangrijke weerslag op het beleid en beheer van het archeologische en landschappelijke erfgoed⁷. Begrippen als *cultural resource management* en *archaeological heritage management*, in de jaren 1980 ontstaan in de VS, gaven een ruimere betekenis aan erfgoedzorg dan academisch onderzoek en het beschermen van de belangrijkste en best bewaarde sites als een "postzegelverzameling"⁸, of als dit niet kan ze op

¹ David 2001.

² Banning 2002.

³ Cf. o.a. Wagstaff 1987.

⁴ Clarke 1977.

⁵ Tilley 1994.

⁶ Roymans *et al.* 2009.

⁷ Cleere 1984.

⁸ Willems 1999.

Op 16 januari 1992 werd in Valletta (Malta) het *Europees Verdrag Inzake de Bescherming van het Archeologisch Erfgoed* ondertekend (Algemeen gekend als het *Verdrag van Malta*). Het verdrag is een herziening van de *Conventie van Londen* van 1969, die reeds ontstond als een reactie op de toenemende bedreiging van het archeologische erfgoed door de grote ruimtelijke ontwikkelingen in Europa na WOII. De belangrijkste principes van het *Verdrag van Malta* zijn dan ook gestoeld op een inpassing van het beheer van het archeologische erfgoed in het proces van de ruimtelijke planning en ordening. In artikel 5 van dit verdrag wordt dit concreter verwoord met als belangrijkste aspecten de betrokkenheid van archeologen bij het planningsbeleid in het algemeen en de verschillende fasen van ontwikkelingsprojecten in het bijzonder. Als doelstellingen en middelen worden genoemd de “wijziging van ontwikkelingsplannen die het archeologisch erfgoed zouden kunnen aantasten”; en het “toewijzen van voldoende tijd en middelen om passend wetenschappelijk onderzoek van de vindplaatsen te verrichten en de resultaten daarvan te publiceren”.

Dit alles noodzaakte dat de archeologische praktijk de instrumenten ontwikkelde om dit mogelijk te maken. In de internationale archeologie in het algemeen en de Europese archeologie in het bijzonder is er vanaf de jaren '90 dan ook een steeds toenemende aandacht voor de ontwikkeling van efficiënte manieren om de impact van ontwikkelingsprojecten op het archeologisch erfgoed te kunnen inschatten en 'begroten', en voor de ontwikkeling van (niet-destructieve) manieren voor de inventarisatie, evaluatie en monitoring van archeologische sites en landschappen. In Engeland bv., waar het principe van de inpassing in de Ruimtelijke Ordening al in 1990 in *Planning Policy Guidance 16* (PPG16) werd gegoten, veroorzaakte dit o.a. een enorme groei van de toepassing van geofysische prospectietechnieken (cf. hoofdstuk 3).

1.2.3 Nieuwe technische mogelijkheden

¹⁰ Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 2002.

Wellicht het belangrijkste echter is de ontwikkeling van digitale mogelijkheden en ICT in het algemeen. De toename in opslagcapaciteit en analyse en verwerkingsmogelijkheden van digitale gegevens laat immers toe de gegevens van verschillende bronnen en methoden geïntegreerd te analyseren en te verwerken, bv. via GIS.

1.3 VLAANDEREN: ARCHEOLOGISCHE PROSPECTIES EN EVALUATIES IN BEHEER- HET BELEID.

In 1974 meldde H. Roosens al de alarmerende toestand wat betreft bescherming van archeologische vindplaatsen in het pre- gefederaliseerde België: *"...en nombre si restreint à vrai dire qu'on peut les compter sur les doigts d'une seule main."*¹¹. Verderop in dezelfde publicatie ging hij in op de middelen die daarvoor kunnen gebruikt worden en vermeldde als belangrijkste de *Wet van 7 augustus 1931 op de bescherming van monumenten en landschappen*.

Met het *'Decreet houdende bescherming van het archeologisch patrimonium'* van 1993 werd de mogelijkheid gecreëerd om archeologische vindplaatsen te beschermen. Het beheer en de subsidiëring voor onderhoud aan beschermde sites wordt mogelijk gemaakt door het *'Besluit van de Vlaamse regering tot vaststelling van een premie voor werken aan beschermde archeologische goederen'* van 6 april 1995. Het duurde echter nog tot 2006 voor de eerste beschermingen van archeologische sites op basis van deze wetgeving een feit werden.

Het decreet leidde wel tot een sterke toename van het aantal werfcontroles en noodopgravingen. Van een actief systematisch prospectie- en evaluatiebeleid van archeologische sites was echter lang geen sprake, hoewel door het groeiend aantal interventies de aandacht voor de problematiek wel toenam¹².

In functie van een efficiënter beleid werd in 2001 gestart met de opbouw van de *Centrale Archeologische Inventaris* (CAI)¹³. Van bij de aanvang van het project waren binnen dit kader aandacht en beperkte middelen voorzien voor projecten met het oog op de ontwikkeling van evaluatiemethodes¹⁴. Dit liep enigszins gelijktijdig met de participatie van verschillende Vlaamse instellingen aan de Europese *Planarch* projecten, waarvan de uitwisseling van expertise rond o.a. prospectie- en evaluatietechnieken een belangrijk aspect was (cf. www.planarch.org), en in welk kader een aantal projecten in Vlaanderen werd uitgevoerd.

Pas vanaf de laatste 2 jaar, met de oprichting van een beheerscel archeologie binnen het *Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed*, kan er echter maar gesproken worden van het prille begin van een systematisch beleid voor archeologische beschermingen, met in het zog de evaluatie van archeologische sites. Hiervoor wordt dikwijls expertise uit het buitenland aangetrokken (*cf. infra*).

¹¹ Roosens 1974.

¹² Bourgeois *et al.* 2001b.

¹³ Meylemans 2004.

¹⁴ Cousserier & Meylemans (red.) 2006.

2 REMOTE SENSING

2.1 INLEIDING

Met *Remote Sensing* wordt hier bedoeld alle methoden en technieken die in staat zijn 'op afstand' gegevens te verzamelen van objecten. In de literatuur worden hierbij dikwijls ook de geofysische onderzoeksmethodes gerekend, in dit document is dit echter gebundeld in een apart hoofdstuk (3)

In dit hoofdstuk betekent 'op afstand' dus vanuit de lucht (*airborne remote sensing*) of met gebruik van satellieten. Het principe van de teledetectie van sites berust (naast restanten die aan het oppervlak nog zichtbaar zijn) op het feit dat 'anomalieën' (bv. muren, grachten etc.) in de bodem aan het oppervlak zichtbaar kunnen worden door bv. verkleuringen (*soil marks*), verschillen in begroeiing (*crop marks*), of bv. topografische verschillen. Tot vrij recent beperkten de mogelijkheden hiertoe zich vooral tot de visuele spectra, meer en meer ontwikkelen zich echter ook meer geavanceerde mogelijkheden, zoals multispectrale en hyperspectrale opnames, en laseraltimetrie (LIDAR).

Verder kan een onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds opnames die voor specifieke archeologische doeleinden gemaakt worden (luchtfotografische prospectie), meestal schuine (oblieke) opnames, en anderzijds opnames die met andere doeleinden gemaakt zijn maar die wel gebruikt kunnen worden voor de detectie van archeologische sites.

2.2 BEKNOPT HISTORIEK VAN REMOTE SENSING IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)

De eerste foto's genomen vanuit de lucht dateren vanaf het midden van de 19e eeuw, en werden voornamelijk genomen vanuit luchtballonnen¹⁵. De eerste toepassingen met archeologische doeleinden gaan terug tot het begin van de 20e eeuw. Klassieke voorbeelden zijn deze van het Forum Romanum (Rome) door architect/ archeoloog Giacomo Boni, en van Stonehenge, genomen in 1906¹⁶.

De uitvinding van het gemotoriseerd vliegtuig (1903) was uiteraard een essentiële stap in de ontwikkeling van de discipline. De volgende belangrijke mijlpaal was de eerste wereldoorlog (WOI), zowel wat betreft technologische ontwikkeling, als de creatie van een enorme hoeveelheid opnames in functie van verkenningvluchten, als de ontwikkeling van expertise. Het is dan ook een ex-militair en WOI-veteraan, O.G.S. Crawford, die als de 'stichter' van de archeologische luchtfotografie wordt beschouwd. Vooral in de jaren '20 en '30 voerde hij pionierswerk uit in Groot-Brittannië¹⁷. Naast het beschrijven van de basisprincipes van de herkenning van sporen was Crawford één van de eersten die luchtfoto's gebruikte als bronnen voor landschapsanalyse¹⁸. De belangrijkste voorbeelden hiervan zijn de kartering van het landschap te *Windmill Hill*, waarbij hij voor het eerst de term *Celtic Fields* gebruikte, en de kartering van rechthoekige *enclosures* in de vallei van de Thames, die in verband konden gebracht worden met *Stonehenge*¹⁹. Van een systematische kartering van archeologische relictten vóór de tweede wereldoorlog kon echter ook in pioniersland Groot-Brittannië nog niet gesproken worden²⁰.

¹⁵ Deuel 1969.

¹⁶ Bewley 2005.

¹⁷ Crawford 1928, 1929; Crawford & Keller 1928.

¹⁸ Crawford 1928.

¹⁹ Leeds 1934.

²⁰ Wilson 1995.

hand van het tijdsinterval tussen tijdstip verzenden en ontvangen van de laserpuls), en de positie van de scanner. Momenteel zijn er twee verschillende types scanners beschikbaar: conventionele ('discrete echo') en 'full waveform' scanners.

Bij de conventionele scanners worden meestal 2 (*first & last pulse*), tot max. 4, gereflecteerde echo's opgevangen. Het resultaat is één of meerdere 'puntenwolken' in een 3D omgeving. Soms wordt ook de 'intensiteit' van de reflecterende pulsen geregistreerd, wat informatie kan verschaffen over de aard van de ondergrond.

De *full waveform* scanners registreren de volledige ‘golf’ van de echo’s in een digitale data stroom, die door verwerking achteraf kan opgedeeld worden naar verschillende laserpuls- object interacties. Door gebruik van toegepaste algoritmes kunnen daardoor fysische of andere eigenschappen van de objecten in kaart gebracht worden, andere dan hun topografische positie (bv. bodemvochtigheid, aard van begroeiing etc.).

Zoals de techniek zelf is het gebruik van LIDAR in de archeologie relatief jong. De meeste toepassingen tot nog toe maken gebruik van conventionele scanners, voornamelijk in gebieden waar er weinig hinder van een bovenliggend vegetatiedek is³³. In de meeste toepassingen staat prospectie centraal of het in kaart brengen van archeologische sites met aardwerken³⁴.

In de meeste projecten worden enkel de altimetrische gegevens gebruikt, slechts zelden wordt de intensiteit van de gereflecteerde puls gebruikt³⁵.

Het aantal toepassingen van LIDAR in gebieden met een dichte vegetatiedek, b.v. onder bos, is vrij beperkt. De meeste gepubliceerde toepassingen maken daarbij gebruik van de gefilterde laatste pulseecho's van analoge scanners³⁶. Deze echo's moeten voor een goed gebruik in een tweede fase gefilterd worden voor de invloed van het lagere vegetatiedek uit te schakelen. Bij de analoge scanners kan dit enkel door anomalieën in de ruimtelijke variaties van de spreiding van de punten als een criterium te nemen. Het gebruik van de *full-waveform* ALS voor prospectie onder bos techniek laat toe meer echo's te verwijderen die van het lage vegetatiedek afkomstig zijn, en resulteert zo in een preciezer en gedetailleerder model³⁷.

Wat betreft standaarden voor de registratie en interpretatie van *remote sensing* gegevens is er vnl. in Groot-Brittannië vrij veel werk uitgevoerd. De systematische verwerking en interpretatie van luchtfoto's in GB kreeg een belangrijke impuls in 1988 met het opstarten van het '*National Mapping Programme*', waarbij de beschikbare gegevens uit de luchtfotografie op een schaal 1/10.000 worden verwerkt in digitale vorm³⁸. Vooral in functie hiervan werden in Groot-Brittannië richtlijnen en standaarden uitgewerkt, o.a. voor de classificatie van *crop- en soil marks*³⁹, en voor het beschrijven van metadata⁴⁰. Dit resulteerde in een poging tot opmaak van een algemene standaard voor invoer in een het software programma 'MORPH'⁴¹, en tot de opmaak van standaard woordenlijsten geïntegreerd in de *Thesaurus of Monument Types*⁴².

Het *Aerial Archaeology Research Committee* benadrukte daarnaast ook het belang van een goede opleiding aan universiteiten, en werkte hiervoor een aantal richtlijnen uit⁴³.

³³ Holden *et al.* 2002.

³⁴ Bewley *et al.* 2005.

³⁵ Challis 2004; Challis *et al.* 2006.

³⁶ Devereux *et al.* 2005; Sittler & Schellberg 2006; Risbøl *et al.* 2006.

³⁷ Doneus & Briese 2006; Doneus *et al.* 2008.

³⁸ Bewley 1995.

³⁹ Palmer 1984; Wilson 2000.

⁴⁰ Whimster 1989.

⁴¹ Bewley 1995; Edis *et al.* 1989; Fenner 1995.

⁴² RCMHE/EH 1995.

⁴³ Bewley 1995.

De *Archaeological Data Service* werkte een aantal richtlijnen uit voor het archiveren van luchtfotografische e.a. *remote sensing* gegevens⁴⁴.

2.3 REMOTE SENSING TOEPASSINGEN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

2.3.1 'Traditionele' luchtfotografie (optische spectrum), overzicht van historische bronnen en verticale 'niet archeologische' opnames

De allereerste luchtfoto's in Vlaanderen dateren uit het begin van vorige eeuw, meer bepaald van tijdens de eerste wereldoorlog⁴⁵. Vooral van de frontstreek in West-Vlaanderen werden tienduizenden beelden gemaakt. Deze bevinden zich in Belgische archieven, waaronder het Koninklijk Legermuseum, maar ook in diverse archieven verspreid over de hele wereld (tabel 1). Hoewel de foto's zijn gemaakt met militaire doelstellingen bevatten ze een grote hoeveelheid informatie van landschappelijke, historische en ook archeologische aard. In de laatste jaren kwamen deze archieven in de kijker als voorname bron voor de kartering en studie van het WOI- erfgoed in de frontstreek van West-Vlaanderen⁴⁶.

Historische luchtfoto's Wereldoorlog I en II op Belgisch grondgebied		
Legermuseum Brussel	Belgische foto's	Ongeveer 45.000
Hauptarchiv München	Duitse foto's	Ongeveer 3 à 400.000 foto's, nog niet gekend hoeveel er betrekking hebben op Vlaams grondgebied
Imperial War Museum Box collection	Engelse foto's	Ongeveer 100.000 foto's, waarvan vermoedelijk enkele 10.000en voor Vlaanderen
Aerial Reconnaissance Archives Keele	Engelse foto's	Onbekend
National Archives Washington	Duitse en Amerikaanse foto's WO I en vooral II	Enkele duizenden voor WO II op Vlaams grondgebied
Australian War Memorial, Canberra	Australische foto's	Onbekend

Tabel 1: Lijst van gekende archieven van luchtfoto's uit Wereldoorlog I en II

Tijdens WOII zijn opnieuw grote hoeveelheden beelden gemaakt door de verschillende oorlogsvoerende partijen⁴⁷. Hoewel hiervan een deel vernietigd is zijn belangrijke archieven bewaard in o.a. Keele en Washington. Sommige van deze beelden zijn al in de jaren '70 van de 20ste eeuw gebruikt voor landschappelijke en archeologische doeleinden⁴⁸, hoewel in beperkte mate. Deze reeksen zijn hetzij obliek, hetzij verticaal.

Het is vooral vanaf de tweede helft van de 20ste eeuw dat openbare en private instellingen (o.a. het Nationaal Geografisch Instituut (NGI), het Ministerie van Openbare Werken (MOW), de *Nationale Maatschappij voor den Kleinen Landeigendom*, later Nationale Landmaatschappij, Eurosense, enz.) verticale luchtfotografische opnames gemaakt hebben, vooral in functie van topografische doeleinden.

Ook het Ministerie van Landsverdediging beschikt over een uitgebreide collectie, waarvan eveneens gebruik werd gemaakt bij het in kaart brengen van celtic fields in de Kempen⁴⁹.

De Afdeling Technische Ondersteuning van de Vlaamse Gemeenschap (ATO) nam in 2005 het volledige archief van luchtfoto's over van de 'Regie der Gebouwen'. Dit archief was slecht gedocumenteerd en

⁴⁴ Bewley *et al.* 1999.

⁴⁵ Bourgeois *et al.* 2005.

⁴⁶ De Meyer 2005a, b, 2006; Stichelbaut 2005, 2007.

⁴⁷ Going 2002.

⁴⁸ Verhaeghe 1978, 1981.

⁴⁹ Van Impe 1977.

zat in dozen, van verschillende vorm en aard. ATO heeft van dit archief een eerste inventarisatie uitgevoerd, de foto's opnieuw verpakt, en een oplijsting gemaakt in een ms access-databank. Ze bevat de basisinformatie van de foto's, niet per foto, maar per 'pak' foto's (meestal van één vlucht). In totaal gaat het om 3991 records in de databank, waarvan de meeste betrekking hebben op meerdere foto's. De foto's werden meestal genomen in het kader van infrastructuurwerken. De vroegste foto's dateren uit 1930, de laatste van eind de jaren '80 (nog een zeer beperkt aantal uit de jaren '90). Het fysieke archief (de foto's) wordt in zijn geheel bewaard bij het ATO. Een optelsom van de databank leert dat het gaat om 26158 foto's. In de loop der jaren zijn er ongetwijfeld gedeelten van dit archief verloren gegaan, het is ook mogelijk dat een aantal foto's die betrekking hebben op Vlaanderen met de federalisering naar Wallonië is gegaan. Naar schatting van ATO kan het archief echter voor ca. 90% als volledig beschouwd worden.

Het Nationaal Geografisch Instituut (NGI) bezit een archief van ongeveer 80.000 luchtfoto's. Alle opnames dateren van na WOII (na 1947), en zijn uitsluitend verticaal (geen oblieke opnames). In samenwerking met de sterrenwacht werd dit archief in een periode van 2 jaar geïnventariseerd (cf. jaaroverzichten op www.ngi.be) in een hiervoor ontworpen databank. In deze databank zitten de beschrijvingen van alle foto's met een link naar opnames in gereduceerd formaat voor een deel van het bestand. De oudste opnames bestaan gewoon nog analoog. De recente foto's (vanaf 1995) zijn alle digitaal.

De opnames van het NGI werden in functie van archeologische doeleinden gebruikt voor detecteren en karteren van *Celtic Fields* in de Kempen, en meer specifiek de grensstreek van België en Nederland⁵⁰.

Daarnaast bezit het NGI nog een collectie schuine opnames van monumenten (vooral kastelen), in functie van de opmaak van een gids voor Vlaanderen. Deze verzameling staat bekend als de collectie Vanderstraeten. De opnames dateren uit de jaren '70 en '80. De staat van dit archief is op dit moment onduidelijk.

Het Agentschap GIS-Vlaanderen (AGIV, vroeger OC-GIS Vlaanderen) coördineert voor Vlaanderen de opnames van vlakdekkende orthofoto's. Een overzicht van deze producten is te vinden op de website van het AGIV, in de module 'GIRAF' (*Geographical Information Retrieval Application for Flanders*). Vlakdekkende middenschalige reeksen opgenomen vanuit vliegtuig werden gerealiseerd van 1988 tot 1991; van 1997 tot 2000 (zwart-wit); en van 2001 tot 2007. Deze laatste zijn online beschikbaar via de geoloketten van het AGIV. Het AGIV gaat opnieuw opnames met gebruik van vliegtuig uitvoeren, om de drie jaar en digitaal. Naast deze systematische kartering van het Vlaamse grondgebied bezit het AGIV ook een aantal opnames van gebieden die opgemaakt zijn in functie van specifieke doelstellingen, bv. landinrichtingsprojecten.

2.3.2 Multispectrale en hyperspectrale opnames

Een eerste multispectrale opname voor heel Vlaanderen werd gerealiseerd in opdracht van het AGIV met gebruik van satellietbeelden (de Landsat 7 satelliet), en dateert van 2001. De opnames werden vnl. gebruikt voor een bodemgebruiskartering⁵¹. Een nieuwere hoge resolutie multispectrale satellietopname door de IKONOS satelliet werd gerealiseerd in 2002-2003.

Zoals reeds vermeld zal het AGIV opnieuw opnames om de drie jaar met gebruik van vliegtuigen uitvoeren. Om de 6 jaar zullen deze opnames bovendien multispectraal zijn.

Het VITO maakte eveneens reeds een aantal multispectrale en hyperspectrale opnames met hogere resolutie, voornamelijk in opdracht van de Dienst Maritieme toegang van de Vlaamse Gemeenschap. De opnames omvatten vooral de kustzone en de benedenlopen van het Scheldebekken (o.a. in functie van het Sigmaplan), en zijn voornamelijk bedoeld als een middel om de evolutie van

⁵⁰ Brongers 1976; Vandekerckhove 1995.

⁵¹ Op't Eyndt et al. 2002.



inrichtingsgebieden te monitoren (bv. evolutie van slikken- en schorregebieden; met dank aan Els Knaeps, VITO, voor de info).

2.3.3 Digitale hoogtemodellering en LIDAR

Voor Vlaanderen werd, in opdracht van de Vlaamse waterbeheerders (toenmalig AWZ en AMINAL), een vlakdekkend DHM gemaakt met gebruik van laseraltimetrie (95% van de oppervlakte) en fotogrammetrie (voor de sterk bebouwde zones: 5%). De technische ondersteuning en verwerking van de ruwe gegevens tot een bruikbaar DHM gebeurde door het toenmalige OC GIS-Vlaanderen (nu AGIV). De 'tussenbestanden' van de conventionele laseraltimetrische opname (genomen van 2001 tot 2004) zijn enerzijds een onregelmatig puntenraster met grondpunten per vliegstrook en dichtheid van 1 punt per 4 m², anderzijds een onregelmatig puntenraster met vegetatiepunten per 4m². Het bestand dat momenteel vlakdekkend ter beschikking is⁵², is een filtering van dit tussenbestand, en heeft een gemiddelde resolutie van 1 punt per 20m². Enkel de topografische informatie werd ingewonnen, dus geen registratie van bv. de intensiteit van de echo's. De tussenbestanden met hogere resolutie zijn beschikbaar vanaf oktober 2008, op aanvraag en voor kleine gebieden.

Ten behoeve van de monitoring van de ontwikkeling van slikken- en schorregebieden langs de Schelde werden in 2007, in combinatie met hyperspectrale opnames (cf. supra), hoge resolutie LIDAR scans gemaakt door het VITO van het bekken van de Benedenschelde. Ook voor de strandzone, voor het monitoren van de 'zanddynamiek' op duin- en strandgebied langs de Noordzee, bestaat een dergelijke hoge resolutie opname⁵³.

In de Vlaamse archeologie werden vrij snel de mogelijkheden herkend van het DHMV voor archeologische toepassingen⁵⁴. In 2003 werd het hoge resolutie tussenbestand met grondpunten ter beschikking gesteld voor het in kaart brengen van de neolithische *causewayed enclosure* van Ottenburg⁵⁵. Hierbij werd het DHM gebruikt voor de identificatie van aarden relicten en het karteren van de huidige erosie op de site. Als een vervolg op dit project werden zowel het tussenbestand met grondpunten als het eindbestand gebruikt in een steekproefsgewijs prospectieonderzoek in het Dijlebekken⁵⁶. Hierbij werd het verschil tussen de verschillende resoluties van het DHM getest bij de bruikbaarheid in functie van prospectie en erosie- en sedimentatiemodellering t.a.v. de aanwezigheid, herkenbaarheid en spreiding van archeologisch oppervlaktmateriaal. Verder werd het DHM gebruikt voor geomorfologische karteringen in functie van archeologische prospecties en de interpretatie hiervan in de vallei van de Witte Nete⁵⁷, het herkennen van ontginningspatronen en de interpretatie van oppervlakteprospecties in de kustvlakte⁵⁸, het in kaart brengen van de dimensies en bewaringstoestand van het Romeinse aquaduct van Tongeren⁵⁹, en ten slotte het afleiden van landschappelijke parameters voor de analyse van ruimtelijke spreidingspatronen van jager-verzamelaarsites⁶⁰. Meer en meer duiken beelden van het DHM ook op als een standaardmiddel voor het in kaart brengen of visualiseren van de topografie of cultuurlandschappelijke aspecten⁶¹.

⁵² De Man & Brondeel 2004; OC GIS Vlaanderen 2003.

⁵³ Deronde *et al.* 2004.

⁵⁴ De Man *et al.* 2005.

⁵⁵ Vanmontfort & De Man 2003; Vanmontfort *et al.* 2006.

⁵⁶ Vanmontfort *et al.* 2004.

⁵⁷ Meylemans *et al.* 2006.

⁵⁸ Pieters *et al.* 2006.

⁵⁹ Meylemans 2009.

⁶⁰ Finke *et al.* 2008.

⁶¹ Verdurmen & Tys 2007.



prospectie⁷¹, hoewel ook aandacht werd (en wordt) besteed aan het fotograferen van geologische of bodemkundige kenmerken, landschappen en historische monumenten. De collectie bevat op dit moment meer dan 70.000 opnames, voornamelijk uit de provincies Oost- en West-Vlaanderen, en Zeeuws Vlaanderen in Nederland.

De enorme groei van dit archief vanaf het midden van de jaren 1980 noodzaakte de opbouw van een goede inventaris. Vanaf begin jaren 1990 gebeurde dit systematisch, en vanaf 1997 werd gestart met de digitalisatie van de collectie en de beschrijving ervan in een relationele databank (in ms acces)⁷². Tot nu toe is elke foto genomen tot eind 2005 geografisch gelokaliseerd. Slechts een beperkt deel (ongeveer 10%) van de foto's kon worden verwerkt en omgezet in de archeologische inventaris. Een probleem is dat de info op sommige dragers (dia's) langzaam maar zeker vervaagt. Naast de identificatie van de sporen en de digitalisering van deze gegevens zal er dus ook een conserverende actie door digitalisering, moeten gebeuren. Nochtans gebeurde er reeds een eerste stap in die richting door de UG: zowat 50% van de analoge foto's werden reeds op CD gebrand.

De financiële ondersteuning van het project aan de Universiteit Gent wordt vanaf het begin gekenmerkt door de grote diversiteit aan ondersteuning die in de loop der jaren werd aangeboord. In het kader van wetenschappelijke en beheersopdrachten kon het prospectiewerk en de eerste verwerking gefinancierd worden via het FWO-Vlaanderen (1991-1993), het Bijzonder Onderzoeksfonds van de UGent (1991, 1992-1993), het impulsprogramma Humane Wetenschappen (1997-1999), het provinciebestuur Oost-Vlaanderen (sinds 1998), het fonds Max Wildiers (2000-2003), fondsen via de Centrale Archeologische Inventaris (2002, 2003, 2004), en opdrachten van gemeenten (Zedelgem 2004; Jabbeke en Brugge 2005, Heuvelland 2007). Ten slotte werden ook fondsen verworven in het kader van Europese samenwerkingsprojecten, als Planarch 1 en 2 (Interreg IIc, 2000-2001 & 2004-2005) en Culture 2000: European Landscapes, Past, present and future (2004-2007).

Deze fondsen hebben betrekking op diverse aspecten van de luchtfotografie, met name het uitvoeren van prospecties, de inventarisatie van delen van het bestand, de materiële ondersteuning van de registratie en het wetenschappelijk onderzoek.

Een uitbreiding van dit onderzoek naar de provincies Limburg, Antwerpen en Vlaams-Brabant werd mogelijk gemaakt via financiering door de Vlaamse Gemeenschap (enerzijds via het Max Wildiersfonds (1997-2003), anderzijds in het kader van de CAI, via een samenwerking tussen UGent en KULeuven). Dit onderzoek bevindt zich nog in zijn kinderschoenen, hoewel ook hier enkele opvallende resultaten werden geboekt⁷³.

Het uitgebreide archief van de UG werd in functie van onderzoek vooral gebruikt in het kader van de kartering van protohistorische begraafplaatsen, met de nadruk op 'circulaire structuren'⁷⁴. Hierbij werd een duizendtal van dergelijke structuren gedetecteerd, de meesten te interpreteren als bronstijdgrafheuvels zoals aangetoond door verschillende opgravingen⁷⁵.

Ander onderzoek was gericht op rechthoekige enclosures die gelieerd kunnen worden aan rituele funeraire structuren van ijzertijd/ inheems- Romeinse origine⁷⁶, en op lineaire structuren (protohistorische, Romeinse en middeleeuwse wegen en veldindelingen)⁷⁷. Naast deze 'off site' structuren, die dikwijls zeer duidelijk waarneembaar zijn, wijzen vele sporen op mogelijke

⁷¹ Bourgeois 1986.

⁷² Meganck *et al.* 2001, 2002, 2004; Meganck & Bourgeois 2002; Roovers *et al.* 2001.

⁷³ Bourgeois *et al.* 2001a, 2002b, 2003, 2004; Lodewijckx 2005; Lodewijckx & Pelegrin 2005a & b.

⁷⁴ Ampe *et al.* 1995, 1996; Bourgeois *et al.* 1998, 1999b.

⁷⁵ Cherretté & Bourgeois 2005.

⁷⁶ Bourgeois *et al.* 1991; Bourgeois & Nenquin 1996.

⁷⁷ Bourgeois *et al.* 2001c; Vermeulen & Antrop (red.) 2001; Wiedeman *et al.* 2005.

nederzettingen uit verschillende periodes⁷⁸. Deze zijn nog niet het onderwerp geweest van een systematische studie, verschillende van deze structuren werden wel al via opgravingen onderzocht⁷⁹.

De luchtfotografische prospectiegegevens worden daarnaast veelvuldig gebruikt bij preventief archeologisch onderzoek, de opgravingen die hierboven reeds werden aangehaald zijn hier voorbeelden van. Een volledige literatuurlijst van deze opgravingen bieden we hier verder niet, we vermelden enkel nog de site van Gent- Hoge Weg, als één van de eerste voorbeelden, en het Romeinse kamp van Maldegem-Vake, wellicht één van de meest bekende van dergelijke sites⁸⁰.

Een belangrijk figuur van de luchtfotografische prospectie en de interpretatie en verwerking van de gegevens in Vlaanderen van het laatste decennium was Marc Meganck, getuige de vele referenties naar literatuur van zijn hand (supra). Zijn overlijden in 2007 betekende dan ook een groot verlies aan expertise.

2.4 REMOTE SENSING IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE: SYNTHESE

Ondanks de veelheid aan remote sensing gegevens in Vlaanderen en de archeologische prospecties door de UGent vanaf de jaren '70 en door de KULeuven de laatste jaren, zijn systematische studies op deze bronnen in Vlaanderen eerder beperkt. Het vroegste onderzoek, door J. Mertens en Ulrix enerzijds (op basis van luchtfoto's van het Ministerie van Openbare Werken) en Ch. Léva anderzijds (op basis van eigen opnames) focuste vooral op relictten uit de Romeinse periode, en dan voornamelijk in de leemstreek.

Het was Ch. Léva die kan beschouwd worden als de pionier in Vlaanderen wat betreft de archeologische luchtprospectie. Zijn uitgebreide archief van foto's met ca. 13000 foto's in Vlaanderen, is tot op heden slechts zeer beperkt onderzocht door een recent project gefinancierd door de provincie Vlaams-Brabant.

Een belangrijke focus van het onderzoek op luchtfotografische bronnen was gericht op de detectie van Celtic Fields in de Antwerpse en Limburgse Kempen, in drie afzonderlijke onderzoeksprojecten in de jaren 1970 (foto's van het ministerie van landverdediging), en 1990 (foto's van het NGI).

De verticale foto's van het NGI werden in de jaren 1980 ook gebruikt in functie van onderzoek op middeleeuwse structuren en laatmiddeleeuwse omwalde hoeves in West-Vlaanderen.

Vanaf begin de jaren 1970 werd systematisch prospectiewerk geleverd onder impuls van J. Semey en de UGent. Het bereik van deze prospecties is vooral beperkt tot de provincies West- en Oost-Vlaanderen. De laatste jaren werden in samenwerking met de KULeuven de prospecties uitgebreid naar de andere Vlaamse provincies. Systematisch onderzoek op deze bronnen beperkte zich tot op heden tot de archieven van de UGent, en was vooral gericht op onderzoek naar grafheuvels en -velden 'circulaire structuren' uit de midden en late bronstijd, rechthoekige 'enclosures' van ijzertijd of inheems Romeinse origine, en lineaire structuren

De laatste jaren kwamen ook de belangrijke historische archieven uit WOI in de aandacht (in het kader van een doctoraatsonderzoek aan de UG enerzijds, en in het kader van de CAI anderzijds), als belangrijke bronnen voor de detectie en kartering van relictten van het uitgebreide patrimonium uit deze periode in de frontstreek van de Westhoek.

Ten slotte is een belangrijke nieuwe bron, vanaf 2003, het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen, dat vnl. tot op heden werd gebruikt in verschillende experimentele studies voor de evaluatie van specifieke sites en landschappen.

⁷⁸ De Clercq & Semey 2005.

⁷⁹ Bourgeois *et al.* 1987; Hollevoet 1992.

⁸⁰ Thoen 1991.



3 GEOFYSISCH EN GEOCHEMISCH ONDERZOEKSMETHODEN

3.1 INLEIDING

Het principe van geofysische en geochemische prospecties berust op de contrasten in fysische en chemische eigenschappen die archeologische structuren, sporen *etc.* (kunnen) vertonen met het omliggende ‘natuurlijke’ sediment. De meest gebruikte geofysische methodes in de archeologie zijn elektrische weerstandsmeting, magnetometrie, en grondradar (GPR). Andere methodes zijn beschikbaar (bv. electromagnetische en seismische methodes) maar worden vooralsnog weinig gebruikt in de archeologie. Deze worden in dit hoofdstuk daarom niet behandeld.

Het laatste decennium is grote vooruitgang geboekt in deze discipline, vooral door de technische evolutie met de ontwikkeling van preciezere meetinstrumenten en de toenemende mogelijkheden die computers en software bieden naar opslag, analyse en visualisatie van de data.

Wat betreft geochemische methodes wordt vnl. fosfaatkartering besproken, en wordt kort verwezen naar andere methodes.

Aangezien de verschillende methodes berusten op andere fysische en chemische eigenschappen van de bodem of van archeologische structuren worden de verschillende methodes bij voorkeur en wanneer toepasbaar in combinatie met elkaar gebruikt. Bovendien zijn de resultaten indien er geen voorkennis van de onderzochte site of zone is dikwijls moeilijk interpreteerbaar, zodat een combinatie met boringen of proefputten noodzakelijk is, om de meetresultaten te kunnen ‘ijken’ aan de realiteit.

3.2 HET GEBRUIK VAN GEOFYSISCH PROSPECTIEMETHODEN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)

3.2.1 Algemene historie

De laatste jaren zijn verschillende goede overzichten verschenen van het gebruik van geofysische onderzoeksmethoden in de archeologie⁸¹. Met uitzondering van enkele vroege pogingen dateert de eerste echte geofysische prospectie (met gebruik van weerstandsmeting) uit 1946, op een neolithisch *henge* monument in Groot-Brittannië⁸². De volgende decennia waren zeer belangrijk voor de ontwikkeling van de discipline, met de creatie van nieuwe technische mogelijkheden en instrumenten, bv. in de jaren '60 de *fluxgate gradiometer*, hoge resolutie magnetometers, onderzoek naar elektromagnetische methoden; en medio jaren '70 de ontwikkeling van de *Ground Penetrating Radar*⁸³. Al vanaf zeer vroeg was de discipline het voornaamste onderwerp van het tijdschrift *Archaeometry*, dat in 1958 werd opgestart.

Ondanks deze ontwikkelingen zijn er relatief weinig toepassingen in de archeologie in deze periode. Een belangrijke evolutie vond plaats in 1971, wanneer aan de universiteit van Bradford voor het eerst een cursus ‘*Archaeological Geophysics*’ werd gedoceerd door A. Aspinall. Het is dan ook binnen dit departement en aan deze universiteit dat vanaf deze periode belangrijke grondslagen worden gelegd van de geofysische prospectie in de archeologie, zowel wat betreft methodologie als wat betreft de ontwikkeling van specifieke apparatuur en software voor archeologie. Dit departement kan trouwens ook nu beschouwd worden als de meest vooraanstaande binnen de discipline, o.a. met de uitgave van

⁸¹ Clark 1996; Gaffney *et al.* 1991; Linford 2006; Scollar *et al.* 1990.

⁸² Atkinson 1953.

⁸³ Linford 2006.

het tijdschrift 'Archaeological Prospection' vanaf 1996, en als één van de voornaamste leden van de *International Society for Archaeological Prospection*, dat werd opgericht in 2003⁸⁴. Het is dan ook één van de studenten van deze universiteit, R. Walker, die in 1984 het eerste bedrijf opricht voor geofysische prospectie in de archeologie (*Geoscan Research*), dat ook nu nog actief is, en dat verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van toestellen specifiek in functie van archeologie.

Van groot belang voor de ontwikkeling en vooral verspreiding van de discipline in Groot-Brittannië is de impact van PPG16 (1991), dat leidde tot de oprichting van een *Geophysics Team* binnen *English Heritage*, waar naast het uitvoeren van onderzoek ook standaarden en richtlijnen worden ontwikkeld⁸⁵.

Naast de technische verbeteringen van de meetapparatuur zelf is het laatste decennium vooral de vooruitgang binnen de informatica zeer belangrijk, met meer mogelijkheden voor dataverwerking en het combineren van gegevens van verschillende aard.

We bespreken hieronder beknopt de drie voornaamste methodes die gebruikt worden in de archeologie.

3.2.2 Elektrische weerstandsmeting

Elektrische weerstandsmeting was de eerste 'moderne' geofysische prospectiemethode die gebruikt werd in de archeologie. Bij elektrische weerstandsmeting wordt een elektrische stroom via elektroden in de bodem gebracht, waarbij de elektrische weerstand ertussen wordt gemeten. Dit laatste is vooral afhankelijk van het vochtgehalte van de bodem. Verschillende archeologische sporen kunnen anomalieën in die weerstand veroorzaken, vooral dus indien er een verschil in vochtretentie is. Vooral muren e.a. concentraties van stenen (hogere weerstand), en sporen als grachten, kuilen en fossiele geulen (lagere weerstand), zijn relatief goed op te sporen. Omdat bodemvochtigheid de geleidbaarheid vergroot worden de metingen bij voorkeur uitgevoerd in niet te droge omstandigheden.

Verschillende afstanden bij het plaatsen van de elektroden kunnen gebruikt worden, waarbij de diepte van de meting toeneemt met de afstand, maar de resolutie afneemt. Ook de manier van opstelling van de elektroden heeft een belangrijke invloed op de resolutie maar ook de toepassingsmogelijkheden van de methode⁸⁶, in de archeologie worden meestal de zgn. *Wenner* en *twin* configuraties gebruikt. Voor het in kaart brengen van archeologische sites waar sporen vlak onder het oppervlak verwacht zijn wordt meestal de *twin* configuratie gebruikt, met de elektroden ca. 0,5 m van elkaar. Voor sites met een grotere complexiteit en diepere stratigrafie wordt de afstand tussen de electrodes vergroot, of wordt een combinatie van verschillende afstanden gebruikt. Het meest gebruikte instrument in de archeologie hierbij is de *Geoscan Research* RM15. Door de metingen te verrichten op in een grid via parallelle raaien, en dus de elektroden telkens te verplaatsen, kan een horizontaal beeld verkregen worden van de bodem, tot op een geringe diepte.

In de geologie en voor het in kaart brengen van diep gestratificeerde sites wordt weerstandsmeting echter vooral gebruikt voor het maken van lange en diepere, verticale 'pseudo-coupees'. Hierbij worden de electrodes (tot enkele tientallen) op één lijn geplaatst, waarbij grotere dieptes bereikt kunnen worden wanneer de elektroden verder uit elkaar worden geplaatst. Hierbij neemt de resolutie van de meting echter af⁸⁷.

⁸⁴ <http://www.archprospection.org/>.

⁸⁵ *English Heritage* 1995.

⁸⁶ Nishimura 2001.

⁸⁷ Aspinall & Crummett 1997.



3.2.3 Magnetometrie

Magnetometrie meet het magnetisch veld in de bodem. Het is wellicht momenteel de meest gebruikte geofysische prospectiemethode in de archeologie. De belangrijkste oorzaak van verschillen in de magnetische eigenschappen in de bodem zijn de verschillen in aantal en aard van ijzermaneralen. Dit wordt beïnvloed door klimatologische eigenschappen, milieufactoren, bodemontwikkeling, bacteriële activiteit *etc.* Ook verhitting of verbranding veroorzaakt een aanzienlijke wijziging in het magnetisch veld⁸⁸.

De methode is dus vooral geschikt wanneer archeologische relictten verschillen in magnetische eigenschappen vertonen met de bodem. Het meest duidelijk is dit wanneer er metalen voorwerpen aanwezig zijn. Restanten van haarden en ovens, of andere relictten blootgesteld aan een hevige verhitting, zijn eveneens zeer geschikt voor opsporing door deze methode. Minder duidelijke sporen zoals paalgaten en kuilen kunnen mogelijk ook opgespoord worden, bv. wanneer deze door een hoger organisch gehalte een grotere bacteriële activiteit vertonen⁸⁹.

Eén van de grote nadelen van magnetometrie is de gevoeligheid t.a.v. grote 'verstoringen' van het magnetisch veld in de buurt van de metingen, bv. de aanwezigheid van grote hoeveelheden metaal zoals afkomstig van spoorwegen, gebouwen, *etc.*

De meest gebruikte magnetometer is de *fluxgate* magnetometer. *Fluxgate* sensoren werden ontwikkeld tijdens WOII en worden vooral vanaf de jaren '60, wanneer praktisch handelbare toestellen op de markt kwamen, gebruikt in de archeologie⁹⁰. Buiten de *fluxgate* sensoren zijn er meer recentelijk toestellen die gebruik maken van zgn. *Caesium* sensoren (bv. de zgn. SQUID). Deze zijn preciezer, maar zijn echter vooralsnog minder praktisch handelbaar⁹¹.

Prospecties met de magnetometer verlopen gewoonlijk over een gerasterd gebied, met een hoge resolutie (bv. 1 op 1 m). De meter meet continu terwijl hij boven het grondoppervlak wordt gedragen. De methode laat toe vrij snel een grote oppervlakte in kaart te brengen.

3.2.4 Grondradar

Grondradar⁹², algemeen GPR (*Ground Penetrating Radar*) genoemd, maakt gebruik van radiogolven die in de bodem worden gestuurd, die door verschillen in 'densiteit' van de bodem anders reflecteren (bv. door verschillen in compactie of textuur in sedimenten, of antropogene sporen zoals vloeren, muren, grondsporen...). De diepte van het spoor wordt gemeten door het tijdsinterval tussen het uitzenden van de golf en het ontvangen van diens echo te meten.

Verschillende frequenties kunnen gebruikt worden, waarbij hogere frequenties minder diep kunnen meten maar meer detail opleveren. Een GPR wordt meestal over het oppervlak gesleept, soms met een voertuig, volgens een rasterpatroon met vaste meettraaien. Door langzaam over het oppervlak te bewegen en continu te meten kan een zeer hoge resolutie scan gemaakt worden van de ondergrond. Dit levert echter een zeer grote hoeveelheid data op die potentieel moeilijk te verwerken is. Een alternatief is de metingen te verrichten met een vast interval, bv. om de 0,5 of 1m. Idealiter worden 2 scans gemaakt van het te prospecteren gebied, met haakse meetrichtingen, op die manier kan de morfologie van geïdentificeerde anomalieën beter in kaart gebracht worden.

Een GPR kan mogelijk last ondervinden van externe factoren zoals de aanwezigheid van radar of zelfs de frequentie van televisiesignalen, zodat bv. prospecties vlak tegen huizen aanzienlijk bemoeilijkt

⁸⁸ Aitken *et al.* 1958.

⁸⁹ Fassbinder & Stanjek 1993.

⁹⁰ Alldred 1964.

⁹¹ Chwala *et al.* 2003.

⁹² Conyers & Goodman 1997.



Het resultaat van elke individuele GPR meting is een verticale sectie. Voor de opmaak van een 'horizontaal plan' moeten de gegevens van de verschillende metingen gecompileerd worden⁹⁴.

De bruikbaarheid van de verschillende methodes is afhankelijk van verschillende factoren: textuur en vochtigheid van de bodem, vegetatie, aard van de site, diepte *etc.*⁹⁵. Onderstaande tabel geeft een summiere weergave van de bruikbaarheid van verschillende methodes⁹⁶.

Attribuut	Magnetometrie	Elektrische weerstandsmeting	GPR (<i>Ground Penetrating Radar</i>)
Gem. Diepte:	<1,5 m	0,25-2 m.	0,5-9 m, afhankelijk van type en bodemeigenschappen.
Tijd (20 m grid met 20 raaien)	20 tot 30 min.	45 min.	60 min.
Te vermijden	Puin van metalen	Zeer droge oppervlakken; Waterverzadigde grond.	Zeer kleiige zones.
Invloed van vegetatie	Bomen en hoog gras zijn hinderlijk, maar beïnvloeden de metingen niet.	Bomen en hoog gras zijn hinderlijk, en veroorzaken anomalieën in de data.	Bomen en hoog gras zijn hinderlijk, wortels veroorzaken anomalieën.
Voordelen	Snelheid, haarden en verbrande sporen of relictten zijn herkenbaar	Goede afbakening van sporen, kan afgesteld worden op specifieke dieptes	Verticale profielen, stratigrafische opbouw.
Nadelen	Beperkte diepte, snelheid zeer afhankelijk van topvegetatie, constante snelheid van opname nodig, hoge kost, complexe dataverwerking	Vrij traag.	Hoge kost, moeilijke dataverwerking en interpretatie (intensieve calibratie nodig met bv. boorgegevens).
Datavolume/dag	Groot	Weinig	Groot
Complexiteit dataverwerking	Medium	Laag	Hoog

English Heritage biedt bovendien een soort van checklist die bedoeld is om het kiezen van de juiste techniek te faciliteren⁹⁷.

Zoals het geval is bij de *Airborne Remote Sensing* toepassingen is het weer vooral in Groot-Brittannië dat er standaarden en richtlijnen ontwikkeld zijn. *English Heritage* bracht in 1995 een document met richtlijnen uit, met als reden de sterke toename van geofysische prospectie- en evaluatieonderzoeken

⁹⁷ *English Heritage* 1995.

in het algemeen, volgend op PPG16 (cf. *supra*), en dan vooral door commerciële bedrijven⁹⁸. De richtlijnen bevatten o.a. adviezen voor de keuze van methode in functie van vraagstellingen en omstandigheden; lay-out van het te gebruiken grid, vorm van rapportage, etc.

De *Archaeology Data Service* bracht in zijn 'Guides to Good Practice' serie eveneens een volume uit betreffende de opslag, verwerking en ontsluiting van data van geofysische prospecties⁹⁹.

3.3 GEOFYSISCH ONDERZOEK IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

3.3.1 Algemeen overzicht

Het gebruik van geofysische prospectiemethoden in de Vlaamse archeologie is zeer kort samen te vatten.

De eerste voorbeelden ontstonden uit de samenwerking tussen Ch. Léva en J.J. Hus vanaf 1970. Hus, die verschillende technieken gebruikte zoals weerstandsmeting en magnetometrie, onderzocht een aantal sites die Léva via luchtfotografie ontdekte¹⁰⁰. Hun onderzoek was voornamelijk gericht op Romeinse sites en dan vooral in de leemstreek in Wallonië, maar ook enkele sites aan Vlaamse zijde kwam aan bod. Zo werd in 1974 en 1976 een historisch site te Balen onderzocht met weerstandsmeting en magnetometrie (met een proton magnetometer)¹⁰¹. Enkele korte verslagen over andere sites in Vlaanderen verschenen in het tijdschrift van het Interdisciplinair Centrum voor Luchtfotografie¹⁰².

Buiten het werk van Hus gebeurde er in Vlaanderen bijna geen geofysisch onderzoek in de jaren 1980 en 1990. Een zeldzame uitzondering is het onderzoek uitgevoerd door de *Nationale Dienst voor Opgravingen* (NDO) op het *Prinsenhof* te Kuringen¹⁰³. De opvolger aan Vlaamse zijde van de NDO, het Instituut voor het Archeologisch Patrimonium (IAP), bezat een toestel voor weerstandsmeting. Dit werd echter zeer zelden gebruikt, bv. te Raversijde (mondelinge informatie M. Pieters, VIOE).

Ondanks de decretale mogelijkheid vanaf 1993 om archeologische sites te beschermen had dit niet de impact dat bv. PPG16 had in Groot-Brittannië. Er was m.a.w. geen verschuiving van de archeologische aandacht naar een 'pro-actief' beleid, eerder naar een 'reactief' beleid (cf. hoofdstuk 1). Dit bleef zo tot zeer recent. Hier ligt ongetwijfeld de verklaring voor het gebrek aan aandacht voor de geofysische prospectiemethodes in de jaren 1990.

Het is dan ook slechts de laatste jaren dat de mogelijkheden van geofysische prospectie weer onder de aandacht komen van de Vlaamse archeologie. Door het feit dat er binnen Vlaanderen de laatste decennia geen expertise ter zake werd opgebouwd, zowel niet binnen het VIOE, als niet aan de universiteiten of commerciële archeologische bedrijven, wordt hiervoor steeds beroep gedaan op buitenlandse expertise. Het is opvallend dat deze groeiende aandacht voor de discipline zowel komt vanuit het onderzoek als het beleid. Momenteel wordt vooral aan de universiteit Gent methodologisch onderzoek verricht.

Wat betreft onderzoeksprojecten kunnen we het onderzoek vermelden op de abdij van Herkenrode. Dit werd uitgevoerd door de *Archaeological Prospection Services of Southampton* (APPS) in samenwerking met het VIOE¹⁰⁴. Twee methodes werden toegepast: elektrische weerstandsmeting (*twin probe* opstelling, met het *Geoscan Research RM15* toestel); en magnetometrie (met de fluxgate gradiometer *Geoscan Research FM 30*:). Dit leverde een vrij gedetailleerd plan van de

⁹⁸ *Ibid.*

⁹⁹ Schmidt s.d.

¹⁰⁰ Hus 1982, 2000; Léva & Hus 1975.

¹⁰¹ Hus 1982.

¹⁰² Léva & Hus 1979, 1987.

¹⁰³ Annaert & Jacobs 1989.

¹⁰⁴ Strutt 2003; Van Impe & Strutt 2006.

gekende en gebruikte geochemische methode is fosfaatkartering¹¹¹. De toepassing van de methode is gebaseerd op het feit dat verschillende activiteiten verhoging van het fosfaatgehalte kunnen veroorzaken, bv. in nederzettingen of op akkers (door de aanwezigheid van meer organisch materiaal)¹¹², of in grafvelden (door o.a. de aanwezigheid van calciumfosfaat in bot). De methode wordt vooral gebruikt voor kartering binnen gekende sites, maar ook in het kader van prospecties over grotere oppervlakken.

Vanaf de jaren '90 is er ook groeiende aandacht voor de analyse van andere chemische elementen en gecombineerde vormen van geochemische analyses, bv. op elementen als potassium en caesium¹¹³, en vooral bepaalde biologische 'markers' als lipiden¹¹⁴.

In het algemeen kunnen we stellen dat geochemische onderzoeksmethoden dikwijls moeilijk interpreteerbaar zijn, ook al omdat er meestal geen directe relatie kan vastgesteld worden met andere archeologische 'structurele' elementen. Dit laatste is echter in het geval van prospecties en evaluaties juist ook de belangrijke meerwaarde van de methodes, bv. voor het opsporen van *off site* activiteiten die weinig of geen andere opspoorbare elementen nalaten.

3.4.2 Geochemisch onderzoek in de Vlaamse archeologie

Ondanks een vermelding van de techniek door L. Van Impe¹¹⁵ is het gebruik van geochemische analyses in het kader van archeologie in Vlaanderen een zeldzaamheid. We vermelden hierbij vooral het gebruik van fosfaatkartering op de laatmesolithische site van *Brecht-Moordenaarsven*, waarvan de resultaten volgens de auteurs worden gelieerd aan het gebruik van de site in de prehistorie¹¹⁶. Een andere voorbeeld is de site van Rekem¹¹⁷.

Geochemische analyses voor de prospectie en evaluatie van sites werden recent uitgevoerd in het kader van internationale onderzoeksprojecten te Snellegem en Leffinge¹¹⁸.

¹¹¹ Bethel & Maté 1989; Crowther 1997; Gurney 1985.

¹¹² Spek 2004.

¹¹³ Entwistle *et al.* 2000.

¹¹⁴ Bull *et al.* 1999.

¹¹⁵ Van Impe 1975.

¹¹⁶ Vermeersch *et al.* 1992.

¹¹⁷ De Bie & Caspar 2000.

¹¹⁸ Houben 2007.

4 VELDKARTERING

4.1 INLEIDING

Bij veldkartering worden terreinen systematisch onderzocht op de aanwezigheid van archeologische indicatoren aan de oppervlakte. De methode is dus enkel bruikbaar in zones waar de zichtbaarheid van het oppervlak goed is, en waar bij voorkeur reeds een zekere verstoring van dit oppervlak is gebeurd, waardoor archeologisch materiaal naar de oppervlakte is gebracht (bv. beakkering). De veldkartering gebeurt meestal in een raaivorming patroon, met afstanden tussen de raaïen variërend van één tot verschillende tientallen meters. Soms wordt ook gewerkt in een rasterpatroon, waarbij het materiaal wordt verzameld per rastercel. Dit is meestal het geval wanneer detailkartering wordt toegepast, voor de evaluatie van gekende 'sites'.

4.2 HET GEBRUIK VAN VELDKARTERING IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)

Het gebruik van veldkarteringen om archeologische sites op te sporen gaat terug tot het begin van de 20^e eeuw¹¹⁹. Deze vroege karteringen waren vooral gericht op het detecteren van 'sites'. Vanaf eind de jaren '70, onder invloed van de 'landschapsarcheologie' (cf. hoofdstuk 1) werden er meer en meer karteringen uitgevoerd op grotere schaal en met aandacht voor meer holistische interpretaties van landgebruik en *off-site* fenomenen¹²⁰ (initieel voornamelijk gericht op jager-verzamelaar gemeenschappen). Meer aandacht werd besteed aan tafonomische en post-depositionele processen. De distributie van archaeologica wordt aldus aanzien als verdeeld over het hele landschap (*non-site archaeology*). 'Sites' worden anomalieën van dit patroon, die kunnen ontstaan zijn als concentratie van activiteit in één periode (de klassieke 'site'), maar evengoed een toevallig *palimpsest* kunnen vertegenwoordigen van 'lage activiteit' uit verschillende periodes (voor een overzicht van verschillende distributiemodellen¹²¹). De 'site' als basiseenheid van *survey* wordt zo vervangen door andere analytische eenheden, bv. rasters, waarin de densiteit van artefacten wordt gemeten. In zijn '*Distributional Archaeology*' gaat Ebert nog verder, waarbij het individuele artefact eenheid van analyse wordt¹²². Vanaf de jaren '80 verschijnen verschillende studies over de interpretatie van oppervlaktevondsten en de relatie met het 'echte' bodemarchief¹²³. Hierbij komt vooral de *sample*-strategie op de voorgrond¹²⁴. De dichotomie tussen *on-site* en *off-site* fenomenen vervaagt daarbij verder¹²⁵, waarbij de nadruk komt te liggen op analytische methoden, bv. in de identificatie van de invloed van post-depositionele processen en 'achtergrondruis' zoals afkomstig van bemesting. Hierbij wordt benadrukt dat bij de registratie van veldkarteringen ook andere 'parameters' dienen te worden gebruikt, zoals de afstand tussen de raaïen van de veldkartering, zichtbaarheid van de bodem *etc.*

4.3 VELDKARTERING IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

Systematische veldkarteringen worden in Vlaanderen toegepast vanaf eind de jaren '70, op initiatief van de UGent en KULeuven en in het kader van de '*Archeologische Inventaris Vlaanderen*'. Deze karteringen werden steeds uitgevoerd in het kader van licentiaatsverhandelingen, waarbij telkens de

¹¹⁹ Banning 2002.

¹²⁰ Foley 1981.

¹²¹ Banning 2002.

¹²² Ebert 1992.

¹²³ Frankovich & Patterson 2000; Haslegrove *et al.* 1985; Millet 2000; Schofield 1991.

¹²⁴ Orton 2000.

¹²⁵ Bintliff 2000.



oppervlakte van één deelgemeente als eenheid werd genomen. Op deze manier werd een vrij groot aantal deelgemeentes geprospecteerd. De resultaten hiervan zijn quasi volledig opgenomen in de Centrale Archeologische Inventaris (CAI). Een aantal van deze thesissen werd gepubliceerd in de reeks 'Archeologische Inventaris Vlaanderen'¹²⁶, of in aparte artikels¹²⁷. Gebaseerd op deze grote hoeveelheid gegevens verscheen eveneens een aantal thematische synthesepublicaties, gericht op de prehistorie¹²⁸.

Vanaf eind jaren '90 werden veldkarteringen eveneens uitgevoerd in het kader van het vooronderzoek voor ruilverkavelingen of andere inrichtingsprojecten¹²⁹.

Daarnaast werd (en wordt) veldkartering vooral door een groot aantal amateurarcheologen toegepast. Verschillende regionale studies bieden overzichten en syntheses van dergelijke collecties¹³⁰. Er is ook een aantal licentiaatsverhandelingen met als onderwerp dergelijke overzichten.

Naast deze overzichten werd veldkartering nog gebruikt voor een aantal projecten, hetzij vanuit een thematisch¹³¹, methodologisch¹³², of regionaal¹³³ perspectief.

Alle 'positieve' gegevens van veldkarteringen zijn in principe opgenomen in de Centrale Archeologische Inventaris. In totaal zijn er 8130 'gebeurtenissen' geregistreerd in de CAI (versie oktober 2007) als veldprospectie, verdeeld over de verschillende archeoregio's en hoofdperiodes zoals weergegeven in onderstaande tabel.

	Kempen	Polders	Zandstreek	Zandleem- & Leemstreek	Maaskant	Duinen
Onbepaald	141	136	90	162	2	0
Steentijd	1146	53	662	1373	19	0
Metaaltijden	257	5	76	115	3	2
Romeins	216	133	172	686	16	5
Middeleeuwen	462	738	437	569	2	13
Nieuwe tijd	153	103	92	401	3	1
Nieuwste tijd	6	15	3	27	0	0

Tabel 3: Overzicht van de 'gebeurtenis' veldkartering per hoofdperiode/ archeoregio, op basis van de CAI (2008).

¹²⁶ Balthau 1984; Bungeneers 1986; De Groote 1988; Hillewaert 1984; Kerrinckx 1989; Pieters 1986; Rommelaere 1986; Verlaeckt 1989.

¹²⁷ De Reu 2006.

¹²⁸ Crombé 1998; Sergeant 2004; Van der Haegen *et al.* 1999.

¹²⁹ Heirbaut *et al.* 2004; Mientjes 2005; Robberechts 2004, 2005.

¹³⁰ De Bock & De Meireleir 2005; Vermeersch 1976; Van Vlaenderen *et al.* 2006.

¹³¹ Lodewijckx 1988.

¹³² Meylemans *et al.* 2006; Vanmontfort *et al.* 2004

¹³³ Pieters *et al.* 2006.

5 PROSPECTIEF BOORONDERZOEK

5.1 INLEIDING

Prospectief booronderzoek, meestal toegepast in ‘afgedekte’ landschappen (bv. alluviale gebieden, zones met dikke esdekken *etc.*) bestaat meestal uit 2 of 3 fasen. In de eerste fase wordt landschappelijk karterend booronderzoek uitgevoerd, met als doel de identificatie van de onderliggende sedimenten en landschapsreconstructie. In een tweede fase worden ‘interessante’ zones prospectief onderzocht, met als doel sites op te sporen. Naar gelang de resultaten van deze fase wordt eventueel een derde, evaluerende fase uitgevoerd. Dit laatste kan zijn door het boorgrid te verdichten, of met toepassing van andere methodes (bv. proefputten). Dit hoofdstuk behandelt enkel de tweede en derde fase. Het landschappelijk karterend onderzoek in functie van archeologische prospectie wordt behandeld in hoofdstuk 9.

5.2 PROSPECTIEF BOREN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)

Het archeologisch prospectief booronderzoek wordt vnl. in Nederland gebruikt, meestal in zones met een afdekkend alluviaal pakket, voor de waardering van steentijdvindplaatsen, en voor de kartering van zones met een plaggende¹³⁴.

Het basisprincipe van prospectief en evaluerend booronderzoek is gebaseerd op het bemonsteren van ‘archeologisch interessante’ sedimenten met behulp van (meestal) een zogenaamde ‘megaboor’ (edelmansboor met diameter van 10 tot 20 cm). Het opgeboorde sediment wordt vervolgens gezeefd, en geïnspecteerd op archeologische ‘indicatoren’ (vuursteen, aardewerk, al dan niet verbrand bot, puin *etc.*). Bij het boren zelf kunnen eventueel ook archeologische lagen worden herkend. Het toepassen van geochemische analyses op het boorresidu (cf. hoofdstuk 3) kan belangrijke additionele informatie aanreiken, maar wordt zelden toegepast.

Vanwege het relatief lage volume monsternamen van boorprospecties is er in verschillende publicaties aandacht besteed aan de optimalisatie van de methode, gesteund door statistiek¹³⁵. Verhagen & Tol ontwikkelden een model voor de ‘opsporingskans’ (P) te beschrijven, als het product van de ‘trefkans’ (T) en de ‘vindkans’ (V) (Dus: $P=T.V$).

Hierbij is de ‘trefkans’ (de kansverdeling van rake boringen) afhankelijk van de oppervlakte van de site enerzijds, en de dichtheid van het boorgrid anderzijds. Aan de hand hiervan kan verder het ‘*consumer’s risk*’ afgeleid worden voor het missen van sites met verschillende vorm en omvang.

Verhagen en Tol tonen verder aan dat qua vorm van het grid een gelijkzijdig driehoeksgrid de meeste trefkans biedt. De berekeningen van de trefkans op sites met verschillende vorm en diameter kunnen worden berekend aan de hand van het programma *Visual Sample Plan*, vrij beschikbare software om optimale gridconfiguraties te bepalen.

De *vindkans* in de formule is een parameter die afhankelijk is van de densiteit aan artefacten, de gebruikte boordiameters¹³⁶, en de *waarnemingskans*. De vindkans stijgt o.a. sterk bij een grotere boordiameter. De *waarnemingskans* is afhankelijk van de wijze waarop de waarneming wordt uitgevoerd, en dus o.a. afhankelijk van de maaswijdte waarop het residu gezeefd wordt, of het residu met het blote oog of met microscoop wordt uitgezocht *etc.* Van groot belang bij

¹³⁴ Groenewoudt 1994.

¹³⁵ Banning 2002; Groenewoudt 1994; Orton 2000; Verhagen & Tol 2004; Zeidler 1995.

¹³⁶ Stone 1981.



vuursteenvindplaatsen, vanwege het grote belang van micro-artefacten bij het opsporen ervan, blijkt de gebruikte maaswijdte bij het zeven te zijn. Voor de vindplaats *Ittersumerbroek-West* bleek dat bij een maaswijdte van 4 mm de waarnemingskans ca. 70% zou dalen t.a.v. het gebruik van een maaswijdte van 1 mm fractie. De invloed van de fragmentering van het archeologisch materiaal wordt berekend door Groenewoudt¹³⁷. Microdebitage- afval is echter ook gevoelig voor eventueel eolisch of andere transport waardoor ‘valse sites’ kunnen gevormd worden¹³⁸. De daling van het aantal artefacten naar maaswijdte blijkt veel minder scherp wanneer bv. handgevormd aardewerk de voornaamste archeologische indicator is.

Verhagen en Tol reiken ten slotte statistische methodes aan de interpretatie van boorgegevens naar omvang en artefactendensiteit van de site(s) te berekenen¹³⁹.

Tol en Verhagen¹⁴⁰ raden een standaardmethode aan met in de karterend fase een boorgrid van 15 op 20 m, met een boordiameter van 15 of 20 cm, waarbij het residu wordt uitgezeefd met een maaswijdte van 4 mm.

Het evaluerend booronderzoek heeft als voornaamste doelstelling preciezere informatie te verzamelen over het karakter, de datering, en vooral de uitgestrektheid van de vindplaats. Hiervoor wordt het boorgrid verdicht over het hele areaal (bij bv. een egale spreiding van indicatoren in een eerste fase), of rond positieve boringen uit die eerste fase. Dikwijls wordt het booronderzoek wanneer mogelijk aangevuld met andere methodes, zoals testputten.

Vanwege de kleine *sample* fractie die door prospectief booronderzoek kan worden onderzocht, en de afhankelijkheid van de aanwezigheid van relatief veel artefacten is de methode enkel geschikt voor een aantal site types en omstandigheden¹⁴¹.

In het kader van de *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie* werd in Nederland een Standaard uitgewerkt voor het beschrijven van archeologische boringen¹⁴².

5.3 PROSPECTIEF BOREN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

Prospectief en evaluerend boren wordt in Vlaanderen nog maar sinds zeer recent toegepast, met uitzondering van enkele vroege voorbeelden¹⁴³. De methode werd eerst systematisch toegepast voor het karteren en waarden van steentijdsites¹⁴⁴. In het kader van een project in functie van de ‘Centrale Archeologische Inventaris’ werd de methode met succes toegepast voor een systematische prospectie- en waardering van mesolithische en finaalpaleolithische sites in bosgebieden op (laatglaciale) duinen in de Kempen¹⁴⁵. Bij deze methode wordt steeds de edelmanboor met diameter 20 cm gebruikt, in een verspringend boorgrid van respectievelijk 10 op 12 m (karterend), en 5 op 6 m (waarderend).

Vanaf 2003 werd, eveneens in het kader van een CAI-project, de methodiek getest in alluviale zones. Binnen het CAI-project konden de resultaten van het booronderzoek o.a. afgetoetst worden door middel van een latere opgravingen op de site te *Oudenaarde Donk*, waarbij eveneens een simulatie werd gedaan van de resultaten t.a.v. verschillende boorgrids enerzijds, en verschillende maaswijdtes bij het zeven van het residu anderzijds¹⁴⁶. Er werd geconcludeerd dat bij de karterende fase een boorgrid van 10 op 10 m een minimum bleek, waarbij het zeefresidu met een maximale maaswijdte

¹³⁷ Groenewoudt 1994.

¹³⁸ Kolen & Rensinck 1992.

¹³⁹ Verhagen & Tol 2004.

¹⁴⁰ Tol & Verhagen 2004.

¹⁴¹ *Ibid.*

¹⁴² Bosch 2005.

¹⁴³ De Meulemeester 1984.

¹⁴⁴ De Bie 2000a & b.

¹⁴⁵ Van Gils & De Bie 2002, 2003a & b, 2006a & b, 2007, 2008.

¹⁴⁶ Bats *et al.* 2006.

van 2 mm wordt uitgezeefd. De gebruikte boordiameter bedroeg 10 cm. Eén van de redenen voor het uitvoeren van dit methodologisch project, nu het onderwerp van een doctoraatsstudie van M. Bats, is de toenemende druk op de *wetlands* in Vlaanderen, met name vooral langs de Schelde (aanleggen van nieuwe sluizen en kanalen, uitvoering van het zgn. Sigmaplan). De methode werd door de UGent met succes systematisch toegepast op een aantal andere sites¹⁴⁷.

Sinds 2008 wordt door het VIOE in het kader van het Sigmaplan eveneens deze methodiek toegepast voor alluviale gebieden, waarbij zoals bij Van Gils & De Bie eveneens een grid van 10 op 12 enerzijds, van 5 op 6 m anderzijds, wordt gebruikt¹⁴⁸. Zowel aan de UGent als het VIOE wordt in de alluviale gebieden standaard een maaswijdte van 1 mm gebruikt bij het zeven.

De toepassing van de prospectiemethode in het Schelde-alluvium lijkt alvast belangrijke nieuwe inzichten te verwerven betreffende een aantal periodes en site-types (bv. voor vroeg-mesolithicum, midden-neolithicum, maar ook bv. voor de Romeinse periode).

Buiten deze systematische projecten werd evaluerend booronderzoek eveneens gebruikt bij verschillende evaluatieprojecten in het kader van bv. ruilverkavelingen¹⁴⁹ of beschermingen.

¹⁴⁷ Bats 2005; Bats & De Reu 2006; Bats & Crombé 2007; Bats *et al.* 2008.

¹⁴⁸ Perdaen *et al.* 2008.

¹⁴⁹ Mientjes 2005.



6 PROEFSLEUVEN

6.1 INLEIDING

Over proefsleuvenonderzoek blijkt, uitgezonderd van rapporten, thesissen en andere ‘grijze literatuur’, weinig methodologische basisinformatie te bestaan. Door de beperkte verspreiding van deze rapporten blijven normeringen, praktijkvoorbeelden en richtlijnen slechts weinig gekend.

De weinige basisliteratuur die er bestaat, behandelt in de meeste gevallen daarenboven *post-factum* onderzoek: kosten-baten analyses waarbij simulaties van verschillende methodes worden losgelaten op reeds opgegraven sites.

Het ontstaan van het proefsleuvenonderzoek als evaluatiemethode moet gezocht worden bij de professionalisering van de archeologie op het einde van de jaren tachtig van vorige eeuw¹⁵⁰. In de meeste landen met een breed maatschappelijk draagvlak én grote archeologische traditie (Engeland, Frankrijk en Nederland) was men het eens dat, om in te spelen op de druk vanuit de ruimtelijke ordening en planning, er instrumenten moesten ontwikkeld worden om op een grootschalige manier sites te lokaliseren en te evalueren, zowel wat betreft de kwaliteit als de ermee gepaard gaande onderzoekskosten.

In de jaren die volgden werd de proefsleuvenmethode, vaak op grootschalige wijze, toegepast¹⁵¹ en ontstonden er, eerder uit gewoonte dan door redenering, enkele standaarden (*infra*). De evaluatiemethode zelf was echter zelden of nooit onderwerp van kritische reflectie. Eén van de betere evaluatiestudies die werden uitgevoerd is deze van Hey en Lacey¹⁵². Op basis van twaalf sites in het Verenigd Koninkrijk en vier evaluatiemethodes (bureauonderzoek, veldkartering, geofysische technieken en sleuven) wordt een berekening gemaakt welke methode het meest efficiënt is. Tegelijkertijd kijken de auteurs ook welke periodes zich het best lieten kennen door welke techniek waarna ze afsluiten met een kosten-baten-analyse. Hun conclusies zullen doorheen dit hoofdstuk beschreven worden. Ze worden ook afgewogen tegen andere voorbeelden en de dagdagelijkse praktijk.

6.2 HET GEBRUIK VAN PROEFSLEUVEN IN DE ARCHEOLOGIE (INTERNATIONAAL)

In dit onderdeel wordt vooral ingegaan op de benaderingswijzen en bestaande normen t.a.v. proefsleuvenonderzoek.

In het Verenigd Koninkrijk worden verschillende normen gehanteerd, maar er is een zekere constante waar te nemen. Zo is de steekproefgrootte doorgaans 5% (waar dit vroeger 2% was) van de totale oppervlakte, zijn de sleuven een graafbak breed en wordt meestal de discontinue-en-gedraaide configuratie gebruikt. De techniek bestaat eruit om een niet-overlappend discontinue configuratie te alterneren met sleuven die er haaks op liggen. Occasioneel wordt afgeweken van dit patroon wat dan is ingegeven door specifieke vraagstellingen. De ligging van de sleuven wordt in alle gevallen bepaald door het terrein en de omstandigheden. Het proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd met het oog op het karteren van zoveel mogelijk sites en niet zozeer met het oog op een waardestelling.

In Frankrijk zijn een tweetal sleuvenconfiguraties in voege. De eerste is de discontinue configuratie, de zogenaamde *méthode à la Lorraine*, waarbij het interval tussen de sleuven én de raaien, dat meestal

¹⁵⁰ Blancquaert & Medlycott (red.) 2006.

¹⁵¹ Bv. Roger & Cattedu 2002a & b.

¹⁵² Hey & Lacey 2001.

rond de 10 m. ligt, contant is. Af en toe wordt ook geopteerd voor een overlapping: de raai begin halverwege de sleuf van de vorige raai. Een tweede is de continue configuratie. De afstand tussen de onderlinge sleuven is hier groter en varieert tussen de 12 en 15 meter. Bij een discontinue configuratie ligt de norm rond de 5%, bij een continue configuratie eerder rond de 10%. Het proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd met het oog op het evalueren van sites en de onderzoekskosten te kennen.

In Nederland wordt meestal de continue configuratie onder een 7-10%-regime toegepast. De reden om voor een bepaalde steekproefgrootte te kiezen is ingegeven door de archeologische verwachting van het te evalueren terrein en/of de inzichten ter zake van de uitvoerende of superviserende archeoloog. De locatiekeuze van de sleuven is meestal afhankelijk van de topografie en de situatie op het terrein.

Uit de beperkte literatuur die terug te vinden is over dit soort onderzoek in Wallonië blijkt dat er een diversiteit aan technieken wordt gebruikt. Voor zover dit kan berekend worden hanteert men een steekproefgrootte van ongeveer 10%.

Eén van de meest pertinente vragen die in het proefsleuven debat moet gesteld worden is welke steekproefgrootte of *sample rate* de beste is ten opzichte van het volledige te evalueren terrein. In Engeland was er bv. lang een 2%-norm maar is deze opgetrokken naar 5%, in Frankrijk een 5%-norm die is opgetrokken naar een 10%-norm en in Nederland een 7%-norm (*supra*). Alles hangt vanzelfsprekend samen met de vragen die bij aanvang van de evaluatie gesteld worden. Uit de literatuur blijkt immers dat de 2%-norm uit Engeland en de 5%-norm uit Frankrijk eerder ingegeven werd vanuit een visie die een kartering beoogde (en dus de aanwezigheid van archeologische sporen) en de 7%-norm uit Nederland eerder uit een visie die een correcte inschatting beoogde naar potentie, kwaliteit en onderzoekstermijn (en dus naar grootte, aard en kostprijs). Later werd deze overweging ook in Frankrijk gemaakt¹⁵³.

In de laatste jaren is er een zekere gelijkschakeling qua norm waargenomen. De redenering die als doel had de risico's veilig in te kunnen schatten won het van de eerder gevoelsmatige redenering die de normering voordien kenmerkte. Uit diverse wetenschappelijke bijdragen blijkt overigens dat de kans bij een 5%-onderzoek om sites van kleinere omvang te missen aanzienlijk groter wordt dan bij een 10%-onderzoek¹⁵⁴. Tegenwoordig is men er in de ons omringende landen het dus over eens dat 10% (en in bepaalde gevallen zelfs 15%¹⁵⁵ een meer realistische inschatting kan geven van de te verwachten archeologische sporen. Dat wil echter niet zeggen dat deze norm door iedereen wordt gehanteerd: alles hangt af van de antwoorden waarop een proefsleuvenonderzoek moet antwoorden (*infra*).

Een andere pertinent onderwerp van discussie is de configuratie van de proefsleuven. In het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Nederland worden/werden, naargelang de uitvoerder, verschillende configuraties gehanteerd. De oudste en waarschijnlijk meest gebruikte configuratietechniek zijn de discontinue sleuven, of de zogenaamde Lorraine-methode, al dan niet overlappend met de voorgaande rij sleuven. Deze methode leunt het dichtst aan bij de steekproefmethode uit de archeologische statistiek en is er op gericht zoveel mogelijk trefkans te genereren met de minste grote foutmarge en/of werklust¹⁵⁶. Groot nadeel is dat wel kan vastgesteld worden dat er sporen zijn (karteren), maar niet de aard ervan (waarderen)¹⁵⁷. Met andere woorden: om de grootte van een site te kennen lijkt dit de best werkbaarste methode, maar niet om de site onomstootbaar te karakteriseren naar ouderdom omdat de sporen nu eenmaal te fragmentair zijn. Bovendien kunnen de gegevens daarom niet geëxtrapoleerd worden naar de niet-verkende gebieden, wat nu precies de bedoeling is.

¹⁵³ Blancquaert *et al.* 2005.

¹⁵⁴ *Ibid.*

¹⁵⁵ Blancquaert *et al.* 2005.; Blancquaert & Medlycott (red.) 2006.

¹⁵⁶ Banning 2002.

¹⁵⁷ Tabor 2004.



Een tweede configuratie is deze die vaak in het Verenigd Koninkrijk vaak wordt gebruikt (zie hoger). De techniek lost wel het probleem op van de blanco zones bij de discontinue configuratie en het levert dus een aanzienlijk voordeel op. De hoeveelheid machinebewegingen, de aanlegtermijn, de materialisatie op het terrein en, vooral, het overzicht, lijden echter aanzienlijk onder deze configuratie. Hierdoor lijkt deze methode minder geschikt in de praktijk.

Een derde techniek is deze van de continue sleuven. Deze techniek werd geïntroduceerd van zodra het inzicht groeide dat de percentnorm naar boven moest worden bijgesteld: een hogere steekproefgrootte doet de sleuven namelijk in lengte toenemen wat dan weer gecompenseerd wordt door de sleuven iets verder uit elkaar te leggen (interval van 10 m naar 12 m of zelfs 15 m). De continue configuratie heeft, op voorwaarde dat het sleuveninterval niet té groot is, ontegensprekelijk enkele voordelen: ten eerste zijn er bijna geen echte blanco zones, ten tweede worden de machinebewegingen en de moeite om de configuratie op het terrein te materialiseren tot een minimum herleid, kan, ten derde, één niveau aangehouden worden wat niet altijd vanzelfsprekend is op hellende terreinen of in dalen met colluvium. Ten slotte laat de techniek ook toe om transecten doorheen mogelijk verschillende landschappen aan te leggen¹⁵⁸. Ook de extrapolatie naar de blanco zones verloopt gemakkelijker omdat de sporen minder fragmentair zijn.

Een antwoord op de vraag welke methode de beste is, is opnieuw afhankelijk van de vraagstelling vooraf. Het is volgens Hey & Lacey¹⁵⁹ wel zo dat, van zodra de 10%-norm overschreden wordt, de sleuvenconfiguratie niet meer relevant is met betrekking tot de behaalde resultaten.

Afgezien van het feit dat de traceerbaarheid van sporen ook afhankelijk is van enkele bodemkundige fenomenen, moeten we ook rekening houden met het feit dat sommige sporen- of vondstclusters niet altijd detecteerbaar zijn door middel van proefsleuven. Alles hangt af van de dichtheid: des te lager de dichtheid, des te meer kans dat een proefsleuvenonderzoek voor bepaalde sporen- en vondstclusters negatief uitvalt. Uit het hoger geciteerde werk van Hey en Lacey zijn is hieromtrent een aantal cijfers te halen. Zo blijkt dat zogenaamde *Anglo-Saxon sites* (Vroege-Middeleeuwen) nauwelijks door proefsleuven traceerbaar zijn. De reden hiervoor moet gezocht worden bij 1) het feit dat de dichtheid van de sporenclusters laag tot zeer laag is, waardoor de sporen geïsoleerd lijken te liggen en 2) de kleinschaligheid van de bodemingrepen van deze '*Anglo-Saxons*'. In Frankrijk heeft men ongeveer dezelfde resultaten¹⁶⁰.

De vraag in hoeverre hierop kan ingespeeld worden qua steekproefgrootte en steekproefwijze blijft echter bestaan. In Engeland verhelpt men dit door verschillende karteringstechnieken te combineren of het grid te vernauwen, in Frankrijk door het grid te vernauwen en een beter inzicht te krijgen in de genese van het landschap.

Wat betreft de doelstellingen van proefsleuvenonderzoek, karterend of waardestellend, zijn vooreerst enkele definities op zijn plaats. Onder *kartering* wordt begrepen het systematisch onderzoek van een terrein op de aanwezigheid van vondsten en/of sporen, onder *waardestelling* het verdichten van het (karterende) waarnemingsnet ten einde de aard, omvang, datering, gaafheid, conservering en inhoudelijke kwaliteit van de archeologische resten vast te stellen¹⁶¹. De vraag of een proefsleuvenonderzoek nu karterend dan wel waarderend is, blijft in hoge mate afhankelijk van het beoogde resultaat en de vraagstelling. Het is wel zo dat aan beide vraagstellingen enkele voorwaarden verbonden zijn: zo is een waardestelling bij voorbaat bijna onmogelijk onder de 7%-norm vanwege het fragmentaire karakter van de gegevens en betekent voor een loutere kartering de 15%-norm een te grote onderzoekskost¹⁶².

¹⁵⁸ Banning 2002.

¹⁵⁹ Hey & Lacey 2001.

¹⁶⁰ Blancquaert *et al.* 2005.

¹⁶¹ Willems & Brandt 2004.

¹⁶² Hey & Lacey 2001.



6.3 HET GEBRUIK VAN PROEFSLEUVEN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

Het proefsleuvenonderzoek vond in Vlaanderen ingang op het einde van de jaren negentig van vorige eeuw. De methode werd de eerste keer toegepast in de Oostvlaamse gemeenten St-Gillis-Waas (1996), Merelbeke (1997) en Aalter (1997)¹⁶³. De techniek die men gebruikte was de beproefde *Lorraine-methode*, een systeem van discontinue, geschrante sleuven met tussenafstanden van 10 m. In de rest van Vlaanderen zou het nog even duren eer de methode ingeburgerd. De reden hiervoor is eenvoudig: de vraagstelling die aan het meeste archeologisch onderzoek vooraf ging, was nu eenmaal niet van die aard dat een proefsleuvenonderzoek soelaas bracht. Tot ruwweg 2004 werd het meeste archeologische onderzoek in Vlaanderen in de meeste gevallen immers uitgevoerd in antwoord op acute bedreigingen en niet op basis van een voorafgaandelijke evaluatie van het terrein en het inschatten van bepaalde risico's (cf. hoofdstuk 1).

Het op gewestelijke schaal consequent toepassen van proefsleuvenonderzoek in Vlaanderen neemt pas een begin in 2004 bij de oprichting van de cel beheersarcheologie bij het *Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed*. Van dan af werd bij grote werken proefsleuvenonderzoek stelselmatig ingeschreven in de bouwvergunning. Het advies voorziet weliswaar geen richtlijnen hoe dit onderzoek diende uitgevoerd te worden en welke de te hanteren normen zijn.

Uit een bevraging van verschillende uitvoerders van proefsleuven (regionale diensten, commerciële bedrijven) valt op dat de meeste uitvoerders/opdrachtgevers sleuven aanleggen op 12% van het totale te evalueren terrein, dat ze meestal de continue configuratie gebruiken en dat de breedte nauwelijks varieert. Wat wel verschilt, is de reden om een bepaald interval te hanteren en de reden om een proefsleuvenonderzoek uit te voeren. Als reden waarom de 12%-norm gebruikt werd, zijn gewoonte, het succes, de efficiëntie of de kostprijs de belangrijkste argumenten. Een minderheid haalde ook aan dat ze controlesleuven aanlegden om hun bevindingen van het onderzoek nog eens extra te staven. De breedte van de sleuven maakt geen deel uit van een weloverwogen strategie maar lijkt te zijn ingegeven door de breedte van de graafbak.

¹⁶³ De Clercq & Cherreté 2006.



7 GEOARCHEOLOGISCHE TOEPASSINGEN

7.1 INLEIDING

Een goed begrip van landschappelijke (fysische) processen is van groot belang voor de toepassing van efficiënte prospectiestrategieën, het inschatten van het ‘bewaringspotentieel’ en de bedreiging van het archeologisch erfgoed, en het verklaren van verspreidingspatronen van archeologische prospectiegegevens (bv. oppervlaktespreidingen van artefacten). De laatste jaren wordt aan deze landschappelijk-fysische tafonomie en de invloed op het archeologisch bodemarchief in toenemende mate aandacht geschonken¹⁶⁴. Meer en meer worden hierbij methodes gebruikt die ontleend zijn aan de aardrijkskunde¹⁶⁵.

Het is in dit hoofdstuk niet de bedoeling het volledige gamma aan mogelijke toepassingen aan bod te laten komen. Verschillende aspecten worden trouwens in andere hoofdstukken van de onderzoeksbalans gebruikt, zoals bv. pollenonderzoek, onderzoek naar macroresten, de bronnen voor het fysische kader *etc.*

In deze eerste versie van de onderzoeksbalans hebben we eveneens geen overzicht gemaakt van de zeer vele verschillende toepassingen die er bestaan in de internationale archeologie (bv. de sterk groeiende hoeveelheid literatuur betreffende fluviatiele archeologie¹⁶⁶, of besprekingen van de verschillende technieken (bv. micromorfologie).

We beperken ons dus voorlopig tot het bieden van een overzicht van enkele projecten en onderzoeken in Vlaanderen, waarbij de relatie tussen landschappelijke, fysische of pedogenetische processen en de verspreiding en bewaring van het archeologisch erfgoed een voorname plaats inneemt. We beseffen dat deze lijst zeker niet exhaustief en volledig is. We hopen dan ook in de volgende versie van deze balans een vollediger overzicht te kunnen bieden.

7.2 ENKELE VOORBEEDEN VAN PROJECTEN IN VLAANDEREN

De kennis en de bronnen over het fysische landschap in Vlaanderen worden besproken in de Onderzoeksbalans Landschappen, hoofdstuk ‘*Abiotische Wetenschappen*’. Hier komen we verder niet op terug. Ook andere geoarcheologische aspecten komen in andere hoofdstukken aan bod, zoals b.v. palynologie en bodemkunde, in het hoofdstuk ‘natuurwetenschappen’ van de onderzoeksbalans archeologie.

Het overzicht hieronder wordt opgedeeld in verschillende thema’s

7.2.1 Onderzoek in alluviale contexten

We vermelden hierbij vooral het onderzoek dat uitgevoerd werd en wordt in het Scheldebekken, door de UGent enerzijds, door het VIOE in het kader van het Sigmaplan anderzijds (*cf.* hoofdstuk 5: prospectief booronderzoek).

Dit laatste project omvat naast het archeologische prospectiewerk een interdisciplinaire aanpak, waarbij geologisch, paleo- ecologisch, archeologisch en cultuurhistorisch onderzoek wordt gebundeld.

¹⁶⁴ Darvill & Fulton 1998; Howard & Macklin 1999; Nixon 2004; Roskams 2000; Smit *et al.* 2006.

¹⁶⁵ French 2003; Goldberg *et al.* 2001.

¹⁶⁶ Brown 1997.

Aan de universiteit Gent wordt momenteel eveneens een grootschalig interdisciplinair (geologie, paleomilieu, archeologie, modellering...) uitgevoerd in de *Moervaartdepressie* (cf. deelhoofdstuk paleolithicum van het hoofdstuk steentijd).

Verder werd onderzoek uitgevoerd naar de afzetting van alluvium, als een indicator van de menselijke impact op het landschap (cf. *infra*).

7.2.2 Onderzoek naar paleobodems

Het meeste onderzoek naar paleobodems in het kader van archeologische toepassingen werd uitgevoerd op laatglaciale bodems, en de relatie met finaalpaleolithische sites. Een overzicht hiervan wordt geboden in het deelhoofdstuk paleolithicum van het hoofdstuk steentijden. Het booronderzoek van Van Gils en De Bie kwam reeds aan bod in hoofdstuk 5 (prospectief booronderzoek).

In de leemstreek is een belangrijke 'marker' horizon voor het midden-paleolithicum het voorkomen van de zogenaamde 'Rocourt- bodem', een bodemontwikkeling die gelieerd wordt aan het Eem-interglaciaal of althans interstadialen tijdens de OIS5 fase¹⁶⁷. Verschillende paleolithische sites worden gekenmerkt door de aanwezigheid van deze bodem. Door de bedekking door latere loess afzettingen komen deze sites dikwijls pas aan het licht bij grootschalige werken zoals leemontginningen¹⁶⁸. In de Vlaamse vallei kan dit erfgoed uit het midden-paleolithicum verwacht worden onder dikke pakketten fluviatiele en eolische opvullingssedimenten¹⁶⁹.

Zowel in de Vlaamse vallei als in de leemstreek ontbreken goede prospectiemethodes om dit erfgoed op te sporen en te evalueren. Momenteel is dit vooral een probleem in het licht van verder geplande leemontginningen.

7.2.3 De relatie met geomorfologische eenheden en processen

Onderzoek langs de *Witte Nete* in de Kempen¹⁷⁰ integreerde geomorfologische aspecten en prospectieresultaten in functie van een landschapsarcheologische evaluatie.

De relatie tussen de bewaringstoestand van archeologische sites en erosie- en sedimentatieprocessen in de leemstreek werd onderzocht in verschillende projecten, waarbij o.a. de middeleeuwse site van Ottenburg en het Romeinse aquaduct van Tongeren op hun bewaringstoestand werden geëvalueerd (cf. hoofdstuk *Remote Sensing*)¹⁷¹.

7.2.4 Impact van de mens op het landschap

De impact van de mens op de ontwikkeling van het fysieke landschap kan vooral vanaf het neolithicum (ontwikkeling van landbouw, ontbossingen) en in toenemende mate vooral vanaf de Romeinse periode bemerkt worden. Dit komt in grote mate tot uiting in de alluviale afzettingen van rivieren, vanaf de Romeinse periode en vooral vanaf de middeleeuwen¹⁷². Verder is de impact van de mens op het landschap archeologisch merkbaar in de Kempen door de ontwikkeling van belangrijke stuifzandfasen vanaf de Romeinse periode¹⁷³, maar vooral vanaf de middeleeuwen¹⁷⁴.

¹⁶⁷ Haesaerts *et al.* 1998.

¹⁶⁸ Bringmans *et al.* 2003.

¹⁶⁹ De Moor & Heyse 1978.

¹⁷⁰ Meylemans *et al.* 2006.

¹⁷¹ Vanmontfort *et al.* 2006; Meylemans 2009.

¹⁷² Kiden & Verbruggen 2001; Notebaert *et al.* 2008.

¹⁷³ Verhaert *et al.* 2004.

¹⁷⁴ Koomen *et al.* 2004.



Een belangrijke studie werd uitgevoerd naar erosieprocessen in het Meerdaalwoud, die gelieerd kunnen worden aan een intensieve exploitatie van het gebied in de Romeinse periode, en dus aan de vele Romeinse relictten aanwezig in het gebied.

7.2.5 Kustevolutie

Wat betreft de kustvlakte werd er vooral onderzoek uitgevoerd naar transgressies en sedimentatieprocessen, en de relatie met de bewoning in de Romeinse periode¹⁷⁵.

¹⁷⁵ Baeteman 2007; Ervynck *et al.* 1999.



8 ANALYSE VAN GEGEVENS (RUIMTELIJKE ANALYSE/ PREDICTIVE MODELLING)

8.1 INLEIDING

Het gebruik van predictieve modellen in de archeologie gaat terug tot in de late jaren '70, met een toenemend gebruik vanaf de jaren '80, gestimuleerd door nieuwe IT mogelijkheden zoals GIS. De eerste pogingen waren voornamelijk onderzoeksgericht, maar vrij snel werden ook toepassingen ontwikkeld in functie van beheer, om ook 'ongekende' archeologische waarden in het planningsproces te kunnen meewegen, vooral in Nederland en de Verenigde Staten¹⁷⁶. De ontwikkeling van *cultural resource management* in de VS en de implementatie van het Verdrag van Malta in Europa heeft de constructie van dergelijke kaarten dan ook sterk gestimuleerd.

De predictieve modellen die in de laatste decennia ontwikkeld werden zijn echter ten eerste in grote mate sterk vereenvoudigde abstracties van de (fysisch-)landschappelijke en archeologische realiteit, en gebaseerd op een zeer onvolledige archeologische dataset. Ten tweede werden in grote mate steeds inadequate statistische methodes gebruikt¹⁷⁷. Ten derde is er een fundamentele kritiek op het ecologisch determinisme van deze modellen, vooral geuit vanaf de jaren '90 vanuit het post-processuele gedachtengoed in de archeologie.

Twee 'stromingen' van predictieve modellen worden gebruikt in het archeologisch onderzoek en beheer¹⁷⁸: de inductieve en de deductieve benadering.

De inductieve benadering gaat uit van de data zelf, en analyseert de archeologische vondsten en sites t.a.v. ruimtelijke parameters afgeleid van fysisch-landschappelijke data, zoals bv. bodemtextuur, topografie *etc.*¹⁷⁹. De deductieve benadering is voornamelijk gebaseerd op *expert judgement*, waarin het gevaar schuilt dat deze modellen sterk afhankelijk zijn van de onderzoekers zelf.

Door de negatieve sfeer t.a.v. ruimtelijke analyse en predictieve modellen werd op het einde van de jaren '90 en begin van deze eeuw nog slechts weinig aandacht geschonken aan de verdere ontwikkeling ervan. Een uitzondering hierop is Nederland, waar de archeologische advisering in het kader van ruimtelijke planning en ordening gebaseerd is op de zgn. Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW), en kleinschaligere van dergelijke kaarten op gemeentelijke niveau¹⁸⁰. Op het gebruik van deze kaarten in de ruimtelijke ordening kwam vooral veel kritiek.

De laatste jaren echter is er een nieuwe dynamiek merkbaar, vooral gefocust op het experimenteren met en met gebruik van betere statistische methodes¹⁸¹ en de toenemende beschikbaarheid van hoge resolutie digitale landschappelijke gegevens zoals LIDAR gegevens (*cf.* hoofdstuk 2). Het gebruik van Bayesiaanse statistische methodes wordt algemeen als één van de meestbelovende beschouwd¹⁸², daarnaast is er meer en meer ook aandacht voor de integratie van fysisch tafonomische processen in de modellen, zoals bv. erosiemodellering¹⁸³, of meer holistische landschapsmodellen zoals het *Channel Hillslope Integrated Landscape Development Model* (CHILD)¹⁸⁴. Een recent voorbeeld van het gebruik

¹⁷⁶ Van Leusen & Kamermans 2005; Westcott 2000.

¹⁷⁷ Espa *et al.* 2006.

¹⁷⁸ Kamermans *et al.* 2004.

¹⁷⁹ Kvamme 1983, 1990.

¹⁸⁰ RACM 2008.

¹⁸¹ Espa *et al.* 2006.

¹⁸² Banning 2002; Millard 2005.

¹⁸³ Ducke 2007.

¹⁸⁴ Clevis *et al.* 2006.



van Bayesiaanse statistiek in combinatie met een uitgebreide set aan landschapsmodellering werd toegepast op jager-verzamelaarssites in de Kempen¹⁸⁵.

8.2 RUIMTELIJKE ANALYSE/ PREDICTIVE MODELLING IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE

In Vlaanderen werden archeologische ‘verklaringsmodellen’ tot nog toe vooral gebruikt in het kader van vooronderzoek voor ruilverkavelingen¹⁸⁶, in deze gevallen telkens gericht op het voorspellen van de aanwezigheid van nederzettingen van ‘jager- verzamelaars’ enerzijds (finaal-paleolithicum-mesolithicum) en vroege landbouwers anderzijds. Deze modellen gebruiken steeds een zeer beperkte landschappelijke dataset (digitale bodemkaart). Een onderzoeksgericht project werd uitgevoerd in de regio van Weelde, eveneens gericht op jager-verzamelaarssites (voornamelijk oppervlakteconcentraties) en de relatie met het fysische landschap¹⁸⁷. In een project in Vlaams-Brabant, waarbij nieuwe sample- veldkarteringen werden uitgevoerd, werden eveneens pogingen gedaan deze gegevens te vergelijken met (grootschalige) landschappelijke fysische factoren op, en vergeleek de oppervlakedata eveneens met erosiemodellering¹⁸⁸.

Recent werd een methodologisch project uitgewerkt, eveneens op jager-verzamelaarsdata (cf. *supra*), waarbij verschillende statistische methodes werden gebruikt in combinatie met een vrij groot aantal afgeleide landschappelijke parameters¹⁸⁹. Hieruit werd een *beste praktijk* ontwikkeld, gebaseerd op Bayesiaanse statistiek en met gebruik van ‘positieve’ (veldkarteringen waar artefacten werden aangetroffen) en ‘negatieve’ data (veldkarteringen zonder prehistorische artefacten). De waarde van dit onderzoek ligt ook de ‘weging’ van de statistische betrouwbaarheid van de gebruikte data, m.a.w. er wordt niet alleen een ‘verwachtingsmodel’ opgeleverd, maar eveneens een model van ‘betrouwbaarheid’, gebaseerd op de statistische bruikbaarheid van de archeologische data (wat afhankelijk is van de hoeveelheid van de data, spreiding, etc.). Ten slotte werd ook een filtering ontworpen om de statistische betrouwbaarheid van verwachtingskaarten zelf te testen. Hierbij bleek o.a. dat de traditionele ‘deductieve’ modellen zeer slecht scoren.

Overige ruimtelijke analyses van archeologische data in de Vlaamse archeologie zijn voornamelijk gericht op de analyse van landindelingen en relictten van het infrastructuurnetwerk, waarbij de nadruk vooral ligt op de Romeinse periode (cf. hoofdstuk 2)¹⁹⁰. Een recente studie, op basis van verschillende bronnen, maakte een regionale analyse voor de Romeinse periode in de omgeving van Tongeren¹⁹¹.

¹⁸⁵ Finke *et al.* 2008.

¹⁸⁶ De Decker & Roymans 2001; Robberechts 2004.

¹⁸⁷ Vanacker 1999.

¹⁸⁸ Vanmontfort *et al.* 2004.

¹⁸⁹ Finke *et al.* 2008.

¹⁹⁰ Vermeulen & Antrop (red.) 2001.

191 Bonnie 2008.

9.1 INLEIDING

In de tweede plaats is er eveneens de ontsluiting van rapporten en prospectiegegevens zelf, meestal eveneens via online bronnen, of publicaties.

9.2 DE ONTSLUITING VAN PROSPECTIEGEGEVENS (INTERNATIONAAL)

Vanaf 1994 werden door de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), de instantie op Rijksniveau bevoegd voor archeologie, in samenwerking met de provincies zogenaamde 'Archeologische Monumentenkaarten' (AMK's) opgemaakt met gekende en behoudenswaardige

¹⁹³ <https://www.heritagegateway.org.uk/gateway/chr/herdetail.aspx?crit=&ctid=95&id=4761>.

‘archeologische terreinen’. Eind 2002 bedroeg het aantal terreinen op deze kaarten 12744, waarvan er 10572 reeds werden geëvalueerd ter plaatse¹⁹⁴.

Ook *Archis* is online beschikbaar, bovendien is de archeologische informatie van de AMK’s eveneens geïntegreerd in een voor iedereen toegankelijk webportaal, waar ook andere aspecten van het cultuurhistorisch erfgoed kunnen bekeken worden¹⁹⁵.

Een belangrijk project sinds enkele jaren is de creatie van het e-depot Nederlandse archeologie (EDNA), een online ontsluiting van een brede waaier aan archeologische rapportages¹⁹⁶.

9.3 STAND VAN ZAKEN IN VLAANDEREN

Naast de reeks ‘Inventaris Vlaanderen’ uitgegeven door de Universiteit Gent, waar verschillende thesen van veldkarteringen, syntheses van het luchtfotografisch onderzoek, en synthese van veldkarteringsgegevens van vooral de steentijden in verschenen, is de *Centrale Archeologische Inventaris* (CAI) de enige systematische ontsluiting van prospectie- en evaluatiegegevens¹⁹⁷. Deze kwam *online* beschikbaar in 2004, maar is enkel beschikbaar via een paswoord.

Door de snelle opbouw van het systeem en de problemen tijdens de uitvoering ervan¹⁹⁸ kan de CAI momenteel echter nog niet als een zuiver instrument gebruikt worden om prospectie- en evaluatiegegevens in Vlaanderen te analyseren. Momenteel wordt een grondige redactie van de CAI uitgevoerd, die wordt beoogd klaar te zijn tegen 2009. Een belangrijk minpunt van de CAI is daarbij eveneens de databank zelf: sinds de creatie van de online inventaris in 2003 zijn er geen wezenlijke structurele of technische aanpassingen meer uitgevoerd. Een volledige *online* versie (naast lezen ook invoeren- en bewerken van gegevens) zou dan ook zeer wenselijk zijn.

Bovendien is een aantal belangrijke bronnen nog niet opgenomen in de CAI. Bijvoorbeeld de uitgebreide collecties luchtfotografische opnames van Léva en de UGent zijn maar voor een zeer beperkt percentage beschreven en gelokaliseerd (cf. hoofdstuk 2). De luchtfoto’s zelf zijn nergens online beschikbaar. De collectie ‘Vlaamse opnames’ van Léva is daarbij grotendeels nog niet gedigitaliseerd, deze van de universiteit van Gent is voor ongeveer de helft gedigitaliseerd. Het digitaliseren, beschrijven en opnemen in de CAI van deze gegevens zou naar een recente berekening ca. 15 jaar voor 1 persoon in beslag nemen.

Wat betreft prospectie- en evaluatierapporten wordt er door het Agentschap RO sinds een aantal jaar werk gemaakt van een centraal depot, in het kader van het verlenen van vergunningen. Hierbij worden ook telkens exemplaren aan het VIOE (CAI) bezorgd. Deze worden in de bibliotheek van het VIOE gecatalogiseerd onder de noemer ‘*Rapportage Onroerend Erfgoed Vlaanderen*’ (ROEV). Het Agentschap RO en het VIOE werken tevens momenteel samen aan een project om dergelijke rapportages eveneens aan de creatie van een e-depot.

Ten slotte dient de ‘*Open Archives Repository*’ van het VIOE vermeld te worden¹⁹⁹. Deze bevat de publicaties van het VIOE, waaronder ook een aantal karterings- en evaluatieprojecten.

¹⁹⁴ Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 2002.

¹⁹⁵ Dit was het vroegere ‘Kich’ portaal. Ondertussen is dit vervangen door <https://www.archeologieopdekaart.nl/>.

¹⁹⁶ <https://easy.dans.knaw.nl/>.

¹⁹⁷ Meylemans 2004.

¹⁹⁸ Meylemans 2004.

¹⁹⁹ <https://oar.onroenderfgoed.be/>.

Beide archieven vormen nu nog de grootste hoeveelheid data wat betreft archeologisch prospectieonderzoek in Vlaanderen. Deze data is echter slechts zeer beperkt ontsloten, met name vooral de luchtfotografische gegevens, en het potentieel ervan voor wetenschappelijk onderzoek werd nog maar zeer beperkt aangesproken.

We kunnen stellen dat dit pro-actief traject voor het eerst wordt toegepast vanaf het einde van de jaren 1990, in het kader van ruilverkavelingen (cf. hoofdstuk veldkarteringen en ruimtelijke analyse). Opvallend hierbij is dat deze studies voornamelijk uitgevoerd werden door Nederlandse bedrijven, met name RAAP, waarbij ook de gebruikelijke Nederlandse methodes werden gebruikt (b.v. gebruik van deductieve verwachtingskaarten).

Het is pas zeer recent (vanaf 2006) dat in Vlaanderen sprake is van een traject met de bedoeling systematisch belangrijke archeologische sites te evalueren en beschermen. In functie hiervan werden verschillende sites reeds geëvalueerd, o.a. met geofysische methoden.

Zoals bij de ruilverkavelingsprojecten is het opvallendste aspect van deze geofysische en geochemische toepassingen dat ze allen worden uitgevoerd door buitenlandse bedrijven en instellingen.

Inderdaad, doordat de aandacht voor archeologische prospecties- en evaluaties slechts zeer laat in Vlaanderen op gang is gekomen wanneer vergeleken met de buurlanden, is er nagenoeg (met uitzondering van een beperkt aantal aspecten) geen expertise aanwezig of structureel verankerd in de verschillende instellingen. Ook prospectie- en evaluatieonderzoek zelf vormt in geen enkele instelling in Vlaanderen een wezenlijk onderdeel uit van de werking. Zelfs het luchtfotografisch onderzoek aan de UGent, met een lange traditie die teruggaat tot het einde van de jaren 1970, dreigt op korte termijn te verdwijnen als hierrond geen structureel kader wordt gebouwd.

Een positieve noot is de beschikbaarheid in Vlaanderen van vrij veel hoge resolutie landschappelijk en *remote sensing* data. Een aantal projecten maakten hiervan de laatste jaren op experimentele basis gebruik, hoewel dit enorme potentieel eveneens nog grotendeels onbenut blijft tot op heden.

11 AANBEVELINGEN

Het meest opvallend aan bovenstaand overzicht is het feit dat prospectie- en evaluatieonderzoek in Vlaanderen nog maar zeer recent wordt aanzien als een belangrijk en wezenlijk onderdeel van het archeologisch beheer en beleid. Er is dan ook een zeer groot gebrek aan specifieke expertise, en/of structurele verankering hiervan, vooral m.b.t. ‘technische’ aspecten zoals bv. geofysisch onderzoek en *remote sensing* technieken.

Een essentiële stap is dan ook de ontwikkeling van een structureel en systematisch prospectie- en evaluatiebeleid, waarbij zowel universiteiten (opleiding en ontwikkeling van expertise), beheersinstellingen (Agentschap RO Vlaanderen, provincies, intergemeentelijke diensten), als het VIOE (verankering en uitbouw van expertise, uitvoering) betrokken zijn. Meer concreet zouden belangrijke stappen zijn het opzetten van een structurele werking rond de archeologische luchtfotografie (cf. bv. *English Heritage*), idem voor geofysisch onderzoek (cf. eveneens *English Heritage*, met het *geophysics* team). Dit soort expertenteams, in samenwerking tussen bv. VIOE en de Vlaamse universiteiten, zouden naast het uitvoeren van veldwerk (bv. bij een systematische evaluatie van sites in functie van het beschermingsbeleid) ook richtlijnen kunnen uitwerken en adviezen bieden voor dergelijk onderzoek door ‘derden’ (bv. commerciële bedrijven).

Dit is een tweede belangrijke lacune die dient ingevuld te worden: de 'kwaliteitsnormen'. Dit geldt echter ook voor alle andere aspecten van de Vlaamse archeologie.

Een derde belangrijk aspect is de ontsluiting van gegevens. We vermelden vooral het grote aantal gegevens van luchtfotografische bronnen dat nog niet ontsloten is. Hier dient snel een inhaalbeweging gemaakt te worden, door digitalisatie van de foto's zelf, en beschrijving en opname in de CAI. Wat de CAI zelf betreft is de huidige redactie die wordt uitgevoerd zeer belangrijk. Om de CAI echter blijvend performant en *up to date* te maken dient er echter zeer dringend een nieuw databanksysteem ontworpen te worden, dat online invoer en redactie van de gegevens toelaat. Voor een blijvend correcte inhoud van de databank te verzekeren dienen ook meer mensen voorzien te worden. Het begin van de centralisering van rapportages bij het Agentschap RO en aan het VIOE is uiteraard een zeer goede zaak. De oprichting van een e-depot van deze rapportages, zoals voorzien wordt, is echter een essentiële volgende stap, teneinde niet het klassieke '*kerkhof aan basisrapportages*' te veroorzaken.

Ten slotte benadrukken we hier nog de relatieve schaarste aan interdisciplinaire regionale *survey*projecten en methodologisch onderzoek in dit kader. We vermelden hierbij wel het recente opstarten van dergelijke projecten in het kader van het Sigmaplan (VIOE) en de Moervaartdepressie (UGent). Er is echter nog een zeer groot potentieel aan bronnen (bv. *remote sensing* (bv. multi- en hyperspectrale bronnen) maar ook gegevens m.b.t. het fysische en cultuurhistorische landschap) en expertise (bv. ruimtelijke modellering) die momenteel slechts zelden in relatie tot de archeologische data wordt bekeken. Het opzetten van enkele van dergelijke projecten vanuit een 'brede' interdisciplinaire basis (samenwerking VIOE- universiteiten- ...) is dan ook zeer nodig.

BIBLIOGRAFIE

