

Park Nieuwe Koers (Oostende, West-Vlaanderen)

Projectcode: 2017B309

24/11/2016 – 12/12/2016

ARCHEOLOGIENOTA

BUREAUONDERZOEK (FASE 0)

DEEL 2: VERSLAG VAN RESULTATEN GEOFYSISCH ONDERZOEK

Colofon

Ruben Willaert bvba
Ten Briele 14 bus 15
8200 Sint-Michiels-Brugge

Auteurs: Joren De Tollenaere, Timothy Saey

Het eventuele nummer van het wettelijk depot of het buitenlandse equivalent hiervan: /

De naam en het erkenningsnummer van de erkende archeoloog:

Janiek De Gryse, OE/ERK/Archeoloog/2015/00043

© Ruben Willaert bvba, Sint-Michiels-Brugge, 2017

Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Ruben Willaert bvba.

Ruben Willaert bvba aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

INHOUDSTAFEL

Deel 2: Resultaten van het landschappelijk booronderzoek	4
2.1 Beschrijvend gedeelte	4
2.1.1 Administratieve gegevens	4
2.1.2 Onderzoeksopdracht en strategie.....	5
2.1.3 Werkmethode en strategie	6
2.1.3.1 <i>Elektromagnetische inductie</i>	6
2.1.3.1.1 Principe.....	6
2.1.3.1.2 Meerspoelige EMI sensor.....	7
2.1.3.1.3 Meetdetails	7
2.1.3.1.4 Duiding gebruikte schaal.....	8
2.1.4 Aanpassingen aan de oorspronkelijke strategie	8
2.1.5 Omschrijving van de aspecten waarvoor advies van specialisten werd ingewonnen	8
2.1.6 Omschrijving van de aspecten waarvoor algemene wetenschappelijke advisering gevraagd werd aan personen die buiten het project stonden	9
2.2 Assessmentrapport.....	10
2.2.1 Beschrijving en interpretatie van de resultaten van de geofysische metingen.....	10
2.2.1.1 <i>Elektrische geleidbaarheid EG</i>	10
2.2.1.2 <i>Magnetische gevoeligheid MG</i>	17
2.2.1.3 <i>Metaalaanduiding</i>	20
2.2.1.4 <i>Aanduiding anomalieën met afwijkende EG en MG signatuur</i>	20
2.2.1.5 <i>Aanduiding van zones met homogene bodemopbouw</i>	21
2.2.2 Indien archeologische sporen of site gevonden.....	22
2.2.3 Verwachting ten aanzien van archeologisch erfgoed.....	22
2.2.4 Synthese	22
Deel 4: Bibliografie.....	24
Deel 5: Bijlagen.....	25
5.1 Dagrapporten (niet verplicht bij 1 dag campagne).....	25

FIGURENLIJST (2017B309)

Figuur 4: onderzoeksgebied met aanduiding van de meetlijnen.	5
Figuur 1: Principe van elektromagnetische inductie: electronica in de console zorgt ervoor dat er wisselstroom ontstaat in de zendspoel (transmitter), die ervoor zorgt dat een primair magnetisch veld wordt opgewekt. In de bodem zorgt dit primair magnetisch veld voor het ontstaan van wervelstroompjes (eddy currents), die op hun beurt een secundair magnetisch veld doen ontwikkelen. In de zendspoel (receiver) worden beide magnetische velden opgevangen en ontstaat er een stroom die kan gerelateerd worden aan de EG en MG van het onderliggende bodemmateriaal.	6
Figuur 2: De opbouw van de gebruikte meerspoelige EMI sensor (T = zendspoel en R = ontvangspoel).	7
Figuur 3: Mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede en RTK-GPS.	8
Figuur 5: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).	11
Figuur 6: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).	11
Figuur 7: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).	12
Figuur 8: EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).	13
Figuur 9: EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).	13
Figuur 10: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).	14
Figuur 11: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).	15
Figuur 12: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).	16
Figuur 13: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).	16
Figuur 14: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).	17
Figuur 15: MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte).	18
Figuur 16: MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).	19
Figuur 17: Verstoringen veroorzaakt door begraven metaal op basis van de EG metingen.	20
Figuur 18: Sporen afgelijnd op basis van de elektrische en magnetische metingen met nummering van de meest prominente structuren.	21

Figuur 19: Classificatie van EG waarden in 5 zones met verschillende bodemopbouw.	22
--	----

TABELLENLIJST (2017B309)

Tabel 1: Administratieve gegevens: De administratieve gegevens identificeren de actoren die betrokken zijn bij het vooronderzoek en de locatie van het vooronderzoek.	4
--	---

Deel 2: Resultaten van het landschappelijk booronderzoek

2.1 Beschrijvend gedeelte

2.1.1 Administratieve gegevens

Tabel 1: Administratieve gegevens: De administratieve gegevens identificeren de actoren die betrokken zijn bij het vooronderzoek en de locatie van het vooronderzoek.

a) Projectcode	2017B309
b) Naam betrokken actoren en specialisten	Timothy Saey Joren De Tollenaere (aardkundige) Clara Thys (archeoloog)
c) Wetenschappelijke advisering	/

2.1.2 Onderzoeksoopdracht en strategie

Door middel van niet-destructieve geofysische prospectie op basis van elektromagnetische inductie dient een 14 ha grote zone aan de Duinkerkweg te Oostende gescand te worden met oog op de detectie van mogelijk aanwezige getijdegeulen en archeologische relictten in de ondergrond. Voorafgaand historisch en archeologisch onderzoek in de nabijheid heeft aangetoond dat naast getijdegeulen ook Romeinse en recentere archeologie de ondergrond aanwezig kan zijn, deze regio heeft dus een zeer hoog potentieel aan archeologisch erfgoed. De afdekking door alluviale sedimenten en de hoge grondwatertafel zorgen voor een zeer goede bewaring van de sporen maar bemoeilijken ook de archeologische (invasieve) detectie en inventarisatie ervan. Vermits de site deels zal worden afgegraven en deels opgehoogd is het dus belangrijk om via geofysische, niet-invasieve technieken een inschatting te kunnen maken van wat zich nog in de ondergrond bevindt. Doordat het studiegebied vrij complex is qua bodemopbouw en de sedimentaire afzettingen erg conductief zijn werd elektromagnetische inductie (EMI) als geofysische techniek voorgesteld. Met EMI kunnen immers laterale en verticale verschillen in bodemtextuur en organisch materiaal in kaart gebracht worden, net als sporen of zones met bodemvreemde of verstorende (antropogene) materialen. De resultaten en van de EMI scan zullen vervolgens geëvalueerd en geïnterpreteerd worden aan de hand van archeologische boringen en door al dan niet gerichte proefsleuven.



Figuur 1: onderzoeksgebied met aanduiding van de meetlijnen.

2.1.3 Werkmethode en strategie

2.1.3.1 Elektromagnetische inductie

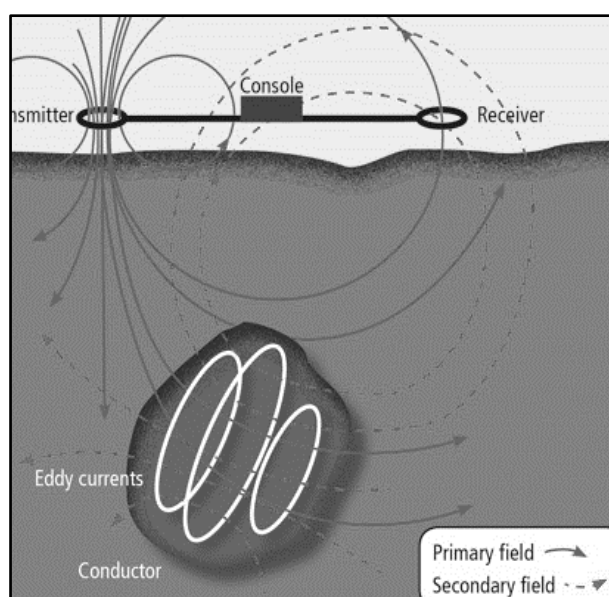
2.1.3.1.1 Principe

Het uitvoeren van een geofysische meting op basis van EMI laat toe om simultaan de elektrische geleidbaarheid en magnetische gevoeligheid van een welbepaald bodemvolume in te schatten. De meest gebruikte configuratie maakt gebruik van een zend- en ontvangspoel op 1 m afstand van elkaar. Door de zendspoel wordt een elektrische stroom gestuurd, waardoor een magnetisch veld wordt opgewekt (het primaire magnetisch veld) rond de spoel die in de bodem dringt. Daardoor ontstaan in de bodem elektrische stroompjes (wervelstroompjes) die op hun beurt een eigen magnetisch veld opwekken (het secundair magnetisch veld). Een deel van zowel het primaire en secundaire magnetisch veld wordt opgevangen in de ontvangspoel, waar in de spoel een elektrische stroom ontwikkelt (Figuur 2). De verhouding tussen het opgevangen magnetisch veld (som van het primair en secundair magnetisch veld) en het uitgezonden magnetisch veld (primair magnetisch veld) kan lineair gerelateerd worden aan de elektrische geleidbaarheid (EG) van de bodem.

De elektrische geleidbaarheid van een bodem wordt vooral beïnvloed door het vochtgehalte, het gehalte aan klei en de hoeveelheid organisch materiaal. De aanwezigheid van zout doet de elektrische geleidbaarheid in de hoogte schieten, net als de aanwezigheid van begraven metalen objecten.

Een ander deel van het opgevangen secundair magnetisch veld kan gerelateerd worden aan de magnetische eigenschappen van het bodemmateriaal. De magnetische gevoeligheid (MG) geeft de magnetiseerbaarheid van het onderzochte (bodem)materiaal weer, oftewel de mate waarin materiaal kan worden aangetrokken door een magneet. Vermits de bovenste, organische laag van de bodem sterk magnetisch is, reageren de MG metingen vooral op verstoringen van bodems door ingrepen in deze bovenste laag van de bodem, of door verstoring van de iets diepere lagen en opvulling met organisch bodemmateriaal. Verhit of verbrand bodemmateriaal en/of objecten (bijvoorbeeld brandplaatsen, bakstenen structuren, metaalslakken ...) leveren een sterke verhoging van het MG signaal op. Aanzienlijke veranderingen in organisch materiaal blijken ook in dit signaal aanwezig te zijn. Enorme uitwijkingen zijn terug te vinden wanneer begraven metalen objecten in de ondergrond aanwezig zijn.

De meting met de EMI sensor is een integratie van een volume aan bodem en omvattende objecten onder en tussen de zend- en ontvangspoel, waardoor de metingen meestal uitgedrukt worden als schijnbare elektrische geleidbaarheid (EGs) en schijnbare magnetische gevoeligheid (MGs).

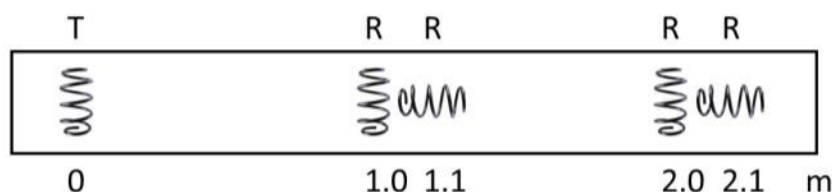


Figuur 2: Principe van elektromagnetische inductie: electronica in de console zorgt ervoor dat er wisselstroom ontstaat in de zendspoel (transmitter), die ervoor zorgt dat een primair magnetisch veld wordt opgewekt. In de bodem

zorgt dit primair magnetisch veld voor het ontstaan van wervelstroompjes (eddy currents), die op hun beurt een secundair magnetisch veld doen ontwikkelen. In de zendspool (receiver) worden beide magnetische velden opgevangen en ontstaat er een stroom die kan gerelateerd worden aan de EG en MG van het onderliggende bodemmateriaal.

2.1.3.1.2 Meerspoelige EMI sensor

De EMI sensor waarmee het studiegebied is gescand bestaat uit één zendspool en vier ontvangspoelen op een verschillende afstand van de zendspool (Figuur 3). In elke zendspool wordt de 'quadrature-phase' en 'in-phase' respons van het secundair magnetisch veld gemeten. Uit de 'quadrature-phase' respons kan de EG afgeleid worden, terwijl de 'in-phase' respons een proxy is voor de MG van de bodem. De EG kan gerelateerd worden aan de natuurlijke bodemvariabiliteit (textuur, organisch materiaal, vochtgehalte), terwijl de MG een aanduiding geeft van mogelijke menselijke verstoringen. Vermits de ontvangspoelen op verschillende afstanden staan van de zendspool en in een verschillende oriëntatie staan ten opzichte van de zendspool de EG en MG opgemeten van verschillende bodemvolumes tot een diepte van 3.2 m. Concreet bevat de sensor zes ontvangspoelen die zich op twee verschillende afstanden van een zendspool (op 1 en 2 m) bevinden met twee verschillende oriëntaties ten opzichte van het bodemoppervlak: horizontaal coplanair (HCP) of loodrecht (perpendicular of PRP)). Door de combinatie worden dus vier EG en vier MG signalen gelijktijdig gemeten met een verschillende dieptegevoeligheid (waarvan de PRP MG signalen meestal erg ruisgevoelig en weinig bruikbaar zijn). De dieptegevoeligheid van de verschillende spoelconfiguraties wordt standaard gezien als de diepte waarbinnen 70% van het totale gemeten signaal (de cumulatieve respons) afkomstig is. Hieruit kan afgeleid worden dat voor de vier EG metingen de dieptes van dominante respons variëren van 0-0.5 m (1PRP), 0-1.0 m (2PRP), 0-1.6 m (1HCP) en 0-3.2 m (2HCP) en voor de drie meest MG metingen: 0-0.4 m (1HCP), 0-0.8 m (2HCP) en 0-0.8 m (1PRP). Eenvoudig gesteld wordt zo informatie bekomen van zowel oppervlakkige als diepere elektrische en magnetische fenomenen tot op een diepte van ongeveer 3.2 m onder de sensor.



Figuur 3: De opbouw van de gebruikte meerspoelige EMI sensor (T = zendspool en R = ontvangspoel).

2.1.3.1.3 Meetdetails

Zowel de surveys van eind november als die van begin december werden uitgevoerd in matig vochtige bodemomstandigheden. De bodemsensor werd in een mobiele configuratie voortgetrokken door een quad of tractor (Figuur 4) aan een gemiddelde snelheid van respectievelijk 8 km/u en 3 km/u. Zowel de EG als de MG van de bodem werden opgemeten aan een meetfrequentie van 8 metingen per seconde (d.w.z. een meetafstand binnenin de lijn van 20-30 cm). Alle metingen werden gegeorefereerd met een RTK gecorrigeerde GPS met een horizontale fout in de orde van 1 cm. Een afstand van 2.0 meter tussen de meetlijnen werd aangehouden om het veld in vrij hoge resolutie op te meten.



Figuur 4: Mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede en RTK-GPS.

2.1.3.1.4 Duiding gebruikte schaal

De ruwe EMI data werden georeferereerd door lineaire interpolatie van de RTK-GPS data en gecorrigeerd voor de afstand tussen de GPS antenne en het middelpunt tussen zend- en ontvangspoel van de sensor. Vervolgens werden de data gecorrigeerd voor instrument-drift, d.w.z. voor veranderingen in de metingen door extra invloeden (zoals temperatuurschommelingen gedurende een dag).

De EG en MG waarden werden geïnterpoleerd naar een grid van 0.2 m bij 0.2 m. Het contrast van de zwart-wit kaarten werd aangepast in functie van het visualiseren van subtielere patronen en structuren in de data. Hierbij stellen donkere zones of afwijkingen telkens hoge waarden voor (sterk geleidend of sterk magnetisch), terwijl de lichte kleuren lage waarden voorstellen (laag geleidend of laag magnetisch). De EG metingen werden ook in een blauw-groen-geel-rood kleurenschaal getoond, waardoor gepoogd wordt de verschillen tussen de EG metingen met verschillende meetdiepte voor te stellen. Hiermee kan immers de bodemvariabiliteit in kaart gebracht worden en veranderingen van elektrische conductiviteit in de diepte geduid. Er wordt opgemerkt dat de kleurenschalen van de onderstaande figuren niet steeds het volledige bereik van de data-range weergeven.

2.1.4 Aanpassingen aan de oorspronkelijke strategie

In het noordwestelijk deel van het studiegebied bevonden zich diepe kraansporen en een erg natte, waterverzadigde bovengrond die het surveyen belemmerden. Het zuidoostelijk perceel van het studiegebied kon niet gesurveyed worden door de aanwezigheid van dicht struikgewas en bomen.

Hieronder wordt de EG van de vier verschillende spoelconfiguraties weergegeven en verwerkt voor het volledige studiegebied. De MS metingen van de PRP spoelconfiguraties werden niet weergegeven vermits deze enorm ruisgevoelig zijn en dus weinig informatief. De MS van de HCP spoelconfiguraties werden wel in detail verwerkt en geëvalueerd.

2.1.5 Omschrijving van de aspecten waarvoor advies van specialisten werd ingewonnen

Er werd geen advies ingewonnen van specialisten buiten de uitvoerder van het geofysisch onderzoek, Timothy Saey.

2.1.6 Omschrijving van de aspecten waarvoor algemene wetenschappelijke advisering gevraagd werd aan personen die buiten het project stonden

Er werd geen wetenschappelijk advisering gevraagd aan personen buiten het project.

2.2 Assessmentrapport

2.2.1 Beschrijving en interpretatie van de resultaten van de geofysische metingen

2.2.1.1 Elektrische geleidbaarheid EG

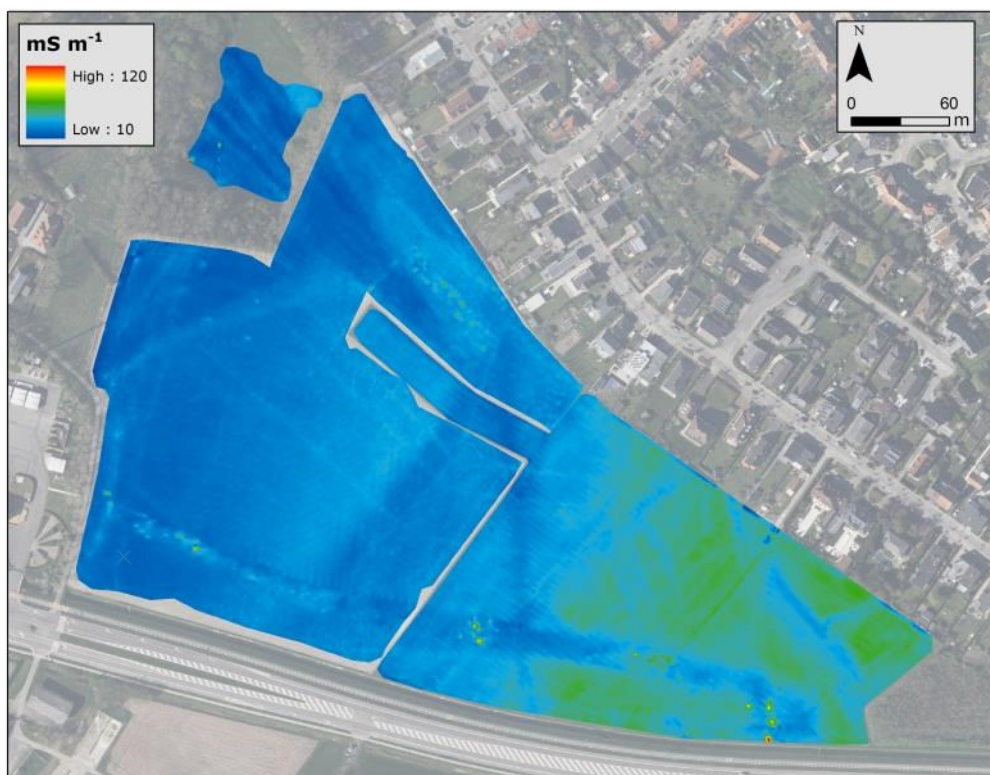
Figuren 4 tot en met 6 tonen de EG meting met de 1PRP spoelconfiguratie. Deze EG meting is in theorie geconcentreerd in de bovenste 0.5 m van de bodem. In het overgrote deel van het studiegebied worden EG waarden tussen de 25 en 35 mS m⁻¹ (Figuur 5), terwijl de EG in het oosten van het opgemeten gebied verhoogt tot waarden van om en bij de 60 mS m⁻¹. Hierdoor kan besloten worden dat de bovenlaag in het bijna gehele studiegebied als vrij homogeen (licht) kleirijk kan beschouwd worden, terwijl de hogere EG in de oostelijke zone met hogere EG verklaard kan worden door een hoger kleigehalte in of net onder de bouwvoor. De verschillen zijn echter niet echt groot (± 20 mS m⁻¹) ten opzichte van de verschillen in de metingen van de diepere spoelconfiguraties, wat doet vermoeden dat de grootste variaties zich dieper dan 0.5 m in het bodemprofiel bevinden. Niet alleen zijn er vrij aanzienlijke verschillen waar te nemen tussen de laag-conductieve en hoog-conductieve zones in het studiegebied, maar ook binnenin beide zones zijn variaties waarneembaar.

Figuren 4 en vooral 6 tonen daarom de meer subtiele verschillen in het studiegebied. Hieruit kan worden afgeleid dat er aanzienlijke verschillen waar te nemen zijn, vooral in het oostelijk deel van het studiegebied. Daar zijn verschillende lineaire sporen of structuren waarneembaar binnenin grotere zones met verhoogde EG. Deze stellen vermoedelijk grachten met zandigere opvulling ten opzichte van de kleirijke ondergrond voor (structuren met lage EG) die mogelijk verband houden met oudere percelleringsstructuren (1, 2, 3, 7 en 8 op Figuur 17). In het westelijk deel van het studiegebied komen lineaire en kronkelende structuren met hogere EG ten opzichte van de omgeving tot uiting (4 en parallelle structuren en 6 op Figuur 17), dit zijn waarschijnlijk vergravingen die opgevuld zijn met klei- en organisch rijkere bovengrond ten opzichte van de zandige omgeving. In het noorden van het studiegebied is een zone met extreme puntvormige anomalieën aanwezig, die begraven metalen objecten voorstellen in een zone met licht verhoogde EG (5 op Figuur 17). Daar kan dus een verstoorde, puinhoudende bovenlaag verwacht worden. In het zuidelijk deel van het studiegebied is een circa 20 m brede band met lagere EG ten opzichte van de omgeving zichtbaar waarin zich op bepaalde locaties begraven metaal in of tussen puinhoudend materiaal bevindt (2 op Figuur 17). Door de landbouwer werd beweerd dat er zich vroeger een antitankgracht bevond parallel met de Duinkerksesweg. Die gracht is dus duidelijk opgevuld met zandig en puinhoudend materiaal. Bijna loodrecht daarop kan een brede lineaire zone met vergelijkbare signatuur opgemerkt worden (3 op Figuur 17).

In het (noord)oosten is op Figuur 6 een vierkante of trapezoïdale structuur met centraal daarin een circulaire structuur met hogere EG (1 op Figuur 17) zichtbaar. Die structuur kan mogelijk wijzen op de aanwezigheid van een walgracht. Daarrond bevindt zich een veelvoud aan lineaire sporen, die de oriëntatie van de huidige percellering niet volgen waardoor deze structuren als ouder (middeleeuws?) aanzien kunnen worden.



Figuur 5: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).



Figuur 6: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).



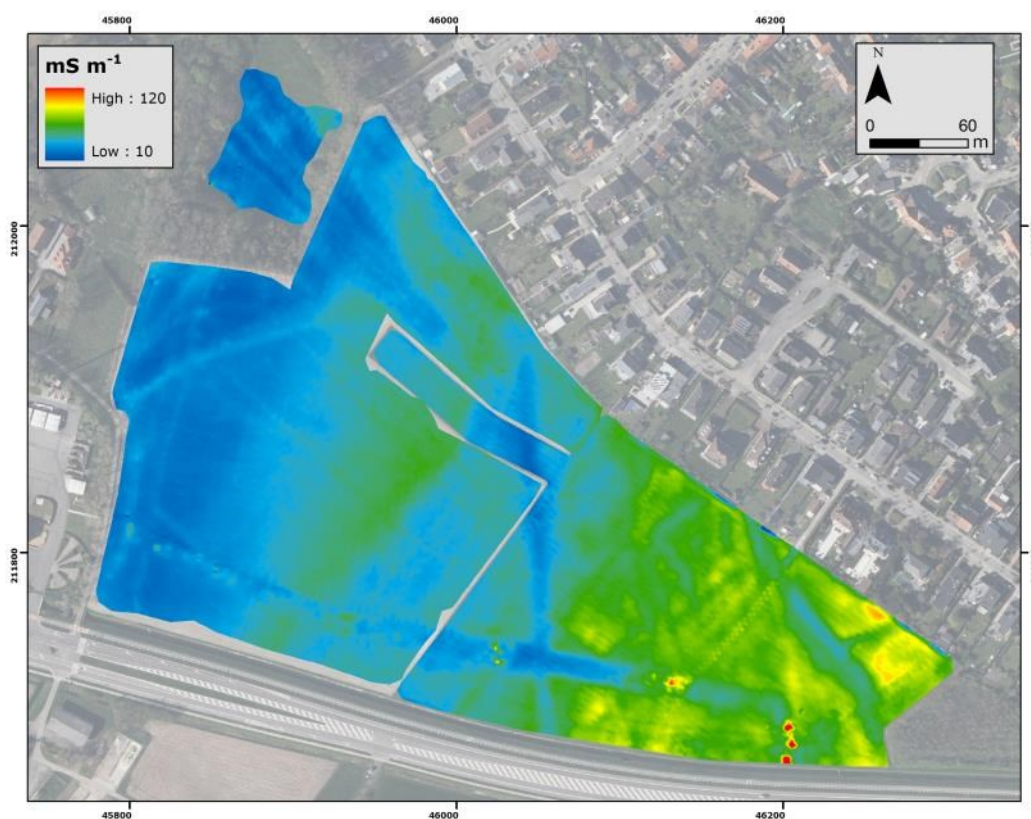
Figuur 7: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).

Figuren 7 en 8 tonen de EG meting met de 2PRP spoelconfiguratie (opgemeten bodemvolume 0- 1.0 m). De absolute EG waarden nemen vooral in het oostelijk en centraal deel van het studiegebied toe bij toenemende meetdiepte van 0.5 m naar 1.0 m. De aanzienlijke verhoging van de EG met toenemend opgemeten bodemvolume in deze zone kan toegeschreven worden aan aanrijking met klei (en of organisch materiaal) tussen een diepte van 0.5 m en 1.0 m, maar kan ook te wijten zijn aan diepergelegen lagen met sterk hogere elektrische geleidbaarheid. Zelfs wanneer deze dieper aanwezig zijn dan de theoretische meetdiepte van de spoelconfiguratie, kunnen die de metingen met enkele mS m⁻¹ verhogen. In de rest van het studiegebied stijgt de EG met enkele mS m⁻¹, waarschijnlijk veroorzaakt door een diepere laag met hoger kleigehalte.

Figuur 7 toont dezelfde kleine, subtiele fenomenen als Figuur 7, waarbij de EG verschillen van de onderliggende lagen duidelijker tot uiting komen in deze meting. In het algemeen blijken er in de 2PRP EG meting minder fijn afgelijnde structuren aanwezig te zijn ten opzichte van de meeste oppervlakkige meting, wat kan verklaard worden door het feit dat de meeste antropogene variaties en verstoringen van het natuurlijke bodemprofiel zich net onder de ploeglaag (0 – 0.4 m) manifesteren. Bovendien wordt met deze spoelconfiguratie de EG van een groter bodemvolume (zowel dieper als met een grotere 'footprint') opgemeten.

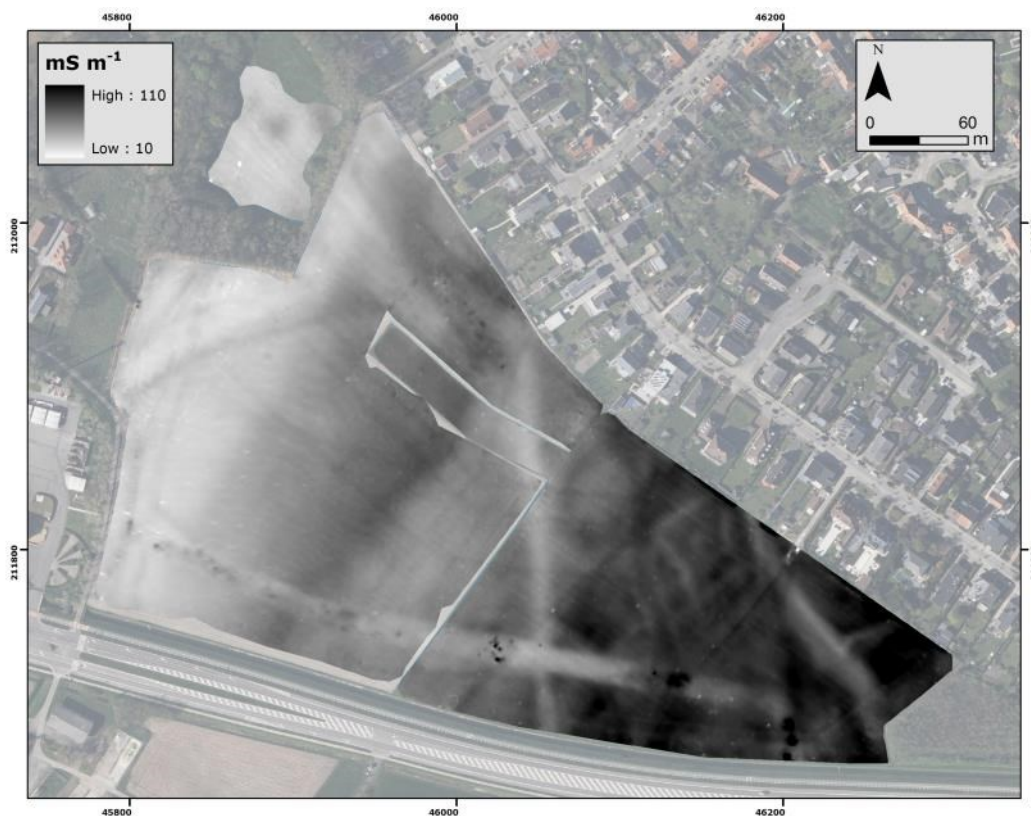


Figuur 8: EG opgemeten met de 2PRP speelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).

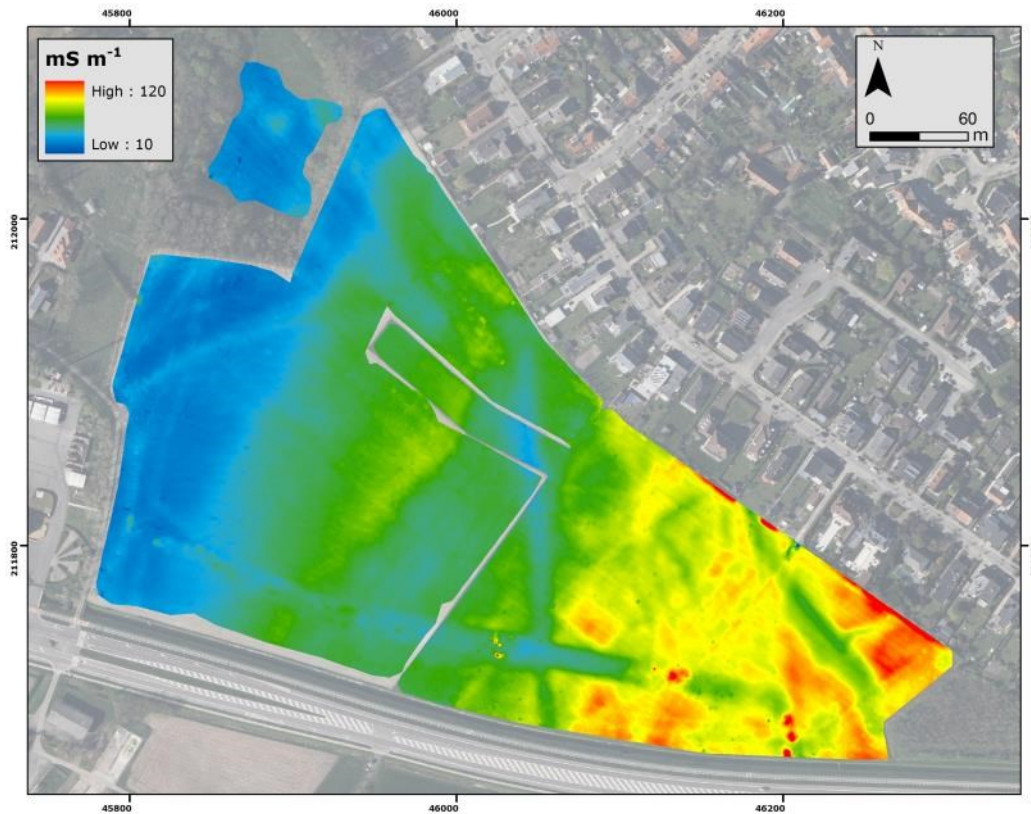


Figuur 9: EG opgemeten met de 2PRP speelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).

De resultaten voor de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 1.6 m) zijn te zien in Figuur 9 en 10. De EG stijgt opnieuw ten opzichte van de EG van de 2PRP spoelconfiguratie, vooral in het oostelijk deel van het studiegebied, waardoor vooral daar een aanrijking tussen 1.0 en 1.6 m te verwachten valt. Als we uitgaan van een bodemopbouw met lichte klei op zand, wat de normale bodemopbouw is in poldergebieden, kunnen we veronderstellen dat het aandeel klei in het opgemeten bodemvolume groter is en dat deze dus dieper aanwezig in deze zone ten opzichte van de rest van het studiegebied. Een ander hypothese kan zijn dat onder de kleirijke ploeglaag een klei- of veenlaag met hoge EG aanwezig is in de oostelijke zone van het studiegebied. Als er dus grote, diepe geulen met zandige opvulling aanwezig zijn in het studiegebied bevinden deze zich dus duidelijk in het westelijke deel van het studiegebied. Daartegenover staat dat recente (rest-) geulen meestal opgevuld zijn met een klei- en organisch rijke opvulling. In de zone met lage EG in het westen van het studiegebied bevinden zich ook duidelijk minder lineaire sporen die mogelijk van oudere (archeologische) oorsprong kunnen zijn. In het algemeen blijkt dit signaal meer puntanomalieën te bevatten veroorzaakt door kleinere en/of oppervlakkige begraven metalen objecten. Er blijken bijna in het gehele opgemeten gebied weinig tot geen metalen objecten in de bovenste 40 á 50 cm van de ondergrond aanwezig te zijn.



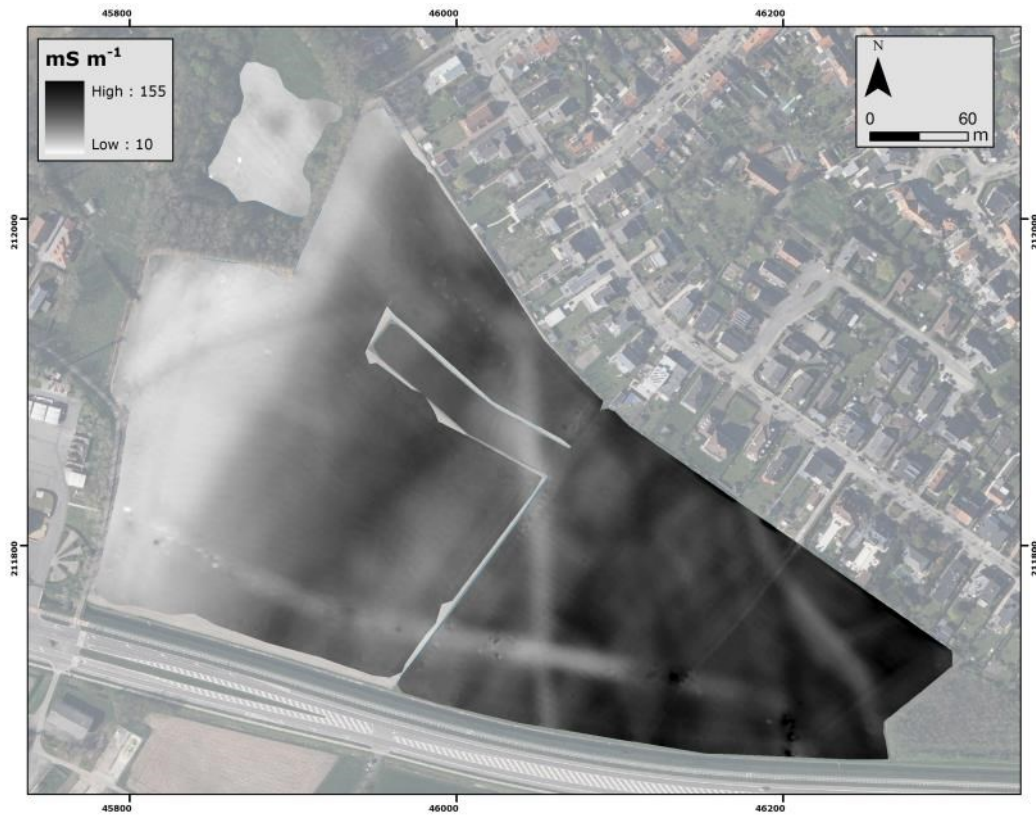
Figuur 10: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).



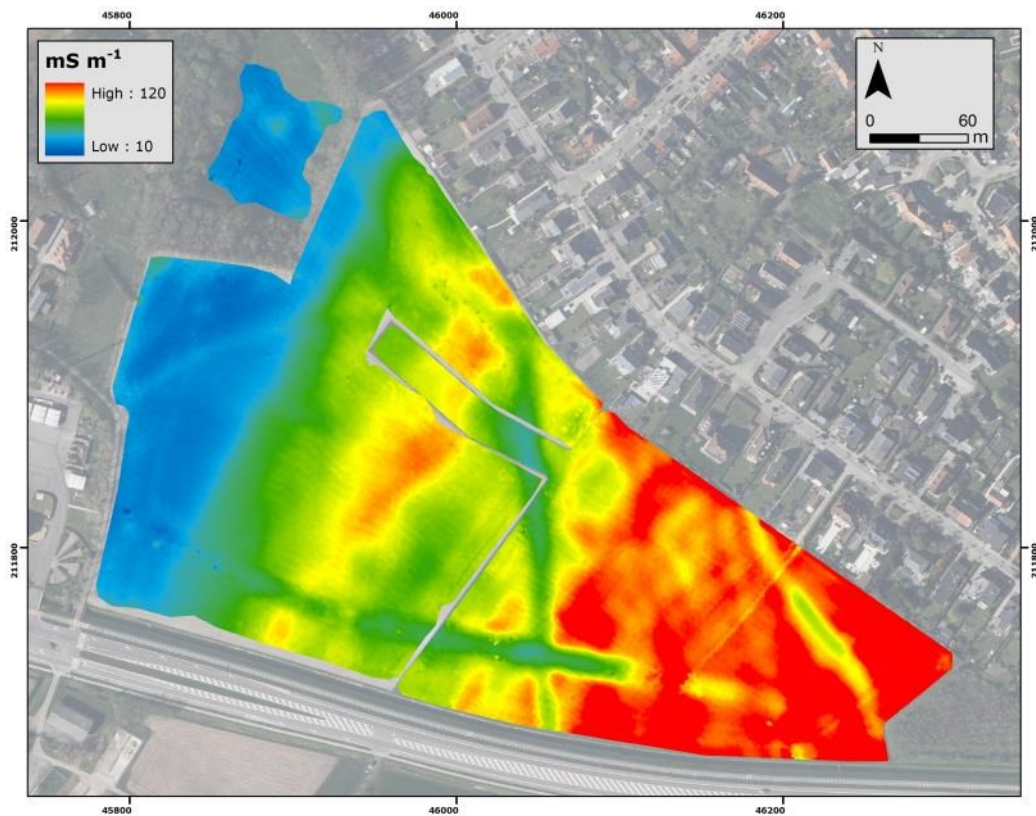
Figuur 11: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).

De EG van de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 3.2 m) is te zien in Figuren 11, 12 en 13. De EG stijgt opnieuw aanzienlijk in het oostelijk deel van het studiegebied naar waarden van meer dan 140 mS m^{-1} , terwijl deze, weliswaar in mindere mate, toeneemt in centrale deel van het studiegebied. In het westelijk deel blijft de EG erg laag (25 mS m^{-1}), wat wil zeggen dat daar (in de blauwe zone) een zandige bodemopbouw tot 3.2 m diepte te verwachten valt. In het oostelijk deel valt daarentegen een substantiële aanrijking te verwachten, dit wil zeggen dat daar een hoog-conductieve (kleirijke) laag tussen 1.6 en 3.2 m onder het bodemoppervlak aanwezig is.

Na het wegfilteren van de grote variaties in EG, blijken in Figuur 13 bepaalde sporen door ontdebelling zichtbaar in het oostelijke deel van het studiegebied. Een ontdebelling van oppervlakkige en eerder subtiele sporen, kleiner dan de spoelafstand, zorgt ervoor dat deze beter zichtbaar worden in de metingen. Zo komt de trapeziumvormige grachtstructuur in het noordoosten duidelijk tot uiting in deze meting (1 op Figuur 17). Echter konden de meeste structuren en sporen al afgelijnd en gedigitaliseerd worden op basis van de meest oppervlakkige metingen (Figuren 6 en 7). Er blijken in deze meting weinig grotere puntvormige anomalieën, die diepere metalen objecten in de ondergrond voorstellen, aanwezig te zijn.



Figuur 12: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).



Figuur 13: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).



Figuur 14: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).

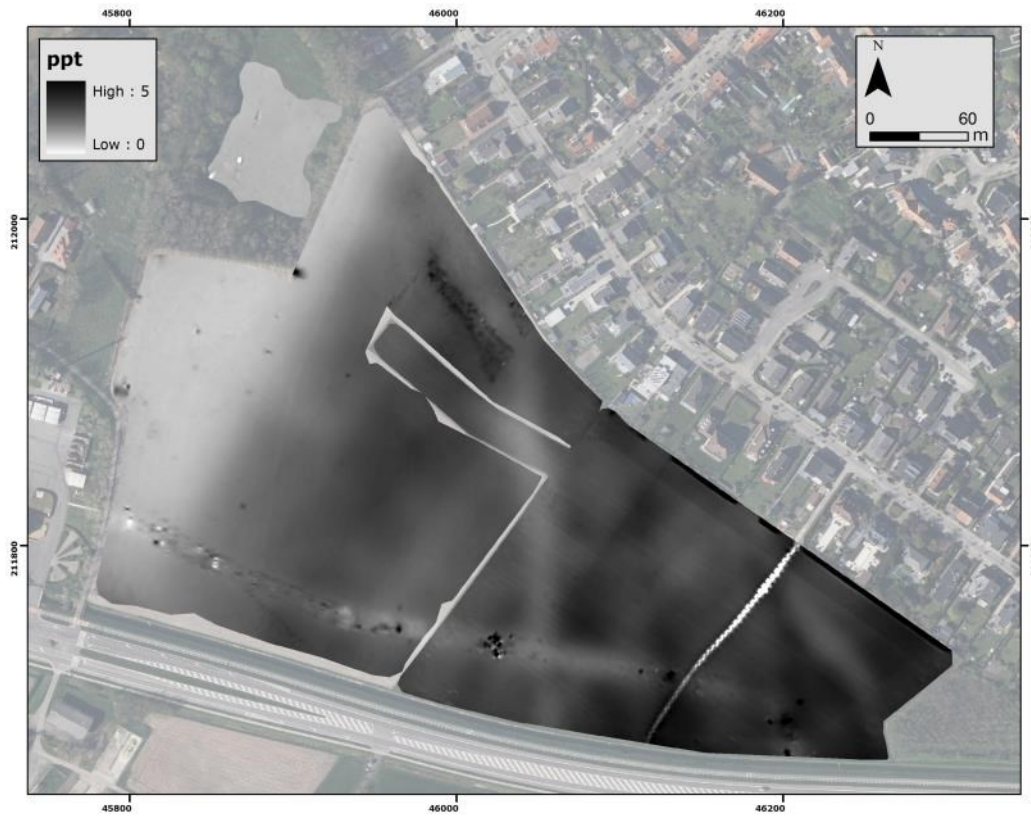
2.2.1.2 Magnetische gevoeligheid MG

Figuur 14 toont de MG meting van de 1HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.4 m diepte) velden. Deze MG meting vertoont enkele puntanomalieën veroorzaakt door begraven metalen objecten, magnetische structuren en bodemverstoringen. Daarnaast is een grote zone in het noordwesten van het studiegebied (al dan niet recent) verstoord door de aanwezigheid van baksteenresten en keramiek en zijn daar heel wat extreme anomalieën te wijten aan oppervlakkige metalen objecten (1 op Figuur 17). Deze resten blijken erg oppervlakkig aanwezig omdat zij te zien zijn in deze meting. Naast deze zone zijn zogoed als geen zones met hogere magnetische MG waarneembaar. Puntanomalieën zijn wel zichtbaar, vooral in de (antitank-)grachtstructuur (2 op Figuur 17) die duidelijk kan afgelijnd worden op basis van deze meting. Verder is een recent, noord-zuid georiënteerd pad in het oostelijk deel van het studiegebied zichtbaar. Dit werd niet aangeduid als mogelijk archeologisch spoor of van oudere origine.



Figuur 15: MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte).

Figuur 15 toont de MG meting van de 2HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.8 m diepte). Op basis van deze meting kan de (mogelijk archeologische) structuur met baksteen- en metaalresten scherp afgelijnd worden (1 op Figuur 17). Die zone kan dus mogelijk te maken hebben met de al dan niet recente aanwezigheid van een gebouw waar de funderingen (deels) intact in de ondergrond aanwezig zijn. De interpretatie hiervan moet dus gebeuren op basis van boringen of het door het graven van een proefsleuf. Daarnaast wordt de MG dus, meer dan bij de 1HCP spoelconfiguratie, verhoogd in de oostelijke zone van het studiegebied, vermits de MG metingen daar sterk beïnvloed zijn door de hoge conductiviteit van de kleirijke ondergrond en de MG verschillen eerder gerelateerd zijn aan verschillen in bodemtextuur.



Figuur 16: MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).

2.2.1.3 Metaalaanduiding

Op basis van de verschillende EGs metingen kunnen extreme puntanomalieën veroorzaakt door begraven metalen objecten aangeduid worden. De extreme anomalieën veroorzaakt door begraven metalen objecten zijn duidelijk zichtbaar in de data, ofwel door een verhoogde MG of een combinatie van een extreem hoge of lage EG. Na filtering en combinatie van de EGs metingen kunnen plaatsen met verstoringen door begraven metalen objecten aangeduid worden (Figuur 16). Er blijken in studiegebied weinig metalen objecten in de ondergrond aanwezig. Enkel in de opgevolde antitankgracht en in de zone met puinmateriaal in het noorden van het studiegebied (respectievelijk 2 en 1 op Figuur 17) zijn een veelvoud aan anomalieën aanwezig. Vermoedelijk is de antitankgracht opgevuld met puin- en metaalhoudend materiaal en zijn er enkele metalen objecten aanwezig in het in de zone met verhoogde MG in het noorden van het studiegebied (waar overheersend baksteen en/of funderingsresten van een ouder gebouw aanwezig zijn).



Figuur 17: Verstoringen veroorzaakt door begraven metaal op basis van de EG metingen.

2.2.1.4 Aanduiding anomalieën met afwijkende EG en MG signatuur

De globale variatie van de EC in het studiegebied wordt, door de aanwezigheid van kleiige en venige afzettingen verwacht variabel en vrij hoog te zijn, vooral in de diepte. Kleine lokale verhogingen in EG zouden grachtstructuren, gecompacteerd lagen, oude perceelsgrenzen of oude wegtracé's kunnen voorstellen. Op basis van de EG en MG kunnen een veelvoud van lineaire structuren en zones met lokaal afwijkende waarden aangeduid worden in dit 14 ha grote studiegebied. Deze kunnen mogelijk archeologische structuren voorstellen of ermee gerelateerd zijn. Figuur 17 toont een overzicht van alle aangetroffen sporen. Ondanks het feit dat het meest westelijke (grootste) terrein er erg ruw bij lag, wat een negatieve invloed heeft op de signaal/ruis verhouding, konden een groot aantal zones of structuren met (subtiel) afwijkende elektrische of magnetische eigenschappen afgelijnd worden. Vooral de oostelijke helft van het studiegebied bleken een aantal interessante anomalieën en structuren aanwezig. De complementariteit tussen de EG en MG signalen blijkt uit het feit dat met beide signalen andere (mogelijk archeologische) structuren konden afgelijnd worden, zo kon de zone met puinmateriaal (baksteen en keramiek, was aan het oppervlak aanwezig) nauwkeurig afgelijnd worden op basis van de

MG metingen (1 op Figuur 17), terwijl opgevulde grachten, percelleringen en geulstructuren konden aangeduid worden op basis van de EG metingen (2 tot en met 8 op Figuur 17). De aard van deze structuren kan slechts met zekerheid achterhaald worden na het uitvoeren en interpreteren van gerichte boringen en/of proefsleuven. De meeste sporen stellen echter zo goed als zeker bodemverstoringen door afwijkend klei- en of organisch materiaal gehalte voor (na vergraving tot onder de bouwvoor en opvulling met bovenliggend materiaal) en van oudere oorsprong zijn vermits deze niet zichtbaar zijn op ouder luchtfoto's of historische kaarten. In vergelijking met de oostelijke zone zijn in het westelijk deel van het studiegebied zijn duidelijk minder indicaties van afwijkende en potentieel interessante archeologische sporen in de metingen aanwezig.

Om aan al deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie aan te koppelen dienen terreinobservaties dus uitsluitsel te geven. In elk geval kan de continuïteit en uitgestrektheid van de sporen en structuren aangeduid worden met behulp van de geofysische metingen, terwijl de interpretatie en eventuele datering moet gebeuren aan de hand van veldobservaties.

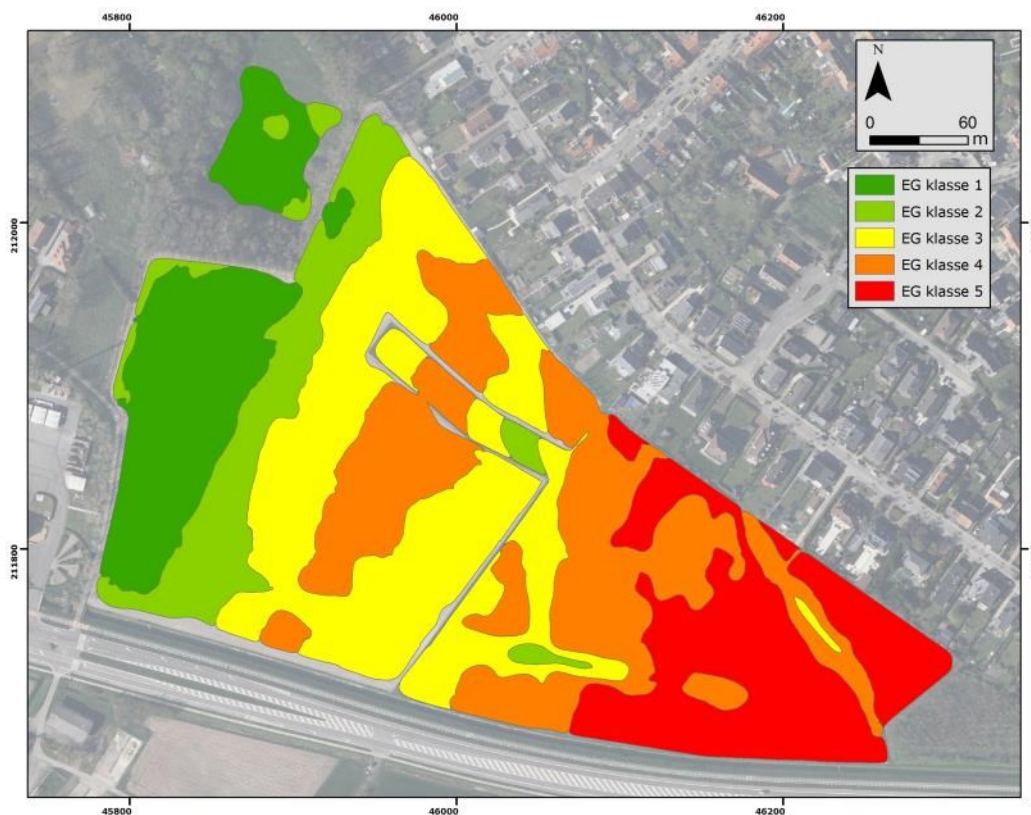


Figuur 18: Sporen afgelijnd op basis van de elektrische en magnetische metingen met nummering van de meest prominente structuren.

2.2.1.5 Aanduiding van zones met homogene bodemopbouw

De simultane registratie van meerdere bodemvolumes laat toe om de variatie in bodemopbouw in het studiegebied te in te schatten. De combinatie van verschillende EG metingen laat immers toe om erg gedetailleerd laterale variaties in bodemopbouw aan te duiden, waardoor homogene zones met min of meer gelijkaardige bodemstratigrafie afgelijnd kunnen worden. In die zones kunnen gerichte boringen uitgezet worden om de landschappelijke variaties in bodemopbouw in het volledige studiegebied op een efficiënte manier te achterhalen. Omdat voorlopig geen gedetailleerde informatie beschikbaar is van de bodemopbouw in het studiegebied werden de EG metingen gecombineerd en geclassificeerd in 5 verschillende zones met variabele bodemeigenschappen. In die zones zijn variaties in bodemopbouw in de diepte te verwachten. Deze zones dienen dus preferentieel onderzocht te worden om uitsluitsel te krijgen over de aanwezigheid van recentere of oudere getijdegeulen. Van west naar oost blijkt de ondergrond van het studiegebied duidelijk kleirijker te worden. Zo kan in EG klassen 1 en 2 geen of slechts een minimale klei-aanrijking verwacht worden in de diepte, terwijl in EG klasse 5 zo goed als

zeker een zware klei- en of veenlaag aanwezig is onder de bouwvoor. De relatieve verschillen in het studiegebied dienen dus verder geduid te worden door het uitvoeren van (een minimaal aantal) landschappelijke boringen in de verschillende EG zones. Zo kan op een effectieve en geïntegreerde manier de landschappelijke context en complexe stratigrafie van het studiegebied in kaart gebracht worden.



Figuur 19: Classificatie van EG waarden in 5 zones met verschillende bodemopbouw.

2.2.2 Indien archeologische sporen of site gevonden

Er zijn mogelijks enkele archeologische relictten waargenomen in het oostelijke deel van het projectgebied. Het zijn lijnvormige structuren in een oost-west oriëntatie en een trapeziumvormige polygoon. Deze polygoon wijst op een mogelijke aanwezigheid van een site met walgracht (zie Figuur 18 voor de aanduiding van deze structuren).

2.2.3 Verwachting ten aanzien van archeologisch erfgoed

Er is een tweeledigheid aanwezig binnen het projectgebied. Het westelijke deel omvat zandigere sedimenten en wijst op de aanwezigheid van een geulsysteem en impliceert erosie. Dit impliceert een relatief oppervlakkig archeologisch niveau. In het oosten is er een verwachting inzake middeleeuwse resten op klei.

2.2.4 Synthese

De verschillende simultaan uitgevoerde EMI metingen laten toe om de laterale variatie in bodemstratigrafie in het studiegebied gedetailleerd in te schatten. Op die manier werden 5 verschillende zones met min of meer vergelijkbare bodemopbouw aangeduid. In die zones kunnen gerichte boringen uitgezet worden om de landschappelijke variaties in bodemopbouw in het volledige studiegebied op een efficiënte manier te achterhalen. Daarenboven kon een veelvoud aan subtiele verschillen waargenomen worden in het studiegebied, die mogelijke vergravingen of begraven grachten voorstellen en vermoedelijk van archeologische oorsprong zijn omdat deze de oriëntatie van de huidige percellering

niet volgen. Verder konden diverse begraven metalen objecten gelokaliseerd worden, tezamen met een grotere puinhoudende zone, die gerelateerd kan zijn aan de aanwezigheid van vroegere bewoning.

Deel 4: Bibliografie

Agentschap Onroerend Erfgoed 2016

AGIV

DOV Vlaanderen

Geoportaal

Geopunt

Van Ranst, E. & Sys, C. 2000. Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen. Universiteit Gent.

Deel 5: Bijlagen

5.1 Dagrapporten (niet verplicht bij 1 dag campagne)

Projectcode	2017B309
Datum	24/11/2016
Werkzaamheden	Opmeting percelen C213a, C204e, C205b, C247b, C225a, C222a, C220, C217, C216
Interpretaties	Afwijkende zones EMI metingen en eerste interpretatie door Timothy Saey, koppeling met landschappelijke en bodemkundige gegevens door Joren De Tollenaere
Keuzes	Inzet EMI in poldergebied door Clara Thys
Extern advies	geen
Externe condities	Vrij natte bodemomstandigheden, survey op gras
Aanwezig personeel	Clara Thys (veldwerkleider, archeologe), Joren De Tollenaere (aardkundige), Timothy Saey (geofysicus)
Specialisten	EMI metingen uitgevoerd door Timothy Saey, onderzoeksstrategie door Clara Thys

Projectcode	2017B309
Datum	08/12/2016
Werkzaamheden	Opmeting percelen C228g en deel C227e
Interpretaties	Afwijkende zones EMI metingen en eerste interpretatie door Timothy Saey, koppeling met landschappelijke en bodemkundige gegevens door Joren De Tollenaere
Keuzes	Inzet EMI in poldergebied door Clara Thys
Extern advies	geen
Externe condities	Droge bodemomstandigheden, survey op grof geploegde akker
Aanwezig personeel	Clara Thys (veldwerkleider, archeologe), Joren De Tollenaere (aardkundige), Timothy Saey (geofysicus)
Specialisten	EMI metingen uitgevoerd door Timothy Saey, onderzoeksstrategie door Clara Thys

Projectcode	2017B309
Datum	12/12/2016
Werkzaamheden	Opmeting percelen deel C227e, C226, C221, C219b, C218a en C215a
Interpretaties	Afwijkende zones EMI metingen en eerste interpretatie door Timothy Saey, koppeling met landschappelijke en bodemkundige gegevens door Joren De Tollenaere
Keuzes	Inzet EMI in poldergebied door Clara Thys
Extern advies	geen
Externe condities	Natte bodemomstandigheden, survey op grof geploegde akker
Aanwezig personeel	Clara Thys (veldwerkleider, archeologe), Joren De Tollenaere (aardkundige), Timothy Saey (geofysicus)
Specialisten	EMI metingen uitgevoerd door Timothy Saey, onderzoeksstrategie door Clara Thys