



Vlaanderen
is erfgoed

Onderzoeksrapport

ARCHEOLOGISCH VOORONDERZOEK MET PROEFSLEUVEN

Op zoek naar een optimale strategie

Agentschap
Onroerend
Erfgoed

48



Onderzoeksrapport agentschap Onroerend Erfgoed

Agentschap
Onroerend
Erfgoed

Brussel 2016

COLOFON

Dit rapport maakt deel uit van de reeks Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed.

Onderzoeksrapport agentschap Onroerend Erfgoed 48

ARCHEOLOGISCH VOORONDERZOEK MET PROEFSLEUVEN

Op zoek naar een optimale strategie

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Overheid,
Beleidsdomein Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed
Published by the Flanders Heritage Agency
Scientific Institution of the Flemish Government,
Policy area Town and Country Planning, Housing Policy and Immovable Heritage

Verantwoordelijke uitgever: Sonja Vanblaere

Leden klankbordgroep: Rica Annaert, Annick Arts, Erwin Meylemans, Raf Ribbens, Stani Vandecatsye, Marijn Van Gils, Alde Verhaert, Maarten Vermeyen (Onroerend Erfgoed).

Omslagillustratie: Proefsleuven in de Burgemeester Maenhautstraat te Lemberge, maart 2014 © De Logi & Hoorne bvba.

agentschap Onroerend Erfgoed
Koning Albert II-laan 19 bus 5, 1210 Brussel
T +32 2 553 16 50
info@onroerenderfgoed.be
www.onroerenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Open Data Licentie Vlaanderen v. 1.2.

This work is licensed under the Free Open Data Licence Flanders v. 1.2

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/>.

ARCHEOLOGISCH VOORONDERZOEK MET PROEFSLEUVEN

Op zoek naar een optimale strategie

KRISTOF HANECA, SOFIE DEBRUYNE, SOFIE VANHOUTTE EN
ANTON ERVYNCK

INHOUD

1	Inleiding.....	5
2	Doel van het onderzoeksrapport	6
3	Begrippen	7
4	Wettelijk kader.....	9
5	Proefsleuven in de Vlaamse archeologie: historiek en huidige praktijk.....	10
5.1	Historiek	10
5.2	De huidige, gangbare praktijk (d.d. 1/04/2016)	14
6	Het gebruik van proefsleuven in de archeologie: internationaal kader	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Groot-Brittannië	17
6.3	Frankrijk	18
6.4	Nederland	21
6.5	Duitsland	24
6.6	Wallonië	24
6.7	De huidige praktijk buiten Vlaanderen samengevat	25
7	Optimalisatie- en evaluatiestudies	26
8	Simulaties op vlakdekkende opgravingssplannen	31
8.1	Probleemstelling	31
8.2	Methode	32
8.3	Simulaties	32
8.4	Opgravingssplannen	36
8.5	Resultaten	38
8.5.1	Aantal herhalingen	38
8.5.2	Variabiliteit	39
8.5.3	Sporendensiteit in de sleuven	43
8.5.4	Dekkingsgraad	46
8.5.5	Breedte van de sleuven	47
8.5.6	Stippellijnpatronen	49
8.5.7	Continue sleuven vs. stippellijnpatroon	50
8.5.8	Optimalisatie i.f.v. de verwachte sporendensiteit	51
8.6	Interpretatie en discussie	52
9	Conclusies uit de bestaande praktijken en onderzoek	54
10	Bibliografie	58
11	Dankwoord.....	63
12	Bijlage: dataset hoofdstuk 8.....	64



1 INLEIDING

De zorg voor het archeologisch erfgoed in Vlaanderen, *in en ex situ*, gebeurt grotendeels via een preventief traject. Dat betekent dat in situaties waar de wetgeving dat voorziet¹, voorafgaand aan een verstoring wordt nagegaan of er behoudenswaardige archeologische erfgoedwaarden aanwezig zijn en hoe daarmee moet omgegaan worden. Er zijn drie mogelijkheden: ofwel zijn er geen maatregelen nodig, ofwel kan een behoud *in situ* gerealiseerd worden, ofwel moet er een opgraving plaatsvinden. De basis om een keuze te maken tussen deze opties vormt het zogenaamde ‘vooronderzoek’, waarbij de mogelijke aanwezigheid van een archeologische site en de kwaliteit van het bodemarchief ter plaatse geëvalueerd worden.

Tijdens het vooronderzoek worden archeologische sites en archeologische vondsten doelbewust opgespoord en gewaardeerd zonder de erfgoedwaarden *in situ* wezenlijk aan te tasten. De grond voor deze aanpak is tegelijk ethisch en pragmatisch. Het heeft geen zin om een uniek en waardevol site al verkennend te vernielen om dan te besluiten dat het eigenlijk behoudenswaardig was. Bovendien is het vanuit economisch en maatschappelijk standpunt aangewezen om geen overbodige inspanning te doen bij de verkenning van een potentiële site wanneer deze uiteindelijk geen waardevol bodemarchief blijkt te bevatten. De sleutel tot een goed vooronderzoek is tweeërlei: enerzijds dient het alle bestaande documentatie te verzamelen, anderzijds dient het - indien de eerste stap onvoldoende uitsluitsel biedt - door middel van een beperkt onderzoek van het bodemarchief een evaluatie te bieden van het door verstoring bedreigde terrein.

Vooronderzoek kan zowel mét als zonder ingreep in de bodem worden uitgevoerd. Naast bureauonderzoek, veldkartering en geofysisch onderzoek, kunnen ook boringen en proefsleuven of proefputten deel uitmaken van het vooronderzoek². Een verkenning met proefsleuven is daarbij de meest betrouwbare methode voor het bepalen van zowel de aan- of afwezigheid als de omvang en de kwaliteit van archeologische sporen.

Proefsleuvenonderzoek is vaak de eerste, en soms ook de laatste, fysieke benadering van een site. Het is naast alle economische overwegingen daarom ook om ethische redenen essentieel deze fase in het vooronderzoek optimaal uit te voeren zodat met een minimale verstoring de noodzakelijke informatie wordt verkregen om het terrein te begrijpen, om zo een gefundeerde beslissing tot het al dan niet opgraven of behouden van het archeologisch erfgoed op het terrein te kunnen nemen.

Het belang van vooronderzoek door middel van proefsleuven en kijkvensters (voor definities en begrippen zie [hoofdstuk 3](#)) situeert zich zowel op het vlak van de verkenning als de waardebepaling van een eventuele site. Het proefsleuvenonderzoek moet, naast het vaststellen van de aan- of afwezigheid van archeologische sporen, toelaten om een assessment³ op te stellen van de densiteit, de ruimtelijke spreiding, de kwaliteit en de stratigrafische opbouw van het bodemarchief. Hierbij staat densiteit voor de totale oppervlakte van de sporen t.o.v. de totale oppervlakte van het onderzochte terrein. Daarnaast spelen natuurlijk ook de ruimtelijke spreiding, en bijvoorbeeld de clustering van sporen, een belangrijke rol. Onder kwaliteit wordt de bewaringstoestand van anorganische en organische vondsten en stalen begrepen, de leesbaarheid van de sporen en de informatiewaarde van de vondsten en sporen, naast de mogelijkheid om hun ouderdom te

¹ Het onroerenderfgoeddecreet van 12 juli 2013: <https://www.onroerenderfgoed.be/nl/beleid-en-regelgeving/decreten>.

² Zie https://www.onroerenderfgoed.be/assets/files/content/images/Code_van_Goede_Praktijk.pdf.

³ <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/assessment>



achterhalen. De evaluatie van de opbouw van het bodemarchief houdt rekening met de chronologische stratigrafie en de tafonomische processen die daarop hebben ingegrepen. Uiteraard vereist het assessment ook een situering van de site en/of het landschap in een ruimere landschappelijke of culturele context⁴, maar in wat volgt wordt toch vooral de nadruk gelegd op de evaluatie van een (potentiele) site op zich.

Proefsleuvenonderzoek is in het grootste deel van Noordwest-Europa de meest gebruikte methode voor vooronderzoek met ingreep in de bodem⁵. Bij het toepassen van deze methode treden echter grote verschillen op, vooral inzake de dekkingsgraad en de ruimtelijke organisatie van de proefsleuven. Anno 2016 wordt in Vlaanderen sinds enkele jaren een standaardstrategie toegepast voor het proefsleuvenonderzoek, waarbij 2 meter brede, continue sleuven met een tussenafstand van 15 m worden aangelegd. Daarmee wordt een dekking van 12,5% van het terrein nagestreefd. Dezelfde aanpak wordt quasi overal toegepast, ongeacht het lokale landschap, de geomorfologische terreinkenmerken, de bodem of de culturele kenmerken van de te verwachten vindplaats. Tot deze standaard is - zonder veel voorafgaande studie of evaluerend onderzoek - gekomen op basis van eigen ervaringen en van resultaten en inzichten uit het buitenland (zie verder). In de sinds 2016 vigerende ‘Code van goede praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren, versie 1.0’ (CGP)⁶ wordt de dekkingsgraad van 12,5% ook als norm aanzien. De relevantie van deze norm werd tot nu toe echter nooit in vraag gesteld, laat staan geëvalueerd.

2 DOEL VAN HET ONDERZOEKSRAPPORT

In dit rapport wordt vooronderzoek met ingreep in de bodem onder de loep genomen, meer bepaald het aanleggen van proefsleuven. Dit is in Vlaanderen de tot nu toe meest toegepaste verkennende methodiek voor het detecteren van sites met grondsporen in gebieden waar geen stratigrafische context wordt verwacht. In wat volgt wordt nagegaan wat de grondslag is voor deze standaardstrategie, hoe deze geëvolueerd is, en welke variant van de methode de meest efficiënte zou kunnen zijn in elke gegeven situatie. Een vergelijking wordt gemaakt met de aanpak in de ons omringende landen en met bestaande studies.

Dit onderzoeksrapport beoogt een theoretisch en statistisch onderbouwde methodologische leidraad aan te bieden met betrekking tot het aanleggen van proefsleufpatronen. Na een beschouwing van huidige trends en methoden in Vlaanderen ([hoofdstuk 5](#)) en de ons omringende regio’s ([hoofdstuk 6](#)), een overzicht van de reeds uitgevoerde optimalisatie- en evaluatiestudies over de toe te passen methodiek bij de aanleg van proefsleuven ([hoofdstuk 7](#)), aangevuld met een analytische benadering door het simuleren van proefsleuven op plannen van vlakdekkende opgravingen ([hoofdstuk 8](#)), worden een aantal conclusies voorgesteld die bruikbaar zijn voor de optimalisatie van archeologisch vooronderzoek met proefsleuven ([hoofdstuk 9](#)). Voorliggende studie moet gezien worden als een referentiekader voor toekomstig vooronderzoek met proefsleuven, dat echter door veldwerk grondig moet worden getoetst. Tegelijk moet de studie een inspiratiebron zijn voor toekomstig verkennend methodologisch onderzoek, wat - theoretisch of empirisch - een *reality check* zou moeten betekenen voor wat volgt.

De analyse bestaat niet uit het vergelijken van de resultaten van archeologisch vooronderzoek met ingreep in de bodem, met wat een vlakdekkende opgraving uiteindelijk heeft opgeleverd. Zulke

⁴ De Clercq *et al.* 2012.

⁵ Vander Linden & Webley 2012.

⁶ https://www.onroerendergoed.be/assets/files/content/images/Code_van_Goede_Praktijk.pdf



benadering komt immers (zoals alle opgravingen) neer op een eenmalige toets. Door echter de grondplannen van geheel opgegraven archeologische vindplaatsen via simulaties tot in het oneindige, door een waaier aan verschillende patronen van proefsleuven te ‘bemonsteren’, is een statistische evaluatie mogelijk van de trefzekerheid, de variabiliteit en dus ook de betrouwbaarheid inherent aan deze methode van vooronderzoek.

3 BEGRIPPEN

Onderstaande begrippen komen herhaaldelijk voor in dit onderzoeksrapport en worden hier gedefinieerd. Begrippen overgenomen uit de ‘Code van goede praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren, versie 1.0’ (CGP) zijn aangeduid met een *.

Dekkingsgraad: procentuele verhouding van de totale oppervlakte van alle proefsleuven, proefputten en kijkvensters t.o.v. de totale oppervlakte van het gesprocteerde gebied (**C, coverage**).

Kijkvenster*: uitbreiding van een proefsleuf bij vooronderzoek met ingreep in de bodem om een adequate identificatie, registratie of interpretatie van sporen toe te laten of om de schijnbare afwezigheid van sporen te verifiëren.

Proefsleuf*: langwerpige werkput bij vooronderzoek met ingreep in de bodem.

Proefput*: opgravingsput van kleine omvang en meestal met gelijke lengte en breedte, bij vooronderzoek met ingreep in de bodem.

Raai*: rechte lijn, uitgezet op een terrein, gebruikt als as voor het uitvoeren van een reeks opeenvolgende boringen of voor het belopen van een terrein tijdens veldkartering. Bij proefsleuven worden de raaien gezien als de lijnen waarop de proefsleuven in elkaars verlengde liggen.

(Sporen)densiteit: procentuele verhouding van de totale oppervlakte van de archeologische sporen binnen het onderzoeksgebied t.o.v. de totale oppervlakte van het onderzoeksgebied.

Volgsleuf*: werkput bij vooronderzoek met ingreep in de bodem die niet de vooraf bepaalde oriëntatie en grootte heeft, maar die is aangelegd om het verloop van een spoor te volgen.

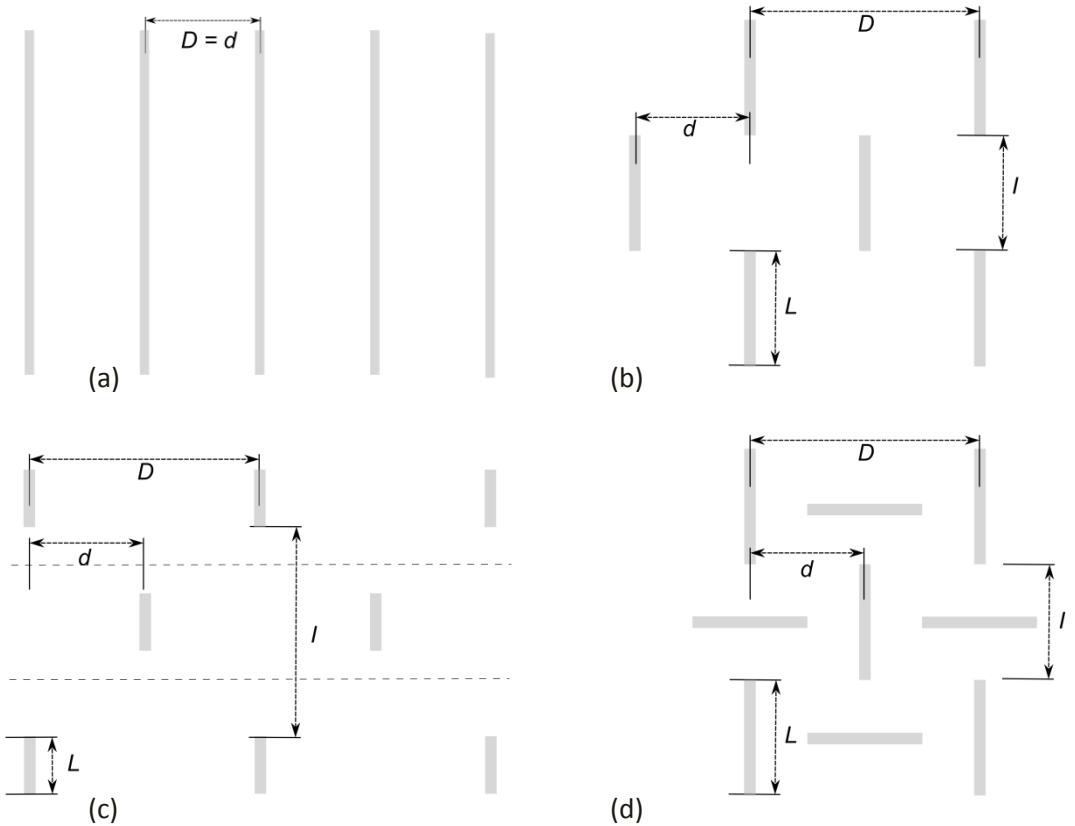
Werkput*: afzonderlijke werkeenheid binnen een opgraving of een vooronderzoek met ingreep in de bodem.

Proefsleufpatroon: ruimtelijk patroon (grid) waarin de afzonderlijke proefsleuven worden uitgezet. Een systematisch proefsleufpatroon wordt beschreven aan de hand van vier variabelen:

- de ruimtelijke configuratie:
 - continue, parallelle sleuven (figuur 1a) (E : *continuous trenches* ; FR : *sondages linéaires continus*),
 - onderbroken, parallelle sleuven in een verspringend grid (figuur 1b & 1c) (NL: stippellijn; E: *staggered grid, parallel array*; FR: *sondages à quinconce*),
 - onderbroken, haaks op elkaar georiënteerde sleuven (figuur 1d) (NL: hagel slag; E: *standard grid*),
- de breedte van de proefsleuven (**W, width**),



- de lengte van de proefsleuven (L , *length*),
 - niet van toepassing bij continue sleuven,
- de onderlinge afstand tussen de proefsleuven:
 - parallel aan de sleuven: het interval (I) tussen de sleuven,
 - loodrecht op de sleuven: de afstand tussen het middelpunt van de rijen (D , *distance*).



Figuur 1: Schematische voorstelling van een aantal proefsleufpatronen met regelmatige ruimtelijke spreiding. De relevante variabelen die de dichtheid en layout van het patroon bepalen zijn telkens aangeduid. Sleuflengte = L ; afstand tussen het middelpunt van elke rij = D/d ; interval = I .

In tabel 1 wordt de relatie tussen de beoogde dekkingsgraad (C), de breedte van de kraanbak, en dus de sleuven (W), en de onderlinge afstand tussen de sleuven (D) voor de toepassing van **continue sleuven** opgeliist.

Tabel 1: Relatie tussen de breedte van de sleuven (W), de afstand tussen de sleuven (D) en de dekkingsgraad (C).

Patroon	W (m)	D (m)	C (%)
Continue sleuven	1,8	18	10
<i>id.</i>	1,8	15	12
<i>id.</i>	1,8	14,4	12,5
<i>id.</i>	2,0	20	10
<i>id.</i>	2,0	16,7	12
<i>id.</i>	2,0	16	12,5

Bij een **stippellijn- of hagelslagpatroon** zijn er voor één bepaalde dekkingsgraad ontelbare proefsleufconfiguraties mogelijk. Door te variëren met de breedte en lengte van de individuele sleuven, en de afstand en interval tussen de sleuven te moduleren, kunnen verschillende configuraties tot eenzelfde dekkingsgraad leiden⁷. Bij het hagelslagpatroon en het stippellijnpatroon worden voor het interval (I), de sleufafstand (D) en de sleuflengte (L) meestal dezelfde afmetingen gebruikt. Maar dit is niet noodzakelijk. Figuur 1c geeft een voorbeeld waarbij de sleuflengte (L) kleiner is dan het interval tussen de sleuven. Indien gekozen wordt voor korte en smalle sleuven, zullen er per oppervlakte maat beduidend meer sleuven moeten aangelegd worden in vergelijking met een grid met dezelfde dekkingsgraad waarbij voor lange en brede sleuven werd gekozen.

Naar het stippellijnpatroon waarbij de sleuven verspringen t.o.v. elkaar maar het begin- en eindpunt van sleuven in naast elkaar liggende raaien op elkaar aansluiten, wordt in de literatuur vaak verwezen als een **dambordpatroon** (figuur 1b). Bij een dekking van 5 tot 10% (met $L = I = d$) staat dit patroon eveneens bekend als de **méthode à la Lorraine**.

4 WETTELIJK KADER

De Code van Goede Praktijk⁸ (CGP) geeft een concrete invulling aan een aantal bepalingen uit het Onroerendergoeddecreet⁹ en het aansluitend Onroerendergoedbesluit¹⁰. Vooronderzoek met proefsleuven en proefputten komt aan bod in hoofdstuk 8 van de CGP. Hierin wordt gesteld dat via de aanleg van proefsleuven en proefputten het doel van een vooronderzoek moet worden bereikt “*met een minimum aan destructie van het archeologisch erfgoed*”. Hierbij moeten zowel het deel van het terrein dat onderzocht wordt als het deel van de sporen dat opgegraven wordt, statistisch representatief zijn en toelaten uitspraken te doen over het geheel van het terrein. Bij vooronderzoek moet men m.a.w. in staat zijn “*uitspraken te doen over de archeologische waarde van de totaliteit van een terrein door een beperkt maar statistisch representatief deel van dat terrein op te graven*”. De gekozen dekkingsgraad en inplanting zijn van die aard dat ze zouden moeten volstaan om gefundeerde uitspraken te doen over de rest van het terrein.

De Code van Goede Praktijk heeft als uitgangspunt dat een dekkingsgraad van 12,5% moet nagestreefd worden voor een proefsleuvencampagne in het kader van preventief onderzoek. De totale oppervlakte aan proefsleuven, proefputten en kijkvensters bedekt dus 12,5% van de totale oppervlakte van het te prospecteren terrein. Deze dekkingsgraad van 12,5% wordt doorgaans opgedeeld in 10% sleuven en 2,5% kijkvensters en volgsleuven. Indien afgeweken wordt van deze dekkingsgraad, op basis van de bekomen inzichten tijdens de uitvoering van het onderzoek, moet dit uitvoerig beargumenteerd en onderbouwd worden in de rapportering¹¹. Wat betreft het ruimtelijke patroon van de proefsleuven is enkel een regelmatige ruimtelijke spreiding vereist. Dit impliceert dat in Vlaanderen kan gewerkt worden met zowel continue sleuven, als met een stippellijn- of hagelslagpatroon.

Vooronderzoek met ingreep in de bodem met het oog op wetenschappelijke vraagstellingen is vrijgesteld van de vereisten met betrekking tot dekkingsgraad en inplanting.

⁷ Borsboom *et al.* 2012, Fig. 3.

⁸ <http://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1026235.html>

⁹ <http://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1023317.html>

¹⁰ <http://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1024695.html>

¹¹ CGP, sectie 8.6.2.



5 PROEFSLEUVEN IN DE VLAAMSE ARCHEOLOGIE: HISTORIEK EN HUIDIGE PRAKTIJK

5.1 HISTORIEK

Alhoewel het Verdrag van Valletta pas in 2010 door België werd geratificeerd, zorgde het er sinds het Decreet houdende bescherming van het archeologisch patrimonium (1993, “Archeologiedecreet”), en zeker vanaf de oprichting van de voormalige afdeling Monumenten en Landschappen in 2004, in Vlaanderen voor dat de archeologische erfgoedzorg uitgevoerd werd ‘in de geest van Malta’¹². Dit bracht met zich mee dat er meer en meer werd ingezet op de integratie van archeologie in het planningsproces en het uitvoeren van preventief onderzoek in geval van bedreiging van het bodemarchief. Daardoor werd er gezocht naar geschikte methodieken gericht op de archeologische evaluatie van een terrein, en selectie, gebaseerd op de ruimtelijke spreiding, de densiteit, de structuur en de kwaliteit van het archeologisch erfgoed. Wat betreft methoden met ingreep in de bodem werd hierbij in rurale milieus gefocust op proefsleuven, proefputten en boringen: proefsleuven in niet-bedekte landschappen¹³ om sites met grondsporen op te sporen, boringen in bedekte gebieden¹⁴, en proefputten en boringen in niet-afgedekte gebieden voor het opsporen van steentijd artefactensites.

Uit de literatuur is vooral het proefsleuvenonderzoek van de Universiteit Gent gekend, die vanaf de jaren 1990 deze methoden sporadisch toepasten, en publiceerden, binnen het projectmatige archeologische beheer voor de provincie Oost-Vlaanderen. Vanaf de late jaren 1980 leidde de luchtfotografische prospectie door J. Semey in samenwerking met de Universiteit Gent reeds tot een gigantische dataset voor vooral West- en Oost-Vlaanderen die de aandacht vestigde op bedreigde sites. Mede hierdoor begon de Gentse Universiteit archeologisch onderzoek op bedreigde sites en regio’s op te nemen in haar onderzoeksprogramma’s. Hierbij werd op zoek gegaan naar nieuwe methoden¹⁵. Dit resulteerde in de toepassing van het systeem van proefsleuven in zones die door de bouw van bedrijfenterreinen bedreigd waren: in 1992 op de site Maldegem-Vliegplein, met een via luchtfoto’s ontdekt bronstijdgrafveld¹⁶, en vanaf 1995 op de site Kluizenmolen te Sint-Gillis-Waas¹⁷.

De site van Sint-Gillis-Waas was de eerste in Vlaanderen met een grootschalige toepassing van de proefsleufmethode. Er werden 452 sleuven van 2 op 10 m getrokken. Voor die aanpak inspireerde men zich op de Franse zogenaamde ‘Lorraine’-proefsleuvenmethode; proefsleuven in een **dambordpatroon** (figuur 1b) met onderbroken, 2 m brede sleuven van elk 10 m lang en met een tussenafstand van 10 m, telkens parallel langs de langste zijde van de percelen. Op deze manier werd ongeveer 10% van de totale oppervlakte geprospecteerd¹⁸. In Maldegem werd de methode uitgebreid door extra evaluatiesleuven te trekken, om een beter assessment van de aangetroffen

¹² Wouters 2012.

¹³ Landschappen die geen belangrijke accumulatie van sedimenten, van alluviale, colluviale, eolische, ... aard kenden sinds de laatste ijstijd.

¹⁴ Landschappen begraven onder een aanzienlijk pakket sedimenten gedurende het Holocene, vooral veroorzaakt door alluviale deposits (rivier, zee). De Clercq *et al.* 2012, 29, 42.

¹⁵ De Clercq *et al.* 2012, 34-35.

¹⁶ Bourgeois *et al.* 1993; 1994.

¹⁷ Bourgeois *et al.* 1996.

¹⁸ Bourgeois *et al.* 2001, 9, 14.



bronstijdgrafheuvels te bekomen¹⁹. Naar het model van de regio Champagne-Ardenne in Frankrijk werd wat later door de Universiteit Gent de diagnostische methode van proefsleuven in dambordpatroon met 7 tot 8% dekkingsgraad toegepast. Op deze manier werden de bedrijventerreinen in Sint-Gillis-Waas langs de Reepstraat²⁰ en Aalter-Langevoorde²¹ geëvalueerd²² (figuur 2), alsook de Axxes-locatie in Merelbeke²³ (dekkingsgraad 10%).



Figuur 2: Luchtfoto van de site Langevoorde te Aalter tijdens het proefsleuvenonderzoek met een dambordpatroon (foto: © J. Semey, vakgroep Archeologie, UGent).

Geleidelijk aan werd, opnieuw naar Frans voorbeeld, overgeschakeld naar **continue parallelle sleuven**, gescheiden door een interval van 20 m. In beide scenario's werden ook extra kijkvensters uitgevoerd²⁴. Geleidelijk aan werd het aanleggen van proefsleuven in dambordpatroon in Vlaanderen verlaten ten voordele van continue parallelle sleuven met een tussenafstand van 15 m (dekkingsgraad 12%), dus nog steeds naar Frans voorbeeld.

In de provincie Antwerpen werden in het kader van de advisering van bouwdossiers volgens het voormalige archeologiedecreet van 1993 vanaf het midden van de jaren 1990 verschillende methodes aangewend om aan archeologisch vooronderzoek uit te voeren. In geval van verkavelingen werd de aanleg van de wegkoffer(s) opgevolgd. De uitgegraven wegtracés fungeerden daarbij als proefsleuven zodat het mogelijk werd te oordelen of een vervolgonderzoek van (delen van) de verkaveling noodzakelijk was. Het werd de betrachting om terreinen van grote verkavelingen te onderwerpen aan een dergelijk proefsleuvenonderzoek; Oud-Turnhout-Eigen, Hoogstraten-Hoge Weg, Wuustwezel-Marsweg en Kontich-Alken Maes zijn hier enkele voorbeelden van. Ook de Lorraine-methode werd toegepast, bv. op de verkaveling Oud-Turnhout-Eigen. De grootschalige ruilverkavelingsprojecten in de Kempen, die steeds gepaard gingen met aanzienlijke ingrepen in de bodem (bv. Kasterlee, Poppel en Weelde, alle eind 20ste eeuw uitgevoerd), maakten de toepassing

¹⁹ De Clercq *et al.* 2012, 46.

²⁰ Bourgeois *et al.* 1996.

²¹ De Clercq & Mortier 2002.

²² De Clercq & Cherretté 2006, 43.

²³ De Clercq *et al.* 2001.

²⁴ De Clercq & Cherretté 2006, 44-45.



van voorafgaand proefsleuvenonderzoek noodzakelijk om sites waar werken gepland waren te kunnen evalueren en waarderen. Voor het eerst werden ook prehistorische sites door middel van gericht booronderzoek en proefputten op voorhand gewaardeerd. Deze aanpak werd verder gezet bij andere grote infrastructuurwerken zoals de HSL-projecten in Vlaams-Brabant (1998-1999) en Antwerpen (1999-2001). Bij al de deze projecten was ofwel de Lorraine-methode (stippellijnpatroon, met sleuven van 2 m breed en 10 m lang, met een interval van 10 m) ofwel de methode van lange, ononderbroken proefsleuven van toepassing.

In de provincie West-Vlaanderen zijn vooral woonverkavelingen en nieuwe industrieterreinen vanaf midden jaren 1990 via proefsleuvenonderzoek geëvalueerd op de aanwezigheid van archeologisch erfgoed. Hierbij werd eveneens vaak gekozen om de aanleg van de wegkoffer(s) op te volgen.

Ondanks het feit dat reeds in de jaren 1970 proefsleuven aangewend werden ter evaluatie van een site voorafgaand aan een geplande wetenschappelijke opgraving²⁵, zou het nog even duren eer het systematisch toepassen van vooronderzoek met proefsleuven ingeburgerd was in de preventieve Malta-archeologie.

Het consequent toepassen van proefsleuvenonderzoek op gewestelijke schaal in gans Vlaanderen is te situeren vanaf begin 2004, bij de oprichting van de cel beheersarcheologie bij de afdeling Monumenten en Landschappen binnen de administratie Ruimte en Erfgoed. Vanaf dan werd bij grote werken stelselmatig vooronderzoek met ingreep in de bodem ingeschreven in de bouwvergunning. Het advies omvatte geen richtlijnen over hoe dit onderzoek uitgevoerd diende te worden.

Sinds ongeveer 2005 worden in Vlaanderen vooral continue sleuven getrokken²⁶. Die overschakeling gebeurde vooral omwille van praktische redenen, alhoewel het naar aanvoelen van de archeologen ook een betere ruimtelijke inschatting van de sporen opleverde.

Uit een bevraging in 2008²⁷ van verschillende uitvoerders van proefsleuven (regionale diensten, commerciële bedrijven) viel op dat de meeste uitvoerders/opdrachtgevers sleuven aanlegden op 12% van het totale te evalueren terrein, dat ze meestal de continue configuratie gebruikten en dat de breedte nauwelijks varieerde. Als reden waarom de 12% norm gebruikt werd, waren gewoonte, het veronderstelde succes of efficiëntie, of de kostprijs de belangrijkste argumenten. De breedte van de sleuven maakte geen deel uit van een weloverwogen strategie maar was ingegeven door de breedte van de graafbak, namelijk 1,8 meter.

Op het einde van het eerste decennium van de 21ste eeuw worden de proefsleuven aangelegd met een tussenafstand van 15 m én is er een aanvulling met zogenaamde kijkvensters. Deze methodologie is voor het eerst toegepast op het Kluizendok-project in de Gentse haven in 2005 waar 170 ha archeologisch werd geëvalueerd, de grootste archeologische evaluatie tot nog toe in Vlaanderen²⁸ (figuur 3). Initieel werden proefsleuven met een dekkingsgraad van 12% getrokken, met een tussenafstand van 15 m. Dit percentage werd opgetrokken naar 14% aangezien 12% als onvoldoende werd ervaren bij dergelijke sites met lage sporendensiteit. Kijkvensters werden hier geïntroduceerd als sleuven met variërende vorm en grootte, om zicht te krijgen op een mogelijke

²⁵ In die periode ging men over tot vlakdekkend archeologisch onderzoek waarbij mechanische middelen werden ingezet, zodat grote oppervlakten werden opengelegd in plaats van de smalle sleuven die met de hand werden uitgegraven en die eigenlijk tegelijk dienden als proefsleuven.

²⁶ De Clercq *et al.* 2012, 46.

²⁷ Meylemans 2008.

²⁸ De Clercq *et al.* 2012, 47.



densiteit in sporen of op een structurerend element zoals bijvoorbeeld een grachtensysteem. Kijkvensters werden gegraven door sleuven plaatselijk te verbreden of proefsleuven te verbinden. Dit resulteerde in de volgens de onderzoekers meest ideale evaluatiemethode, met name proefsleuven met 12% dichtheid, met bijkomende kijkvensters goed voor 3% tot 5% van de totale oppervlakte²⁹.



Figuur 3: Luchtfoto van het proefsleufpatroon op de Kluizendok-site (foto: © J. Semey, vakgroep Archeologie, UGent).

Een overzicht van de praktijk en de resultaten van de *development led* archeologie in Vlaanderen in de periode 1990-2010 werd gepubliceerd in 2012³⁰. Uit een recente bevraging van de databank met vergunningsaanvragen voor archeologisch onderzoek met ingreep in de bodem voor de periode 2004-2014, blijkt duidelijk een stijging in het aantal vergunde vlakdekkende opgravingen tijdens die periode³¹. Het aantal vergunde prospecties met ingreep in de bodem³² (boorcampagnes niet inbegrepen) kent in vergelijking met het aantal opgravingen eveneens een stijging in absolute aantallen per jaar (figuur 4). De verhouding tussen beide (aantal vergunde prospecties met proefsleuven en – putten t.o.v. het aantal opgravingsvergunningen) gaat vanaf 2005 in stijgende lijn, om drie jaar later een plateau te bereiken. Het resultaat is dat prospectieprojecten met ingreep in de bodem nu frequenter zijn dan vlakdekkende opgravingen. In 2013 werden maar liefst 338 vergunningen toegekend voor vooronderzoek met proefsleuven en/of –putten (62%) t.o.v. 208 vergunde vlakdekkende opgravingen (38%). Het totale aantal vergunde ingrepen in de bodem, zowel vooronderzoek als opgravingen, blijft jaar na jaar stijgen, met enkel een lichte daling in 2014. Het toegenomen belang van vooronderzoek met proefsleuven en -putten komt uit dit overzicht duidelijk naar voren.

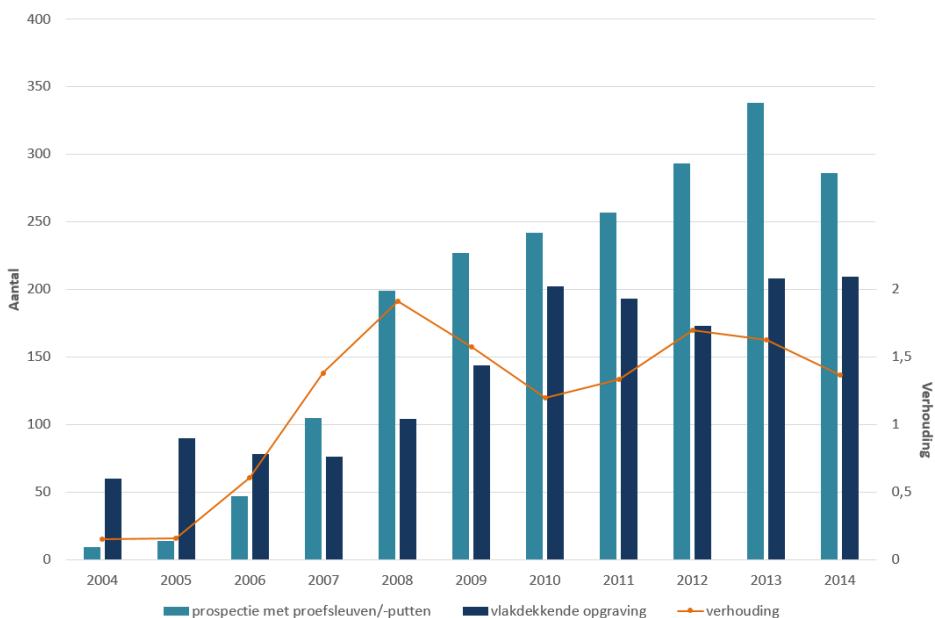
²⁹ Zie ook De Clercq *et al.* 2011.

³⁰ De Clercq *et al.* 2012.

³¹ In het totale aantal vergunde vlakdekkende opgravingen zijn ook de vergunningen opgenomen voor de registratie van toevalsvondsten.

³² Hierin zijn inbegrepen het aantal aangevraagde en vergunde prospecties met ingreep in de bodem, uit te voeren met proefsleuven en proefputten. Deze categorie omvat ook vergund vooronderzoek met proefputten voor het opsporen van prehistorie, prospecties met proefputten in stedelijke context en vooronderzoek in functie van beschermingen (waardering).





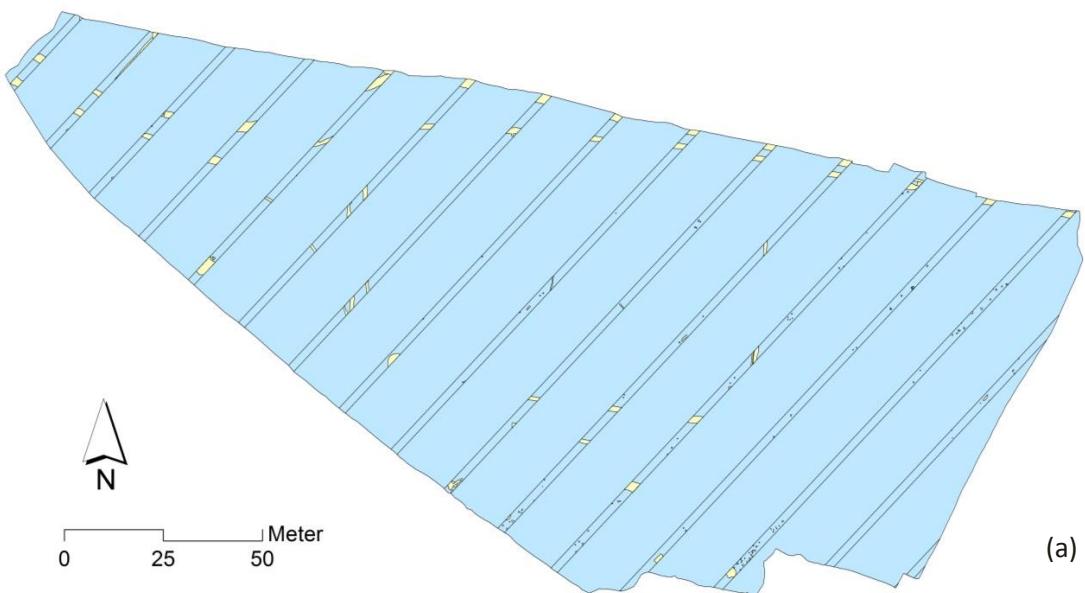
Figuur 4: Staafdiagram van het aantal vergunde vlakdekkende opgravingen en aantal toegekende vergunningen voor vooronderzoek met proefsleuven en –putten, per jaar, in Vlaanderen. De verhouding tussen het aantal prospecties met proefsleuven en -putten t.o.v. het totaal aantal opgravingen wordt weergegeven door een lijn, t.o.v. de secundaire Y-as.

5.2 DE HUIDIGE, GANGBARE PRAKTIJK (D.D. 1/04/2016)

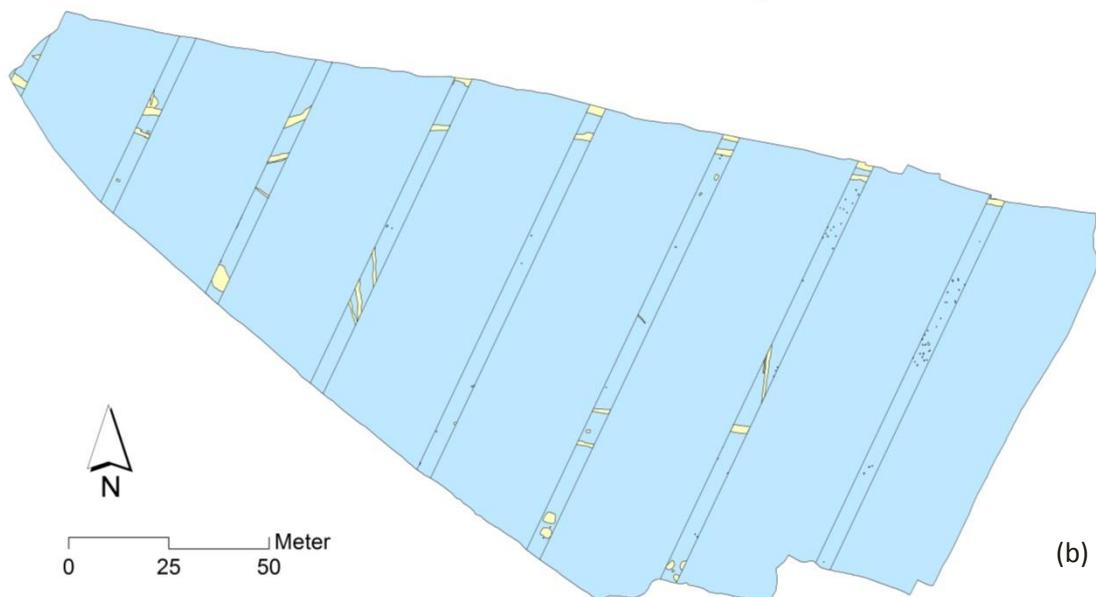
Momenteel is het uitgangspunt voor archeologisch vooronderzoek met proefsleuven een dekkingsgraad van 10%, aangevuld met 2,5% aan kijkvensters. In de meeste gevallen worden continue sleuven van 1,8 - 2 m breed gegraven. In moeilijk leesbare bodems in de Limburgse en Antwerpse Kempen worden ook vooronderzoeken met bredere sleuven uitgevoerd, meer bepaald 3 m brede continue sleuven (sinds 2006 in de Noorderkempen) en 4 m brede sleuven in een stippellijnpatroon (sinds 2013 in het noorden van de Antwerpse en Limburgse Kempen). De keuze voor het gebruik van brede sleuven berust op de veronderstelling dat het de zichtbaarheid van de sporen in de sleuven ten goede komt.

De Code van Goede Praktijk (in voege sinds 01/04/2016) hanteert als uitgangspunt eveneens een dekkingsgraad van 12,5%, waarbij deze dekkingsgraad wordt opgedeeld in 10% sleuven en 2,5% kijkvensters, dwarssleuven en/of volgsleuven. Over de toe te passen methodiek wordt enkel vermeld dat de sleuven een regelmatige schikking moeten hebben. Het proefsleufpatroon is daardoor vrij te kiezen. Bij een dekkingsgraad van 10% zijn er ontelbaar veel patronen uit te werken door de parameters W , D , I en/of L onderling op elkaar af te stemmen. In figuur 5 is een aantal gesimuleerde voorbeelden te zien, bij een dekkingsgraad van 10%, op de site Wijnegem-Blikstraat.

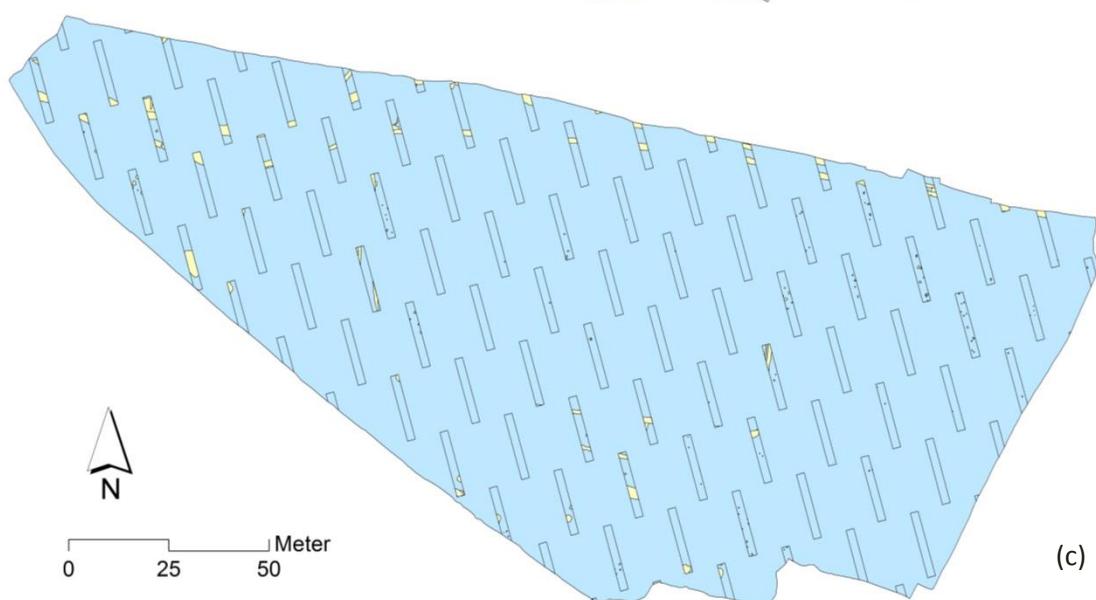




(a)

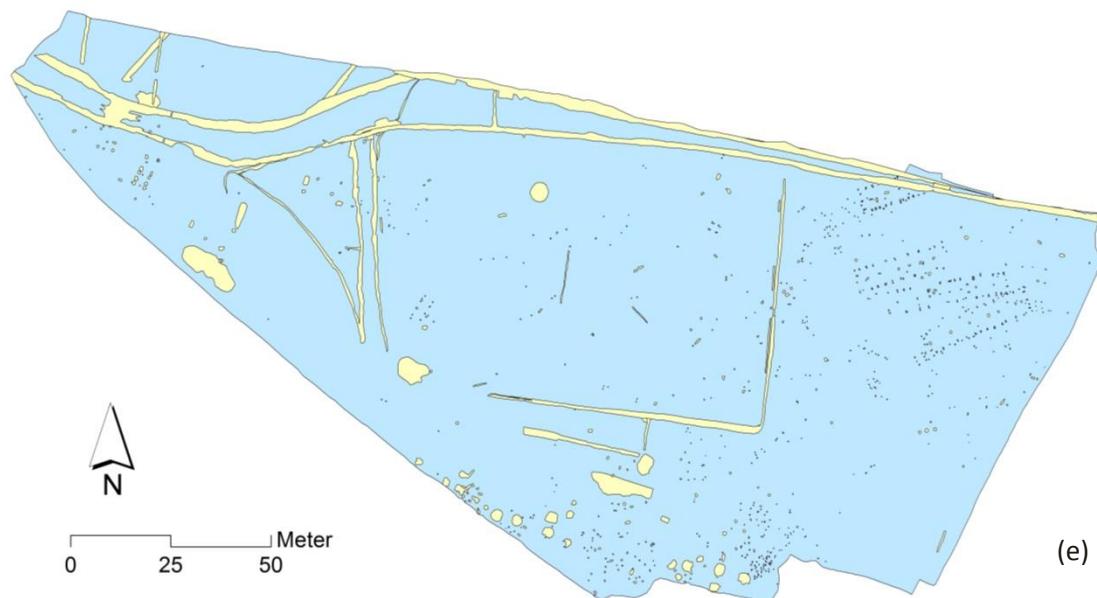
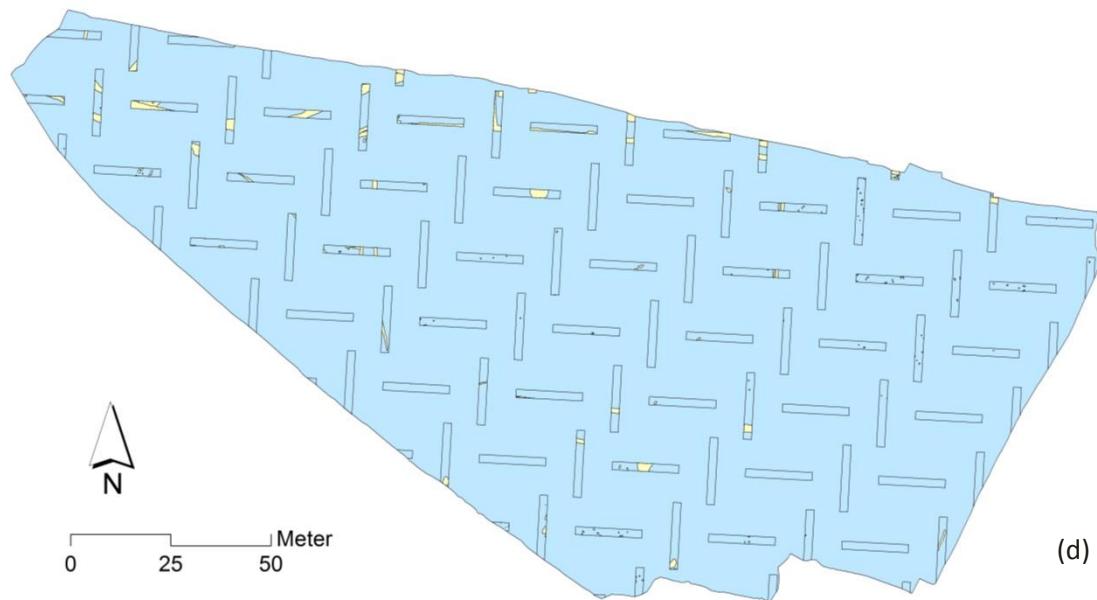


(b)



(c)





Figuur 5: Gesimuleerde proefsleufpatronen, met een dekkingsgraad van 10%, op de site Wijnegem-Blikstraat: (a) continue sleuven met een breedte van 2 m, (b) continue sleuven met een breedte van 4 m, (c) stippellijnpatroon met 20 m lange sleuven en een interval van 20 m, (d) hagel slagpatroon met sleuven van 20 m en een interval van 20 m, (e) het opgravingplan van de site.

6 HET GEBRUIK VAN PROEFSLEUVEN IN DE ARCHEOLOGIE: INTERNATIONAAL KADER

6.1 ALGEMEEN

Het proefsleuvenonderzoek kent als systematische evaluatiemethode zijn ontstaan bij de professionalisering van de archeologie op het einde van de jaren 1980. In landen als 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 in functie van hun kwaliteit als de ermee gepaard gaande onderzoeks kosten. Hét kantelmoment voor de archeologische erfgoedzorg in Europa was



ongetwijfeld de ondertekening van de *European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage* in 1992 (het Verdrag van Valletta, Malta). De ondertekening van het Verdrag door enkele lidstaten van de Raad van Europa bracht de behoefte aan methodes voor het efficiënt opsporen van archeologische vindplaatsen in een stroomversnelling. Op basis van dit Verdrag en van artikels 3 en 5 van het *ICOMOS Charter for the protection and management of the archaeological heritage* (1990) en in gedachten houdend dat ruimtelijke ontwikkelingen zich hoe dan ook voortzetten wat de densiteit van archeologische sporen ook is, wordt in Europa algemeen aanvaard dat terreinevaluatie door systematisch proefsleuvenonderzoek als onderdeel van de preventieve archeologie een aannemelijke aanpak is om betrouwbare data te bereiken³³.

De proefsleufmethode is ondertussen al meer dan twee decennia de meest toegepaste techniek in het grootste deel van Noordwest-Europa. In de verschillende landen wordt ze uitgevoerd binnen diverse wettelijke kaders. Een overzicht hiervan is te vinden in Webley *et al.* 2012, en in verschillende overzichtspublicaties per land, voor Frankrijk³⁴, Duitsland³⁵, Denemarken³⁶, Engeland³⁷ en Ierland³⁸. In de verschillende landen ontstonden er standaarden, eerder vanuit gewoonte en ervaring, dan op basis van objectieve argumenten. Tot op de dag van vandaag zijn de gepubliceerde evaluatiestudies in Europa nog steeds op twee handen te tellen (zie verder). Praktijkvoorbeelden en richtlijnen zijn voornamelijk uit rapporten, eindwerken en andere ‘grijze’ literatuur gekend.

6.2 GROOT-BRITTANNIË

In de *Guidelines for Archaeological Projects in Greater London* (2015)³⁹ staat dat een archeologische terreinverkenning gebeurt om de volgende zaken te bepalen: de aan- of afwezigheid van archeologische resten en hun omvang, aard, kwaliteit, datering en karakter. Een archeologische evaluatie dient om de betekenis van het archeologisch potentieel van de site te begrijpen. Dit inzicht moet leiden tot geschikte beslissingen over het verdere verloop van het onderzoek.

Het evaluatiesysteem ontstond in Groot-Brittannië reeds in de jaren 1970. Uit een studie die de evaluatiemethoden in Engeland in de periode 1982-91 onder de loep neemt, blijkt dat ruim de helft van de terreinevaluaties gebeurde door middel van proefsleuvenonderzoek⁴⁰. In het begin van de jaren 1990 werd er voor proefsleuvenonderzoek een dekkingsgraad van slechts 1 à 2% toegepast⁴¹. In 2000 wordt er gewag gemaakt van een norm van 2% in sommige gebieden en in andere eerder een standaard van 4 à 5%⁴². Ondertussen is er in Groot-Brittannië nog steeds geen algemeen aanvaarde standaard en is er veel variatie in toepassing tussen lokale beheersinstanties⁴³. Nochtans verschenen er vanaf midden jaren 1990 enkele studies die in detail wezen op de invloed van de dekkingsgraad op de identificatie van sites⁴⁴. In het begin van de jaren 2000 vroeg *Historic Scotland*

³³ Blancquaert & Medlycott 2006.

³⁴ Collart 2012; Guillou 2012.

³⁵ Otten 2012.

³⁶ Mikkelsen 2012.

³⁷ Last 2012; Fitzpatrick 2012.

³⁸ Gowen 2012.

³⁹ <https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/glaas-standards-for-archaeological-work/glaas-archaeological-standards-apr15.pdf/>

⁴⁰ Darvill *et al.* 1995, 35.

⁴¹ Fitzpatrick 2012, 148.

⁴² Williams 2001, 35.

⁴³ Fitzpatrick 2012, 148.

⁴⁴ Darvill *et al.* 1995; Champion *et al.* 1995; Hey & Lacey 2001.



regelmatig naar een hogere dekkingsgraad voor snelwegprojecten, maar het kwam niet tot een gedragen standaard. De laatste jaren is er een trend van 5% in Zuid-Engeland⁴⁵.

Uit navraag⁴⁶ blijkt dat proefsleuvenonderzoek in Groot-Brittannië minder populair is dan op het continent en het bovendien steeds minder wordt toegepast. Geofysisch onderzoek wordt er wel op grote schaal aangewend om sites te lokaliseren en ook *strip and map sampling* wordt meer en meer als prospectiemethode gebruikt. De laatste methode houdt in dat de toplaag van het hele onderzoeksgebied vlakdekkend machinaal wordt afgegraven, waarna de archeologische sporen worden ingetekend. Nadien wordt een selectie (*sample*) van de gedetecteerde sporen en structuren manueel opgegraven.

The *Chartered Institute for Archaeologists* – de grootste beroepsorganisatie voor archeologen die werken in het Verenigd Koninkrijk – heeft een *Standard and guidance for archaeological field evaluation*⁴⁷, maar het document bevat geen gedetailleerde richtlijnen, ook niet voor proefsleuvenonderzoek, waardoor er geen uniformiteit is in de aanpak. Er bestaat in de praktijk dus een aanzienlijke variatie in sleuflengte, patroon en dekkingsgraad, afhankelijk van de aard van de site, de locatie en andere aanwijzingen. Bij stedelijke sites wordt de locatie van de sleuven eerder bepaald door de topografie van het gebied dan door archeologische beschouwingen. De dekkingsgraad kan hier – voor lokale normen – redelijk groot zijn en overstijgt geregeld 5%. Wat rurale sites betreft, varieert de dekkingsgraad van regio tot regio, meestal tussen 2 en 5%, maar soms nog lager (1%).

Algemeen is er in het Verenigd Koninkrijk qua ruimtelijk patroon een zekere voorkeur voor sleuven van een graafbak breed in een hagel slagpatroon. Occasioneel wordt afgeweken van dit patroon omwille van specifieke vraagstellingen. De ligging wordt pragmatisch bepaald, afhankelijk van de aard van het terrein en de omstandigheden. Op sites waar er geen betekenisvolle achtergrondinformatie beschikbaar is, is een *random* georiënteerd hagel slagpatroon het meest voorkomend. Wanneer er informatie beschikbaar is in de vorm van luchtfotografie of geofysische data, dan worden de sleuven zo gepositioneerd dat minstens een selectie van de aangegeven sporen wordt aangesneden, zelfs als dit betekent dat afgeweken wordt van het systematische grid.

De sleufgrootte is standaard 30 m bij 2 m (in de praktijk ca. 1,6 m aangezien dat de standaard kraanbakbreedte is in Engeland). Meer en meer organisaties evolueren echter naar het gebruik van sleuven van 50 m lang, aangezien deze qua patroon en machine-investering kostenefficiënter zijn aan eenzelfde dekkingsgraad. De dekkingsgraad wordt meestal bepaald door de bevoegde beheersinstantie, terwijl het proefsleufpatroon en de sleufgrootte voornamelijk door de uitvoerende instantie worden voorgesteld.

6.3 FRANKRIJK

Het proefsleuvenonderzoek in Frankrijk wordt uitgevoerd om sites te evalueren en de onderzoeks kosten van een opgraving in te schatten.

⁴⁵ Fitzpatrick 2012, 148.

⁴⁶ Persoonlijke communicatie P. Booth, senior archaeologist bij Oxford Archaeology, en dr. S. Willis, University of Kent, Canterbury.

⁴⁷ http://www.archaeologists.net/sites/default/files/CIfAS&GFieldevaluation_1.pdf

Frankrijk was zeer vroeg met de koppeling tussen de grondgebonden ontwikkeling en de preventieve archeologie, en volgde hiermee de Europese Conventie voor de Bescherming van het Archeologisch Patrimonium van 1969 in Londen⁴⁸. Dit land heeft dus al enkele decennia ervaring met prospectie- en evaluatieonderzoek. Frankrijk was dan ook één van de trendsetters in de ontwikkeling en toepassing van de proefsleuf-methodologie.

Aangezien in Frankrijk, en meer specifiek in de Lorraine-regio (Lotharingen), luchtfotografie weinig goede resultaten opleverde en *fieldwalking* weinig nut bleek te hebben voor het vinden van protohistorische sites, werd al snel de kaart getrokken van het systematisch trekken van proefsleuven. De methodiek is voor het eerst toegepast op een autosnelweg-tracé in de regio Lorraine tussen Metz en Longwy in het midden van de jaren 1980, waarbij een dekkingsgraad van 5 tot 7% werd gehanteerd. De winst in het aantal ontdekte sites en de kwaliteit en betekenis van de verzamelde data overtuigden vele archeologen van de waarde van deze methode, waarnaar nog steeds als de ‘Lorraine-methode’ wordt verwezen. Vanaf het einde van de jaren 1980 werd deze methodiek snel overgenomen in heel Frankrijk⁴⁹.

In het begin van de jaren 2000 gebeurde de overgang van een dekkingsgraad van 5 à 7% naar 10%, waardoor meer sites, zowel van grote als kleine omvang, aan het licht kwamen. Algemeen was toen in Frankrijk een sleufbreedte van 2 m in voege, met een sleufafstand van 15 m ($C = 13.3\%$) tot 20 m ($C = 10\%$)⁵⁰. Naar aanleiding van de Planarch 2-studie werd de sleufbreedte in het westen vaak vergroot naar 3 à 4 m, met een opvallende toename van het aantal ontdekte protohistorische sites, vooral in leembodem, door de betere zichtbaarheid van kleine structuren, zoals (configuraties van) paalkuilen.

In Frankrijk zijn momenteel een tweetal sleuvenconfiguraties in voege. De eerste is een stippellijnpatroon, de zogenaamde ‘*méthode à la Lorraine*’, waarbij het interval tussen de sleuven en de raaien, dat meestal rond de 10 m ligt, constant is. Een tweede is de configuratie met continue sleuven. De afstand tussen de onderlinge sleuven is hier groter en varieert van 12 tot 15 m. Bij een discontinue configuratie ligt de dekkingsgraad rond 5%, bij een continue configuratie eerder rond 10%⁵¹.

Een navraag⁵² leert dat de situatie in Frankrijk veel complexer is dan af te leiden valt uit de literatuur. Het diagnostisch, verkennend onderzoek is in Frankrijk louter voorbehouden aan publieke uitvoerders, met name het Inrap (*Institut national de recherches archéologiques préventives*) en plaatselijke overheden (departement, gemeente, ...) om een verbond tussen bouwheer en de private marktarcheologie te vermijden. Het is de SRA (*Service régional de l’archéologie*) die de bouwheer verplicht een ‘*diagnostic*’ te laten uitvoeren volgens bepaalde voorwaarden. De bouwheer moet vervolgens aan een erkende instantie vragen diagnostisch onderzoek uit te voeren, waarbij hij verplicht is te beginnen met de kleinste speler in de sector (gemeentelijk als die bestaat, daarna intergemeentelijk, daarna departement, ten slotte het Inrap). De uitvoerder stelt een plan van aanpak op, dat door de SRA goed- of afgekeurd wordt. De normen, opgelegd door de SRA, verschillen van regio tot regio⁵³.

Er blijkt, zeker de laatste jaren, minder en minder uniformiteit te zijn qua methode in Frankrijk. De beslissing ligt in principe bij de SRA maar sommige diensten laten de keuze aan de uitvoerders. De

⁴⁸ Blancquaert 2006a, 38.

⁴⁹ Vanmoerkerke 2011, 9.

⁵⁰ Brun *et al.* 2006, 89.

⁵¹ Brun *et al.* 2006.

⁵² Met dank aan R. Clotuche, Inrap Nord/Pas-de-Calais en J. Van Moerkerke, SRA Champagne-Ardenne.

⁵³ Persoonlijke communicatie R. Clotuche, Inrap Nord/Pas-de-Calais.



parallelle continue sleuven waren lange tijd de dominante methode. Deze methode is eerst in Noord-Frankrijk ingevoerd als een reactie van de ‘historische’ archeologen die dachten dat ze met die sleuven de percelering zouden kunnen reconstrueren (de korte sleuven waren door protohistorici ‘uitgevonden’ in Lorraine waar er heel weinig percelering is). Er is nu echter meer en meer discussie over de vraag of de onderbroken sleuven efficiënter zouden zijn, wanneer men kijkt naar de kans om vindplaatsen op te sporen, voor alle periodes. Momenteel werken vooral de noordelijke departementen (Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Ile-de-France, ...) systematisch met lange sleuven, een aantal regio’s (Oost-Frankrijk en ook veel in het zuiden) passen korte sleuven toe (het dambordpatroon, ‘en quinconce’), en in de andere regio’s is de methodiek gemengd. De tendens lijkt sinds enkele jaren echter weer naar onderbroken sleuven te gaan⁵⁴.

Een modelvoorbeeld voor het oosten van het land, en dus voor de discontinue configuratie, is het grootschalige archeologische projectgebied *Parc Logistique de l’Aube* van ca. 250 ha ten zuiden van Troyes (Champagne-Ardenne). In 2004 werden er proefsleuven gegraven in een dambordpatroon met een dekkingsgraad van 10% en een tussenafstand van 30 m. De oriëntatie van de sleuven was zoveel mogelijk afgestemd op de topografie om de geomorfologie te begrijpen en om een snelle kartering vast te leggen van de bodems, de pedologische anomalieën en de graad van erosie van de sites⁵⁵.

De continue proefsleuven zijn in het noorden en westen van Frankrijk wel nog steeds de belangrijkste evaluatiemethode bij het Inrap, naast het gericht uitzetten van proefputten in specifieke geomorfologische situaties en voor prehistorische sites. Standaard worden doorlopende parallelle proefsleuven van 3 m breed gegraven, met een sleufafstand van 20 m ($C = 15\%$). Ze worden aangevuld met kijkvensters op locaties met een concentratie van sporen en met proefputten in de diepte om de terreinopbouw te begrijpen⁵⁶. Met deze methodiek worden gigantische projecten aangepakt, zoals bijvoorbeeld dat van het *Canal Seine-Nord Europe*⁵⁷, waarbij in totaal 10% van het projectgebied werd geprospecteerd⁵⁸. Dit grootschalig project omvat een tracé van 106 km lang dat werd geëvalueerd in de periode 2008-2014. Door de onderzoekers wordt er op gewezen dat ook hier echter de densiteit eerder dan de aard en datering van de sporen die aangetroffen worden tijdens het vooronderzoek, nog teveel het beslissende element is om over te gaan tot een opgraving, waardoor bv. neolithische sites benadeeld zijn ten opzichte van recentere Gallo-Romeinse sites⁵⁹.

Het gebruik van een sleufbreedte van 3 m werd ingegeven door de wens om de detectie te verbeteren. De sleuven werden echter verder van elkaar gelegd (20 m), met als gevolg dat kleine sites werden gemist. Het principe van de 3 m brede sleuven wordt momenteel ook noodgedwongen verlaten, aangezien niet alle bedrijven over een graafbak van 3 m beschikken (die duur is en enkel geschikt voor archeologie), waardoor het discriminerend is om dit op te nemen in een bestek⁶⁰.

Over de dekkingsgraad is wel meer overeenstemming. Vroeger varieerde deze van 5 tot 12%; tegenwoordig is het bijna overal ongeveer 10%. Deze dekkingsgraad wordt echter niet strikt

⁵⁴ Persoonlijke communicatie J. Van Moerkerke, SRA Champagne-Ardenne.

⁵⁵ Riquier & Gruisard 2011, 131.

⁵⁶ Prilaux & Talon 2012, 105.

⁵⁷ Prilaux & Talon 2012; <http://multimedia.inrap.fr/atlas/canal-seine-nord-europe/archeo-canal-seine-nord-europe>.

⁵⁸ Continue sleuven van 3 m breed en een tussenafstand van 20 m leveren een dekkingsgraad op van 15%. Door deze methodologie plaatselijk aan te passen of bepaalde stukken van het projectgebied buiten het vooronderzoek te laten, werd echter een lagere dekkingsgraad behaald voor het totale gebied.

⁵⁹ Prilaux & Talon 2012, 111.

⁶⁰ Persoonlijke communicatie R. Clotuche, Inrap Nord/Pas-de-Calais.



aangehouden; in de praktijk kan het meer of minder zijn naargelang de aard van het terrein en wat er in de sleuven wordt aangetroffen.

6.4 NEDERLAND

Samen met boorcampagnes is proefsleuvenonderzoek de meest toegepaste vorm van prospectief archeologisch onderzoek in Nederland. In de meeste gevallen worden proefsleuven toegepast als een waarderend onderzoek na een voorafgaandelijk (boor)onderzoek⁶¹.

In de jaren 1990 kreeg het booronderzoek de voorkeur als strategie voor het uitvoeren van archeologisch vooronderzoek. Booronderzoek werd beschouwd als efficiënt en goedkoop terwijl de aanleg van proefputten veel arbeidsintensiever is en geen dieptes bereikt van meer dan 1,5 m; een belangrijke overweging aangezien in een groot deel van Nederland de archeologische sites begraven liggen onder een dik pakket mariene sedimenten.

Met betrekking tot het boor- en proefsleuvenonderzoek is in Nederland, dat als een van de eerste de Malta-conventie onderschreef, al vrij vroeg onderzoek ter evaluatie van methodes en technieken uitgevoerd. Al in 1994 verscheen de eerste theoretisch onderbouwde overzichtsstudie⁶², die als eerste aantoonde dat met booronderzoek heel wat archeologische sites gemist werden. Tien jaar na deze studie van Groenewoudt volgde een tweede belangrijke publicatie, specifiek over booronderzoek: het 'rapport 1000' dat RAAP Archeologisch Adviesbureau maakte in opdracht van de toenmalige Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek⁶³. In dat rapport werd onderzocht wat de beste strategie is voor boren, hoe een patroon van boringen moet worden gekozen en hoe de gegevens het best te interpreteren zijn, wat de standaard zou moeten zijn wat betreft de dekkingsgraad en wat de betrouwbaarheid is van boren bij verschillende types vindplaatsen. Specifiek voor steendtijdvindplaatsen werd deze studie later nog verfijnd⁶⁴.

Het archeologisch bedrijf Archol – het zelfstandig archeologisch onderzoeksbedrijf van de Universiteit van Leiden – was de eerste die proefsleuvenonderzoek standaard toepaste. In een publicatie van Fokkens⁶⁵ wordt de evolutie in Nederland hieromtrent toegelicht. Volgens de auteur is sinds de jaren 1980 de nadruk van het archeologisch onderzoek verschoven van een site-gerichte naar een cultuurlandschappelijke benadering. Hij pleit voor het gebruik van verkennende sleuven als standaardmethode voor onderzoek naar het cultuurlandschap. In Nederland is dit immers nog niet het geval. Daar volgt na een bureauonderzoek, indien nodig, een booronderzoek en/of veldverkenning, waarna eventueel een waarderend onderzoek d.m.v. sleuven of megaboringen volgt, in die gebieden waar het booronderzoek indicaties voor menselijke activiteit heeft opgeleverd. Het prospectief boren richt zich echter op herkenbare antropogene niveaus en afzettingen, en is dus een ongeschikte techniek om vindplaatsen te ontdekken met lage vondstdichthesen en terreinen die zich vooral door grondsporen kenmerken. Daardoor is deze methodiek niet geschikt om cultuurlandschappen te ontdekken. In Nederland is proefsleufonderzoek echter geen standaard, omwille van de hogere kostprijs, maar Fokkens benadrukt dat boringen meestal toch nog gevuld worden door waarderend onderzoek.

⁶¹ Borsboom *et al.* 2012, voorwoord.

⁶² Groenewoudt 1994.

⁶³ Tol *et al.* 2004.

⁶⁴ Verhagen *et al.* 2011.

⁶⁵ Fokkens 2007.



Eind jaren 1980 stelde de universiteit Leiden vast dat bij een nieuwe site ten noorden van het voormalige Oss-Ussen-project⁶⁶ een verkennend onderzoek door middel van sleuven van 10 m breed en 100 m lang een te beperkt inzicht gaf in de spreiding van de sporen in de te verkennen terreinen. In 1992 werd de gemeente Oss ervan overtuigd om een aantal archeologische prospectiemethodes te testen op de site Schalkskamp-Oost. Een zone van ca. 200 m op 100 m (met een Romeinse nederzetting) werd onderzocht met boringen om de 5 m. De gezeefde boorresidu's bevatten geen enkele aardewerkscherf of lithisch artefact, waardoor de conclusie 'lage verwachting' werd geëvalueerd, en wat tot het advies 'begeleiding van de werken' leidde. Brede sleuven van 5 of 10 m breed, 50 m of meer uit elkaar gelegen, leverden evenmin een representatief beeld op van de archeologische realiteit. De daaropvolgende vlakdekkende opraving legde in tegenstelling tot de resultaten van deze vooronderzoeken sites bloot uit de overgang van de vroege naar de midden-bronstijd, de midden-bronstijd, de gehele ijzertijd en de Romeinse tijd, die alle echter niet erg vondstrijk waren. Gestuurd door deze vaststelling werd door Mettegeupel in 1993 gestart met een nieuwe aanpak bij Archol, namelijk een systematische verkenning met behulp van smalle sleuven volgens de *méthode Lorraine*, hier ook *méthode sondage à cinq pourcent* genoemd. Deze proefsleuvenmethodiek zou overigens, volgens Fokkens⁶⁷, niet door de Fransen voor het eerst zijn toegepast, maar wel door het Instituut voor Prae- en Protohistorie (IPP) dat onder leiding van Jan Albert Bakker en Roel Brandt in 1973 in Hoogkarspel al een vergelijkbare methode hanteerde⁶⁸. Dit gebeurde met dezelfde doelstelling: zoveel mogelijk eerst het cultuurlandschap (patronen van greppels en sloten) in beeld brengen met sleuven van 1,5 m breed en dan op bepaalde plaatsen meer gericht onderzoek doen.

Mettegeupel inspireerde zich dus op de Franse *méthode Lorraine*, met 5% dekkingsgraad, en twee parallelle sleuven van 2 m breed (W) bij 20 m lang (L), met een tussenafstand van 20 m (D), telkens 20 m verspringend (I). Deze methode werd in de eerste Nederlandse toepassing aangepast naar 10% dekking, met parallelle sleuven van 2 m x 10 m ($W \times L$), met een tussenafstand van 10 m (D), steeds 10 m verspringend (I). Uiteindelijk werd voor de Leidse methode 10% dekking bekomen met doorlopende sleuven van 2 m breed. Fokkens somt als voordelen op dat het met deze methode:

- makkelijker werken is voor de kraan:
 - 400 à 500 m sleuf in één dag bij een diepte van 60 cm,
 - bij doorlopende sleuven om de 10 m: > 0,5 ha per dag,
 - bij doorlopende sleuven om de 20 m: > 1 ha per dag,
- eenvoudiger is om het goede niveau te handhaven, waardoor er minder opgeschaafd moet worden,
- mogelijk is een eenvoudiger meetstelsel te hanteren.

In de huidige praktijk met digitale meettechnieken valt dit laatste argument echter weg.

Bij de toepassing van de Leidse stijl van prospectief graven wordt uiteindelijk wetenschappelijk 'flexibel maatwerk' gehanteerd, waarbij aangepast wordt naargelang het te verwachten site-type, de verwachte off site-fenomenen, de verwachting over de aanwezige periode(n) en de dikte van de ploeglaag. Er wordt gewerkt met sleuven van 2 m breed, maar zonder standaard tussenafstand.

⁶⁶ Fokkens 1998.

⁶⁷ Fokkens 2005.

⁶⁸ Bakker et al. 1977.

In 2000 gebeurde een evaluatie van de archeologische opvolging van het spoorwegtraject 'Betuweroute', dat Rotterdam verbindt met het Ruhrgebied in Duitsland⁶⁹. Wat het proefsleuvenonderzoek betreft, werd een dekkingsgraad van 5% toegepast. De resultaten leerden dat in sommige gevallen 5% onvoldoende bleek voor een betrouwbare evaluatie. De onderzoekers raadden voor niet-alluviale gebieden dan ook een veel grotere dekkingsgraad aan⁷⁰.

De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA)⁷¹ bevat de eisen waaraan archeologische werkzaamheden zoals archeologisch onderzoek en het beheer van archeologisch vondst- en documentatiemateriaal minimaal moeten voldoen. Alle handelingen die uitgevoerd moeten worden voor het hanteren van een basiskwaliteit van archeologisch onderzoek, worden beschreven. De beschreven processtappen (en bijhorende specificaties) zijn minimumnormen⁷². Het protocol Inventariserend Veldonderzoek (IVO) (Protocol 4003) maakt onderdeel uit van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie. Het behandelt algemeen het doel van inventariserend veldonderzoek en het bepalen van de onderzoeks methode (booronderzoek, proefsleuven, oppervlaktekartering, geofysisch onderzoek). Er wordt bij een IVO een onderscheid gemaakt tussen een verkennende, karterende en waarderende fase. Het protocol stelt dat een verkennend IVO tot doel heeft inzicht te krijgen in de vormen en kenmerken van het landschap, voor zover deze van invloed zijn op de locatiekeuze in het verleden. Het uiteindelijke doel is kansarme zones uit te sluiten en kansrijke zones te selecteren voor de volgende onderzoeksfasen. Tijdens een karterend IVO wordt het terrein systematisch onderzocht op de aanwezigheid van vondsten en/of sporen. Tijdens een waarderend IVO kan het waarnemingsnet verdicht worden om de aard, omvang, datering, gaafheid, conservering en inhoudelijke kwaliteit van de archeologische resten vast te stellen.

In de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) wordt verwezen naar een aantal leidraden. Deze kunnen beschouwd worden als *best practices* voor specifieke onderdelen binnen het archeologisch onderzoek. In principe zijn leidraden vrijwillig te gebruiken, maar het gebruik ervan kan verplicht gesteld worden in het Programma van Eisen (PvE) dat aan een archeologisch project is gekoppeld⁷³. Ook voor proefsleuvenonderzoek bestaat een dergelijke KNA Leidraad (KNA Leidraad Inventariserend Veldonderzoek. Deel: Proefsleuvenonderzoek (IVO-P))⁷⁴.

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) werkt momenteel aan een voorstel om, afhankelijk van het verwachte type vindplaats, gecombineerd met periode en landschappelijke ligging, een bepaalde methodiek te adviseren om de vindplaats op te sporen en de archeologische verwachting te toetsen. Dit project '*Best practices prospectie*' (Kenniskaart deelproject 2) wil bruikbare methoden en voorbeelden aanleveren om per locatie en doelstelling de meest effectieve methode van archeologisch vooronderzoek te kiezen. De gehanteerde criteria voor deze keuze zijn o.a. in welke zogenaamde 'archeoregio' het gebied gelegen is, het landschap, de diepteliggings en de archeologische verwachting⁷⁵. Het uitgangspunt is dat elke unieke combinatie van deze criteria

⁶⁹ Goudswaard 2001.

⁷⁰ Goudswaard 2001, 60.

⁷¹ <http://www.sikb.nl/archeologie-3>.

⁷² Website SIKB (<http://www.sikb.nl/2913>).

⁷³ Website SIKB (<http://www.sikb.nl/183>).

⁷⁴ Borsboom et al. 2012. Zie Website SIKB:

http://www.sikb.nl/upload/documents/archeo/leidraden/KNA%20Leidraad%20proefsleuvenonderzoek%20definitief_0412_2012%20v%201.02.pdf.

⁷⁵ Website Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: <http://cultureelerfgoed.nl/dossiers/verbeteracties-archeologie/kenniskaart-deelproject-2-best-practices-prospectie>, laatst geraadpleegd 26/07/2015.



vraagt om een eigen onderzoeksstrategie. Ook hierbij wordt echter geen verplichting opgelegd. De nadruk ligt op de bewustwording dat indien geen onderbouwde inschatting kan gemaakt worden van het te verwachten archeologisch erfgoed, de keuze voor een passende onderzoeksmethode en strategie eigenlijk onmogelijk is.

6.5 DUITSLAND

In de Duitse literatuur is er amper informatie te vinden over proefsleuvenonderzoek. Uit een navraag bij Duitse instanties⁷⁶ blijkt er zelfs amper over geschreven te worden. Bovendien zijn er geen bindende standaarden voor proefsleuvenonderzoek, enkel richtinggevende⁷⁷. De zorg voor het archeologisch erfgoed wordt vanuit de deelstaten (*Bundesländer*) geregeld, met als gevolg dat er grote verschillen zijn ontstaan tussen de verschillende deelstaten.

In Saksen bijvoorbeeld is proefsleuvenonderzoek momenteel de standaardpraktijk in het kader van grootschalige projecten, en de methodiek werd ook toegepast in andere Duitse deelstaten, op grootschalige projecten zoals autosnelwegen, pijpleidingen en ontginningen. Sinds de vroege jaren 1990 wordt de methodiek ook succesvol gebruikt bij kleine en grote bouwprojecten⁷⁸. Continue parallelle proefsleuven van 4 m breed (dubbele kraanbakbreedte: 2 x 2 m) worden er getrokken met een sleufafstand van 20 m, waarbij een dekkingsgraad van maar liefst 20% wordt bereikt⁷⁹. De ideeën en het systeem achter deze aanpak zijn goed vergelijkbaar met Oost-Frankrijk⁸⁰. Ook in Beieren wordt de methode van continue parallelle proefsleuven, eveneens met een sleufbreedte van 4 m en een dekkingsgraad van minstens 20%, toegepast.

Momenteel is er wel discussie op regionaal vlak tussen voorstanders van proefsleuvenonderzoek en voorstanders van het *strip-and-map*' principe⁸¹.

6.6 WALLONIË

Een eerste evaluatie van het systeem van proefsleuven in Wallonië gebeurde in 2000⁸², op basis van het onderzoek op twee archeologische projecten in Henegouwen waar in 1993 verschillende methodes van site-detectie werden aangewend. Het gaat om een lineair TGV-trajekt tussen de Franse grens en Tubize en een industriële zone in Ath, Meslin-l'Evêque en Ghislengien⁸³. Twee proefsleufstrategieën werden er toegepast, telkens met 10% dekkingsgraad: het stippellijnpatroon en het systeem van parallelle continue sleuven met een tussenafstand van 20 m, waarbij deze laatste vooral gebruikt werd in gebieden met lager archeologisch potentieel. De dekkingsgraad van 10% leverde een zekere graad van betrouwbaarheid: zelfs kleine structuren werden gedetecteerd. De

⁷⁶ Met dank aan Prof. dr. S. Sommer, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, en Prof. dr. Kunow, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland.

⁷⁷ Zie o.a. hoofdstuk 16 van de *Grabungs Standards*:

http://www.landesarchaeologen.de/fileadmin/Dokumente/Dokumente_Kommissionen/Dokumente_Grabungstechniker/grabungsstandards_april_06.pdf.

⁷⁸ Stäuble, Steinmann & de Vries 2011, 44.

⁷⁹ Stäuble, Steinmann & de Vries 2011, 31.

⁸⁰ Persoonlijke communicatie J. Van Moerkerke, SRA Champagne-Ardenne.

⁸¹ Persoonlijke communicatie Prof. dr. S. Sommer.

⁸² Meylemans 2008.

⁸³ Soumoy & Remy 2001.



keuze tussen beide technieken was gebaseerd op de aard van het terrein, het bureauonderzoek, het type vindplaats, het type onderzoek of de eisen van de ontwikkelaar⁸⁴.

Momenteel worden in Wallonië in hoofdzaak drie methoden toegepast⁸⁵. De meest gebruikte configuratie is deze van proefsleuven in een dambordpatroon, waarbij een dekkingsgraad van ca. 10% wordt nagestreefd (50 sleuven per ha). De individuele sleuven hebben een lengte van 10 m en een breedte van 1,8 of 2 m, afhankelijk van de beschikbare kraanbak. Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van continue sleuven (1,8 of 2 m breed), met een tussenafstand van 10 m. Bij deze methode wordt een dekkingsgraad van ca. 20% bereikt. Een derde methode bestaat eruit om te werken met proefsleuven in dambordpatroon ($C = 10\%$, $L = 10$ m) en dit patroon lokaal uit te breiden tot continue sleuven om zo de archeologische sporen die werden aangetroffen in de sleuven beter te begrijpen. De dekkingsgraad wordt op die manier lokaal opgetrokken tot 20% of meer.

De keuze van het proefsleufpatroon en de dekkingsgraad is een beslissing die door de betrokken archeoloog gemaakt wordt op basis van zijn/haar ervaring, de aard van het terrein en het project. In Wallonië geldt er geen algemene richtlijn. Het protocol dat door het Franse Inrap werd ontwikkeld, dient voor velen wel als inspiratietekst. Brede sleuven van 3 of 4 m worden niet toegepast.

6.7 DE HUIDIGE PRAKTIJK BUITEN VLAANDEREN SAMENGEVAT

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de meest gangbare praktijken in het archeologisch vooronderzoek met behulp van proefsleuven, per land of regio.

Tabel 2: Overzicht van de toegepaste proefsleufpatronen, dekkingsgraden en vormgevende parameters in ons omringende landen en regio's.

Land/regio	Patroon	Dekkingsgraad (C)	Sleufbreedte (W)	Afstand (d)	Lengte (L)	Interval (I)
Vlaanderen	continue sleuven	12.5% = 10% + 2.5%	1.8 – 2 m	15-20 m	n.v.t.	n.v.t.
Wallonië	stippellijn	10%	1.8 – 2 m	10 m	10 m	10 m
	continue sleuven	20%	1.8 – 2 m	10 m	n.v.t.	n.v.t.
Frankrijk	continue sleuven	streefdoel ~10% uitbreiding tot 15% indien nodig	3 m	20 m	n.v.t.	n.v.t.
	stippellijn	5%	2 m	20 m	20 m	20 m
Verenigd Koninkrijk	hagel slag	geen algemene standaard wel trend 5% in Zuid-Engeland	2 m	30 m	30 m	30 m
Nederland	KNA leidraad:					
	stippellijn	1-13% 5%	2 m/4 m 2 m	i.f.v. C & patroon 20 m	i.f.v. patroon 20 m	i.f.v. patroon 20 m
	continue sleuven	10%	2 m	20 m	n.v.t.	n.v.t.
Duitsland (Saksen)	continue sleuven	20%	4m	20m	n.v.t.	n.v.t.

⁸⁴ Soumoy & Remy 2001, 30-31.

⁸⁵ Persoonlijke communicatie S. Pirson, D. Bosquet en P. van der Sloot, SPW - Service de l'archéologie.



7 OPTIMALISATIE- EN EVALUATIESTUDIES

Voor Vlaanderen gebeurde nog geen waarderend of vergelijkend onderzoek naar de optimale proefsleufmethode om tot een betrouwbare detectie of waardering van archeologische vindplaatsen te komen. Op boringen is wel al gericht methodologisch onderzoek uitgevoerd, naar aanleiding van de toepassing op specifieke landschappen⁸⁶ waardoor archeologische boortechnieken in specifieke contexten reeds verfijnd en geoptimaliseerd konden worden⁸⁷. De internationale literatuur rond evaluatie en optimalisatie van vooronderzoek met behulp van proefsleuven is ook eerder beperkt en terug te brengen tot een tiental publicaties. De meest relevante worden hier kort besproken in chronologische volgorde.

De eerste statistisch onderbouwde evaluatiestudies van prospectietechnieken gebeurden in de jaren 1980 in de Verenigde Staten en Canada, en vormden een belangrijke inspiratiebron voor onderzoek in Europa. De Noord-Amerikaanse archeologie mag dan een andere inhoudelijke en methodologische traditie kennen dan die van de Europese landen, de algemene principes van de daar uitgevoerde statistische analyses bleken elders ook bruikbaar.

Verschillende studies werden gepubliceerd in het *Journal of Field Archaeology*. Een van de bekendste artikels is dat van Krakker *et al.*⁸⁸. De auteurs presenteren een zuiver theoretische, statistische berekening van de opsporingskans bij het graven van proefputten. Aangezien ze sites definiëren als concentraties van artefacten⁸⁹ en de prospectiemethodiek bestaat uit het graven van zeer kleine proefputten (ca. 30 cm²) in een regelmatig grid⁹⁰, zijn hun rekenmodellen niet alleen interessant voor de evaluatie van methodes voor vooronderzoek met ingreep in de bodem, maar ook voor booronderzoek.

Krakker *et al.* 1983 introduceerden de concepten *intersection probability* en *detection probability* om de kans te berekenen van de ontdekking van een site volgens een bepaalde prospectiemethode: ‘*the probability that an archaeological site will be discovered is the product of the probability that it is intersected by boreholes, test pits or trenches and the probability that the artefacts and/or features in the site will actually be detected*’. Ze pasten dit toe voor het onderzoek naar een optimaal sampling patroon voor boringen.

Champion, Shennan en Cuming (1995) onderzochten de werking en effectiviteit van o.a. proefsleuven binnen het evaluatiesysteem van sites met potentieel archeologisch belang aan de hand van gevalstudies uit Berkshire en Hampshire. Tot dan werd in deze provincies voor proefsleuvenonderzoek een gemiddelde dekkingsgraad van 2,5% toegepast. Tijdens dit onderzoek werden ook een aantal virtuele simulaties van proefsleuvenonderzoek uitgevoerd op zes reële gevalstudies. Deze simulaties omvatten het testen van een reeks dekkingsgraden en proefsleufpatronen.

Volgens Shennan (1988) zal een strategie die gebruik maakt van een hoog aantal sleuven, zelfs als ze *random* geplaatst zijn, een hogere kans geven op het lokaliseren van sites in vergelijking met een methode met een lager aantal sleuven bij eenzelfde dekkingsgraad. Een hoger aantal sleuven

⁸⁶ Crombé 2005; Bats 2007; Verhegge 2015.

⁸⁷ De Clercq *et al.* 2011; Verhagen *et al.* 2011.

⁸⁸ Krakker *et al.* 1983.

⁸⁹ Krakker *et al.* 1983, 470.

⁹⁰ Krakker *et al.* 1983, 469.

betekent een evenredige reductie van de sleufgrootte. Wanneer het proefsleufpatroon is gestructureerd in plaats van *random*, verhoogt de site-detectiegraad nog meer.

Volgens Champion *et al.* moet de sleufgrootte bepaald worden door een raming van de vermoedelijke densiteit aan archeologische sporen. Wanneer te kleine sleuven worden toegepast, zullen sites te veel worden aangesneden zonder herkend te worden (leesbaarheid). Te grote sleuven worden daarentegen alsmaar inefficiënter. Deze studie toont dus aan dat niet alleen de dekking, maar ook de sleufafstand van groot belang is voor een succesvolle evaluatie. Hoe kleiner de tussenafstand, hoe gemakkelijker de interpolatie tussen de individuele sleuven⁹¹. Er wordt dus best gewerkt met een maximum aantal sleuven binnen een specifieke dekkingsgraad, en de sleuven zijn best net breed genoeg voor de detectie en herkenning van sporen.

In het boek '***Sampling in Archaeology***'⁹² wordt relatief weinig aandacht besteed aan vooronderzoek met proefsleuven, maar wordt wel aangegeven dat de dekkingsgraad ("size of the sample") cruciaal is om tot een betrouwbare interpretatie te komen. De auteur merkt terecht op dat er geen statistische basis bestaat om een standaard dekkingsgraad en proefsleufpatroon te verantwoorden⁹³, wat met kleine proefputten of boringen wel het geval is. Voor proefsleuven is eerder een flexibele aanpak aan te raden naargelang het type site, grootte van de verwachtte site, densiteit en grootte van de sporen, de zichtbaarheid van de sporen in de sleuven en de gewenste zekerheid die men wil nastreven.

Planarch 1 was een transnationaal partnerschap tussen België, Frankrijk, Duitsland, Nederland en Groot-Brittannië met als doel om de verschillen, gelijkenissen en problematieken van de toepassing van het archeologisch beheer in kaart te brengen. In 2001 werd door **Hey & Lacey** in het kader hiervan van een aantal proefsleufpatronen onderzocht welke de hoogste trefkans oplevert⁹⁴. Ze selecteerden voor hun onderzoek 12 projecten, met een diversiteit aan sitetypes, periodes, topografische situaties en evoluties in landgebruik. Deze projectterreinen werden geëvalueerd door middel van verschillende methodes. De proefsleufpatronen die werden toegepast waren: het *standard grid* of hagelsglagpatroon met sleuven van 30 m x 2 m, het *staggered grid* of stippellijnpatroon, eveneens met sleuven van 30 m x 2 m, een variatie op het *standard grid* met kortere sleuven (20 m x 2 m), nog een variatie op het *standard grid* met dubbel zo brede sleuven (30 m x 4 m), en in enkele gevallen een continu sleufsysteem. Daarnaast werd ook nog gewerkt met één enkele centrale sleuf van 2m breed gecombineerd met testputten van 1 m op 1 m met 20 m intervallen: het *Ramsgate Harbour grid* dat aangepast is aan de specifieke topografie van de havensite.

Daarbovenop werden ook computersimulaties met alternatieve patronen uitgevoerd op de digitale grondplannen, met toepassing van verschillende grids en dekkingsgraden. Hey & Lacey concludeerden uit de simulatie op 11 sites dat 5% dekking meestal voldoende is voor site-evaluatie, behalve bij pre-Romeinse sites waar een grotere dekkingsgraad mogelijk nodig is. Het hagelsglagpatroon met sleuven van 2 m x 30 m, of 2 m x 20 m is de meest effectieve configuratie, gevolgd door parallelle sleuven. Bij gelijkblijvende dekkingsgraad is het hagelsglagpatroon het meest effectief, omdat bij dit patroon de 'niet-gedekte ruimte' tussen de sleuven het kleinst is. De hagelsglagmethode blijkt ook beter om lineaire elementen aan te snijden.

⁹¹ Champion *et al.* 1995, 36-37.

⁹² Orton 2000.

⁹³ Orton 2000, 120-121.

⁹⁴ Hey & Lacey 2001.



De verschillen in resultaten tussen de verschillende configuraties worden alsmaar kleiner wanneer de dekkingsgraad 10% bereikt. Volgens Hey & Lacey zal een dekkingsgraad van meer dan 10% echter niet leiden tot een evenredige stijging van informatie. Het meest bepalende element in het sleufpatroon blijkt de sleufafstand te zijn. In plaats van te kiezen tussen een hagel slagpatroon of stippellijnpatroon, is het veel effectiever om sleufinterval en sleufafstand te verminderen ten opzichte van de sleuflengte. Het meest efficiënte proefsleufpatroon is dit waarbij $I = D = 2L$. Indien veel lineaire elementen worden verwacht is de meest efficiënte strategie een hagel slagpatroon met $I = D = L$ ⁹⁵.

De simulaties bij een relatief lage dekkingsgraad (0,8% tot 5,6%) suggereerden dat het deel van de archeologische sporen dat bij het vooronderzoek gezien was, te klein was om met zekerheid te voorspellen hoeveel archeologie er daadwerkelijk aanwezig was, wat bevestigd werd door de onverwachte vondsten bij het opgraven van bepaalde delen van het terrein, om restanten van andere perioden te onderzoeken.

Hey & Lacey wijzen erop dat de datering van de sites bepalend is voor hun detectie. Bij elke methode werd ondervonden dat neolithische, bronstijd- en vroegmiddeleeuwse sites moeilijk detecteerbaar zijn. Volgens Hey & Lacey kan op sites met lijnelementen, substantiële structuren en clusterende sporen, zoals Romeinse sites, een lagere dekkingsgraad gehanteerd worden, met een minimum van 3% tot 5%. Meer verspreide en randfenomenen, bronstijd- en vroegmiddeleeuwse sites, kunnen echter volledig gemist worden bij een dergelijke lage dekkingsgraad.

Dubouloz was de eerste die in Frankrijk de methodes voor terreinevaluatie onder de loep nam⁹⁶. De toen pas nieuwe wet op de preventieve archeologie (2001, gewijzigd in 2003) had immers een grote methodologische en financiële impact. Dubouloz onderzocht daarom zowel het wetenschappelijke ‘rendement’ van verschillende types van proefsleuvenonderzoek m.b.t. hun potentieel om sites te herkennen en te begrijpen. Zowel de concordantie tussen hun resultaten en de realiteit vastgesteld na volledige opgraving, als het financiële ‘rendement’ werden bekeken ten opzichte van het volledige kostenplaatje van het project.

Dubouloz voerde computersimulaties uit op 5 projecten, met sites van neolithicum tot ijzertijd, resulterend in zo’n 30 simulaties. Daaruit bleek dat het vooronderzoek met een dekkingsgraad van 10% of meer moet gerealiseerd worden met sleuven van 5 m breed (wat er overeenkwam met dubbele kraanbakbreedte). Volgens Dubouloz is dit het beste compromis tussen dekkingsgraad, leesbaarheid/inzicht van het vrijgelegde terrein, gemak van circulatie en verdere vrijlegging of opvulling. Hoe het proefsleufpatroon eruit ziet, continue sleuven of in stippellijnpatroon, maakt voor de detectie weinig uit. In de praktijk is het systeem met continue sleuven wel gemakkelijker en sneller in te plannen. Bij voorkeur wordt het parallelle systeem gesegmenteerd om de circulatie van de kraanmachines te bevorderen, maar dit wordt best tot een strikt minimum beperkt.

Dubouloz’ simulatieonderzoek maakte duidelijk dat een evaluatie met een dekkingsgraad van 5% moest vermeden worden en dat minstens 10% moest nagestreefd worden. Een diagnostisch onderzoek met een dekkingsgraad van 15% is echter vaak onnodig ‘zwaar’.

De door Hey & Lacey gebruikte uitgangspunten werden in Noord-Frankrijk in het begin van de 21ste eeuw uitgetest binnen het *Planarch 2*-project: Action 2C ‘The Archaeological Evaluation of Rural Areas’⁹⁷. Door het Inrap werd hiervoor een gedetailleerde vergelijkende studie gemaakt van vier

⁹⁵ Verhagen 2014.

⁹⁶ Dubouloz 2003.

⁹⁷ Blancquaert & Medlycott 2006.



grootschalige ontwikkelingsprojecten in Nord/Pas-de-Calais, allemaal in rurale context en ondernomen vóór de introductie van de wet op de ‘preventieve’ archeologie van 2001 (gewijzigd in 2003). Deze vergelijkende studie evalueerde de effectiviteit binnen de Franse preventieve archeologie van continu lineair proefsleufonderzoek, meestal met een dekkingsgraad van 10%. Terwijl de *Planarch 1*-studie van Hey & Lacey de accuraatheid en kostenefficiëntie van verschillende evaluatietechnieken analyseerde, richtte de Inrap-studie zich op de inschatting van de relatieve accuraatheid van proefsleuvenonderzoek met een dekkingsgraad van 10% vergeleken met de resultaten verkregen door een vlakdekkende opgraving. De Franse studie bevestigt één van de bredere resultaten van Hey & Lacey, namelijk dat proefsleuven normaliter het meest efficiënt zijn als prospectietechniek en dat met een 10% dekkingsgraad waarschijnlijk genoeg informatie verkregen wordt om beslissingen te maken⁹⁸. Op vier projectgebieden werden continue lineaire proefsleuven getrokken met een tussenafstand van 15 à 20 m. De sleuven werden vervolgens uitgebreid met kijkvensters om de aard van de sporen beter te grijpen, om beter de noden voor een eventuele opgraving in kaart te brengen en om exhaustief occupaties van beperkte omvang op te graven. Deze fase van evaluatie is echter niet meer geïntegreerd in de wet van 17 januari 2001. In Frankrijk wordt een onderscheid gemaakt tussen de diagnostische fase en de evaluatiefase. De huidige wet voorziet enkel in de diagnostische fase en de fase van opgraving. De studie duidt erop dat, wanneer deze evaluatiefase niet meer gebeurt, het noodzakelijk is om de dekkingsgraad op te trekken naar minstens 15% (onder de vorm van sleuven en kijkvensters)⁹⁹.

In Onnaing werden in een eerste fase proefsleuven in dambordpatroon gegraven, vooraleer over te gaan tot snellere methode van continue sleuven. Op de zone van de toekomstige Toyota-fabriek werd een dambordpatroon toegepast met dekkingsgraad van 5%: sleuven van 20 m lang, 2 m breed, 20 m tussenafstand; op de ‘ZAC de la Vallée de l’Escaut’ werden continue parallelle sleuven getrokken met een dekkingsgraad van 10%¹⁰⁰. Het verdubbelen van de dekkingsgraad bleek in dit geval een verhoging van de opsporingskans van ca. 70% naar ca. 95% op te leveren. Conclusie was dat de 10% dekkingsgraad veel effectiever was, met een veel hogere trefkans voor moeilijk te ontdekken periodes en sites¹⁰¹.

Binnen het Deltaproject (1999-2002) van Dourges (ca. 140 ha) werden verschillende gridpatronen uitgetest. De configuraties met een dekkingsgraad van 5% boden echter in geen enkel geval een goed zicht noch op de ruimtelijke spreiding en het aantal occupaties, noch op hun chronologisch kader. Met een dekkingsgraad van 10% werd het mogelijk de sites beter te karakteriseren, de chronologie te bepalen en verschillende funeraire structuren te ontdekken (enkel de crematies). De studie wijst er op dat sites van een beperkte omvang (tussen 150 en 400 m²), die vaak een kleinere diameter hebben dan 20m, vaak niet worden gedetecteerd met sleuven die 15 à 20 m van elkaar verwijderd zijn. Dit is ook het geval bij verschillende funeraire ensembles¹⁰².

De conclusies van Blancquaert & Medlycott (2006) hebben de praktijk van het proefsleuvenonderzoek in Vlaanderen mee bepaald. De Inrap-studie concludeerde dat een dekkingsgraad van minstens 10% moet gehouden worden met de mogelijkheid om te verhogen naar 15% wanneer de aard van de sporen dit vraagt, ofwel door complementaire sleuven (een denser grid), ofwel door een bredere sleufbreedte (van 3 of 4 m), ofwel door een selectieve verruiming van de sleuf rond structuren, zogenaamde kijkvensters¹⁰³.

⁹⁸ Blancquaert & Medlycott 2006, 3.

⁹⁹ Blancquaert 2006b, 24-25.

¹⁰⁰ Clotuche 2006, 51.

¹⁰¹ Blancquaert 2006b, 24, 33.

¹⁰² Blancquaert 2006b, 31.

¹⁰³ Blancquaert 2006b, 34.



De studie wijst er ook op dat het belangrijk is dat er gewerkt wordt met regionale teams die archeologisch goed geïnformeerd zijn en ook de specifieke problemen inzake de geografische context kunnen inschatten. De samenwerking en uitwisseling van kennis met specialisten zoals geomorfologen en bodemkundigen dient gepromoot te worden om zo het landgebruik en de bredere context van de site doorheen de tijd te bestuderen.

In navolging van de studie over boringen door Tol *et al.* (2004), financierde de SIKB in Nederland in 2009 uiteindelijk ook een gelijkaardige studie naar methodes voor proefsleuvenonderzoek, en dit in het kader van de KNA Leidraad Inventariserend Veldonderzoek¹⁰⁴. Aan de hand van rekenmodellen en simulaties op schematische polygonen, getoetst aan een beperkt aantal plattegronden van opgegraven sites, brachten **Verhagen & Borsboom (2009)** relevante parameters voor het opsporen en evalueren van algemene categorieën van vindplaatsen in kaart.

Voor hun onderzoek naar de effectiviteit van de verschillende strategieën voor proefsleuvenonderzoek gingen ze aan de slag met de basis gelegd door Krakker *et al.* (1983) dat de opsporingskans (P) het product is van de trefkans (T : de kans dat de vindplaats aangesneden wordt) en de vindkans (V : de kans dat er ook daadwerkelijk een grondspoor wordt aangetroffen)¹⁰⁵. Sleufussenruimte en de sleuflengte zijn de primaire factoren voor het bepalen van de intersectie-probabiliteit van archeologische sites. Het is standaard deze gelijk te houden, maar dit is niet noodzakelijk. Veel archeologen neigen ernaar om eerst te kijken naar de sleuflengte, dan naar de sleuftussenruimte. De twee factoren zijn echter nauw verbonden en beïnvloeden elkaar. De sleufconfiguratie heeft natuurlijk ook een invloed op de intersectie-probabiliteit.

De studie van Verhagen en Borsboom (2009) gaat uit van volgende principes in hun keuze van de meest efficiënte strategie voor vooronderzoek:

- de sleufafstand moet afhankelijk zijn van de kleinste verwachte site die wordt gezocht
- de grootte van de putten of sleuven moet voldoende groot zijn om de detectie van artefacten te garanderen¹⁰⁶.

Dit impliceert dat de effectiviteit van het vooronderzoek in de eerste plaats afhankelijk is van de kenmerken van de archeologische sites.

De drie meest toegepaste sleufpatronen werden vergeleken, waarbij een gelijkblijvend blootgelegd oppervlak is gehanteerd en de proefsleufrijen op elkaar aansluiten. Verhagen & Borsboom opperen dat de enige manier om de intersectie-probabiliteiten te berekenen van sleufpatronen door simulatie is. Ze voerden statistische simulaties uit om na te gaan wat voor verschillende proefsleufpatronen de bijbehorende trefkansen zijn, waarbij voor verschillende proefsleufpatronen is gekeken naar het effect op de trefkans voor vindplaatsen van verschillende omvang en vorm. De simulaties werden uitgevoerd op schematische modellen, gebruik makend van cirkels, ellipsen en lijnen¹⁰⁷.

De conclusies van hun onderzoek zijn dat:

- een continu sleufpatroon het minst efficiënt is voor site-intersectie, wanneer dezelfde dekkingsgraad wordt gebruikt als bij de andere configuraties. Dit is omdat de tussenruimte tussen de continue sleuven minimaal dubbel zo groot is, waardoor de opsporingskans veel

¹⁰⁴ Borsboom *et al.* 2012; Verhagen & Borsboom 2009.

¹⁰⁵ Borsboom *et al.* 2012, 12.

¹⁰⁶ Verhagen & Borsboom 2009, 1808.

¹⁰⁷ Borsboom *et al.* 2012, 26.



- lager wordt. Er is hier ook een hoger risico om lineaire sporen die min of meer parallel aan de sleuven lopen te missen.
- het *standard-grid* of hagel slagpatroon de meest efficiënte configuratie is bij dezelfde dekking. De kans om sporen te missen die in diameter kleiner zijn dan het interval I of D én het risico op het missen van langwerpige sporen die tussen de sleuven doorlopen, is hier het kleinst¹⁰⁸.

Verhagen stelt voor om in plaats van te kiezen tussen hagel slag en dambord, het meer effectief is om de sleuf tussenafstand te manipuleren. Het reduceren van I (het sleufinterval) en D (de sleufafstand) ten opzichte van de L (de sleuflengte) verhoogt de intersectie-probabiliteiten bij eenzelfde dekkingsgraad. De meest efficiënte strategie is wanneer het interval en de afstand twee keer de sleuflengte zijn ($I = D = 2xL$). Wanneer vooral lineaire sporen worden verwacht, zullen deze meest effectief worden aangesneden met een hagel slagpatroon met $I = D = L$ ¹⁰⁹.

8 SIMULATIES OP VLAKDEKKENDE OPGRAVINGSPLANNEN¹¹⁰

8.1 PROBLEEMSTELLING

Voor de evaluatie van vooronderzoek met proefsleuven werd in het verleden al gekozen voor het simuleren van verschillende proefsleuf patronen op plannen van vlakdekkende archeologische opgravingen¹¹¹. Tot nu toe is bij dergelijke simulaties gebruik gemaakt van een beperkt aantal herhalingen van hetzelfde patroon, maar met een andere oriëntatie en positionering. Door het beperkte aantal herhalingen krijgt men echter geen vat op de variabiliteit die eigen is aan de methode. Proefsleuven uitgelegd in een zelfde patroon en met een zelfde dekkingsgraad kunnen immers bij een gewijzigde oriëntatie een veel groter aandeel van het totale aantal oppervlakte aan sporen aansnijden. Dat is zeker het geval indien lange en uitgestrekte sporen aanwezig zijn, of wanneer er een zekere clustering van de sporen is waar te nemen.

Om meer inzicht te verwerven in het bereik aan mogelijke resultaten dat vooronderzoek met proefsleuven kan opleveren, werd een methode uitgewerkt om aan de hand van herhaalde computersimulaties de efficiëntie te testen van verschillende proefsleuf patronen om archeologische sporen aan te snijden. Hiervoor werden in een GIS-omgeving proefsleufconfiguraties gesimuleerd op plannen van vlakdekkende opgravingen, met variatie in de configuratie, dekkingsgraad, oriëntatie en de positionering op het opgravingsplan. Het percentage aan aangesneden sporen geeft bij elke simulatie één van de mogelijke resultaten. Door een voldoende hoog aantal herhalingen uit te voeren, wordt een beeld verkregen van het bereik aan mogelijke resultaten door enkel te variëren met de oriëntatie, positionering en dekkingsgraad van een gekozen proefsleuf patroon.

Deze studie beoogt om een bijdrage te leveren aan een doordachte en rationele keuze voor bepaalde proefsleuf patronen en dekkingsgraden, en meer inzicht te verwerven in de inherente variabiliteit van de methode.

¹⁰⁸ Borsboom *et al.* 2012, 25; Verhagen 2014, 214.

¹⁰⁹ Verhagen 2014, 214.

¹¹⁰ Hoofdstuk 8 is gebaseerd op: Haneca K., Debruyne S., Vanhoutte S., Vermeyen M., Ervynck A. & Verhagen P. (*in press*). Simulating trial trenches for archaeological prospection: assessing the variability in intersection rates. *Archaeological Prospection*.

¹¹¹ Blancquaert & Medlycott 2003; Hey & Lacey 2001.



8.2 METHODE

Een *toolbox* werd ontwikkeld binnen ArcMap™ 10.1 (© 2010 ESRI)¹¹², die toelaat een grid van proefsleuven te configureren en toe te passen op een gekozen opgravingsplan. Voor de configuratie van het proefsleufpatroon kan gekozen worden uit drie types van regelmatige patronen: continue sleuven (CT), een stippellijnpatroon (PG) en een hagelslagpatroon (*standard grid*, SG). Bij elk van deze patronen kan gevarieerd worden met de breedte (W = width) en lengte (L = length) van de sleuven, evenals de afstand (D = distance) tussen de proefsleuven. Daarnaast is bij een stippellijn- of hagelslagpatroon nog een bijkomende parameter van belang: het interval (I) tussen sleuven in eenzelfde raai. Let wel, bij een stippellijn- of hagelslagpatroon wordt in wat volgt de afstand D tussen de raaien van sleuven gebruikt, en niet de afstand d zoals te zien is in de figuren 1b, 1c en 1d.

De simulatie-*toolbox* laat toe om de oriëntatie van de sleuven zowel handmatig te kiezen als *at random* te laten variëren. Dit geldt eveneens voor de positionering van het centrale punt van het geconfigureerde proefsleufpatroon. Dit laat toe om een gekozen proefsleufpatroon te implementeren op een *shapefile* van een opgravingsplan, op alle mogelijke posities. Deze oefening kan daarna ook herhaald worden met een andere dekkingsgraad (C = coverage) of met een ander proefsleufpatroon.

Na elke simulatie worden zes resultaten gerapporteerd: (1) het aantal sporen dat werd aangesneden (**F_INT**), (2) het proportionele aandeel van de aangesneden sporen t.o.v. het totaal aantal sporen op het opgravingsplan (**F_INT_P**), (3) de totale oppervlakte van de aangesneden sporen in de proefsleuven (**A_INT**), (4) de verhouding van het oppervlak aan aangesneden sporen t.o.v. de totale oppervlakte van sporen op het opgravingsplan (**A_INT_P**), (5) het aantal keer dat er een spoor werd aangesneden door de proefsleuven (**N_INT**) en (6) de verhouding tussen de laatste parameter t.o.v. het totale aantal sporen op het opgravingsplan (**N_INT_R**). Deze laatste variabele kan hoger worden dan 100%, bijvoorbeeld wanneer lange, uitgestrekte sporen meerdere keren worden aangesneden door verschillende proefsleuven.

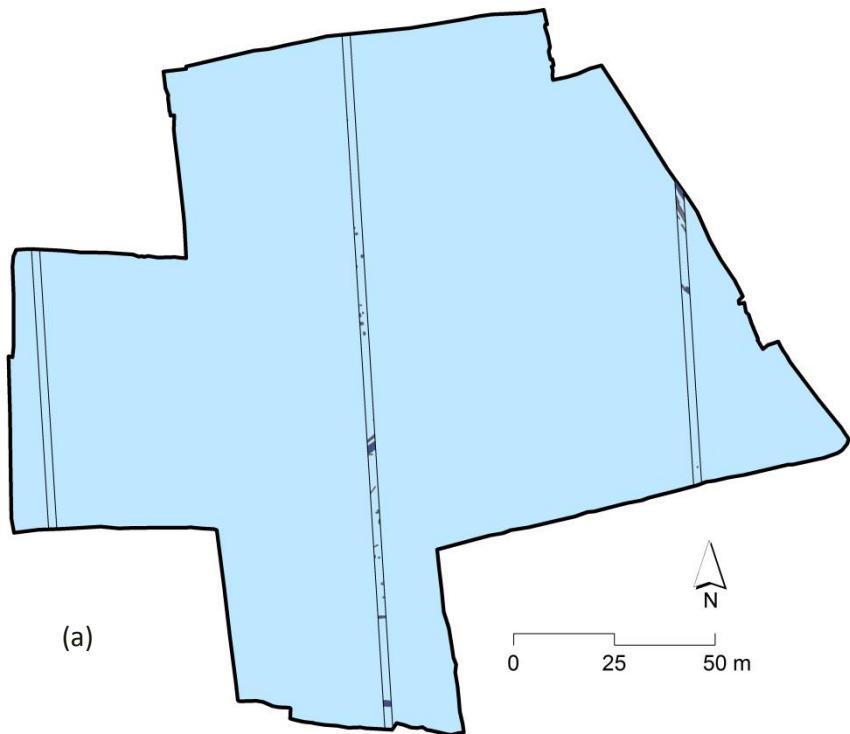
8.3 SIMULATIES

Aangezien een oneindig aantal combinaties van de gedefinieerde parameters en proefsleufpatronen mogelijk is, moet een keuze gemaakt worden in het aantal te onderzoeken configuraties.

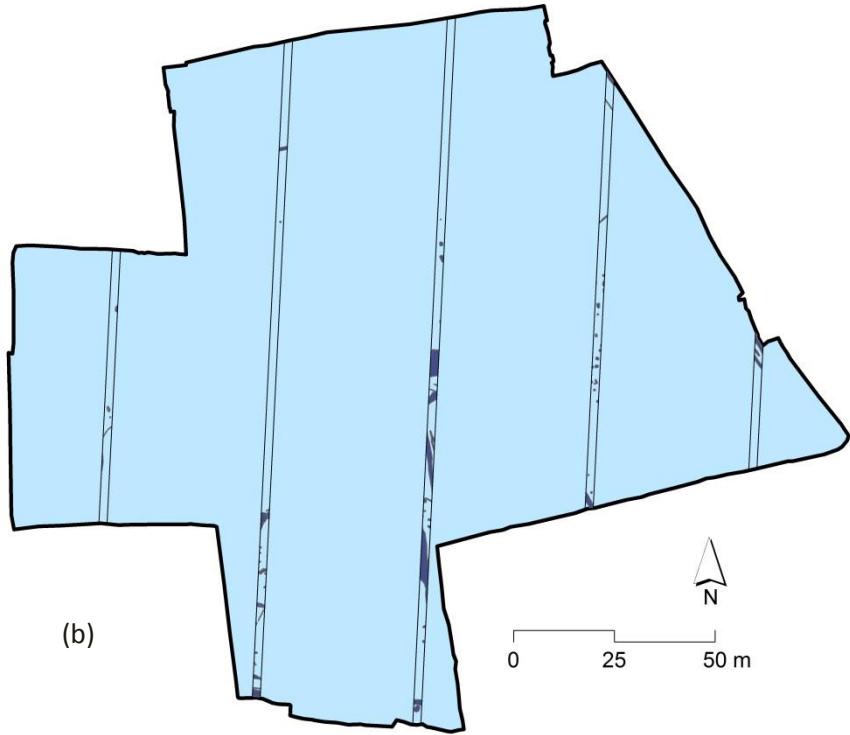
Voor de proefsleufpatronen met **continue sleuven** werd gekozen voor proefsleuven met een breedte van 2 m (**CT_W2**) of 4 m (**CT_W4**). Voor beide breedtes werd de afstand tussen de sleuven (D) zodanig gekozen dat een dekkingsgraad (C) van 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5%, 20%, 40%, 60% en 80% werd bekomen. Voor dekkingsgraden boven de 20% werden grotere intervallen gekozen aangezien deze dekkingsgraden, hoewel ze vanuit theoretisch oogpunt interessant zijn, in de praktijk nooit toegepast worden. Figuur 6 laat een voorbeeld zien van simulaties met oplopende dekkingsgraad voor een patroon van continue sleuven, op het opgravingsplan van de site Beerse-Beukenlaan.

¹¹² ESRI 1998.



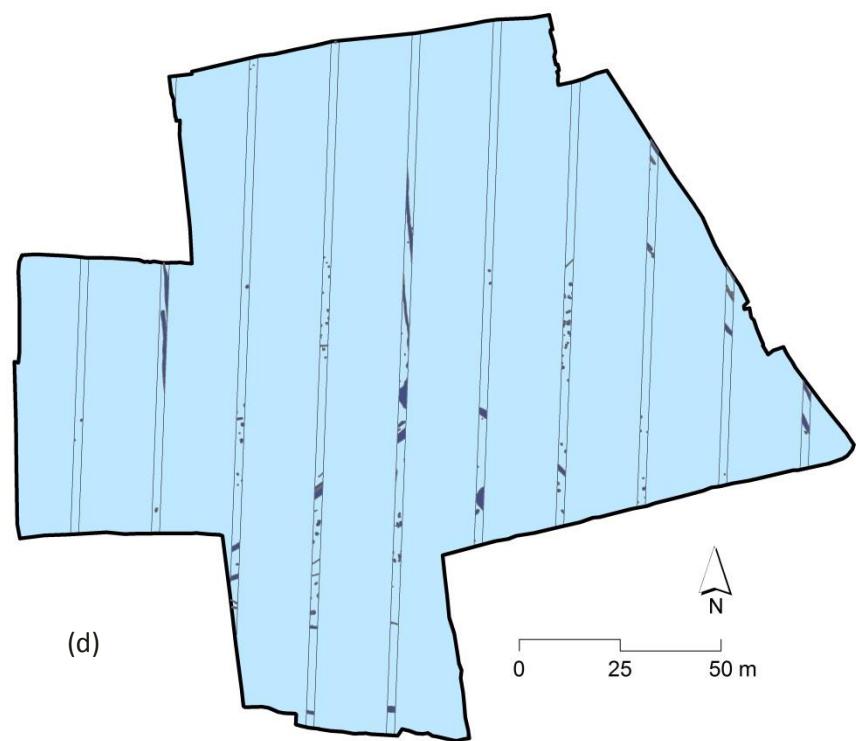
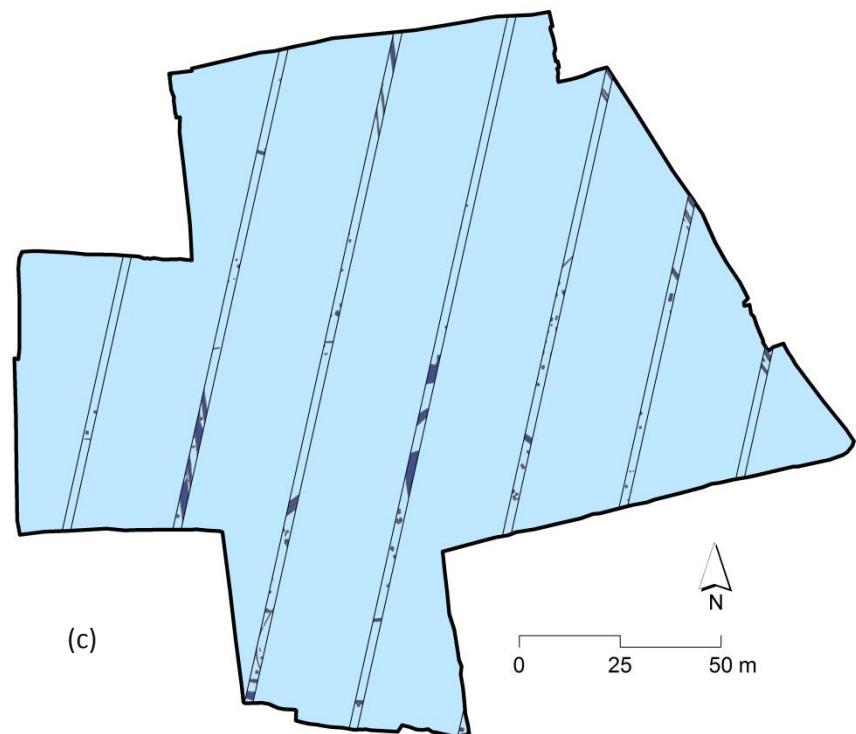


(a)

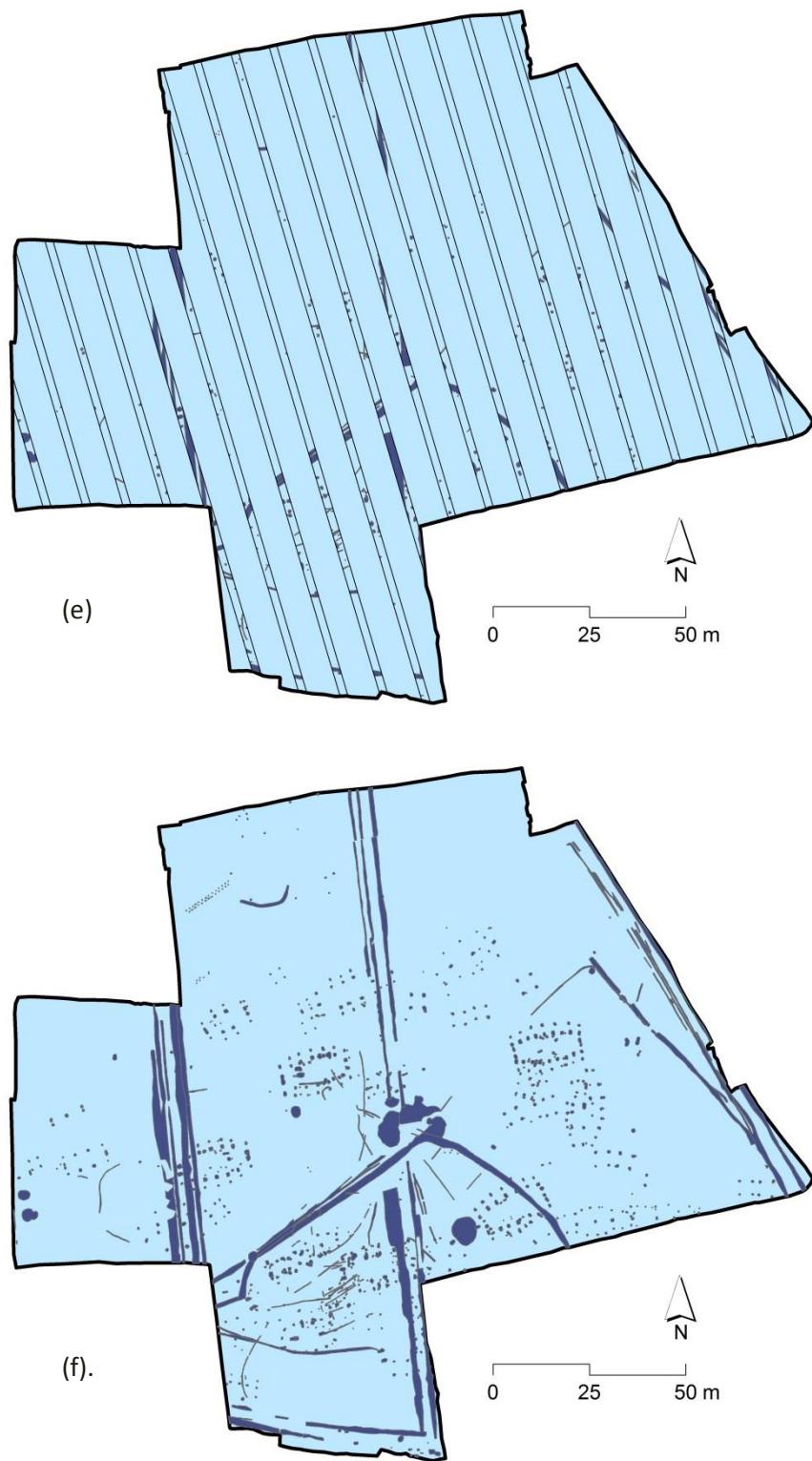


(b)

||||| /



||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||



Figuur 6: Simulaties van een proefsleufpatroon met continue sleuven, met een dekkingsgraad van (a) 2,5%, (b) 5%, (c) 7,5%, (d) 10%, (e) 20% en (f) 100%.

Voor proefsleuven in **stippellijnpatroon**, werden drie verschillende lengtes gekozen voor de individuele sleuven: korte ($L = 10\text{ m}$), middellange ($L = 25\text{ m}$) en lange sleuven ($L = 50\text{ m}$). Daarnaast zijn simulaties uitgevoerd met twee verschillende configuraties: één waarbij het interval tussen de sleuven gelijk is aan de lengte van de sleuven, ($I = L$) (**PG1**) en één waarbij het interval even groot is



als de dubbele lengte van de sleuven, $I = 2xL$ (**PG2**). Wanneer dit laatste patroon wordt toegepast, liggen bij eenzelfde dekkingsgraad de sleuven dichter bij elkaar in vergelijking met het eerste patroon. Voor PG1 werden zowel patronen met 2 m brede (**PG1_W2**) als 4 m brede sleuven (**PG1_W4**) gesimuleerd. Dit alles resulteert in negen verschillende configuraties voor het stippellijnpatroon. Hierbij werden dezelfde dekkingsgraden nagestreefd als voor de continue sleuven. Met deze beperking dat bij het stippellijnpatroon de sleuven elkaar oversnijden als $D - W/2$ kleiner wordt dan W . Dit betekent dat voor **PG2_W2** een dekkingsgraad van 40% of meer niet kan gesimuleerd worden.

Proefsleuven in **hagelslagpatroon** werden eveneens gesimuleerd met korte ($L = 10$ m), middellange ($L = 25$ m) en lange sleuven ($L = 50$ m). De breedte van de sleuven werd op 2m vastgelegd. Ook hier werd gekozen voor twee configuraties met $I = L$ (**SG1_W2**) en $I = 2xL$ (**SG2_W2**), wat tot zes verschillende patronen leidde. De sleuven oversnijden elkaar in deze configuratie wel sneller, namelijk als D kleiner wordt dan $L/2 + W/2$. Zo kunnen dekkingsgraden hoger dan 7,5% en 5% niet meer gesimuleerd worden voor middellange en lange sleuven.

8.4 OPGRAVINGSPLANNEN

In totaal werden 16 opgravingsplannen van vlakdekkende opgravingen geselecteerd voor dit onderzoek (tabel 3 en [bijlage](#)). Het betreft allemaal sites in Vlaanderen, opgegraven in de periode 1997-2015. We beschouwen deze dataset als representatief voor de huidige archeologische praktijk, met een focus op meerperiodensites. De archeologische sporen en vondsten op deze vindplaatsen dateren van het mesolithicum tot WO II¹¹³. De oppervlakte van de sites varieert van 0,5 ha tot 12 ha. De sites zijn gelegen op zandige tot kleiige bodems¹¹⁴.

Tabel 3: Overzicht van de geselecteerde sites en hun karakteristieken

Gemeente: site	Label	Oppervlakte site (ha)	Aantal sporen	Sporen- densiteit (%)	Bodem	Periode(s)	Rapportage
Boom: Krekelenberg II	BO_KRE	1,18	535	0,7	leemig zand	ijzertijd; Romeins	Jacobs & De Smaele 2008
Beerse: Krommenhof	BE_KRO	1,95	1163	8,5	zand	neolithicum; bronstijd; middeleeuwen	rapport in opmaak
Wichelen: Wijmeers2	WI_WIJ	0,54	420	11,0	kleiig alluvium op leemig zand	Romeins	rapport in opmaak
Sint-Amandsberg: Hogeweg	SA_HOG	5,23	2968	8,5	leemig zand	bronstijd; ijzertijd; Romeins; WO II	Dyselinck 2013
Mortsel: Roderveldlaan	MO_ROD	0,48	143	5,1	zandige leem	bronstijd; Romeins	Verdegem 2015
Beerse: Beukelaan	BE_BEU	2,14	1032	8,5	zand	middeleeuwen	Scheltjens et al. 2012
Wijnegem: Blikstraat	WIJ_BL	2,29	963	7,4	leemig zand	bronstijd; ijzertijd	rapport in opmaak
Lier: Duwijk II	LI_DUW	6,69	1162	3,5	zandige leem	mesolithicum; ijzertijd; Romeins; middeleeuwen; nieuwste tijd; WO I	Cryns et al. 2014
Olen: Industrielaan	OL_IND	8,22	2459	9,2	zandige leem/zand	mesolithicum; bronstijd; ijzertijd; middeleeuwen; nieuwe tijd; WO II	Mostert & Verbeek 2014
Hasselt: Ekkelaarden	HA_EKK	0,88	364	17,8	zandige leem	ijzertijd; Romeins	rapport in opmaak
Tienen: Grijpenveld	TI_GRI	11,95	3882	14,2	leem	neolithicum; ijzertijd; Romeins; middeleeuwen	niet gepubliceerd
Wevelgem: Ezelstraat	WE_EZE	1,43	283	9,1	zandige leem	Romeins; middeleeuwen	Verdegem et al. 2011

¹¹³ Chronologie volgens Slechten 2004.

¹¹⁴ Dondeyne et al. 2012.



Retie: Molenakkers	RE_MOL	2,97	602	0,9	zand	ijzertijd	rapport in opmaak
Herentals: Draeybomen	HE_DBS	1,58	836	12,4	leemig zand	bronstijd; ijzertijd; Romeins; middeleeuwen	rapport in opmaak
Ieper: Kleine Poezelstraat	IE_KPS	1,48	51	4,4	zandige leem	WO I	Verdegem & Van Goidsenhoven 2015
Poperinge: Sappelenen	PO_SAP	1,75	31	4,0	zandige leem	WO I	Beké, Teetaert & Hazen 2014

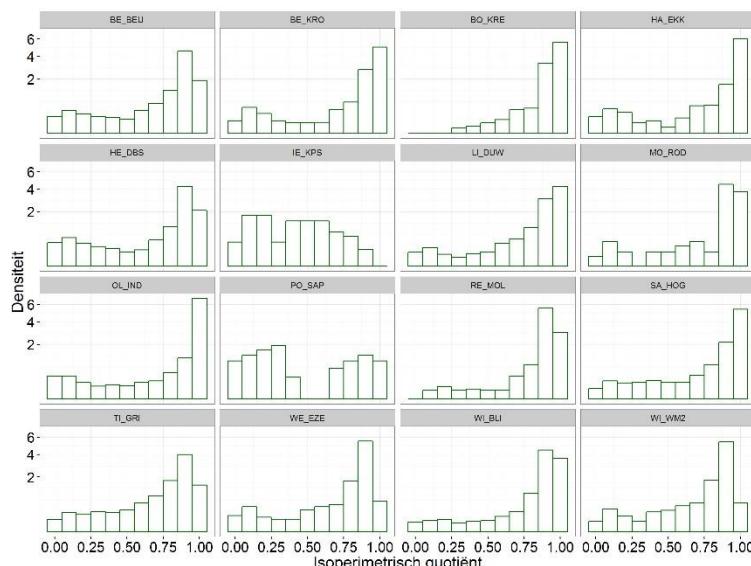
De opgravingssplannen werden gedigitaliseerd als of omgezet naar twee *shapefiles*: een *shapefile* met alle archeologische sporen, ingetekend als gesloten polygonen, zonder de natuurlijke sporen en recente verstoringen, en een tweede *shapefile* met de perimeter van het opgravingssareaal.

De **sporendensiteit** werd voor elke site berekend als de procentuele verhouding tussen de totale oppervlakte van alle sporen en de totale oppervlakte van de site. Een aantal van deze sites kan duidelijk als een lage-densiteitssite beschouwd worden (bv. BO_KRE: 0,7%), terwijl andere dan weer gekenmerkt worden door een hoge densiteit aan sporen (bv. TI_GRI: 14,2%). Een ander onderscheid kan gemaakt worden tussen sites met compacte sporen, zoals paalsporen, en sites met een substantieel aandeel van uitgestrekte sporen (bv. loopgraven of grachten). Om dit te kwantificeren werd het isoperimetrisch quotiënt (*IQ*) berekend van elk spoor¹¹⁵. Dit is een maat voor de verhouding tussen de oppervlakte en de omtrek van een gesloten polygoon,

$$IQ = \frac{4\pi A}{L^2}$$

waarbij *L* gelijk is aan de omtrek van de polygoon met oppervlakte *A*.

Het *IQ* neemt een waarde van 1 aan bij een perfecte cirkel. Alle andere vormen hebben een *IQ* dat lager is. Lange en uitgestrekte sporen krijgen een heel lage *IQ*-waarde toegewezen. Een densiteitsgrafiek voor alle *IQ*-waarden per site geeft een handige, visuele appreciatie van de vorm en uitgestrektheid van de archeologische sporen (figuur 7).



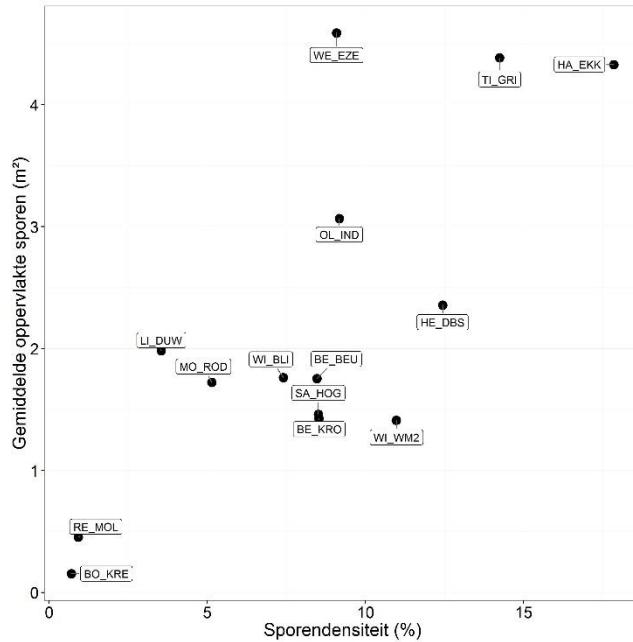
Figuur 7: Densiteitsdiagram van het isoperimetrisch quotiënt van alle sporen per site.

Als daarnaast ook de gemiddelde oppervlakte van de sporen wordt uitgezet t.o.v. de sporendensiteit van een site (figuur 8) wordt het duidelijk dat de geselecteerde sites onderling sterk verschillen op

¹¹⁵ Ook wel 'shape index' genoemd, volgens de Smith *et al.* 2015.



vlak van de densiteit, vorm en oppervlakte van de sporen. Twee sites hebben duidelijk sterk afwijkende karakteristieken, nl. IE_KPS en PO_SAP, aangezien ze hoofdzakelijk heel lange en uitgestrekte sporen omvatten (met een gemiddelde oppervlakte van resp. $12,5 \text{ m}^2$ en $22,5 \text{ m}^2$) terwijl de densiteit aan sporen vrij laag is (ca. 4%).



Figuur 8: Gemiddelde oppervlakte van de sporen en sporendensiteit per site.

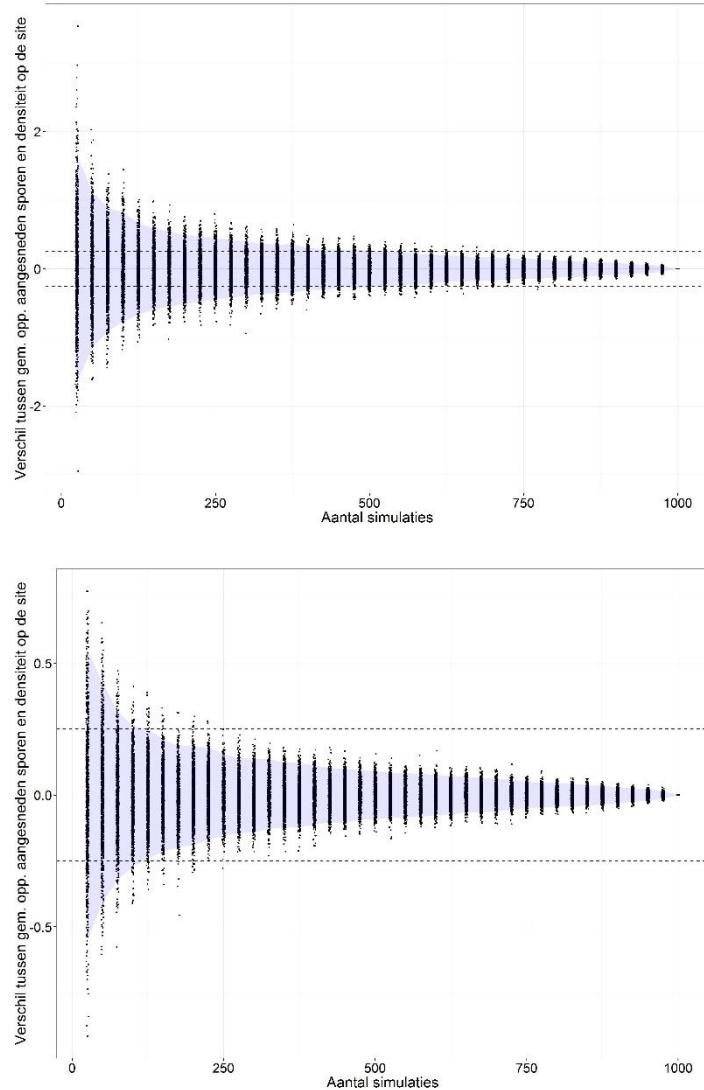
8.5 RESULTATEN

8.5.1 Aantal herhalingen

Vooraleer een groot aantal simulaties uit te voeren, is het nuttig om het aantal nodige herhalingen te bepalen. Het aantal herhalingen per configuratie moet groot genoeg zijn om het totale spectrum aan oriëntaties en mogelijke posities van het centraal basispunt voor elk proefsleufpatroon te kunnen simuleren én het volledige bereik aan mogelijke resultaten op te leveren. Om dit te bepalen werden voor een site met lage (BO_KRE) en hoge sporendensiteit (HA_EKK) 1000 simulaties uitgevoerd met een grid van continue sleuven, en een dekkingsgraad van 12%. Zowel de oriëntatie van de sleuven als de positionering van het centrale punt van de grid konden vrij variëren.

Uit deze simulaties werd daarna een willekeurige steekproef genomen van n simulaties, waarbij n oploopt van 25 tot 975, in stappen van 25. Uit elke steekproef wordt de gemiddelde oppervlakte aan aangesneden sporen berekend (A_{INT_P}) op basis van de n simulaties. Deze procedure werd 1000 maal herhaald voor elke steekproefgrootte n . Hoe groter de steekproef (hoge waarden voor n), hoe minder variabiliteit we observeren in de gemiddelde waarden voor de oppervlakte van de aangesneden sporen. Bij BO_KRE, een site met lage sporendensiteit, worden de gemiddelde waarden relatief stabiel bij een steekproef van ongeveer 500 simulaties, wat betekent dat in 95,4% van de gevallen de gemiddelde waarde minder dan 0,5% van elkaar afwijken (figuur 9a, stippeellijnen). Voor de site HA-EKK met een hoge sporendensiteit werd dit criterium al bereikt bij een steekproef van 150 simulaties (figuur 9b). Op basis van deze eerste testresultaten werd beslist om voor elke proefsleufconfiguratie 500 simulaties uit te voeren om zo tot betrouwbare resultaten te komen. Voor dekkingsgraden van meer dan 20% kunnen minder simulaties uitgevoerd worden aangezien de variabiliteit bij hogere dekkingsgraden lager ligt. Voor een dekkingsgraad van 40% werden 300 simulaties uitgevoerd, voor dekkingsgraden van 60% en 80% waren dat er 200.





Figuur 9: Evolutie van de variabiliteit van de gemiddelde oppervlakte aan aangesneden sporen (A_{INT_P}) bij een toenemend aantal simulaties voor (a) de site BO_KRE en (b) HA_EKK. De blauwe zone geeft het 95.4% betrouwbaarheidsinterval weer, de parallelle stippellijnen baken een zone af van 0.5%.

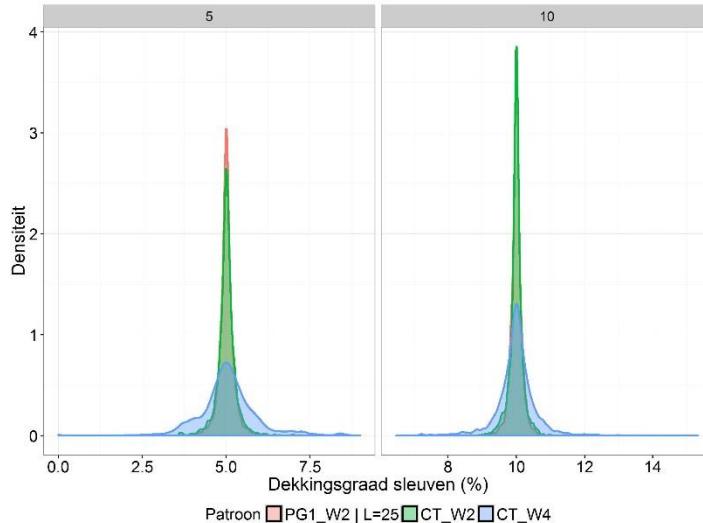
8.5.2 Variabiliteit

8.5.2.1 Randeffecten

Wanneer een specifiek proefsleufpatroon wordt gekozen, zal meestal de afstand D tussen de proefsleuven aangepast worden om zo de gewenste dekkingsgraad te bekomen. Om een C van 10% met 2 m brede continue sleuven te bekomen moet de tussenafstand 20 m bedragen. Voor een stippellijnpatroon met $l = 2 \times L$ (PG2_W2) en sleuven van 25 m lang wordt de afstand 10 m, etc. Wanneer het gekozen patroon strikt wordt gehouden, kunnen er echter randeffecten optreden aangezien bij bepaalde oriëntaties niet alle sleuven volledig kunnen gegraven worden (in de praktijk worden deze sleuven soms zelf helemaal niet aangelegd). Dit is zeker het geval indien de perimeter van het onderzoeksgebied onregelmatig is, en de verhouding tussen omtrek en oppervlakte van het onderzoeksgebied dus hoger wordt. Deze variabiliteit kan in kaart gebracht worden door de vooropgestelde dekkingsgraad te vergelijken met de werkelijke oppervlakte van de sleuven (figuur 10).



Uit figuur 10 blijkt dat in 95% van de gevallen de afwijking van de werkelijke oppervlakte van de sleuven minder dan 0,5% bedraagt t.o.v. de vooropgestelde dekkingsgraad. Wanneer echter 4 m brede sleuven worden toegepast, komen de randeffecten wel duidelijker naar voor, wat zich uit in een mogelijk sterkere afwijking van C. Bij continue, 4 m brede sleuven en een vooropgestelde dekkingsgraad van 10% varieert de werkelijke oppervlakte van de sleuven tussen 9% en 11% van het onderzoeksgebied.

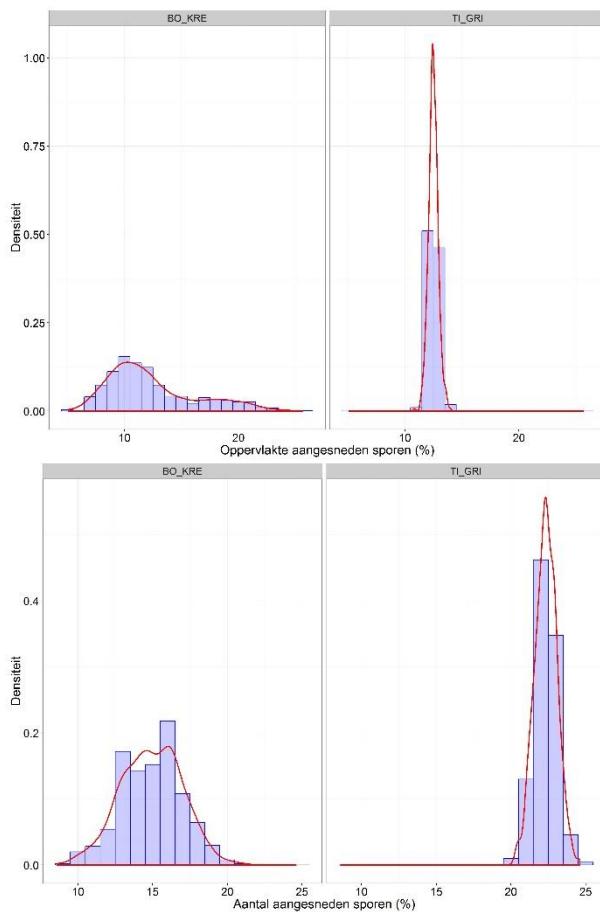


Figuur 10: Densiteitsgrafiek van de werkelijke oppervlakte van de sleuven t.o.v. de vooropgestelde dekkingsgraad (bij 5% en 10%).

8.5.2.2 Positionering en oriëntatie

De gemiddelde oppervlakte aan aangesneden archeologische sporen staat in direct verband met de dekkingsgraad van de sleuven. Dat wil zeggen dat indien een dekkingsgraad van 10% wordt nagestreefd, gemiddeld gezien 10% van de totale oppervlakte aan sporen zal worden aangesneden in de sleuven. Dit is echter een observatie gebaseerd op het gemiddelde. Kijken we naar het bereik aan mogelijke uitkomsten van de 500 uitgevoerde simulaties per site, dan krijgen we een beter beeld van alle mogelijk resultaten. Figuur 11 illustreert dit voor twee verschillende sites waarbij een patroon van continue, 2 m brede sleuven werd gesimuleerd bij een dekkingsgraad van 12,5% ($D = 16$ m). Bij de meeste sites benadert het frequentiediagram van het percentage aangesneden oppervlakte van de sporen (A_INT_P) een normale verdeling. Site BO_KRE (figuur 11a) vormt hierop echter een uitzondering; waarschijnlijk door de lage sporendensiteit. Maar ongeacht of de resultaten een normale verdeling volgen of niet, toont dit duidelijk aan dat er een groot verschil kan zijn tussen het aantal sporen dat wordt aangesneden of de oppervlakte aan aangesneden sporen afhankelijk van de (toevallig?) gekozen oriëntatie van het proefsleufpatroon. De variabiliteit in mogelijke resultaten kan o.a. worden uitgedrukt door de standaardafwijking (s.d.). Voor het percentage aan oppervlakte aangesneden sporen bedraagt de s.d. in de meeste gevallen bijvoorbeeld 1 tot 1,5% (tabel 4).





Figuur 11: Densiteitsgrafiek van de (a) oppervlakte en (b) het aantal aangesneden sporen voor sites BO_KRE en TI_GRI.

Tabel 4: Overzicht van de resultaten volgend uit de uitgevoerde simulaties.

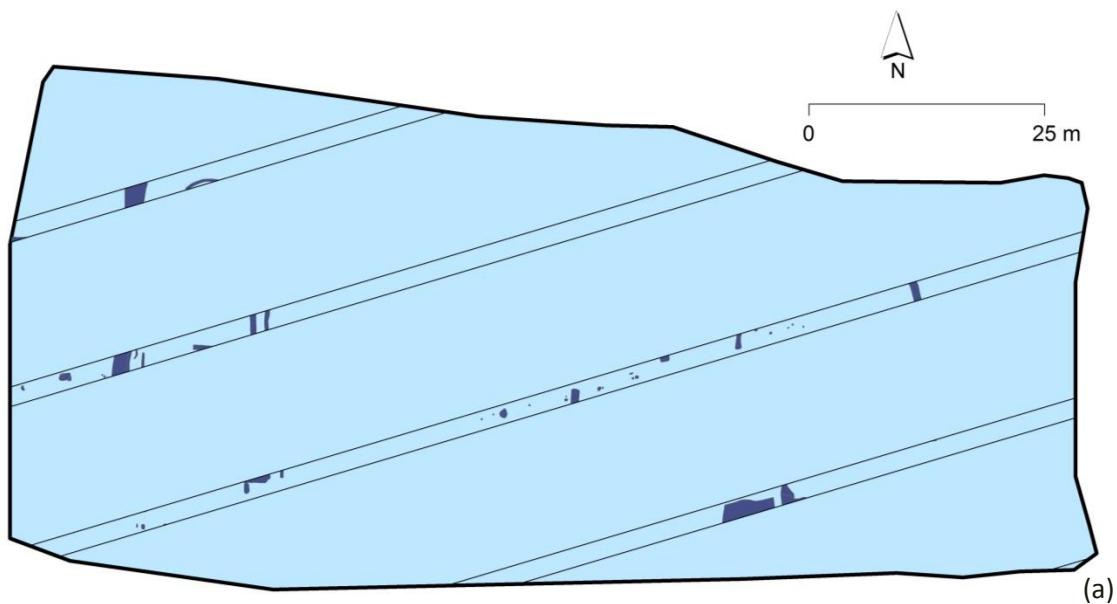
Site	Aangesneden oppervlakte aan sporen (% totaal):					Aangesneden aantal sporen (% totaal):					
	A_INT_P					F_INT_P					
	gemiddelde	s.d.	min	max	breedte 95% range		gemiddelde	s.d.	min	max	breedte 95% range
BE_BEU	12,5	1,1	8,2	17,5	4,2		19,7	1,7	14,9	27,3	7,0
BE_KRO	12,5	1,3	8,8	19,0	5,1		18,5	2,1	12,2	25,0	8,0
BO_KRE	12,3	3,9	5,1	25,6	14,1		14,9	2,0	8,6	21,1	7,9
HA_EKK	12,5	1,5	8,3	18,4	6,2		21,7	3,0	14,3	29,9	11,8
HE_DBS	12,5	1,1	8,8	17,1	4,8		22,8	2,2	16,3	28,6	8,7
IE_KPS	12,4	2,1	7,1	18,3	7,8		46,7	7,0	27,5	70,6	27,5
LI_DUW	12,5	1,2	9,1	16,3	4,7		18,5	1,5	14,5	23,3	5,9
MO_ROD	12,4	3,5	3,5	20,7	13,4		20,1	3,4	11,2	29,4	13,3
OL_IND	12,5	0,6	10,2	15,1	2,3		20,3	1,2	16,7	23,7	4,6
PO_SAP	12,4	2,0	7,2	19,6	8,3		52,5	8,0	29,0	74,2	29,0
RE_MOL	12,5	2,8	4,3	30,1	11,8		15,6	2,4	8,6	22,6	9,6
SA_HOG	12,4	1,0	9,2	15,8	4,2		17,7	1,2	14,8	21,2	4,4
TI_GRI	12,5	0,4	10,8	14,0	1,7		22,3	0,7	20,3	24,6	2,8
WE_EZE	12,6	1,8	7,1	20,0	7,5		22,4	2,5	15,9	30,7	9,4
WI_BLI	12,6	1,2	7,4	16,7	5,1		16,6	1,7	12,5	21,5	6,8
WI_WM2	12,5	2,0	5,7	18,8	8,5		17,9	3,5	7,9	30,7	13,0

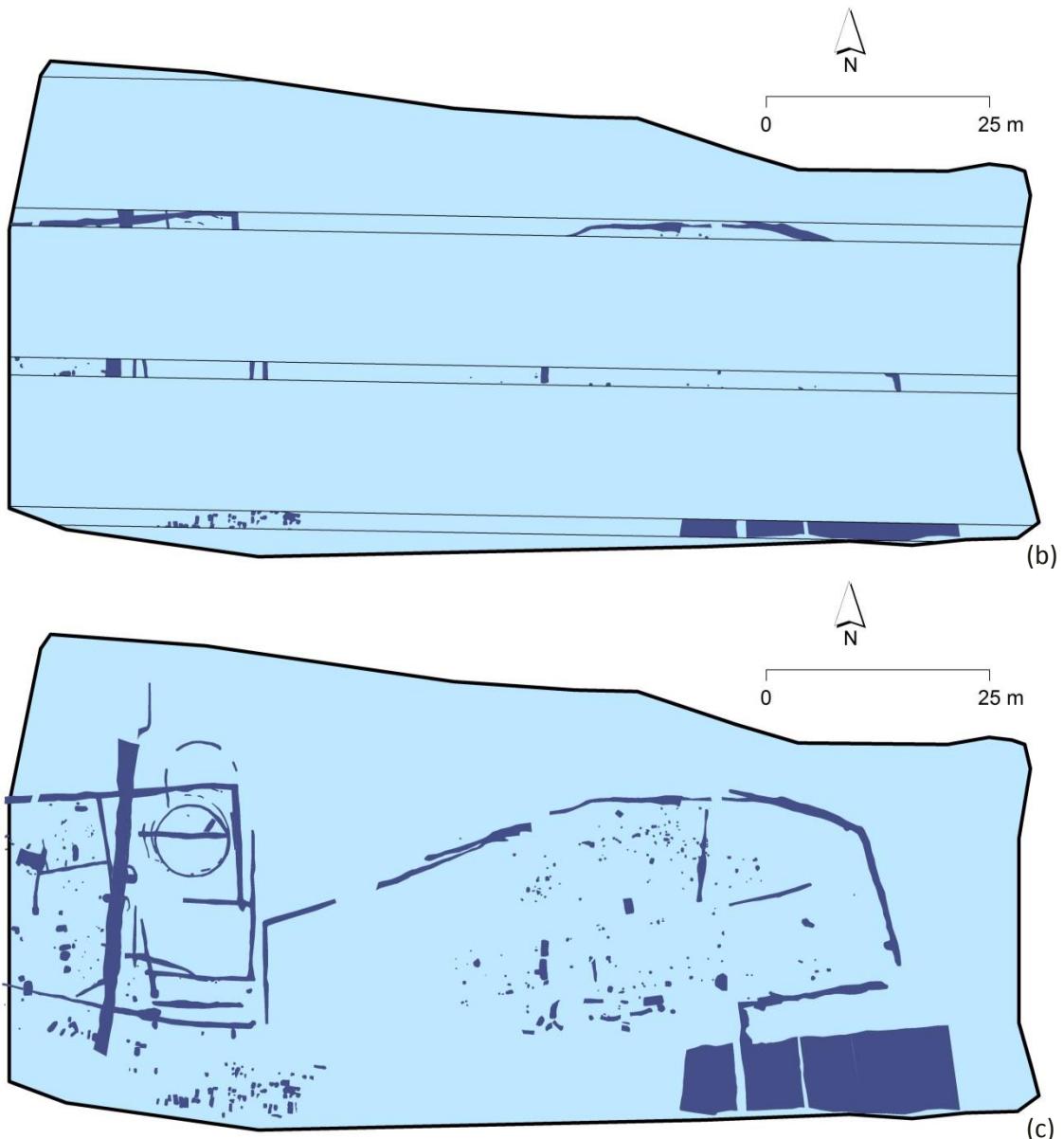
//////////

Voor sommige sites worden echter extreem hoge (bv. BO_KRE, MO_ROD, RE_MOL) of uitzonderlijk lage (TI_GRI, OL_IND) waarden voor de s.d. bekomen. Mede daardoor is het verschil tussen de hoogste en laagste waarden voor A_INT_P sterk variabel tussen de sites (bv. 25,8% voor RE_MOL en slechts 3,2% voor TI_GRI). Beschouwen we alle sites samen, dan wordt er in sommige gevallen slechts 3,5% (MO_ROD) van de oppervlakte aan sporen aangesneden, terwijl op andere sites, met dezelfde proefsleuvenconfiguratie maar met een andere oriëntatie, tot 30,1% (RE_MOL) wordt aangesneden (tabel 4). Deze cijfers tonen duidelijk aan dat de resultaten van de simulaties sterk kunnen verschillen inzake de variabiliteit. Voor BO_KRE, een site met lage sporendensiteit, zijn de resultaten vrij onvoorspelbaar en het percentage aan oppervlakte aangesneden sporen varieert sterk met een steeds wijzigende oriëntatie en positionering van de sleuven; met A_INT_P die varieert tussen de 5,1% en 25,6% (figuur 11a). Voor site TI_GRI is het bereik aan mogelijke resultaten veel nauwer: tussen de 10,8% en 13,9% (figuur 11b).

Als concreet voorbeeld kunnen we de site Wichelen-Wijmeersen2 (figuur 12c) beschouwen. Bij een configuratie met continue, parallelle sleuven en een dekkingsgraad van 12%, kunnen er afhankelijk van de gekozen oriëntatie 5,7% tot 19,2% van de oppervlakte aan sporen zichtbaar worden in de sleuven (figuur 12a & 12b). De toevallige keuze voor een bepaalde oriëntatie heeft duidelijk een grote invloed op de zichtbaarheid en interpreteerbaarheid van de aangesneden sporen.

Het procentuele aantal sporen (F_INT_P) dat wordt aangesneden door de sleuven, staat niet noodzakelijk in verband met de oppervlakte aan sporen dat wordt aangesneden. Gemiddeld gezien is het procentuele aantal sporen dat wordt aangesneden veel hoger dan de oppervlakte aan sporen (figuur 11 en tabel 4). De lage-densiteitssites PO_SAP en IE_KPS hebben bijvoorbeeld een belangrijk aandeel aan lange en uitgestrekte sporen (figuur 7 en 8), en bijgevolg zijn de resultaten van de simulaties voor het aantal aangesneden sporen sterk variabel. Het interval dat 95% van de resultaten omvat is respectievelijk 29,0% en 27,5% breed. Dit toont aan dat op sites met lange en uitgestrekte sporen het aantal aangesneden sporen omzichtig moet geïnterpreteerd worden.



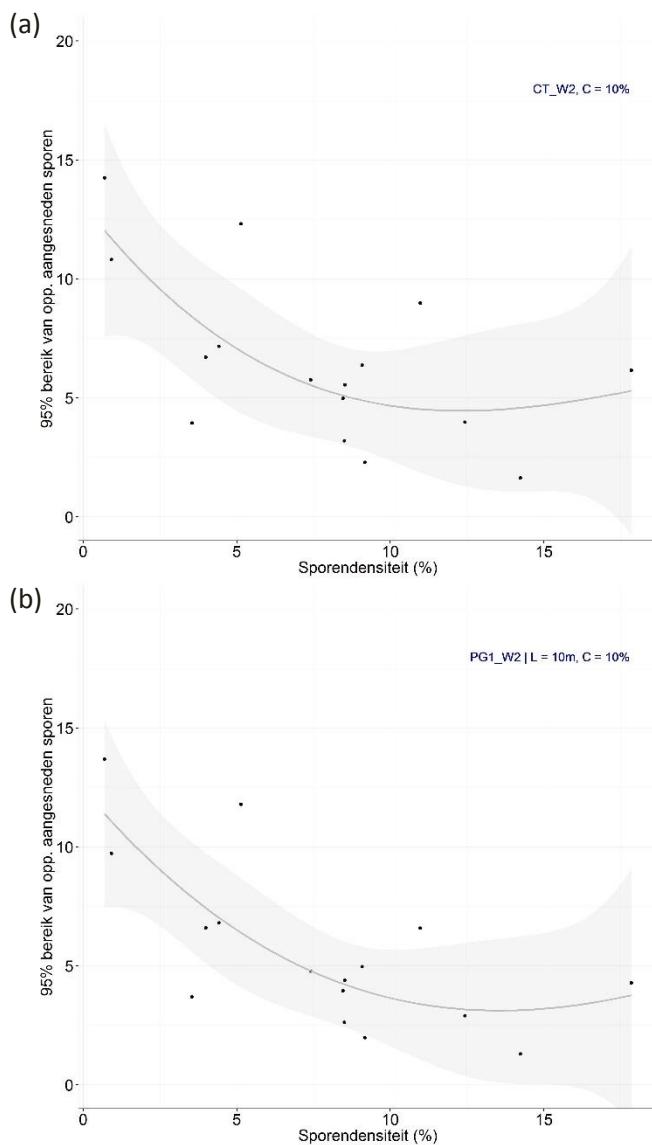


Figuur 12: Simulaties van een proefsleufpatroon met continue sleuven en een dekkingsgraad van 12% op de site Wichelen-Wijmeersen2. In situatie (a) wordt 5,7% van de sporenoppervlakte aangesneden, in situatie (b) is dat 19,2%, en (c) is het opgravingssplan.

8.5.3 Sporendensiteit in de sleuven

De sporendensiteit van een site blijkt een invloed te hebben op de resultaten en variabiliteit vastgelegd door de simulaties. Door hetzelfde proefsleufpatroon te herhalen met wisselende oriëntatie en positionering, wordt aangetoond dat de sites met een lage sporendensiteit een breder bereik hebben wat betreft de mogelijke uitkomsten voor de oppervlakte van aangesneden sporen (figuur 13). Bij sites met een sporendensiteit boven de 5%, is het bereik aan mogelijke uitkomsten voor de oppervlakte van aangesneden sporen tussen de 2,5 en 7,5% breed voor continue sleuven (figuur 13a). Eenzelfde trend is zichtbaar bij het toepassen van andere proefsleufpatronen, zoals het stippellijnpatroon (figuur 13b). Maar ook bij deze configuratie is het bereik aan mogelijke uitkomsten het hoogst bij lage densiteitssites.

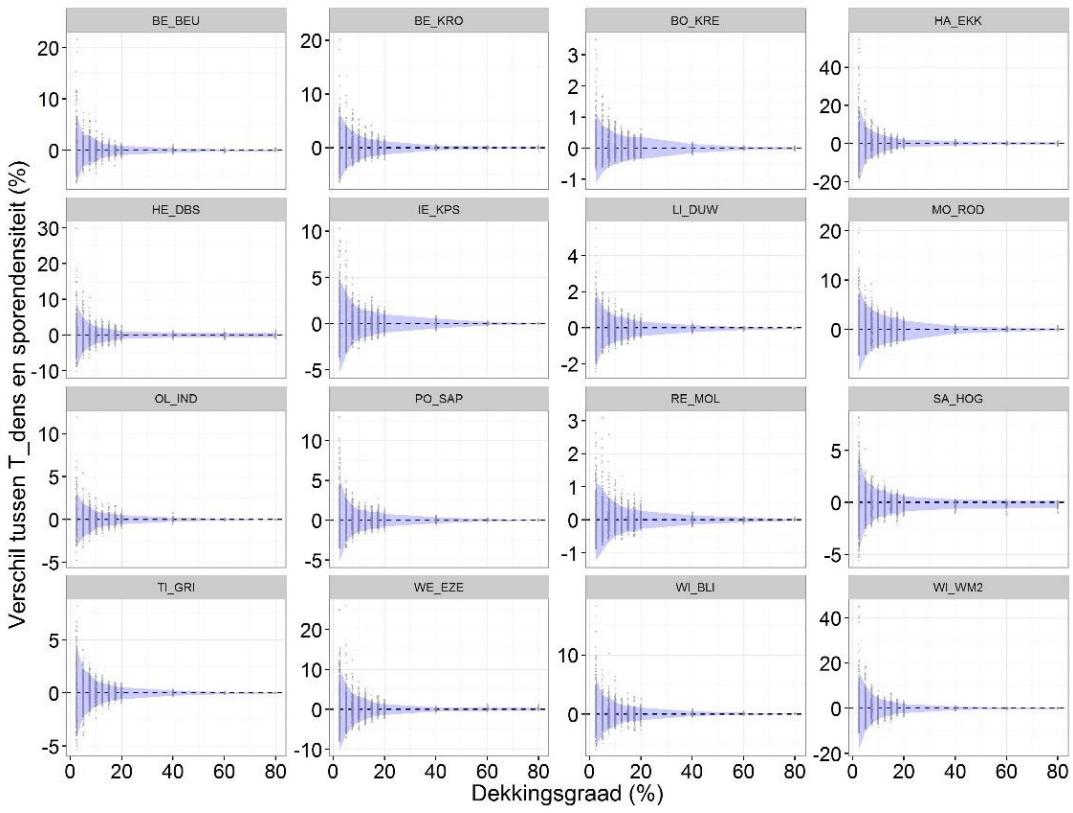




Figuur 13: Bereik (95% interval) van mogelijke uitkomsten voor A_INT in relatie tot de sporendensiteit voor een proefsleufconfiguratie met (a) continue sleuven en (b) een stippelijnpatroon.

Vaak wordt de sporendensiteit op een site ingeschat door de sporendensiteit in de sleuven (**T_dens**) te extrapoleren naar het volledige onderzoeksgebied. De resultaten van de simulaties tonen echter aan dat dit kan leiden tot een gevoelige over- of onderschatting van de werkelijke sporendensiteit. Het potentiële verschil tussen de werkelijke sporendensiteit op een site en deze geobserveerd in de proefsleuven is het meest geprononceerd bij proefsleufconfiguraties met lage dekkingsgraden. Deze trend is zichtbaar bij alle onderzochte sites (figuur 14). Zeker op sites met een hoge densiteit aan sporen, zoals HA_EKK en HE_DBS, kan de potentiële afwijking t.o.v. de werkelijke sporendensiteit oplopen tot 10% wanneer slechts 2,5% tot 7,5% van het terrein met proefsleuven werd gesprospecteerd. Bij sites met een lage sporendensiteit (bv. BO_KRE en RE_MOL) is de over- of onderschatting meestal beperkt tot minder dan 1% (figuur 14).

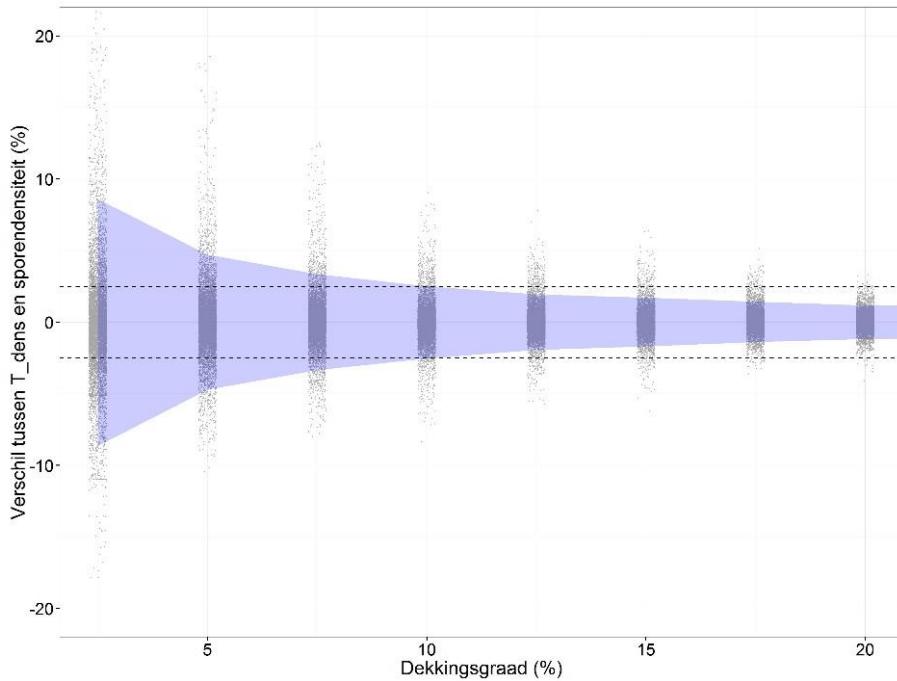




Figuur 14: Verschil tussen de sporendensiteit in de sleuven en werkelijke sporendensiteit binnen het onderzoeksgebied, in functie van de dekkingsgraad voor een patroon van continue sleuven (CT_W2), per site. De blauwe zone geeft het interval waarbinnen zich 95% van de observaties bevinden.

Wanneer we de volledige dataset beschouwen, over alle sites heen, zien we dat voor dekkingsgraden vanaf 10%, de potentiële afwijking van T_{dens} (sporendensiteit in de sleuven) t.o.v. de werkelijke sporendensiteit binnen het geprospecteerde gebied meestal lager is dan 2,5% (figuur 15). Dit betekent dat in 95% van de uitgevoerde simulaties de sporendensiteit geobserveerd in de sleuven gemiddeld slechts 2,5% hoger of lager lag dan de werkelijke sporendensiteit van het onderzoeksgebied. Bij prospectie met lagere dekkingsgraden wordt deze potentiële afwijking substantieel hoger. Bij een C van 7,5% kan dit oplopen tot 7,1% en bij een C van 5% tot 9,8%.





Figuur 15: Verschil tussen de sporendensiteit in de sleuven en de werkelijke sporendensiteit binnen het onderzoeksgebied, in functie van de dekkingsgraad voor een patroon van continue sleuven (CT_W2), voor de totale dataset. De blauwe zone geeft het interval waarbinnen zich 95% van de observaties bevinden. De stippeellijnen bakenen het gebied af waarbinnen er minder dan 2,5% afwijking is t.o.v. de werkelijke sporendensiteit.

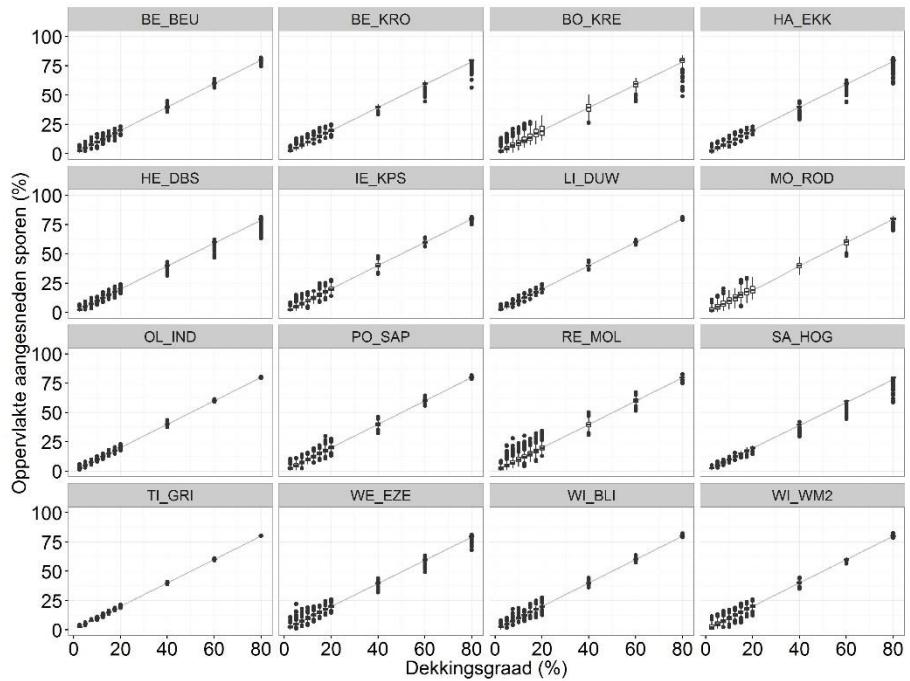
8.5.4 Dekkingsgraad

Voor elke onderzochte proefsleuvenconfiguratie kunnen de resultaten (F_INT en A_INT) voorgesteld worden d.m.v. een *boxplot*. Dit laat toe om trends te observeren bij een stijgende dekkingsgraad, van 2,5% tot 80%. Zoals verwacht volgt het gemiddelde van de aangesneden oppervlakte aan sporen een strikt lineaire relatie met de dekkingsgraad (figuur 16). Dit betekent dat wanneer een dekkingsgraad van 10% wordt gehouden, er gemiddeld 10% van de oppervlakte van de sporen in de sleuven zal te zien zijn. Dit geldt voor alle sites en onderzochte proefsleufconfiguraties.

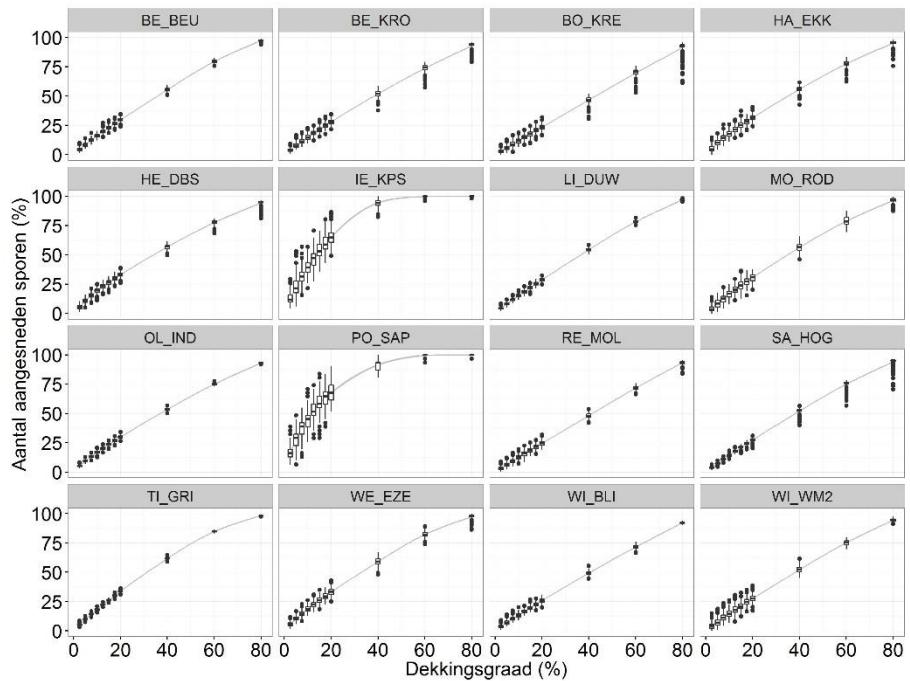
Het aantal gedetecteerde sporen volgt eerder een niet-lineaire, afvlakkende trend (figuur 17). Bij hogere dekkingsgraden (60%-80%), is de ‘winst’ in het aantal sporen dat wordt aangesneden minder uitgesproken. In het bereik van 2,5% tot 20% is de trend echter wel lineair, maar met een hellingsgraad groter dan 1. Dit wil zeggen dat bij een toename in dekkingsgraad van 1% er een stijging volgt van meer dan 1% wat betreft het aantal aangesneden sporen. Bij sites met lange en uitgestrekte sporen, bijvoorbeeld deze met loopgraven uit beide wereldoorlogen (PO_SAP en IE_KPS), is dit sterk uitgesproken en is de hellingsgraad zelfs hoger dan 3.

Zowel figuur 16 als figuur 17 laten duidelijk zien dat er geen optimum wordt bereikt bij een bepaalde dekkingsgraad in het bereik van 2,5% tot 20%. Een stijging in de dekkingsgraad zal proportioneel steeds tot eenzelfde (in het geval van A_INT) als grotere stijging (in het geval van F_INT) in informatie leiden.





Figuur 16: Overzicht van de relatie tussen de dekkingsgraad en de oppervlakte van aangesneden sporen, uitgedrukt als percentage van de totale oppervlakte aan sporen per site.



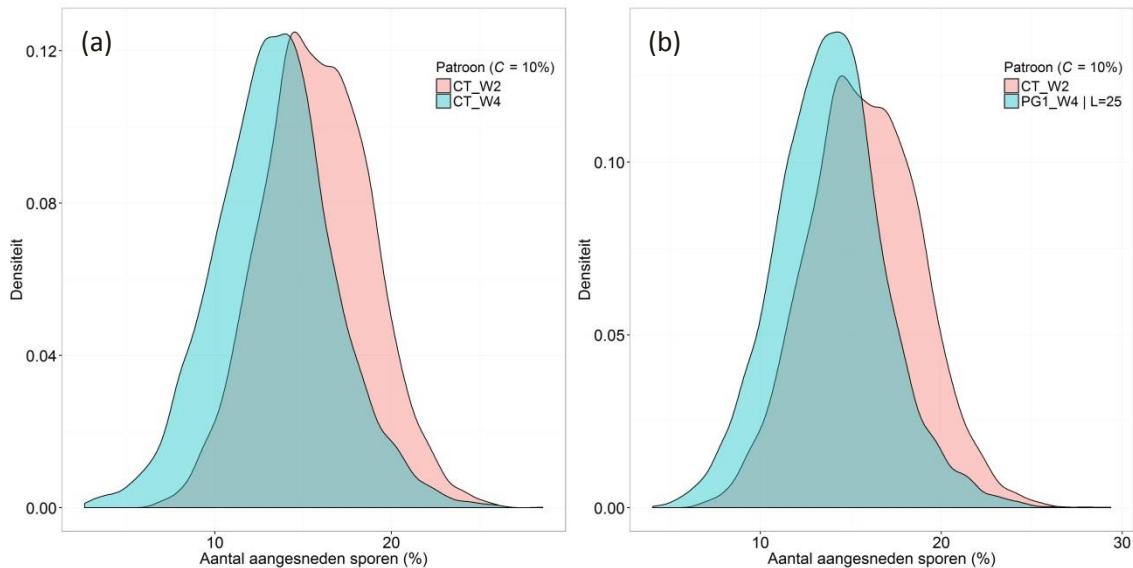
Figuur 17: Overzicht van de relatie tussen de dekkingsgraad en het aantal aangesneden sporen, uitgedrukt als percentage van de totale aantal sporen per site.

8.5.5 Breedte van de sleuven

In Vlaanderen wordt archeologisch vooronderzoek met proefsleuven meestal uitgevoerd met continue, 1,8 m of 2 m brede sleuven. Toch wordt er soms voor gekozen om te werken met 3 m brede continue sleuven of 4 m brede sleuven in stippellijnverband, vanuit de overtuiging dat dit de



herkenbaarheid en leesbaarheid van de sporen ten goede komt. Indien continue proefsleuven worden toegepast, heeft het verbreden van de sleuven van 2 m naar 4 m bij eenzelfde dekkingsgraad tot gevolg dat de afstand tussen de sleuven verdubbelt. Indien het aantal aangesneden sporen als maat wordt genomen om de efficiënte van het gekozen proefsleufpatroon te evalueren, wordt bij vergelijking van 2 m en 4 m brede, continue sleuven duidelijk dat deze laatste beduidend minder goed scoren (figuur 18a). Het gemiddelde aantal sporen dat wordt aangesneden ligt bij 4 m brede sleuven steeds lager in vergelijking met de 2 m brede variant. Dit verschil is statistisch significant ($p < 0.001$). Voor een dekkingsgraad van 10% worden met 4 m brede sleuven gemiddeld 13,4% van de sporen aangesneden, maar met 2 m brede sleuven zijn dat er 15,8%. Daarnaast is ook de standaardafwijking kleiner bij een systeem met 2 m brede sleuven. Dit reflecteert een smaller bereik in het aantal mogelijke resultaten.



Figuur 18: Densiteitsplot van het aantal aangesneden sporen bij 500 simulaties van (a) continue, 2 m brede sleuven (CT_W2) vergeleken met continue, 4 m brede sleuven, en (b) continue, 2 m brede sleuven vergeleken met een stippellijnpatroon van 4 m breed en 25 m lange sleuven.

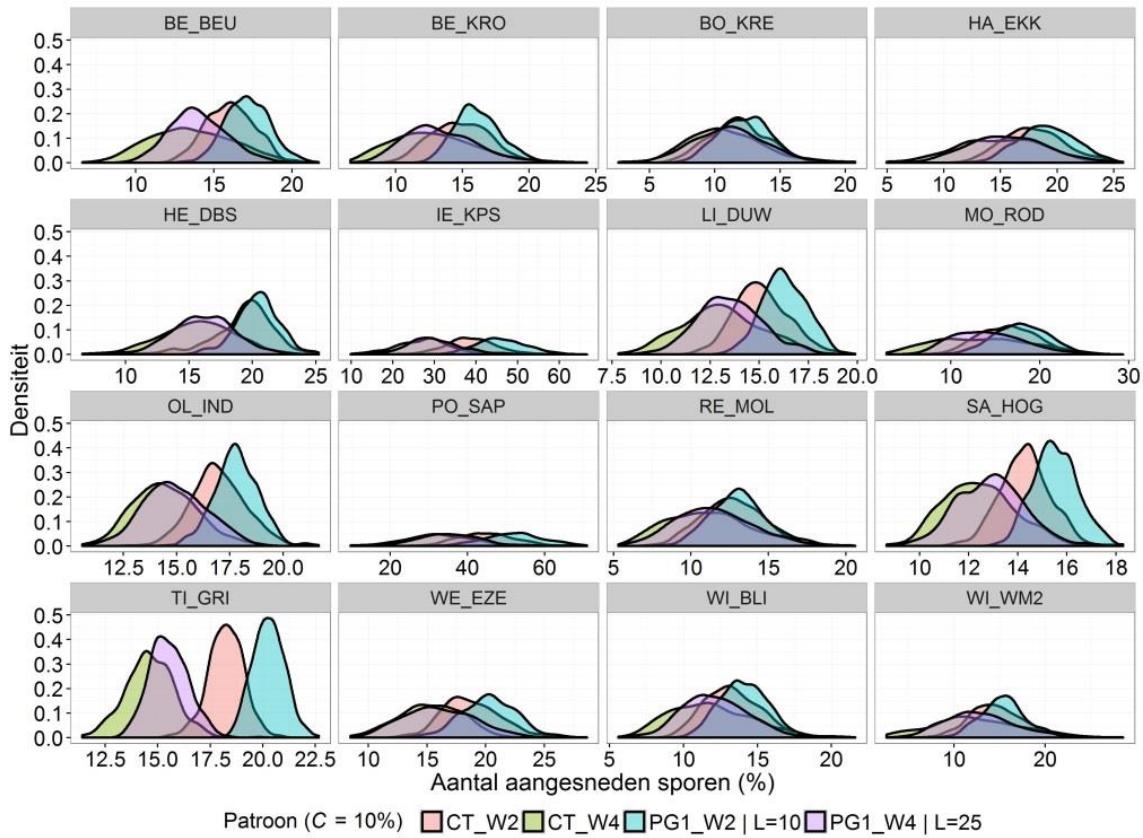
Vergelijken we een proefsleufpatroon van 2 m brede continue sleuven (CT_W2) met het gebruik van 4 m brede en 25 m lange sleuven in stippellijnverband (PG1_W4) dan krijgen we een vergelijkbaar beeld te zien. Opnieuw worden er gemiddeld gezien beduidend minder sporen aangesneden bij het gebruik van brede sleuven (figuur 18b).

Dit verschil in efficiëntie door het gebruik van brede sleuven werd geobserveerd voor alle 16 onderzochte sites (figuur 19). De maximale afwijking tussen het gemiddelde aantal aangesneden sporen bij 2 m en 4 m brede continue sleuven ($C = 10\%$) bedraagt 4,2% bij TI_GRI. Dit alles betekent dat het aantal geobserveerde sporen in 4 m brede sleuven meer variabel is en sterk afhankelijk van de (willekeurige) oriëntatie en positionering van het proefsleufpatroon.

De gemiddelde oppervlakte aan sporen die wordt aangesneden is niet afhankelijk van de methode, maar staat in rechtstreeks verband met de dekkingsgraad. De standaard afwijking (als maat voor de spreiding) is dat echter wel en is steeds groter bij simulaties met 4 m brede sleuven. Het grootste verschil geobserveerd binnen deze dataset is voor de site WI_WIJ, waar bij een dekkingsgraad van 10% de standaard afwijking 2,2% bedroeg voor het patroon met 2 m brede sleuven en 4,4% voor hetzelfde patroon met 4 m brede sleuven. Door deze observaties kunnen we methodes waar brede sleuven worden toegepast als minder betrouwbaar beschouwen. De resultaten van archeologisch vooronderzoek met brede sleuven levert gemiddeld gezien niet alleen minder gedetecteerde sporen



op, maar het risico is ook groter een niet-representatief aandeel van de sporen aan te treffen. Dit kan ervoor zorgen dat er een beduidende over- of onderschatting van het totaal aantal sporen wordt gemaakt.



Figuur 19: Densiteitsdiagrammen van het aantal aangesneden sporen per site, voor vier verschillende proefsleufpatronen.

8.5.6 Stippellijnpatronen

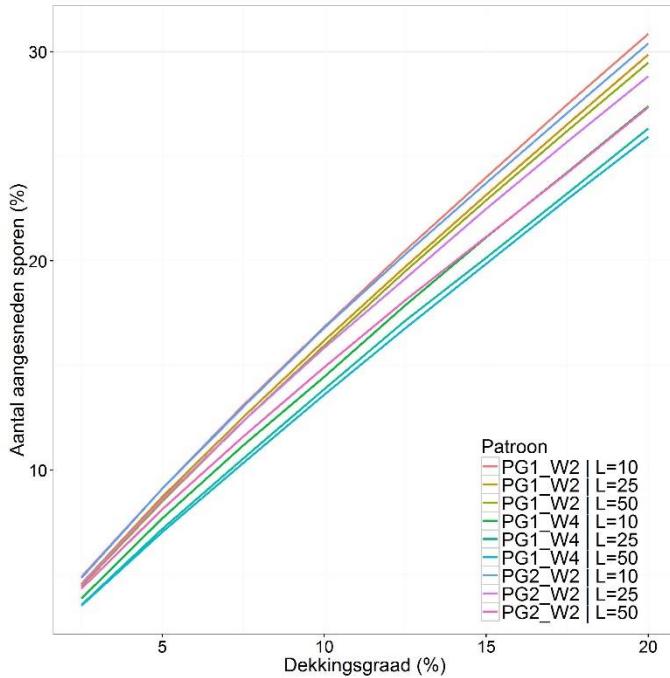
Indien geopteerd wordt om met een stippellijnpatroon te werken, zijn er een oneindig aantal varianten voor een vooropgestelde dekkingsgraad. Hierbij is de keuze van de lengte van de individuele sleuven van groot belang. In dit onderzoek werden proefsleuf patronen met korte ($L = 10\text{m}$), middellange ($L = 25\text{m}$) en lange ($L = 50\text{m}$) sleuven met elkaar vergeleken. Daarnaast werd het interval / tussen de sleuven gelijk gehouden aan de lengte L (PG1) of dubbel zo lang gemaakt ($I = 2xL$; PG2).

Opnieuw blijkt dat er bij het werken met 4 m brede sleuven gemiddeld minder sporen worden aangesneden, ongeacht de lengte van de sleuven (figuur 20). Globaal gezien worden met 4 m brede sleuven ca. 4-5% minder sporen aangesneden dan met een stippellijnpatroon met even lange, maar 2 m brede sleuven ($C = 10\%$). Bij hogere dekkingsgraden worden deze verschillen nog meer uitgesproken.

Het verschil tussen de methodes PG1 ($I = L$) en PG2 ($I = 2xL$) is relatief klein. Het patroon met aansluitende sleuven (PG1) presteert iets beter binnen deze dataset, maar het verschil met PG2 is verwaarloosbaar klein en ligt in de orde van 1%. De verschillen tussen beide zijn te klein om praktisch van enige betekenis te zijn bij een dekkingsgraad lager dan 12,5%. Voor de configuratie met lange sleuven ($L = 50\text{ m}$) is er een statistisch significant verschil ($p < 0,001$) met de kortere sleuven, ook bij een dekkingsgraad lager dan 12,5%.



Uit de grafiek wordt wel duidelijk dat het gebruik van korte sleuven ($L = 10$ m), ongeacht het patroon PG1 of PG2 wordt gevolgd, altijd efficiënter is in vergelijking met hetzelfde patroon maar dan met langere sleuven, als we kijken naar het gemiddelde aantal sporen dat wordt aangesneden (figuur 20). Het grote nadeel van het gebruik van korte sleuven is dat het aantal sleuven dat moet aangelegd worden stijgt van 10 per hectare voor $L = 50$ m naar 50 sleuven per hectare voor sleuven met een lengte van 10 m ($C = 10\%$). Dit vraagt uiteraard meer inspanningen tijdens de plannings- en uitvoeringsfase.



Figuur 20: Relatie tussen het gemiddeld aantal aangesneden sporen in functie van de dekkingsgraad, per proefsleufpatroon.

8.5.7 Continue sleuven vs. stippellijnpatroon

Valt het aan te raden om een stippellijnpatroon te gebruiken i.p.v. continue sleuven, aangezien de eerste net iets efficiënter is in het aansnijden van sporen? Om dit kwantitatief uit te drukken werd een lineaire regressie uitgevoerd op de resultaten van de simulaties met een patroon van continue sleuven ($W = 2$ m en 4 m breed) en stippellijnpatronen met 10 m en 25 m lange sleuven, bij dekkingsgraden van 2,5% tot 20%. Binnen dit bereik volgt het procentuele aandeel aangesneden sporen (F_{INT_P}) een lineair verloop met de dekkingsgraad. Dit kan voor alle vier de proefsleufpatronen gemodelleerd worden en uitgedrukt in volgende wiskundige vorm:

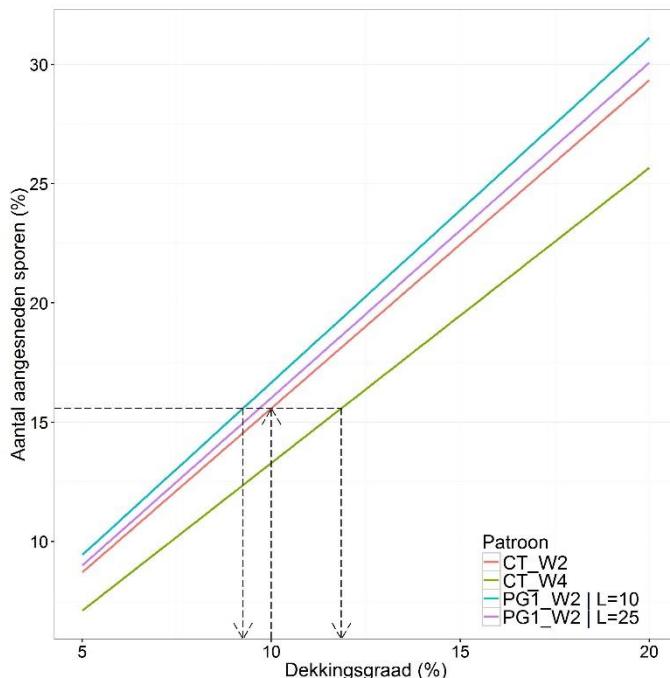
$$F_{INT_P} = a + b \cdot (C)$$

Alle vier modellen zijn onderling significant verschillend ($p < 0.001$). Ze laten toe om het equivalent te zoeken van een gemiddeld aantal aangesneden sporen (F_{INT_P}) bij een bepaalde dekkingsgraad, gebruik makend van een ander proefsleufpatroon. Voor continue, 2 m brede sleuven met een dekkingsgraad van 10% worden bijvoorbeeld gemiddeld 15,6% van de sporen aangesneden. Hetzelfde gemiddelde wordt bij een stippellijnpatroon met 10 m lange sleuven bereikt met een dekkingsgraad van 9,3% (figuur 21). vergeleken met een stippellijnpatroon met middellange sleuven ($L = 25$ m) is het verschil in dekkingsgraad nog kleiner ($\Delta = 0,31\%$). Deze verschillen worden iets meer uitgesproken bij hogere dekkingsgraden. Wanneer gebruik wordt gemaakt van 4 m brede sleuven,



wordt hetzelfde gemiddelde voor F_INT_P (i.e. 15,6%) bereikt bij een dekkingsgraad van 11,6%. Op het vlak van efficiëntie heeft het gebruik van brede sleuven tot gevolg dat de dekkingsgraad best met 1,6% wordt opgetrokken om gemiddeld hetzelfde aantal sporen aan te snijden als bij een proefsleufpatroon met continue 2 m brede sleuven.

Op basis van deze modellen wordt het duidelijk dat er in vergelijking met een proefsleufpatroon van continue sleuven, op vlak van aan te houden dekkingsgraad, relatief weinig winst te boeken valt door gebruik te maken van een stippellijnpatroon met korte of middellange sleuven. Al moet gezegd dat de resultaten bekomen met een stippellijnpatroon meer robuust zijn op vlak van variabiliteit, wat wordt uitgedrukt door een lagere standaard afwijking op het aantal aangesneden sporen.



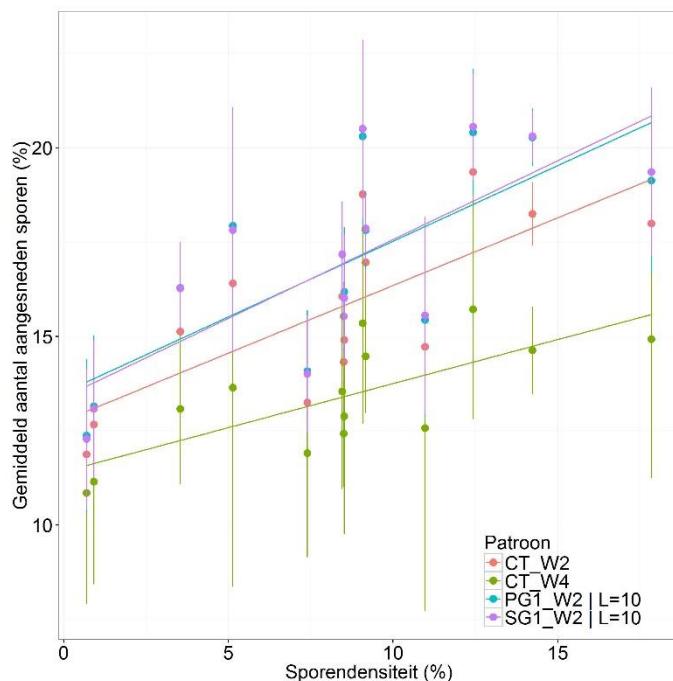
Figuur 21: Lineaire modellen die de relatie beschrijven tussen het aantal aangesneden sporen en de dekkingsgraad, voor 4 verschillende proefsleufpatronen.

8.5.8 Optimalisatie i.f.v. de verwachte sporendensiteit

De efficiëntie van een bepaald proefsleufpatroon om archeologische sporen aan te snijden, is voor een deel afhankelijk van de sporendensiteit op het onderzoeksgebied (figuur 13). Logischerwijs is het zo dat op sites met een lage sporendensiteit de proportionele kans om sporen effectief aan te snijden ook lager is dan op sites met een hoge sporendensiteit. De vraag die hieruit volgt is of er een enige optimalisatie mogelijk is in het te kiezen proefsleufpatroon naargelang de sporendensiteit die kan verwacht worden op basis van de geografische ligging, geomorfologie, archeologische opgravingen in dezelfde regio, etc. Met andere woorden, is bijvoorbeeld een stippellijnpatroon efficiënter indien een lage sporendensiteit wordt verwacht, of is het dan net aangewezen om met continue sleuven te werken? Om dit te beantwoorden werden de resultaten van de simulaties gelinkt aan de sporendensiteit binnen de perimeter van het onderzoeksgebied. In figuur 22 worden de gemiddelde aantallen aan aangesneden sporen weergegeven voor de verschillende sites (met de s.d. als foutenvlaggen) bij een dekkingsgraad van 10%. De twee sites PO_SAP en IE_KPS met loopgraven uit WOI werden hierin niet opgenomen aangezien ze sterk afwijkende resultaten opleveren. Dit zou de meer algemene trend danig verstoren.



Opnieuw wordt duidelijk dat ongeacht de kenmerken van de archeologische site, het gekozen proefsleufpatroon sterk bepalend is voor het aantal sporen dat zal worden aangesneden bij een gekozen dekkingsgraad. Proefsleufpatronen die gebruik maken van 4 m brede sleuven zijn, ongeacht de sporendensiteit op een site, minder efficiënt en zullen gemiddeld minder sporen aansnijden in vergelijking met patronen waarbij 2 m brede sleuven worden gebruikt. Zeker op lage-densiteitssites worden er beduidend minder sporen aangesneden met een systeem van 4 m brede, continue sleuven (figuur 22). Bovendien is de standaardafwijking (de foutenvlaggen in figuur 22) op het gemiddelde significant hoger bij de simulaties uitgevoerd met dit patroon in vergelijking met de andere proefsleufpatronen, waardoor we deze methode als minder betrouwbaar mogen beschouwen. Hoe hoger de sporendensiteit binnen het onderzoeksgebied, hoe groter de verschillen worden tussen de methodes. Het hagelstagpatroon en stippellijnpatroon, beide met een sleuflengte van 10 m, geven de hoogste gemiddelde waarde voor F_INT_P, ongeacht de sporendensiteit binnen het onderzoeksgebied. Het patroon met continue 2 m brede sleuven sluit dicht aan bij de voorgaande.



Figuur 22: Relatie tussen het gemiddelde relatieve aantal van aangesneden sporen en de sporendensiteit op 14 verschillende sites, verkend met verschillende configuraties van proefsleuven.

8.6 INTERPRETATIE EN DISCUSSIE

Door proefsleufpatronen tot 500-maal toe te simuleren, met een willekeurige oriëntatie en positionering, op de plannen van 16 vlakdekkend opgegraven archeologische sites, werd meer inzicht verkregen in de variabiliteit die eigen is aan deze prospectiemethode. De inherente variabiliteit zo veel mogelijk reduceren, blijkt enkel mogelijk te zijn door een onderbouwde keuze te maken bij het ontwerpen van het proefsleufpatroon. De simulaties tonen aan dat het gebruik van 4 m brede sleuven kan beschouwd worden als een minder betrouwbare methode aangezien ze t.o.v. patronen met 2 m brede sleuven significant minder sporen zal aansnijden. Zowel voor continue sleuven als voor het stippellijnpatroon zullen de 4 m brede sleuven gemiddeld respectievelijk 2,4% en 1,9% minder sporen aansnijden in vergelijking met een patroon van 2 m brede continue sleuven (figuur 18). Bovendien zal het risico dat de hoeveelheid aangesneden sporen niet representatief is voor het



volledige onderzoeksgebied of de site, significant hoger liggen bij het gebruik van 4 m brede sleuven, zoals wordt uitgedrukt door de hogere standaardafwijking op de resultaten van de simulaties (figuur 18 en tabel 4). Daardoor kunnen we deze methode als de minst robuuste van alle onderzochte proefsleufpatronen bestempelen.

De proefsleufpatronen die de beste resultaten gaven op het vlak van gemiddeld aantal aangesneden sporen, gecombineerd met een lage standaardafwijking, zijn het stippellijnpatroon en het hagel slagpatroon met korte sleuven ($L = 10$ m). Deze twee methodes genereren betere resultaten dan stippellijn- of hagel slagpatronen met langere sleuflengtes én beter dan een patroon met continue sleuven. Dit werd al aangetoond in het onderzoek van Hey & Lacey¹¹⁶ en bevestigd door statistische modellering¹¹⁷. Voor het hagel slagpatroon toonden Verhagen & Borsboom¹¹⁸ eerder al aan dat deze methode bijzonder relevant is voor het detecteren van lineaire sporen. Bij een stippellijnpatroon of patroon met continue sleuven is er immers een reële kans dat dergelijke sporen niet aangesneden worden door de proefsleuven als ze bij toeval parallel aan de sleuven georiënteerd zijn. Als we echter kijken naar de resultaten van de hier uitgevoerde simulaties op de dataset van 16 sites, blijkt dat het aantal aangesneden sporen met het hagel slagpatroon en stippellijnpatroon sterk gelijkaardig zijn, ongeacht het aandeel lineaire sporen. Het verschil tussen beide methodes is dus bijzonder klein.

De efficiëntie van de proefsleufmethodes werd geëvalueerd door te berekenen bij welke dekkingsgraad gemiddeld gezien hetzelfde aantal sporen werd aangesneden. Daaruit blijkt dat er bij een stippellijnpatroon met 10 m lange sleuven ongeveer 1% minder dekkingsgraad nodig is om gemiddeld eenzelfde aantal sporen aan te snijden dan met een grid van continue 2 m brede sleuven (figuur 21). Dit is op zich een beperkte ‘winst’, maar op grote sites kan deze 1% dekkingsgraad wel doorwegen in de projectkosten indien omgerekend naar het volume grondverzet. Daarnaast moet gesteld worden dat het gebruik van een stippellijnpatroon meer robuust is wat betreft de variabiliteit in mogelijke resultaten. Dit betekent dat de kans kleiner is dat het aantal aangesneden sporen niet representatief is voor de totale site, en een aanzienlijke over- of onderschatting geeft. Indien gewerkt wordt met 4 m brede sleuven moet de dekkingsgraad minstens 1,6% worden opgetrokken om dezelfde efficiëntie te behalen (figuur 21). Naar de praktijk moet wel vermeld worden dat het aanleggen van een proefsleufpatroon met onderbroken sleuven, i.e. stippellijn- of hagel slagpatroon, meer tijd vraagt tijdens de planning en uitvoering op het terrein¹¹⁹, waardoor dergelijke methoden mogelijk minder kostenefficiënt zijn¹²⁰.

Bij deze studie ligt de focus voornamelijk op één bepaald aspect van de aard van archeologische sites, nl. de sporendensiteit. Voor een meer complete evaluatie van de archeologische waarde van een site moeten ook andere parameters in rekening gebracht worden, zoals de kwaliteit en bewaringstoestand van de archeologische sporen, de herkenning van structuren, en de relatie van de gevonden site tot de ruimere omgeving en het landschap. Enkel op deze manier kan het wetenschappelijk potentieel en de mogelijke kenniswinst op een adequate manier ingeschat worden¹²¹.

Toch blijft de sporendensiteit een eerste en belangrijke parameter die gebruikt wordt om verdere acties (meer vooronderzoek, opgraven, behoud *in situ*) te rechtvaardigen en de kosten in te schatten. Daarbij wordt de geobserveerde sporendensiteit in de sleuven geëxtrapoleerd naar het volledige

¹¹⁶ Hey & Lacey 2001.

¹¹⁷ Champion *et al.* 1995; Borsboom *et al.* 2012; Verhagen & Borsboom 2009.

¹¹⁸ Verhagen & Borsboom 2009.

¹¹⁹ Hey & Lacey 2001; Verhagen & Borsboom 2009.

¹²⁰ Dubouloz 2003.

¹²¹ De Clercq *et al.* 2011, 2012; Hey & Lacey 2001; Verhagen & Borsboom 2009; Verhagen 2014.



onderzoeksgebied. Uit de resultaten van deze studie blijkt echter dat indien deze oefening wordt uitgevoerd op basis van proefsleuvenonderzoek met een lage dekkingsgraad, er een aanzienlijk risico is om de werkelijke sporendensiteit substantieel te over- of onderschatte. Zeker op sites met een hoge sporendensiteit kan het extrapoleren van de densiteit geobserveerd in de sleuven al vlug tot een over- of onderschatting van 10% leiden indien de dekkingsgraad van het proefsleufpatroon lager is dan 10% (figuur 14). Het risico op een substantiële over- of onderschatting van het aantal sporen binnen een onderzoeksgebied gebaseerd op vooronderzoek met proefsleuven kan aanzienlijk gereduceerd worden door een dekkingsgraad van minstens 10% aan te houden. Over alle hier onderzochte sites heen is het verschil tussen de werkelijke sporendensiteit binnen het geprospecteerde gebied en de sporendensiteit geobserveerd in de sleuven, in 95% van de gevallen kleiner dan 2,5% bij een dekkingsgraad van 10% of meer (figuur 15).

Uiteraard moet de kanttekening gemaakt worden dat de hier gehanteerde methodiek een puur analytische benadering is van archeologisch vooronderzoek met proefsleuven. De ontwikkelde ArcGIS-toolbox berekent het aansnijden van de sporen, maar dit staat niet noodzakelijk gelijk aan het detecteren en herkennen van archeologische sporen op het terrein. Toch kunnen we stellen dat hoe meer sporen aangesneden worden, proportioneel t.o.v. het totale aantal sporen op de site, hoe hoger de kans is dat deze aangesneden sporen effectief zullen herkend en kunnen geëvalueerd worden. Wat niet wordt aangetroffen in de sleuven kan immers ook niet geëvalueerd worden.

In deze studie is er geen differentiatie volgens culturele periode, en evenmin volgens sitetype of landschappelijke context. De onderzochte dataset bestaat uitsluitend uit meerperiodensites, en deze wordt hier aanzien als een representatief staal uit de brede waaier aan archeologische sites in Vlaanderen.

9 CONCLUSIES UIT DE BESTAANDE PRAKTIJKEN EN ONDERZOEK

Uit de bestaande praktijken in binnen- en buitenland komt naar voor dat de meest pertinente vraag is welke de optimale steekproefgrootte of **dekkingsgraad** is. In Engeland was 2% lange tijd de norm, maar deze is opgetrokken naar 5%; in Frankrijk bestond een 5%-norm die is opgetrokken naar 10%, en in Nederland hanteert men 7 tot 10%.

De gekozen dekkingsgraad is vanzelfsprekend afhankelijk van de vragen die bij aanvang van de evaluatie gesteld worden. Uit de literatuur blijkt dat lage percentages, zoals de 2%-norm in Engeland en de vroegere 5%-norm in Frankrijk, eerder ingegeven zijn vanuit een karterende doelstelling, ofwel de zuivere detectie van archeologische sporen, terwijl hogere waarden, zoals de 7 tot 10%-norm in Nederland, eerder een correcte inschatting van de potentie, kwaliteit en onderzoekstermijn (en dus de omvang, aard en kostprijs van het onderzoek) beogen¹²². Deze overweging werd overigens ook in Frankrijk gemaakt.

¹²² Uit de literatuur blijkt dat de termen ‘verkennend’, ‘karterend’ en ‘waarderend’ onderzoek in Vlaanderen en Nederland vaak een andere lading dragen. In Nederland wordt met ‘verkennend booronderzoek’ eigenlijk het (paleo)landschappelijk booronderzoek bedoeld, het in kaart brengen van de ondergrond, de (paleo)landschappelijke kenmerken en eventuele verstoringen van een projectgebied d.m.v. grondboringen, m.a.w. het karteren van de geomorfologische/ sedimentaire/ bodemkundige opbouw en -eigenschappen van een studiegebied. In Nederland is er in de toegepaste methodiek dan ook een onderscheid tussen karterend en waarderend proefsleuvenonderzoek. In Vlaanderen lijkt dit onderscheid minder te worden gemaakt. Zuiver waarderend proefsleuvenonderzoek gebeurt in Vlaanderen in het kader van beschermingsdossiers, maar betekent geen verschil van aanpak bij uitvoering van het veldwerk en de registraties op het terrein. Enkel de dekkingsgraad kan bij dergelijk proefsleuvenonderzoek afwijken.

De laatste jaren is een zekere gelijkschakeling qua norm waar te nemen. 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 om sites van kleinere omvang te missen bij een archeologisch vooronderzoek met een dekkingsgraad van 5% aanzienlijk groter is dan bij een dekkingsgraad van 10%. Tegenwoordig is men het er dus in de ons omringende landen over eens dat 10% (en in bepaalde gevallen zelfs 15%) een meer betrouwbare inschatting kan geven van de te verwachten archeologische sporen. Dit betekent echter niet dat deze norm door iedereen wordt gehanteerd. Alles hangt af van de vragen waarop een proefsleuvenonderzoek moet antwoorden.

De Clercq *et al.* (2011) gaven reeds aan dat een evaluatie door middel van een hoge dekkingsgraad essentieel is voor een goed begrip van de aard en de verspreiding van de menselijke occupatie in rurale milieus, zowel in niet-afgedekte zandige gebieden als in afgedekte riviergebieden¹²³, maar dat de methodiek moet aangepast worden aan de gegeven context, waarbij evenveel aandacht gaat naar densiteit en kwaliteit als naar structuur¹²⁴. Ook in Nederland werd deze bedenking eerder al gemaakt door Fokkens, die eveneens pleit voor een flexibele aanpak¹²⁵.

De vraag of een proefsleuvenonderzoek 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 onmogelijk bij een dekkingsgraad onder de 7,5%-norm vanwege het fragmentaire karakter van de gegevens, en betekent voor een loutere kartering de 15%-norm meestal een te grote onderzoeks kosten.

Uit de in deze studie uitgevoerde simulaties blijkt dat het aantal en de oppervlakte aan sporen dat wordt aangesneden, sterk kan variëren naargelang de ligging en oriëntatie van het gekozen proefsleufpatroon. Bij een lage dekkingsgraad (< 7,5%) is de kans beduidend hoger dat door toevallige effecten de densiteit aan sporen aangetroffen in de sleuven een significante onder- of overschatting is in vergelijking met dit van de volledige site. Daarom is vooronderzoek met proefsleuven bij een lage dekkingsgraad geen accurate methode om de werkelijke sporendensiteit in te schatten. Dit kan leiden tot een zware over- of onderschatting van het te verwachten aantal sporen en/of de oppervlakte aan sporen bij een vlakdekkende opgraving, en levert bijgevolg geen betrouwbare inschatting van de onderzoekstermijn en -kosten.

Een ander belangrijk discussiepunt is de **configuratie van de proefsleuven**. In het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Nederland worden/werden, naargelang de uitvoerder, verschillende configuraties gehanteerd. Het oudste en waarschijnlijk meest gebruikte patroon in Europa zijn de discontinue sleuven (stippellijnpatroon), al dan niet overlappend met de voorgaande rij sleuven. In het Verenigd Koninkrijk wordt vaak gebruik gemaakt van het hagel slagpatroon. Beide methodes hebben een laag aandeel aan niet bedekte zones in vergelijking met een systeem van continue sleuven¹²⁶. Zeker bij het aansnijden van lineaire sporen levert het hagel slagpatroon betere resultaten op en kan het beschouwd worden als een betrouwbare methode¹²⁷. De meest efficiënte configuraties zijn deze waarbij de sleuflengte zo klein mogelijk wordt gehouden. Dit heeft wel als gevolg dat bij eenzelfde nagestreefde dekkingsgraad meer sleuven moeten worden gegraven. Dit blijkt ook uit de simulaties waarbij door de stippellijnconfiguraties met korte sleuven een hoger aantal sporen en oppervlakte aan sporen werd aangesneden dan door een patroon met continue

¹²³ De Clercq *et al.* 2011, 74.

¹²⁴ De Clercq *et al.* 2012, 48.

¹²⁵ Fokkens 2007, 66.

¹²⁶ zie Borsboom *et al.* 2012, fig. 8 en fig. 9.

¹²⁷ Borsboom *et al.* 2012, 29; Hey & Lacey 2001.



sleuven. De stippellijnconfiguratie met korte sleuven bleek tevens ook de meest robuuste methode te zijn aangezien de keuze van oriëntatie en ligging van het sleuvenpatroon de resultaten het minst leken te beïnvloeden (kleine standaardafwijking bij 500 simulaties per site).

Daartegenover staat echter dat deze methodes in de praktijk minder efficiënt uit te voeren zijn en er daarom weinig draagvlak voor te vinden is. Zeker bij het hagelstagpatroon en/of stippellijnpatroon met korte sleuven zijn veel machinebewegingen nodig. De aanlegtermijn en vooral het overzicht lijden aanzienlijk onder deze configuraties.

Een, zeker in Vlaanderen, meer vertrouwde methodiek is deze van de continue sleuven. Deze werd geïntroduceerd van zodra het inzicht groeide dat de dekkingsgraad naar boven moest worden bijgesteld: bij een hogere dekkingsgraad worden de sleuven eenvoudigweg dichter bij elkaar aangelegd. De continue configuratie heeft, op voorwaarde dat het sleuveninterval niet té groot is, ontegensprekelijk enkele praktische voordelen: de machinebewegingen en de tijdsinvestering nodig om het proefsleufpatroon of het terrein uit te zetten, worden tot een minimum herleid. Bovendien wordt het relatief eenvoudig om het juiste niveau aan te houden, en het microreliëf te volgen, wat met korte sleuven niet vanzelfsprekend is op hellende terreinen of in dalen met colluvium.

Uit de simulaties kwam wel duidelijk naar voor dat het gebruik van 4 m brede sleuven, ongeacht het toegepaste patroon (continue sleuven, stippellijn, hagelstag), minder betrouwbare resultaten oplevert. Het gebruik van brede sleuven verhoogt de kans aanzienlijk dat de sporendensiteit geobserveerd in de sleuven niet representatief is voor de volledige site. Er is m.a.w. een verhoogde kans dat met deze methode een aanzienlijke over- of onderschatting wordt bekomen van de werkelijke sporendensiteit.

Zowel uit de reeds gepubliceerde evaluatie- en optimalisatiestudies als de hier uitgevoerde simulaties komt het stippellijn- of hagelstagpatroon als meest efficiënte en betrouwbare methode naar voor. Zeker als er veel korte sleuven worden aangelegd, zijn de resultaten van het vooronderzoek goed te extrapoleren naar de volledige site. Wel blijkt uit de simulaties dat de onderlinge verschillen tussen de verschillende proefsleufpatronen relatief beperkt zijn.

Volgens Hey & Lacey (2001) is het zo dat, van zodra de 10%-norm overschreden wordt, de sleuvenconfiguratie niet meer relevant is in verhouding tot de behaalde resultaten. Uit de hier uitgevoerde simulaties blijkt echter dat de verschillen in effectiviteit tussen de methodes onderling blijven bestaan, ook bij hogere dekkingsgraden. Bovendien wordt in de relatie tussen dekkingsgraad en aantal aangesneden sporen nooit een optimum bereikt. Een verhoging van de dekkingsgraad zal m.a.w. globaal gezien steeds leiden tot een minstens even grote toename van de aangesneden sporen in de proefsleuven.

Los van het feit dat de traceerbaarheid van sporen ook afhankelijk is van bodemkundige fenomenen, moeten we ook rekening houden met het feit dat sommige sporen- of vondstenclusters niet altijd detecteerbaar zijn door middel van proefsleuven. Alles hangt af van de sporendichtheid: hoe lager de densiteit aan sporen, hoe meer kans dat een proefsleuvenonderzoek voor bepaalde sporen- en vondstenclusters negatief uitvalt¹²⁸. De vraag in hoeverre hierop kan ingespeeld worden qua dekkingsgraad en proefsleufmethode 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 meer aandacht te besteden aan de studie van de genese van het landschap.

¹²⁸ Hey & Lacey 2001; Blancquaert 2006.



Zeker is dat tijdens het evalueren van de resultaten van een vooronderzoek, en zeker bij het assessment, moet rekening gehouden worden met het feit dat ook bij de meest renderende proefsleufconfiguratie en een voldoende hoge dekkingsgraad, toch de kans blijft bestaan dat door de toevallige keuze van oriëntatie en ligging van de sleuven, het aantal/de oppervlakte van de aangesneden sporen nog meerdere percentages kan afwijken van de werkelijke sporendensiteit van de totale site. De keuze van een voldoende hoge dekkingsgraad en regelmatig proefsleufpatroon, aangevuld met een voldoende hoog aantal/oppervlakte aan bijkomende kijkvensters, reduceert de kans op een ‘slechte’ lezing van het archeologisch potentieel van een site.



10 BIBLIOGRAFIE

- Bakker J.A., Brandt R.W., van Geel B., Jansma M.J., Kuijper W.J., van Mensch P.J.A., Pals J.P. & IJzereef G.F. 1977. Hoogkarspel-Watertoren: towards a reconstruction of ecology and archaeology of an agrarian settlement of 1000 BC. In: van Beek B.L., Brandt R.W. & Groenman-van Waateringe W. (eds.), *Ex Horreo*, Amsterdam, 187-225.
- Bats M. 2007. The Flemish wetlands: an archaeological survey of the valley of the river Scheldt. In: Barber C., Clark M., Cressey M., Crone A., Hale A., Henderson J., Housley R., Sands R. & Sheridan A. (eds.), *Archaeology from the wetlands: Recent perspectives. Proceedings of the 11th WARP conference, Edinburgh 2005*, Edinburgh, 93-100.
- Beke F., Teetaert D. & Hazen P.L.M. (eds.) 2014. Bewoningssporen uit de Romeinse en Middeleeuwse periodes en resten van een logistiek knooppunt uit de Eerste Wereldoorlog. Archeologische opgraving te Poperinge 'Sappenleen', *Rapport* 68, Ruben Willaert bvba.
- Blancquaert G. 2006a. Dourges, plate-forme multimodale Delta. In: Brun P., Marcigny C. & Vanmoerkerke J. (eds.), *Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 juin 2005 à Châlons-en-Champagne*, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 104-105, 35-39.
- Blancquaert G. 2006b. Etude comparative de 4 opérations archéologiques réalisées en milieu rural dans la région Nord/Pas-de-Calais, France. In: Blancquaert G. & Medlycott M. (eds.), *Archaeological Evaluation of Rural Areas in the Planarch Area of North West Europe. Planarch 2*, Maidstone, 19-42.
- Blancquaert G. & Medlycott M. 2006. *Archaeological evaluation of rural areas in the Planarch area of North West Europe*. Kent County Council, Maidstone.
- Borsboom A.J., Verhagen J.W.H.P. & Tol A. 2012. *KNA Leidraad Inventariserend Veldonderzoek. Deel: Proefsleuvenonderzoek (IVO-P)*, 2nd ed. Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer / ACVU-HBS / Hazenberg Archeologie, Gouda.
- Bourgeois J., Cordemans K., Crombé P., Meganck M. & De Clercq W. 2001. Archaeological Sampling Strategies in Flanders (Belgium). In: Evans K. & Williams J. (eds.), *Archaeological Evaluation Strategies in Belgium (Flanders and Wallonia), England, France and the Netherlands. Papers from the Planarch Maidstone Seminar May 2000*, Maidstone, 7-26.
- Bourgeois J., Meganck M. & Rondelez P. 1993. Noodonderzoek naar grafheuvels uit de Bronstijd in de provincies Oost- en West-Vlaanderen in 1991-1992, *Lunula, Archaeologia Protohistorica* 1, 7-10.
- Bourgeois J., Meganck M. & Rondelez P. 1994. Noodonderzoek 1993 te Maldegem-Vliegplein (prov. Oost-Vlaanderen): grafheuvels uit de Bronstijd, nederzettingen uit de Romeinse periode en uit de middeleeuwen, *Lunula, Archaeologia Protohistorica* 2, 1-3.
- Bourgeois J., Meganck M., Van Roeyen J.-P. & Verlaeckt K. 1996. Noodopgravingen 1995 te Sint-Gillis-Waas "Reepstraat" (O.-VI.). Nederzettingssporen uit de late bronstijd, de vroege ijzertijd en de Romeinse periode, *Lunula, Archaeologia Protohistorica* 4, 29-32.
- Brun P., Marcigny C., Vanmoerkerke J. 2006. Essai d'évaluation des opérations de grande surface. In: Brun P., Marcigny C. & Vanmoerkerke J. (eds.), *Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 Juin 2005 à Châlons-en-Champagne*, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 104-105, 88-96.
- Champion T., Shennan S. & Cuming P. 1995. *Planning for the past. Volume 3. Decision-making and field methods in archaeological evaluation*. University of Southampton / English Heritage, Southampton & London.
- Clotuche R. & Catteddu I. 2006. Onnaing "Zac de la vallée de l'Escaut". In: Brun P., Marcigny C. & Vanmoerkerke J. (eds.), *Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 juin 2005 à Châlons-en-Champagne*, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 104-105, 51-56.

- Collart J.-L. 2012. L'archéologie préventive en France: le cadre réglementaire et son application. Archéologie préventive in France: legal framework and implementation. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrave C. & Bradley R., *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 56-99.
- Crombé P. 2005. The last hunter-gatherer-fishermen in sandy-Flanders (NW Belgium): potentials and prospects for prehistoric research and management. In: Rensink E. & Peeters H. (eds.), Preserving the Early Past. Investigation, selection and preservation of Paleolithic and Mesolithic sites and landscapes, *Nederlandse Archeologische Rapporten* 31, Amersfoort, 41-54.
- Cryns J., Laloo P. & Noens G. (red.) 2014. Lier - Duwijk II. De geschiedenis van een bedrijventerrein. Eindrapportage van de archeologische opgraving van een meerfasige occupatie van het gebied Duwijk II, *GATE-rapport* 63, Bredene.
- Darvill T., Burrow S. & Wildgust D. 1995. *Planning for the Past. Volume II: an assessment of archaeological assessments, 1982-91*, English Heritage, Bournemouth.
- De Clercq W., Bastiaens J., Deforce K., Desender K., Ervynck A., Gelorini V., Haneca K., Langohr R. & Van Petegem A., 2001. Waarderend en preventief archeologisch onderzoek op de Axxes-locatie te Merelbeke (prov. Oost-Vlaanderen): een grafheuvel uit de Bronstijd en een nederzetting uit de Romeinse periode, *Archeologie in Vlaanderen* VIII, 123-164.
- De Clercq W., Bats M., Bourgeois J., Crombé P., De Mulder G., De Reu J., Herremans D., Laloo P., Lombaert L., Plets G., Sergant J. & Stichelbaut B. 2012. Development-led archaeology in Flanders: an overview of practices and results in the period 1990-2010. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrave C. & Bradley R. (eds.), *Development-led archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*. Oxbow Books, Oxford and Oakville, 29-55.
- De Clercq W., Bats M., Laloo P., Sergant J. & Crombé P. 2011. Beware of the known: methodological issues in the detection of low density rural occupation in large-surface archaeological landscape-assessment in Northern-Flanders (Belgium). In: Blancquaert G., Malrain F., Stäuble H. & Vanmoerkerke J. (eds.), Understanding the past: a matter of surface-area. Acts of the XIIIth session of the EAA congress, Zadar 2007, *BAR International Series* 2194, Oxford, 73-89.
- De Clercq W. & Cherretté B. 2006. Les d  buts de l'archéologie preventive en Flandre Orientale (Belgique). In: Brun P., Marcigny C. & Vanmoerkerke J. (eds.), Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces tudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 juin 2005  Châlons-en-Champagne, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 91, 46-51.
- de Smith M., Longley P., Goodchild M. 2015. *Geospatial Analysis. a comprehensive guide to principles, techniques and software tools (5th edition, 2015)*. URL <http://www.spatialanalysisonline.com/> (geraadpleegd op 27.05.2016).
- Dondeyne S., Van Ranst E. & Deckers J. 2012. *Converting the legend of the soil map of Belgium to world reference base for soil resources: case studies of the Flemish region*. Ongepubliceerd rapport, Universiteit Gent / K.U. Leuven, 121 p.
- Dubouloz J. 2003. valuation des méthodes de diagnostic : simulations sur des sites de l'Aisne, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 91, 46-50.
- Dyselinck T. 2013. Gent, Hogeweg. Vlakdekkende opgraving, *BAAC rapport A-11.0045*, 's Hertogenbosch.
- ESRI 1998. *ESRI shapefile technical description. An ESRI white paper*. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands.
- Fitzpatrick A. 2012. Development-led archaeology in the United kingdom: a view from AD 2010. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrave C. & Bradley, R. (eds.), *Development-led archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxbow Books, Oxford and Oakville, 139-156.
- Fokkens H. 2005. De positie van de West-Friesland in de Nederlandse Bronstijd. In: Van den Dries M.H. & Willemse W.J.H. (eds.), *Innovatie in de Nederlandse archeologie*, Stichting infrastructuur kwaliteitsborging bodembeheer, Gouda, 71-84.

- Fokkens H. 2007. Sleuven of boren? Archeologische prospectie van oude cultuurlandschappen. In: Jansen R. & Louwe Kooijmans L.P. (eds.), *Van contract tot wetenschap. Tien jaar archeologisch onderzoek door Archol BV, 1997-2007*, Archol, Leiden, 59-69.
- Groenewoudt B.J. 1994. Prospectie, waardering en selectie van archeologische vindplaatsen: een beleidsgerichte verkenning van middelen en mogelijkheden, *Nederlandse Archeologische Rapporten 17*, Amersfoort.
- Goudswaard B. 2001. Archaeological assessment within the Betuweroute Cargo Line Project. In: Evans K. & Williams J. (eds.), *Archaeological Evaluation Strategies in Belgium (Flanders and Wallonia), England, France and the Netherlands. Papers from the Planarch Maidstone Seminar May 2000*, Maidstone, 45-64.
- Gowen M. 2012. Frameworks for development-led archaeology in Ireland. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 157-164.
- Guillon M. 2012. Development-led archaeology in France. Practice and research, with particular reference to the Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (Inrap). In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 165-172.
- Hey G. & Lacey M. 2001. *Evaluation of archaeological decision-making processes and sampling strategies*. Kent County Council / Oxford Archaeological Unit, Oxford.
- Jacobs B. & De Smaele B. 2008. Boom Krekelenberg II. Opgraving van enkele ijzertijderven, april-juni 2007, basisrapport, *Archeologische rapporten 1*, Provincie Antwerpen, Antwerpen.
- Krakker J.J., Shott M.J. & Welch P.D. 1983. Design and evaluation of shovel-test sampling in regional archaeological survey, *Journal of Field Archaeology* 10, 469-480.
- Last J. 2012. Frameworks for development-led archaeology in England. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 128-138.
- Meylemans E. 2008. Hoofdstuk 12.2.6. Proefsleuven. In: *Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed Vlaanderen. A. Onderzoeksbalans Archeologie. 12. Methoden en Technieken. 12.2. Terreinprospecties en -evaluaties*. Online: https://onderzoeksbalans.onroerenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/methoden_en_technieken/terreinevaluatie/proefsleuven (geraadpleegd op 27.05.2016).
- Mikkelsen M. 2012. Development-led archaeology in Denmark. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 117-127.
- Mortier S. & De Clercq W. 2002. Archeologisch noodonderzoek in de industriezone Aalter-Langevoorde (O.-VI.), *Archaeologia Mediaevalis Kroniek* 25, 31.
- Mostert M. & Verbeek C. 2014. Op zoek naar de pot met drie oren. Archeologische vindplaatsen van jagers, boeren en krijgers langs de Industrielaan in Olen, *BAAC rapport A-11.0295*, 's-Hertogenbosch.
- Otten T. 2012. Development-led archaeology in Germany: the legal framework. The example of North Rhine-Westphalia. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led Archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a Round Table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*, Oxford, 100-107.
- Prilaux G. & Talon M. 2012. Le programme archéologique du canal Seine-Nord Europe: une opportunité hors norms pour l'étude de la Préhistoire dans le nord de la France, *Notae Praehistoricae* 32, 99-114.
- Riquier V. & Grisard J. 2011. An extensive surface project at Aube Logistics Park (France): the methods and initial scientific results. In: Blancquaert G., Malrain F., Stäuble H. &

- Vanmoerkerke J. (eds.), Understanding the past: a matter of surface-area. Acts of the XIIIth session of the EAA congress, Zadar 2007, *BAR International Series* 2194. Archaeopress, Oxford, 129-141.
- Scheltjens S., Bervoets G., Verdegem S. & Delaruelle S. 2012. Rurale bewoning uit de volle middeleeuwen aan de Beukenlaan in Beerse, *AdAK Rapport* 31, Turnhout.
- Shennan S. 1988. *Quantifying archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Slechten K. 2004. Namen noemen: het CAI-thesaurusproject. In: CAI-I, De opbouw van een archeologisch beleidsinstrument, *IAP-Rapporten* 14, Brussel, 49-54.
- Soumoy M. & Remy H. 2001. An evaluation of archaeological decision-making: processes and sampling strategies in Wallonia (Belgium). In: Evans K. & Williams J. (eds.), *Archaeological Evaluation Strategies in Belgium (Flanders and Wallonia), England, France and the Netherlands. Papers from the Planarch Maidstone Seminar May 2000*, Maidstone 27-32.
- Stäuble H., Steinmann C., de Vries P. 2011. Large-scale archaeology projects in Saxony, Germany. In: Blancquaert G., Malrain F., Stäuble H. & Vanmoerkerke J. (eds.), Understanding the past: a matter of surface-area. Acts of the XIIIth session of the EAA congress, Zadar 2007, *BAR International Series* 2194, Oxford, 25-46.
- Tol A., Verhagen P., Borsboom A. & Verbruggen M. 2004. Prospectief boren. Een studie naar de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van booronderzoek in de prospectiearcheologie, *RAAP-rapport* 1000, Amsterdam.
- Vander Linden M. & Webley L. 2012. Development-led archaeology in northwest Europe. Frameworks, practices and outcomes. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th-21st November 2009*. Oxbow Books, Oxford and Oakville, 1-8.
- Vanmoerkerke J. 2011. Large "surface-area" archaeological operations in north western Europe. A historical overview through eastern France examples. In: Blancquaert G., Malrain F., Stäuble H. & Vanmoerkerke J. (eds.), Understanding the past: a matter of surface-area. Acts of the XIIIth session of the EAA congress, Zadar 2007, *BAR International Series* 2194, Archaeopress, Oxford, 1-15.
- Verdegem S. 2015. Archeologische opgraving. Mortsel, Roderveldlaan, *VEC Rapport* 12, Leuven.
- Verdegem S., De Smaele B., Thuy A., Pieters H., Vanden Borre J. & Janssens N. 2011. Definitief archeologisch onderzoek op de geplande verkaveling langs de Ezelstraat te Wevelgem (Versie 2), *aDeDe Archeo Rapport* 1, Gent.
- Verdegem S. & Van Goidsenhoven W. (eds.) 2015. Archeologische opgraving Ieper, Kleine Poezelstraat, *VEC Rapport* 25, Vlaams Erfgoed Centrum bvba, Leuven.
- Verhagen P. 2014. Site discovery and evaluation through minimal interventions: core sampling, test pits and trial trenches. In: Corsi C., Slapšak B. & Vermeulen F. (eds.), *Good practice in archaeological diagnostics. Non-invasive survey of complex archaeological sites*, Springer, Cham, 209-225.
- Verhagen P. & Borsboom A. 2009. The design of effective and efficient trial trenching strategies for discovering archaeological sites, *Journal of Archaeological Science* 36, 1807-1815.
- Verhagen P., Rensink E., Bats M. & Crombé P. 2011. Optimale strategieën voor het opsporen van Steentijdvindplaatsen met behulp van booronderzoek. Een statistisch perspectief, *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 197, Amersfoort.
- Verhegge J. 2015. Spatial and chronological prehistoric landscape reconstruction using geoarchaeological methods in the lower Scheldt floodplain (NW Belgium), doctoraal proefschrift UGent, Gent.
- Williams J. 2001. Archaeological evaluation in England. In: Evans K. & Williams J. (eds.), *Archaeological Evaluation Strategies in Belgium (Flanders and Wallonia), England, France and the Netherlands. Papers from the Planarch Maidstone Seminar May 2000*, Maidstone, 33-37.
- Wouters W. 2012. Development-led archaeology in Flanders: legal framework. In: Webley L., Vander Linden M., Haselgrove C. & Bradley R. (eds.), *Development-led archaeology in Northwest*

Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th-21st November 2009.
Oxbow Books, Oxford and Oakville, p 22-28.



11 DANKWOORD

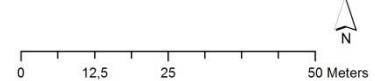
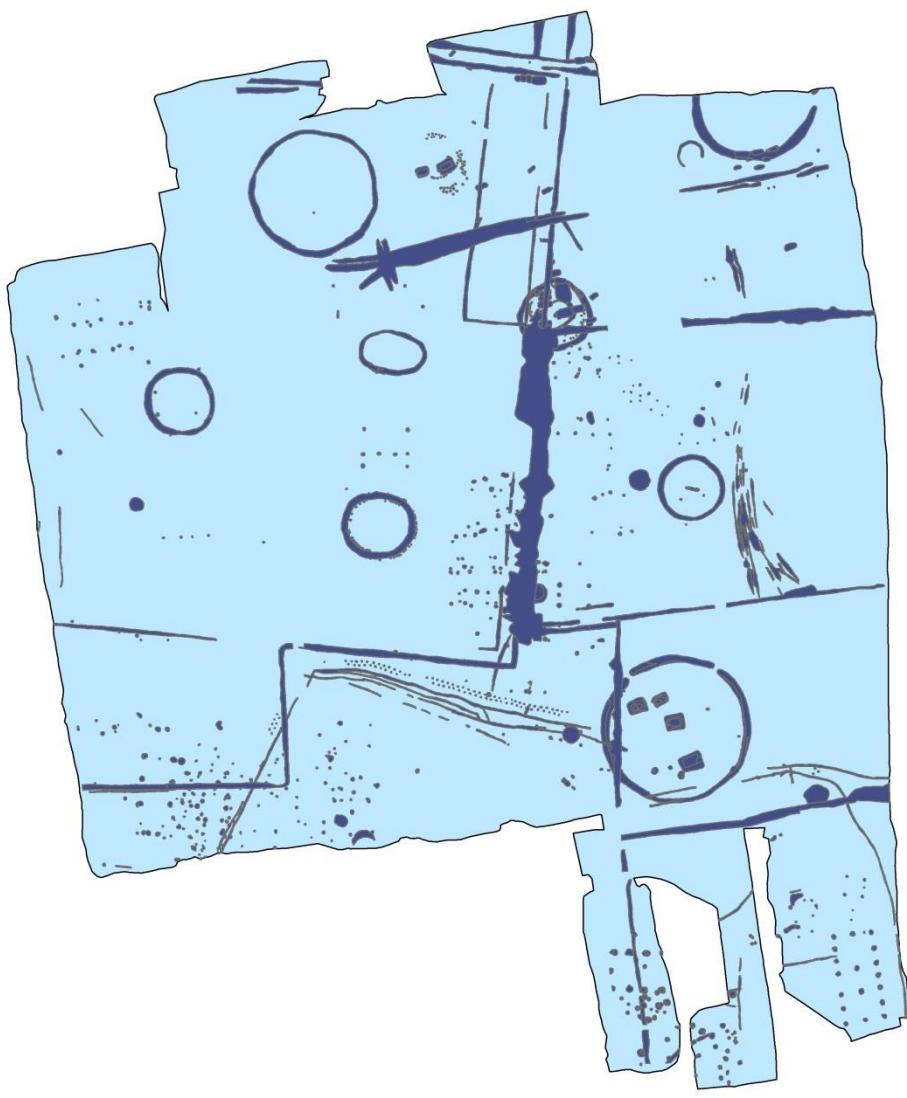
De auteurs van dit onderzoeksrapport willen graag volgende collega's bedanken voor hun zeer gewaardeerde bijdrage:

Xander Alma (ADC ArcheoProjecten), Paul Booth (Oxford Archaeology), Dominique Bosquet (SPW, Service de l'archéologie), Ignace Bourgeois (Provincie Antwerpen), Raphaël Clotuche (Inrap Nord/Pas-de-Calais), Jasmine Cryns (GATE Archaeology), Tom Debruyne (Portiva), Wim De Clercq (Universiteit Gent), Tessa de Groot (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed), Stephan Delaruelle (Erfgoed Noorderkempen), Bart De Smaele (ADEDE), Tina Dyselinck (BAAC Vlaanderen), Quentin Goffette (KBIN), Johan Hoorne (De Logi & Hoorne Archeologie), Jürgen Kunow (LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland), Pieter Laloo (GATE Archaeology), Stéphane Pirson (SPW, Service de l'archéologie), Miel Schurmans (VUhbs), Sebastian Sommer (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege), Jeroen Vanden Borre (BAAC Vlaanderen), Pierre van der Sloot (SPW, Service de l'archéologie), Harry van Enckevort (Gemeente Nijmegen), Jan Van Moerkerke (SRA Champagne-Ardenne), Simon Verdegem (Vlaams Erfgoedcentrum), Philip Verhagen (Vrije Universiteit Amsterdam), Steve Willis (University of Kent).

12 BIJLAGE: DATASET HOOFDSTUK 8

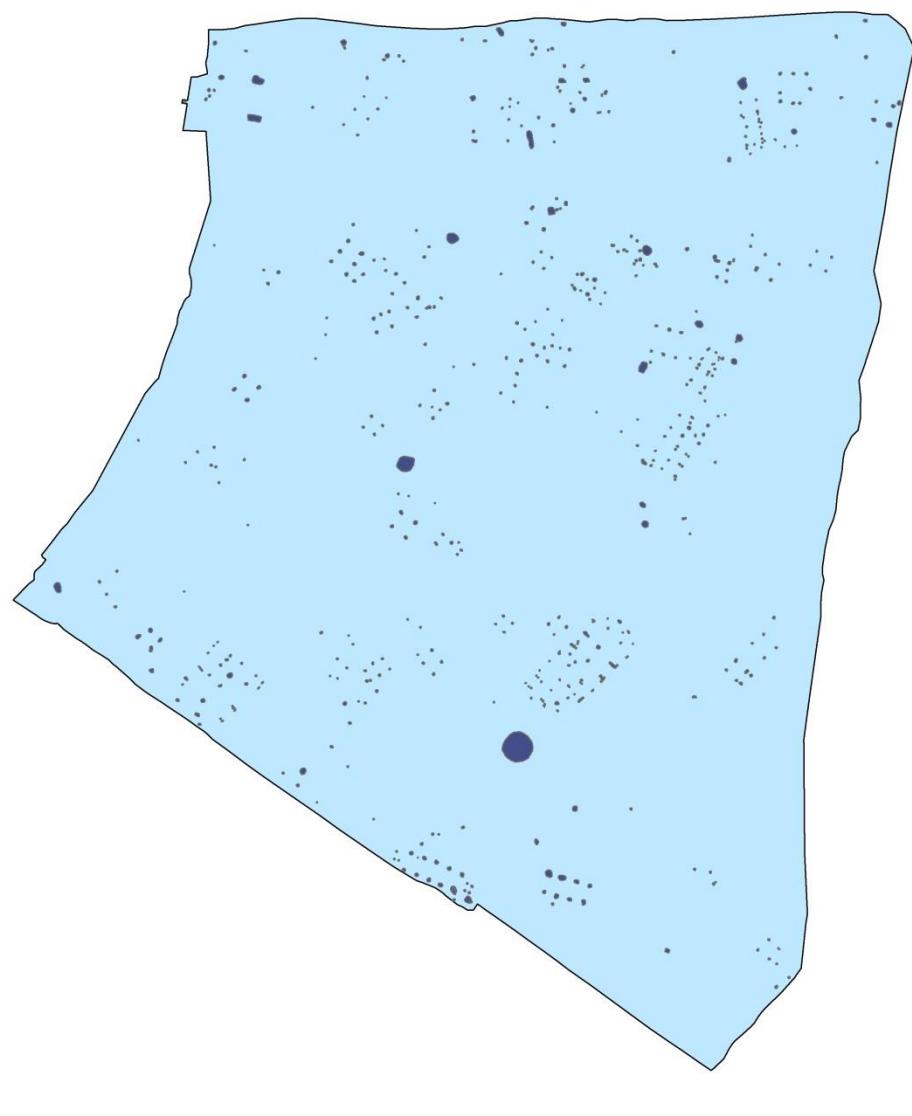


Beerse: Krommenhof



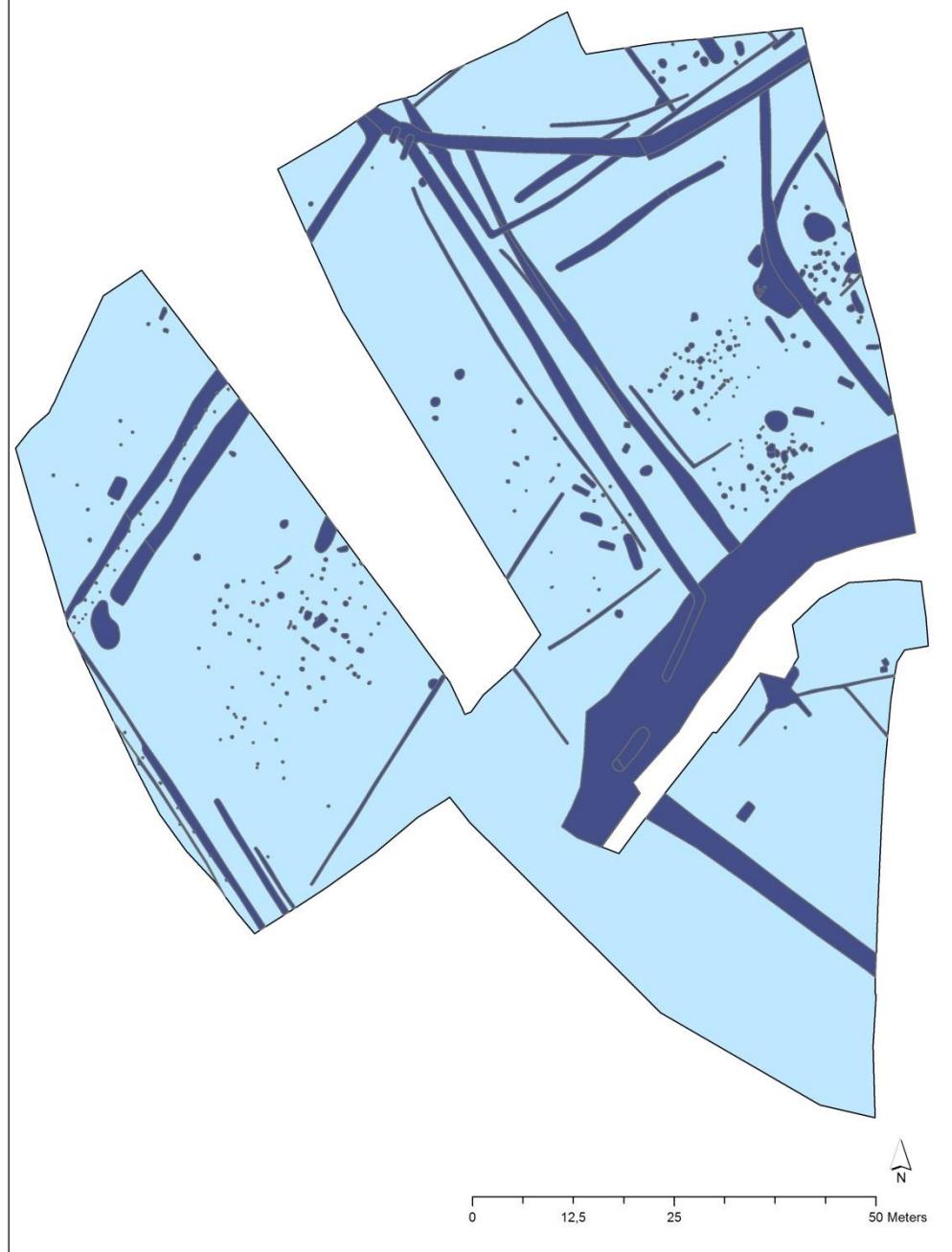
||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Boom: Krekelenberg

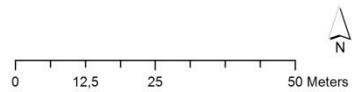
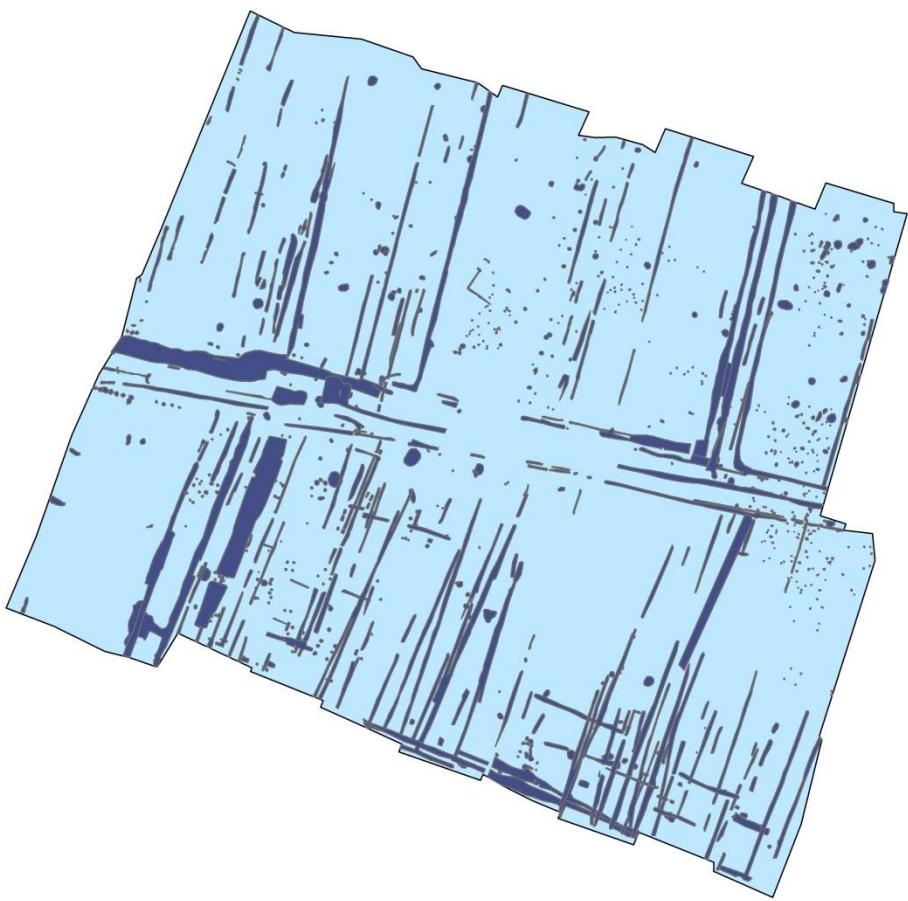


|||||

Hasselt: Ekkelaarden

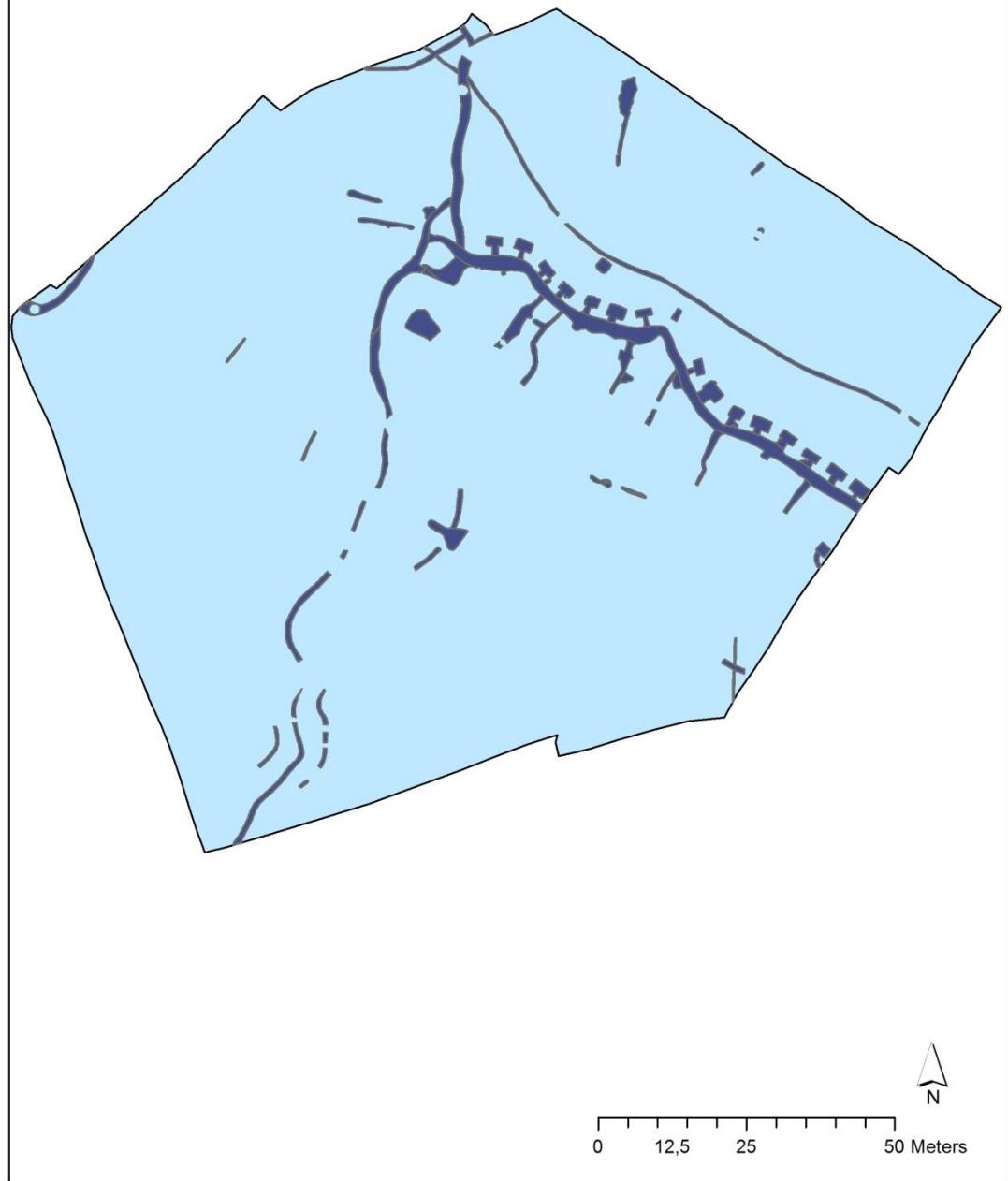


Herentals: Draeybomen



||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Ieper: Kleine Poezelstraat

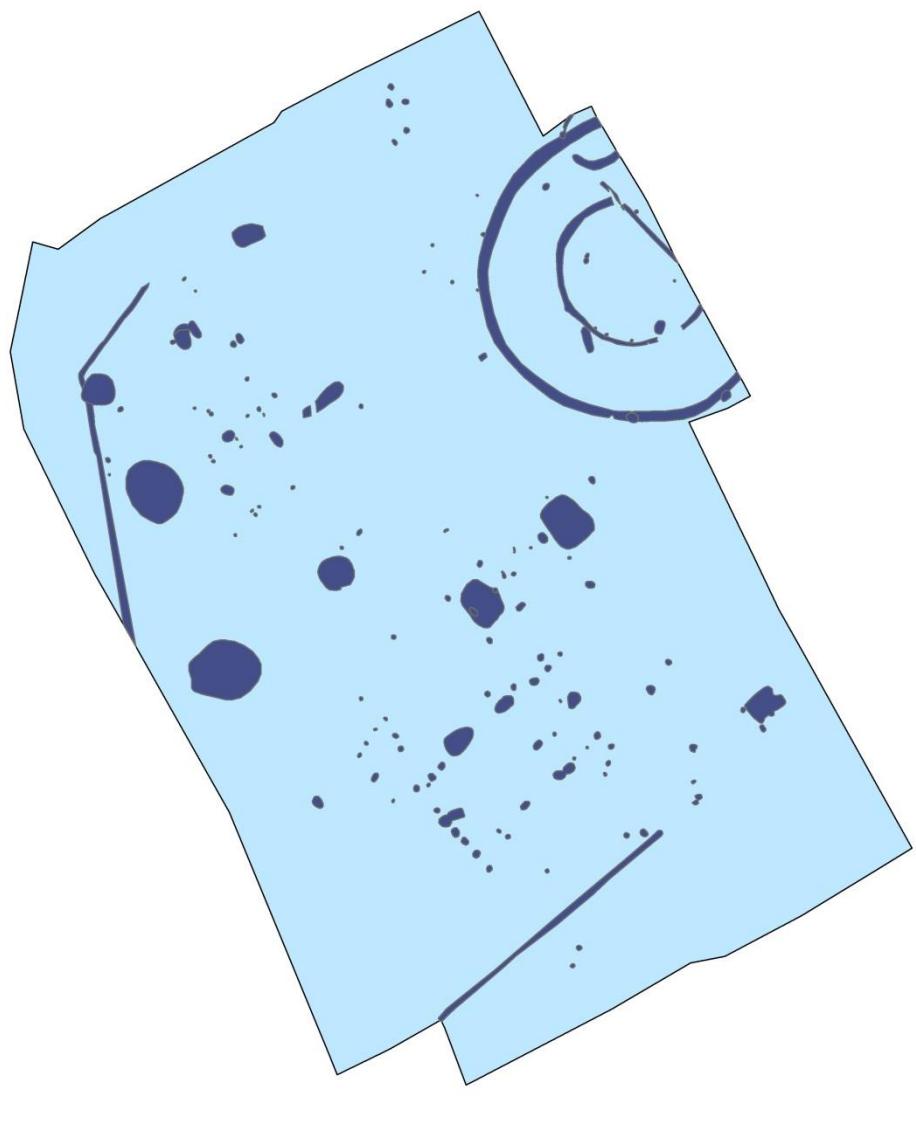


Lier: Duwijk II

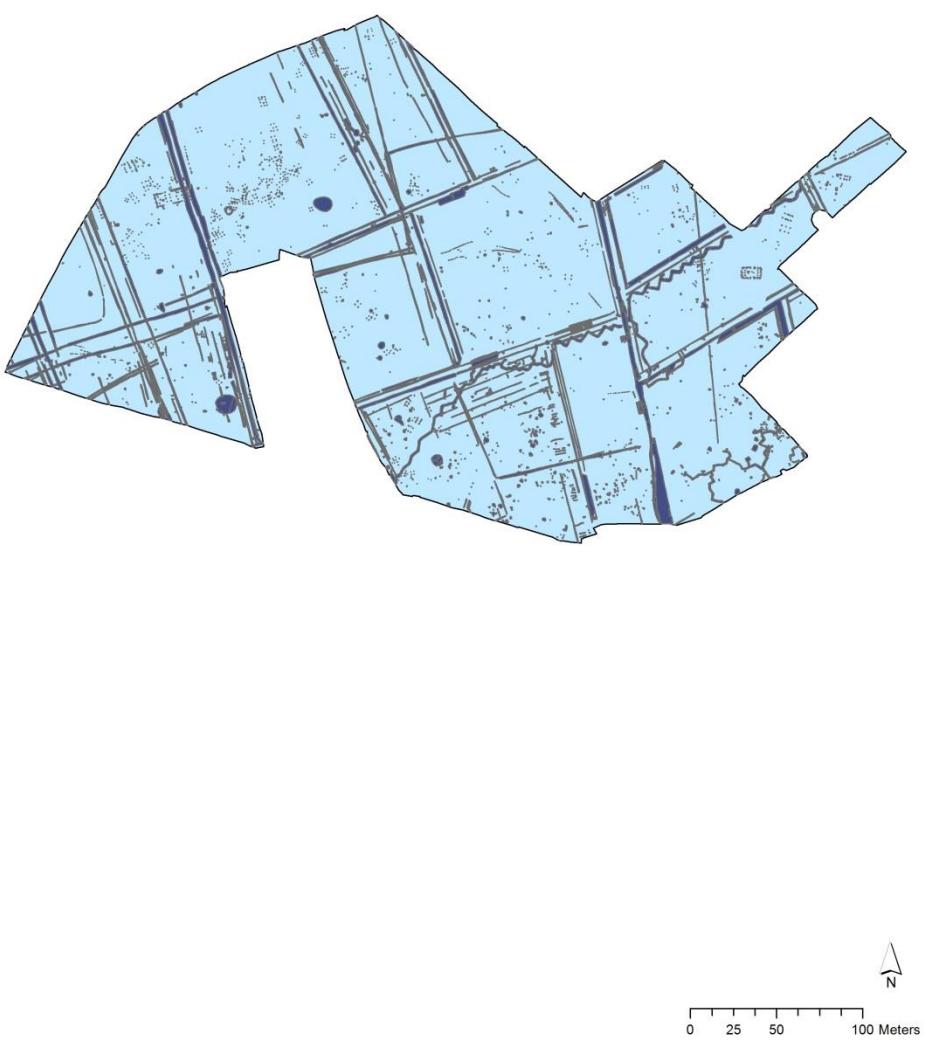


||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Mortsel: Roderveldlaan

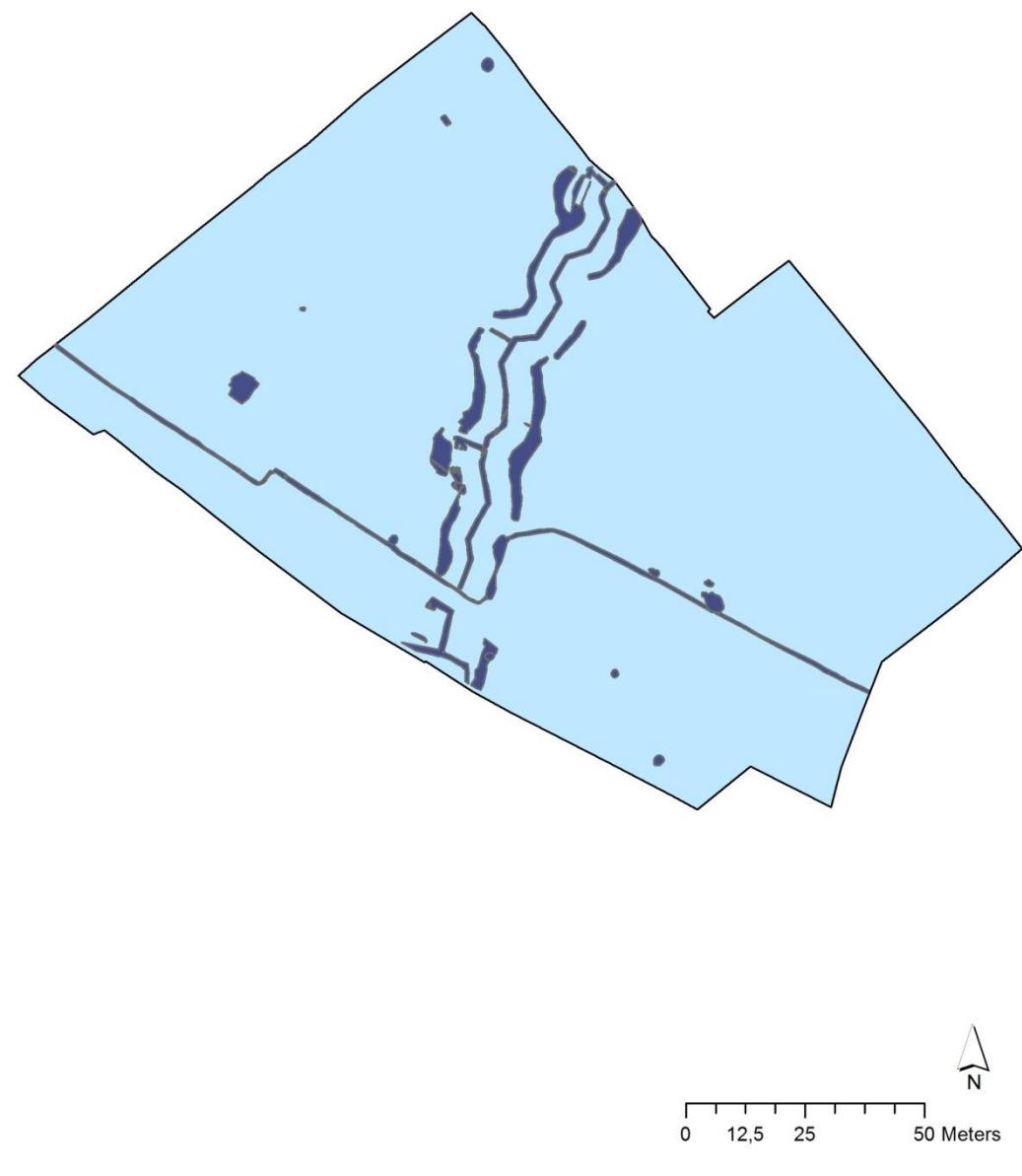


Olen: Industrielaan

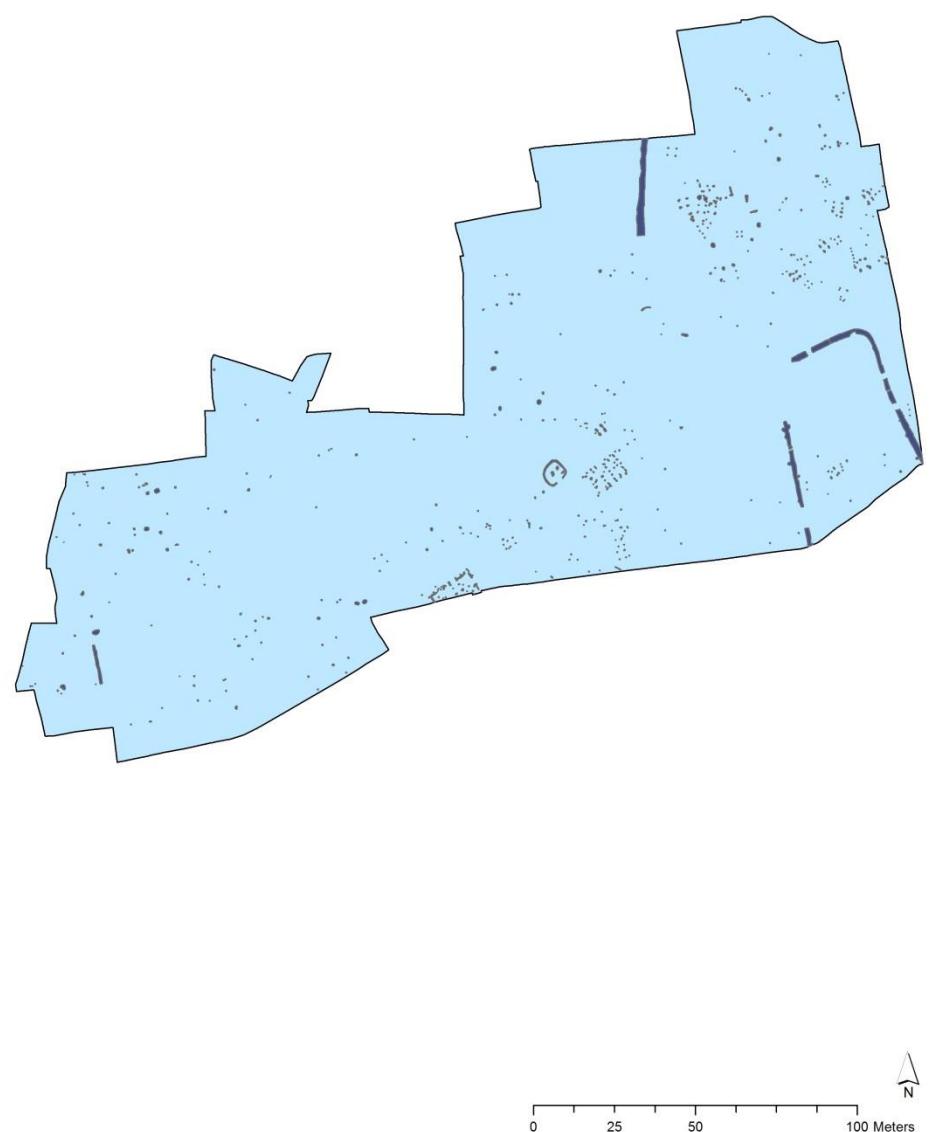


||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Poperinge: Sappenleen

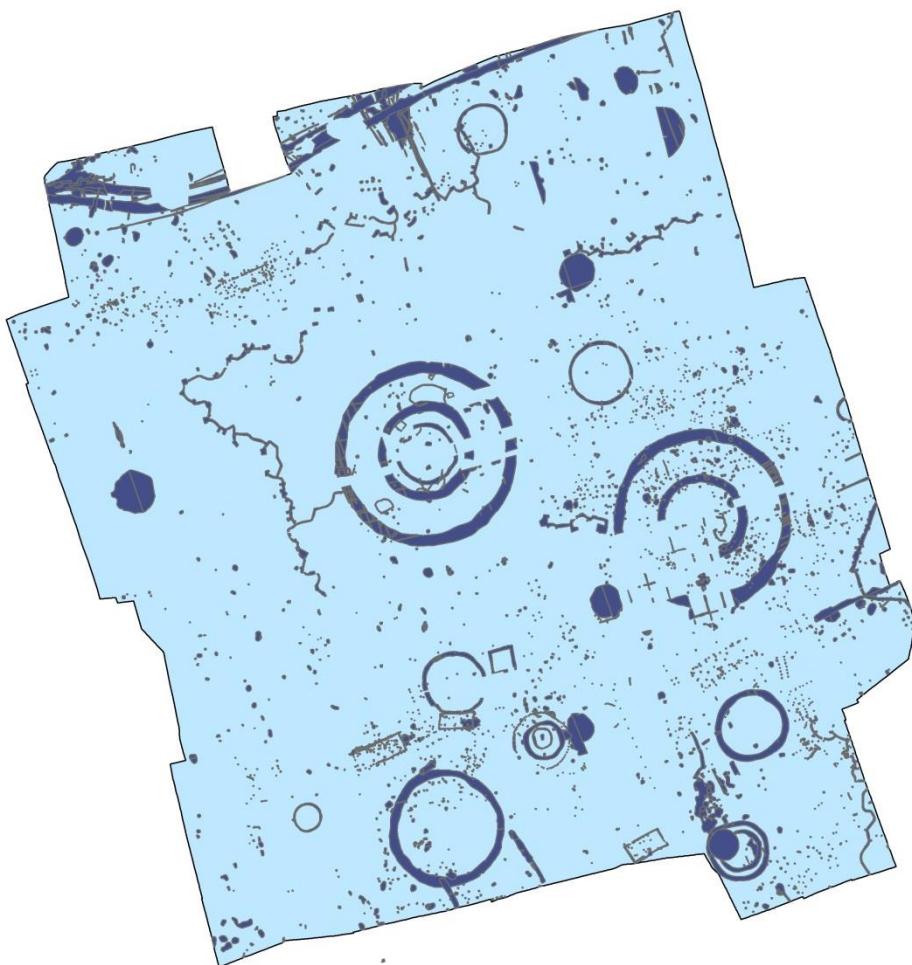


Retie: Molenakkers



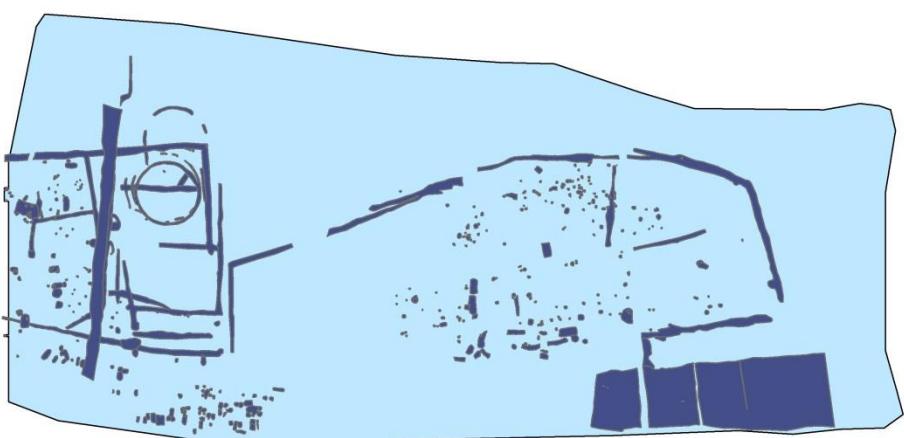
|||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Sint-Amantsberg: Hogeweg



0 25 50 100 Meters

Schellebelle: Wijmeers 2

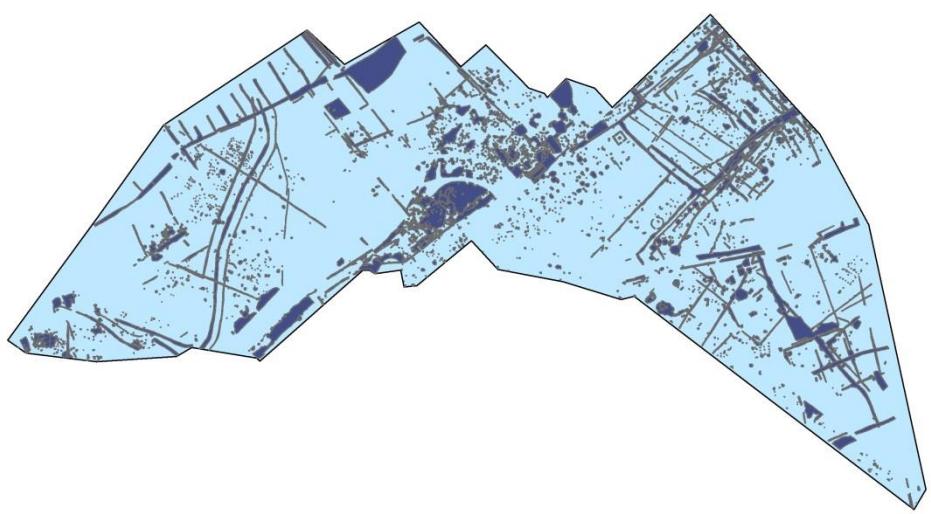


N

0 12,5 25 50 Meters

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Tienen: Grijpenveld

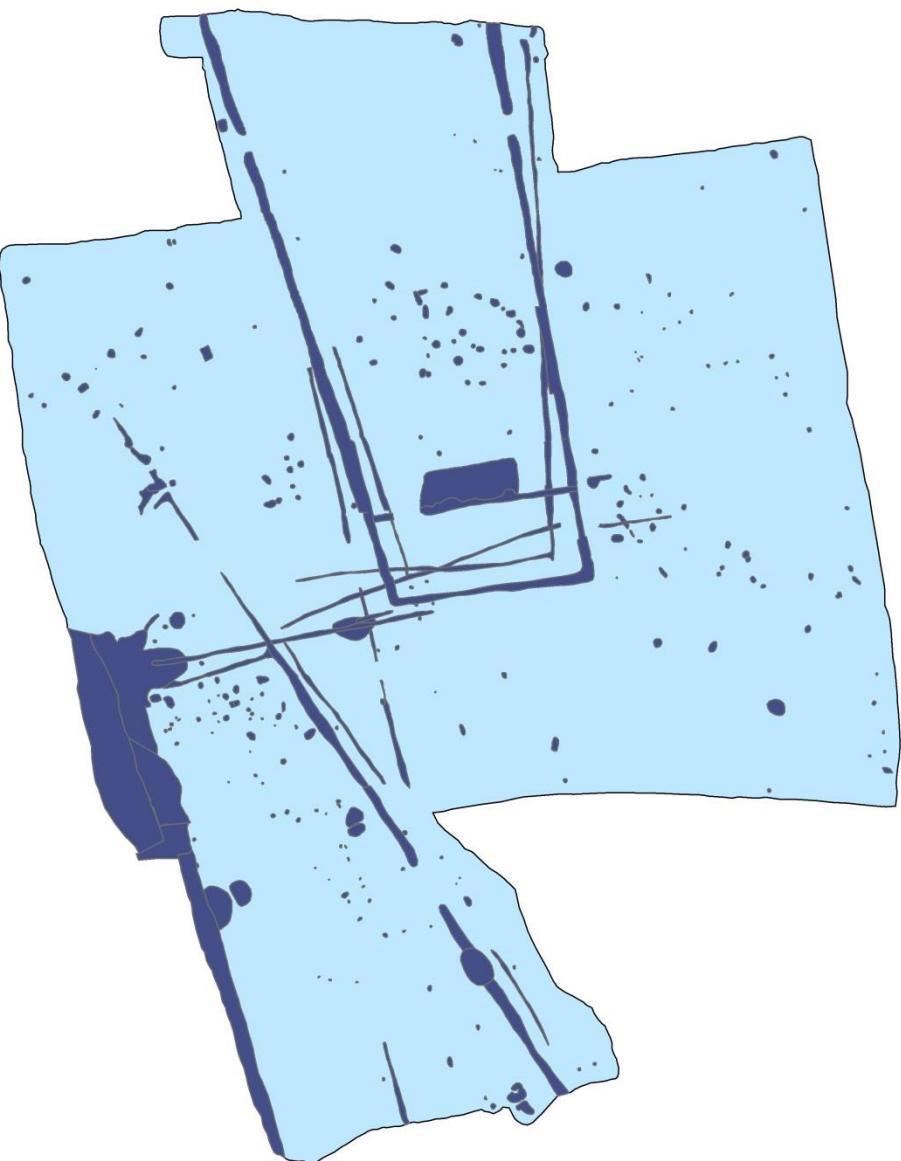


N

0 25 50 100 Meters



Wevelgem: Ezelstraat



N

0 12.5 25 50 Meters

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

Wijnegem: Blikstraat

