



# Rapport

Geofysisch onderzoek Europark Lanaken

Projectcode 2021L252

21 januari 2022

gericht aan Studiebureau Archeologie

Ter attentie van Mevr. Annelies De Raymaeker

**Project:**

Geofysisch onderzoek Europark Lanaken, projectcode 2021L252

**Opdrachtgever:**

Studiebureau Archeologie bv  
Bietenweg 20  
3300 Tienen

**Plangebied:**

ca. 6.5 ha aan de Industrieweg te Lanaken

**Contactpersonen:**

Mevr. Annelies De Raymaeker

**Uitvoering:**

3Dsoil (dr. ir. Timothy Saey)  
Ropamate International nv  
Triphonstraat 9  
9060 Zelzate

**Datum veldwerk:**

3 en 4 januari 2021

**Datum rapportage:**

21 januari 2021

## 1. Doelstellingen en studiegebied

Naar aanleiding van een geplande stedenbouwkundige vergunningsaanvraag, dient een archeologisch onderzoek uitgevoerd te worden op een terrein (voornamelijk grasland) van ca. 6.5 ha in het Europark aan de Industrieweg te Lanaken. Archeologisch onderzoek op en in de nabijheid van de site heeft sporen van verschillende ouderdom opgeleverd. Het projectgebied is immers gelegen in een regio die zeer rijk is aan archeologische resten vanaf de prehistorie doorheen bronstijd, ijzertijd en Romeinse periode met nadien een grote activiteit ten tijde van het Beleg van Maastricht.

In 2019 werd er een archeologienota opgesteld door Annika Devroe (projectcode 2017L233) voor het oostelijke deel van het te onderzoeken terrein (percelen 475B en 475c). In 2013 werd op het voorgestelde terrein een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd dat kaderde in een groter onderzoek. Tijdens de proefsleuven werden er greppels en een mogelijke gracht aangetroffen die door het colluvium lopen en waarbij er twee overeenkwamen met een perceelgrens op de Atlas der Buurtwegen. Er werden ook drie brandkuilen aangetroffen waarbij niet duidelijk is of ze uit de Romeinse periode dateren of te maken hebben met het Beleg van Maastricht (1748). Daarnaast troffen ze kleinere kuilen aan, waar handgevormd aardewerk en een kling zijn aangetroffen. Het gaat dus over een terrein waar in het verleden al proefsleuven zijn op gebeurd, waarna een advies tot opgraving werd geformuleerd. Er lijkt op basis van het proefsleuvenonderzoek een lage densiteit aan sporen aanwezig te zijn ter hoogte van het projectgebied.

Op basis van eerdere archeologische en landschappelijke terreinonderzoeken in het projectgebied geldt dus een hoge verwachting voor de aanwezigheid van restanten uit verschillende periodes, ook al blijkt er een eerder lage densiteit aan sporen aanwezig te zijn ter hoogte van het projectgebied. Gezien de aanwezigheid van verschillende archeologische sites in de nabije omgeving en dit uit verschillende periodes, kan het toch interessant zijn om het projectgebied verder te onderzoeken. Sowieso zijn de archeologische restanten in het vooropgestelde studiegebied direct bedreigd door de geplande bodemingrepen.

Omdat deze onderzoeken in twee fasen gedateerd zijn en er ondertussen al verschillende opgravingen uitgevoerd zijn, stelt Studiebureau Archeologie voor om een extra waardering van het terrein uit te voeren. Daarom dient in de eerste plaats met behulp van niet-destructieve geofysische prospectie op basis van elektromagnetische inductie (EMI) en magnetometrie (MAG) deze zone gescand te worden met oog op de detectie van mogelijk aanwezige archeologische relictten van verschillende ouderdom in de ondergrond. Dit omdat er nu heel wat meer informatie over de archeologie beschikbaar is dan ten tijden van de proefsleuvenonderzoeken.

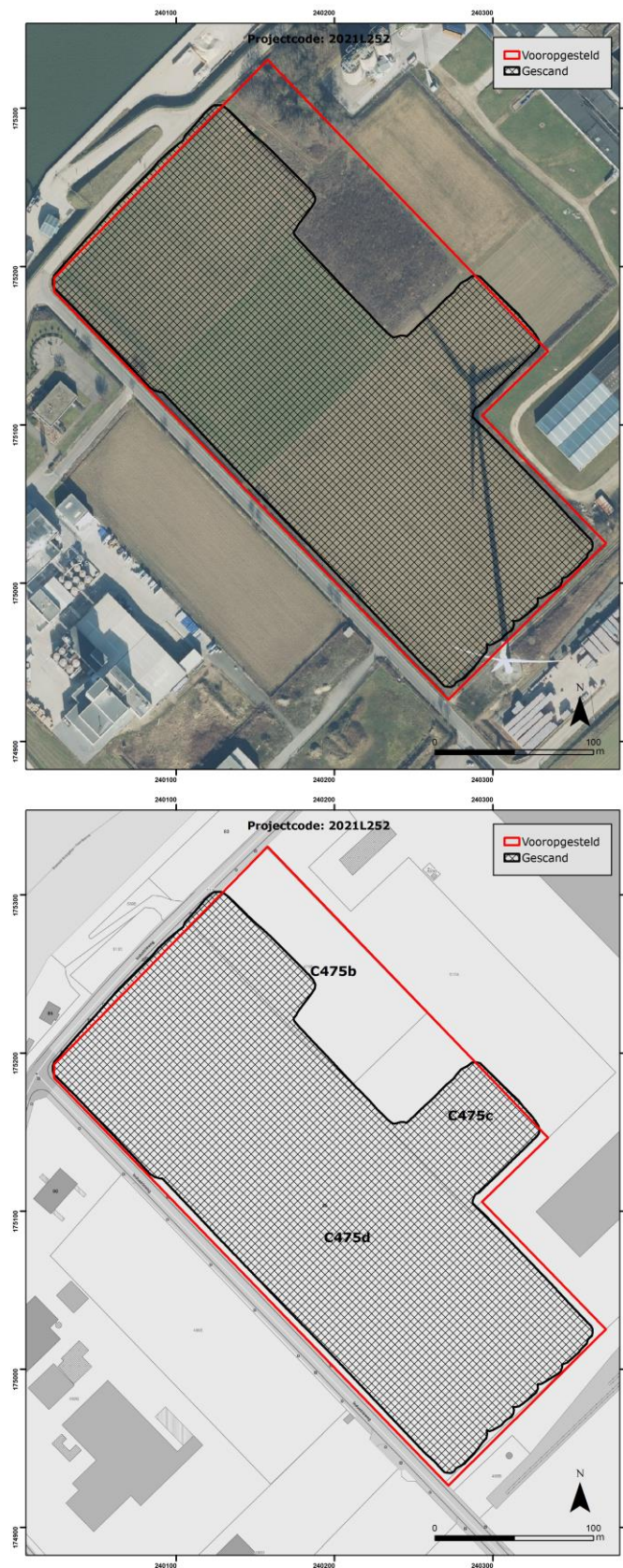
Concreet verwacht Studiebureau Archeologie op het terrein:

- Resten van grafveld uit ijzertijd en Romeinse periode (grafheuvels + crematiegraven)
- Resten vanaf steentijd tot vroege middeleeuwen
  - o Er zou sprake zijn van bepaalde concentraties lithisch materiaal dewelke mogelijk teruggevonden kunnen worden op basis van bodemvariaties
  - o Verschillende grachten die bepaalde zones afbakenen – functie vooralsnog onbekend
- Bewoning / ambachtelijke activiteiten in Romeinse periode: houtskoolmeilers
- Militaire activiteiten uit de late middeleeuwen: gevechtslinies + linies vd tenten (haardkuilen e.d.)

Er dient via het geofysisch onderzoek dus op zoek gegaan te worden naar archeologisch waardevolle sporen en structuren. Zo kunnen met EMI en MAG archeologische sporen zoals opgevulde grachten, perceelgrenzen, oude wegtracé 's, poelen, waterputten, ovens... gedetailleerd in kaart gebracht worden. Met multi-signaal EMI en MAG kunnen immers laterale en verticale verschillen in bodemtextuur en/of organisch materiaal in kaart gebracht worden net als sporen of structuren met afwijkende opvulling of materiaaleigenschappen. Met EMI en MAG kunnen dus zo goed als alle grachtstructuren (ook die met erg subtiele textuur- en/of kleurverschillen ten opzichte van het omgevende bodemmateriaal), uitgravingssporen en mogelijke funderingen gedetecteerd worden.

Nadien kunnen er op basis van de scanresultaten gerichte boringen, controlesleuven of een vlakdekkende opgraving worden uitgevoerd op de aangetroffen sporen. Op die manier zal de site nog beter gedocumenteerd worden en kunnen de geofysische sporen erg gericht en lokaal (niet-destructief) onderzocht worden om een maximale kenniswinst van de site te bekomen met minimale invasieve activiteiten. Met dit geïntegreerd onderzoek wordt op die manier geprobeerd om meer gegevens te verzamelen omtrent de constructie, evolutie en bewaring van de site. Op die manier kunnen de vervolgfases van het archeologisch (voor)onderzoek gericht en efficiënter uitgevoerd worden.

De opgemeten percelen worden momenteel gebruikt als graslanden of zijn braakliggend. Het vooropgestelde gebied wordt kadastraal gedefinieerd als Lanaken, 1<sup>e</sup> afdeling, sectie C, met kadastrale percelen 475b, 475c en 475d, zoals aangegeven op Figuur 1. Delen van percelen 475b en 475c konden niet gescand worden doordat daar struiken en jonge bomen aanwezig waren waarover niet gescand kon worden. Met magnetometrie kon het centraal deel van perceel 475d niet gescand worden door het aanwezige hoge onkruid, dat tegen de magnetometerprobes duwde waardoor geen correcte metingen konden worden verkregen. Een bounding box rond het studiegebied wordt bepaald door de lambert 72 coördinaten Xmin: 240020 m, Ymin: 174930 m, Xmax: 240360 m, Ymax: 175305 m.



Figuur 1: Aanduiding van het gescande gebied (zwart) en vooropgestelde studiegebied (rood omljnd) op een hedendaagse luchtfoto (boven) en op het GRB (Informatie Vlaanderen) (onder).

## 2. Elektromagnetische inductie

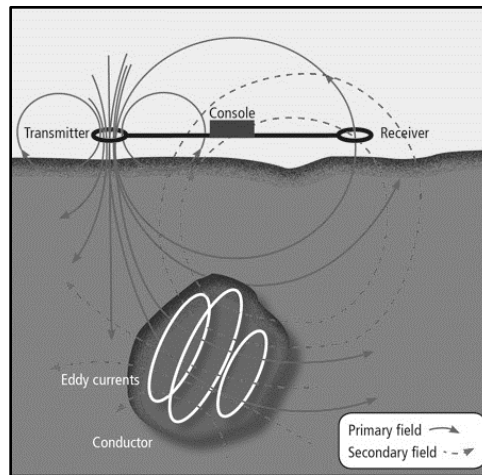
### 1. Principe

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) dat 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 verschillende fysische bodemparameters. In hoofdzaak zijn dit het gehalte aan klei, het vochtgehalte, de hoeveelheid organisch materiaal en de bodemdichtheid. De aanwezigheid van zout doet de elektrische geleidbaarheid in de hoogte schieten, net als de aanwezigheid van begraven metalen (ferro en non-ferro) objecten. Elk spoor of structuur aanwezig in de ondergrond dat een afwijking van deze bodemparameters in de ondergrond veroorzaakt kan resulteren in een lokaal verhoogde of verlaagde EG.

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. Omdat de bovenste, organisch-rijke 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-rijk bodemmateriaal. Verhit of verbrand bodemmateriaal (bijvoorbeeld brandplaatsen, ovens, bakstenen structuren...) leveren een sterke verhoging van het MG signaal op. Aanzienlijke veranderingen in diepte of concentratie aan 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.

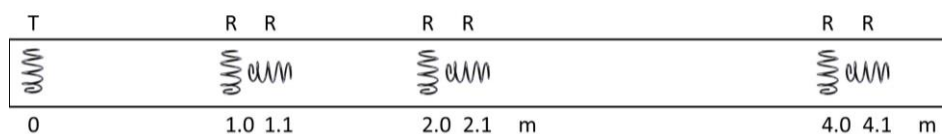
Zowel de EG als de MG metingen reageren dus op verstoringen van (recente of oude) bodems door opvulling met materiaal met een verschillende textuur (vergravingen in of net onder de bouwvoor), vochtgehalte of gehalte aan organisch materiaal. In functie van de vraagstelling zouden dus mogelijke oudere grachtstructuren, uitgravingen of putten gedetecteerd kunnen worden via hun afwijkende bodemsamenstelling en/ of magnetische eigenschappen. Verder kunnen met EMI zowel ferro (ijzer) als non-ferro (goud, koper, aluminium) metalen objecten in de ondergrond gedetecteerd worden, net als bakstenen muren of funderingen.



Figuur 2: Principe van elektromagnetische inductie.

## 2. Multi-signaal EMI instrument

De EMI sensor waarmee het studiegebied werd gescand bestaat uit één zendspoel en zes ontvangspoelen op een verschillende afstand van de zendspoel (Figuur 3). In elke zendspoel 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 antropogene/archeologische verstoringen. Omdat de ontvangspoelen op verschillende afstanden staan van de zendspoel en in een verschillende oriëntatie staan ten opzichte van de zendspoel worden de EG en MG opgemeten van verschillende bodemvolumes tot een diepte van 6.4 m onder het bodemoppervlak. Concreet bevat de sensor zes ontvangspoelen die zich op drie verschillende afstanden van een zendspoel (op 1, 2 en 4 m) bevinden met twee verschillende oriëntaties ten opzichte van het bodemoppervlak: verticaal (HCP) en loodrecht (perpendicular of PRP)). Door de combinatie worden dus zes EG en zes 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 zes EG metingen de dieptes van dominante respons variëren van 0-0.5 m (1PRP), 0-1.0 m (2PRP), 0-1.6 m (1HCP), 0-2.0 m (4PRP), 0-3.2 m (2HCP) en 0-6.4 m (4HCP) en voor de drie meest informatieve MG metingen: 0-0.4 m (1HCP), 0-0.8 m (2HCP) en 0-1.6 m (4HCP). Eenvoudig gesteld wordt zo informatie verkregen van zowel oppervlakkige als diepere elektrische en magnetische fenomenen tot op een diepte van ongeveer 6.4 m onder de sensor.



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

### 3. Meetdetails

De survey van beschikbare terreinen werd begin januari 2022 uitgevoerd bij erg natte bodemomstandigheden. Hierbij werd de bodemsensor in een mobiele configuratie voortgetrokken werd door een quad (Figuur 4) aan een gemiddelde snelheid van 9 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 0.5 meter tussen de meetlijnen werd aangehouden om het studiegebied erg gedetailleerd op te meten. Met deze resolutie kunnen landschappelijke eenheden, opgevulde geul- en grachtstructuren, gedempte uitgravingen en aanverwante bodemsporen gekarteerd en aangeduid worden.



Figuur 4: Mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede.

## 4. Magnetometrie

### 1. Principe

Met een magnetometer wordt op een passieve wijze de sterkte van het aardmagnetisch veld gemeten. Kleine afwijkingen van dit aardmagnetisch veld zijn vaak indicatief voor menselijke activiteiten of voorwerpen die hun weerslag vinden in veranderingen van de magnetische sterkte van de bodem op een bepaalde plaats. De magnetische gevoeligheid van voorwerpen is nauw verbonden met de aanwezigheid van ijzer. Dit kan als ijzerhoudende minerale korrels in bodems aanwezig zijn, maar ook als vrij ijzer gecomplexed aan organisch materiaal of in vulkanisch stof. Sterk verhit materiaal (bakstenen, vuurhaarden) resulteert ook in een magnetische afwijking ten opzichte van de natuurlijke achtergrond. In principe worden met magnetometrie dezelfde verstoringen opgemeten als met de MG van EMI, zoals hierboven beschreven.

### 2. Multi-sensor fluxgate magnetometrie

Er werd een mobiele magnetometer systeem gebruikt dat bestaat uit een set van 14 fluxgate magnetometer probes, met een erg hoge gevoeligheid voor magnetische afwijkingen van het aardmagnetisch veld.

### 3. Meetdetails

Met het fluxgate magnetometer (gradiometer) systeem werd de voorziene zone vlakdekkend opgemeten. Veertien gevoelige magnetometer probes werden op een op een afstand van 0.25 m van elkaar gemonteerd op een frame. Dit frame is voorzien van wielvering waardoor een schokvrije mobiele configuratie ontstaat die mobiel werd voortbewogen zodat het volledige studiegebied werd gedekt (Figuur 5). In de lijn werd ongeveer om de 5 cm een meting uitgevoerd. Deze metingen werden gegeorefereerd met behulp van een RTK-GPS met een nauwkeurigheid van om en bij de 1 cm. De magnetometer en GPS data werden simultaan gelogd aan respectievelijke snelheden van 30 Hz en 1 Hz.



Figuur 5: Mobiele magnetometer configuratie.

## 5. Resultaten EMI

### 1. Duiding gebruikte schaal

De ruwe EMI data werden gegeorefereerd 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 externe invloeden (zoals temperatuurschommelingen gedurende een dag).

De EG en MG waarden werden geïnterpoleerd naar een grid van 0.02 m bij 0.02 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 daarenboven ook in een gemeenschappelijke blauw-groen-geel-rood kleurschaal getoond, waardoor de verschillen tussen de EG metingen met verschillende meetdiepte gedeut worden. Hiermee kan immers de bodemvariabiliteit in kaart gebracht worden en veranderingen van elektrische geleidbaarheid of conductiviteit in de diepte aangetoond. Er wordt opgemerkt dat de kleurschalen van de onderstaande figuren niet steeds het volledige bereik van de data-range weergeven.

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

De geselecteerde terreinen konden systematisch gescand worden, waardoor een perfecte dekking van het volledige vooropgestelde gebied kon plaatsvinden. Enkel de terreinen met hoge stuiken, jonge boompjes en dichte begroeiing in het noordwesten konden niet worden onderzocht omdat deze niet betreden konden worden met de mobiele EMI configuratie.

### 2. Elektrische geleidbaarheid

Figuren 6, 7 en 8 tonen de EG meting met de 1PRP spoelconfiguratie. Deze EG meting is in theorie geconcentreerd in de bovenste 0.5 m van de bodem en heeft in het studiegebied waarden tussen 8 en 18 mS m<sup>-1</sup>, waardoor de bovengrond in het overgrote deel van het gescande gebied als vrij homogeen lemig beschouwd kan worden, met enkele kleinere textuurvariaties in of net onder de bouwvoor (Figuur 6). Het noordoostelijk deel van het studiegebied heeft een over het algemeen vrij hoge EG (rond 15 à 18 mS m<sup>-1</sup>), terwijl in het zuiden een iets lagere EG (rond 10 mS m<sup>-1</sup>) waargenomen kan worden. Overheen het studiegebied is geen duidelijke gradiënt van EG waarneembaar. De aanwezige variaties zijn hoogstwaarschijnlijk vooral dieper dan 0.5 m onder het maaiveld aanwezig, maar kunnen ook in dit ondiep signaal reeds opgemerkt worden vermits dit signaal ook grotere en dieper variaties weerspiegelt. Centraal in het studiegebied kan in de donkerblauwe zone op Figuur 7 vrijwel zeker een zandiger bodemprofiel opgemerkt worden in vergelijking met de rest van het studiegebied omdat de EG daar erg laag is en blijft in de metingen die een groter bodemvolume omvatten, terwijl richting het noordoosten vermoedelijk lemigere tot licht kleiige afzettingen teruggevonden kunnen worden in vergelijking met de rest van het gescande gebied. Vermoedelijk zijn

de zones met hogere EG in dit signaal dus vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van lemiger of kleiiger materiaal met hogere elektrische geleidbaarheid dieper dan 0.4 m onder het maaiveld (diepte tot waar geploegd wordt), terwijl in de zones met lagere EG zandiger materiaal dieper dan 0.4 m onder het maaiveld aangetroffen kan worden.

De vraag is of de centrale zone met hoger zandgehalte of lager leemgehalte een preferentiële locatie was in het vroegere landschap. Verwacht wordt dat hogere en drogere zones in het vroegere landschap preferentieel gebruikt werden waardoor deze een hoger archeologisch potentieel vertonen in vergelijking met de omliggende lager gelegen gebieden. In die zones kan gericht archeologisch onderzoek uitgevoerd worden omdat aangenomen kan worden dat de kans op het aantreffen van archeologische sites daar substantieel groter is.

De EG-verschillen in de metingen van de ondiepe spoelconfiguraties zijn lager dan de verschillen in de diepere metingen, wat doet vermoeden dat de grootste variaties in bodemsamenstelling zich dieper in het bodemprofiel voordoen. De afwijkingen in de metingen die een groter bodemvolume omvatten zijn dus prominenter, waardoor aangenomen kan worden dat de textuurvariaties zich vooral dieper dan 0.5 m onder het oppervlak bevinden. Het kan ook zijn dat bovenlaag beduidend droger is dan de lagen dieper dan 0.5 m onder het maaiveld, waardoor de EG van de metingen die een groter bodemvolume omvatten hoger is.

Figuur 6 toont de meer subtiele verschillen in het studiegebied. Hieruit kan worden afgeleid dat er centraal in het gescande gebied een lineair, licht kronkelend zuidoost-noordwest georiënteerde spoor met lagere EG waarneembaar is (1 op Figuur 20). Op die locatie kan lokaal een zandigere of organisch-armere bovengrond teruggevonden worden waardoor dit spoor een met zandig materiaal opgevulde (perceels-)gracht of zandige weg van oudere origine voorstellen die naar het noordwesten lijkt te verlopen.

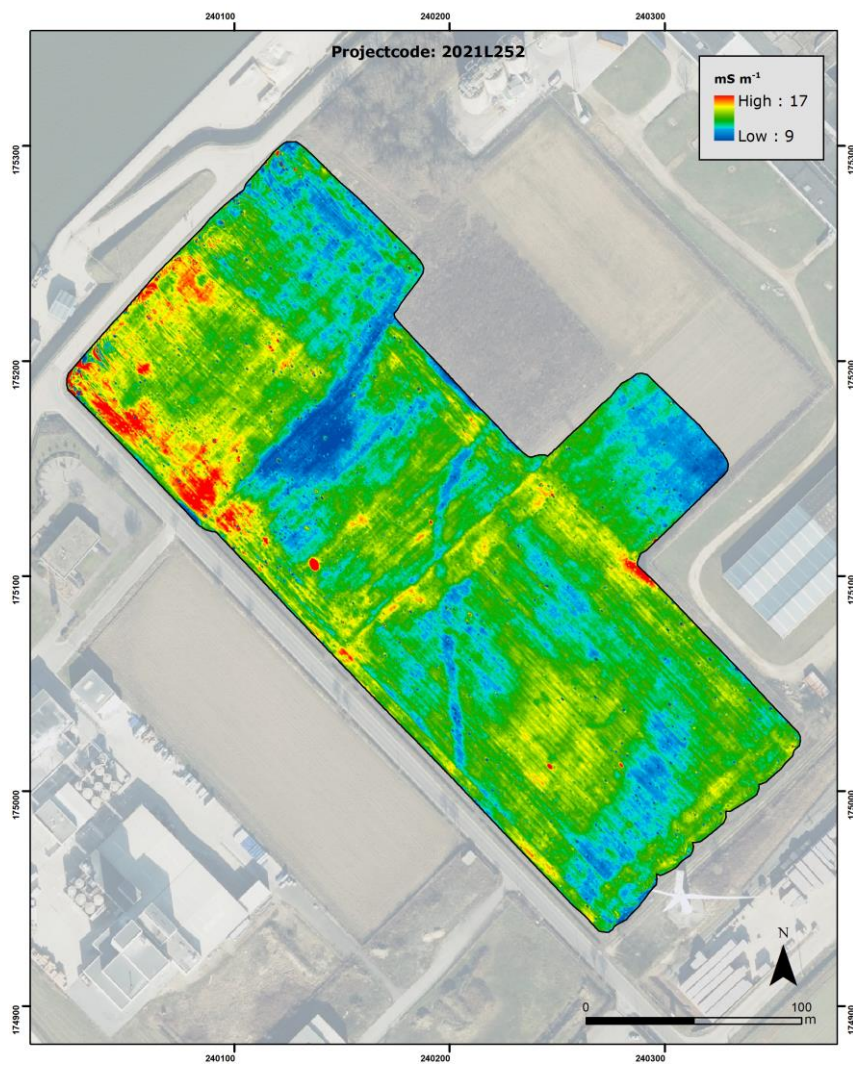
Op basis van dit signaal kunnen er ten noorden van dit lineair spoor een beperkt aantal bodemsporen aangeduid worden (Figuur 8). Ten zuiden van dit lineair spoor 1 op Figuur 20 kan een klein V-vormig spoor opgemerkt worden, samen met enkele cirkel- en puntvormige sporen die wijzen op gedempte putten of uitgravingen (3 op Figuur 20). Vermits de lineaire sporen 1 en 2 op Figuur 20 de oriëntatie van de huidige percellering niet volgen kunnen deze potentieel als van oudere origine gecategoriseerd worden en dus als archeologisch relevant aanzien worden. De 6 punt- of cirkelvormige anomalieën 3 op Figuur 20 kunnen daarom als opgevulde uitgravingen of gedempte putten aanzien worden van antropogene origine. Bodemverstoringen die vroegere uitgravingen voorstellen en opgevuld zijn met materiaal met een andere bodemtextuur kunnen immers onderkend worden op basis van dit EG signaal. Deze sporen 2 en 3 op Figuur 20 met lagere EG zijn dus hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door een al dan niet recente uitgraving tot onder de bouwvoor en opvulling met zandigere of minder lemige bovengrond.

Deze meting toont dat er groot aantal puntvormige anomalieën met (extreem) lage waarden voorkomen, veroorzaakt door ondiepe kleine metalen objecten en dat er slechts een tweetal grote begraven metalen objecten of concentraties conductief puinmateriaal voorkomen, en dit centraal in het gebied (4 en 5 op Figuur 20). Ook blijkt er gestort metaalpuin of -afval aanwezig in het noordwesten van het onderzochte gebied (6 op Figuur 20). De meeste van de kleinere anomalieën zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door kleinere metalen objecten of metaalpuin, en wijzen daarom niet op de aanwezigheid van relictten van oudere/archeologische origine. De grotere anomalieën 4 en

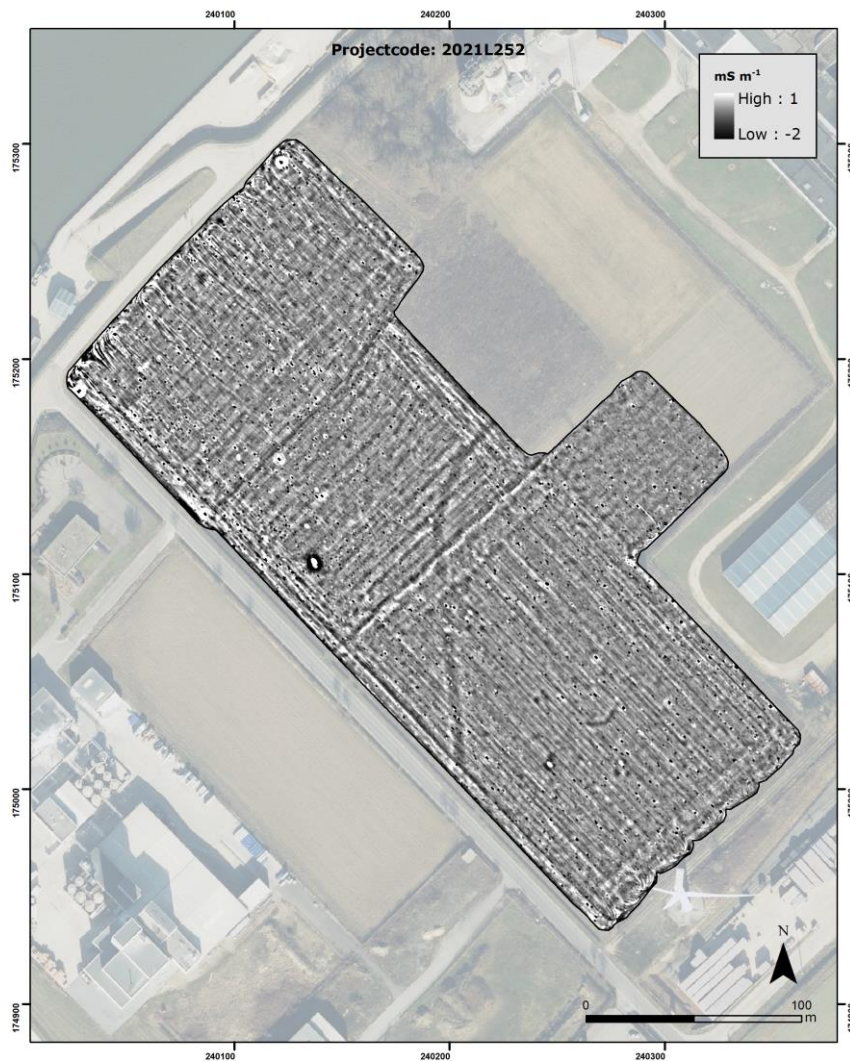
5 op Figuur 20 kunnen wijzen op het voorkomen van archeologische relictten van laat-middeleeuwse of recentere origine. Beide grotere anomalieën zijn waarschijnlijk veroorzaakt door ondergrondse metalen objecten van antropogene oorsprong want deze kunnen niet direct gecorreleerd worden aan mogelijke archeologische sporen in de directe nabijheid, enkel anomalie 5 kan min of meer teruggevonden worden in de buurt van anomalieën 1 en 2 op Figuur 20.



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



Figuur 7: EG opgemeten met de 1PRP speelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).



Figuur 8: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).

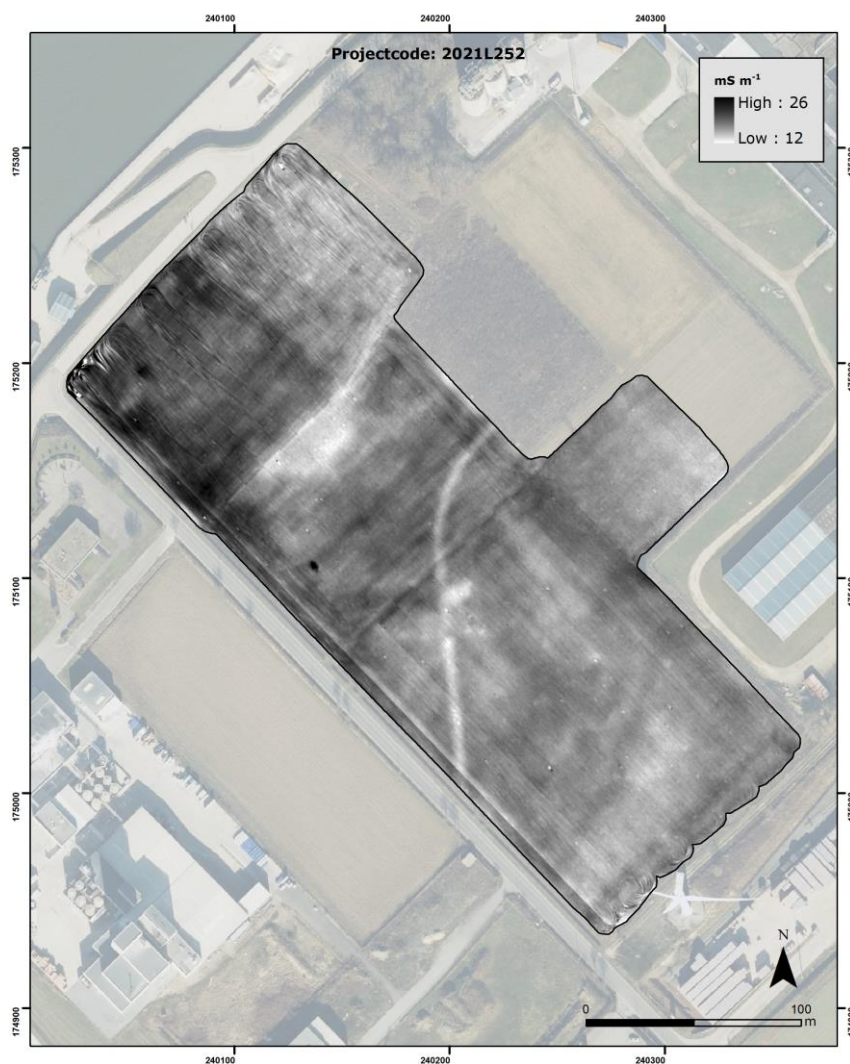
Figuren 9 en 10 tonen de EG meting met de 2PRP spoelconfiguratie (opgemeten bodemvolume 0- 1.0 m). De absolute EG waarden nemen substantieel toe bij toenemende meetdiepte van 0.5 m naar 1.0 m, en dit zowel in de zones met hogere EG als met lagere EG. Deze verhoging van EG met toenemend opgemeten bodemvolume kan toegeschreven worden aan een aanrijking met bodemvocht en eventueel ook leemgehalte tussen een diepte van 0.5 m en 1.0 m in de zones met hogere EG, dus vooral in het noordoostelijk deel van het opgemeten terrein. In de zones met lage EG stijgt de EG minder, wat wijst op een globaal zandiger of minder lemig bodemprofiel (qua textuur) tot 1.0 m diepte (of dieper).

Figuur 9 vertoont een grote analogie met de EG meting van de 1PRP spoelconfiguratie, met dien verstande dat enkel de grotere en diepere verstoringen duidelijk tot uiting komen vermits dit signaal een groter bodemvolume omvat, dus met een grotere laterale 'footprint' en aanzienlijk dieper in vergelijking met de 1PRP spoelconfiguratie. In het algemeen blijkt in deze 2PRP-EG meting enkel anomalie 1 op Figuur 20 aanwezig als een lineaire band met verlaagde EG, waarin centraal een grotere cirkelvormige zone met lagere EG (zandiger of minder lemig materiaal) kan worden opgemerkt. De

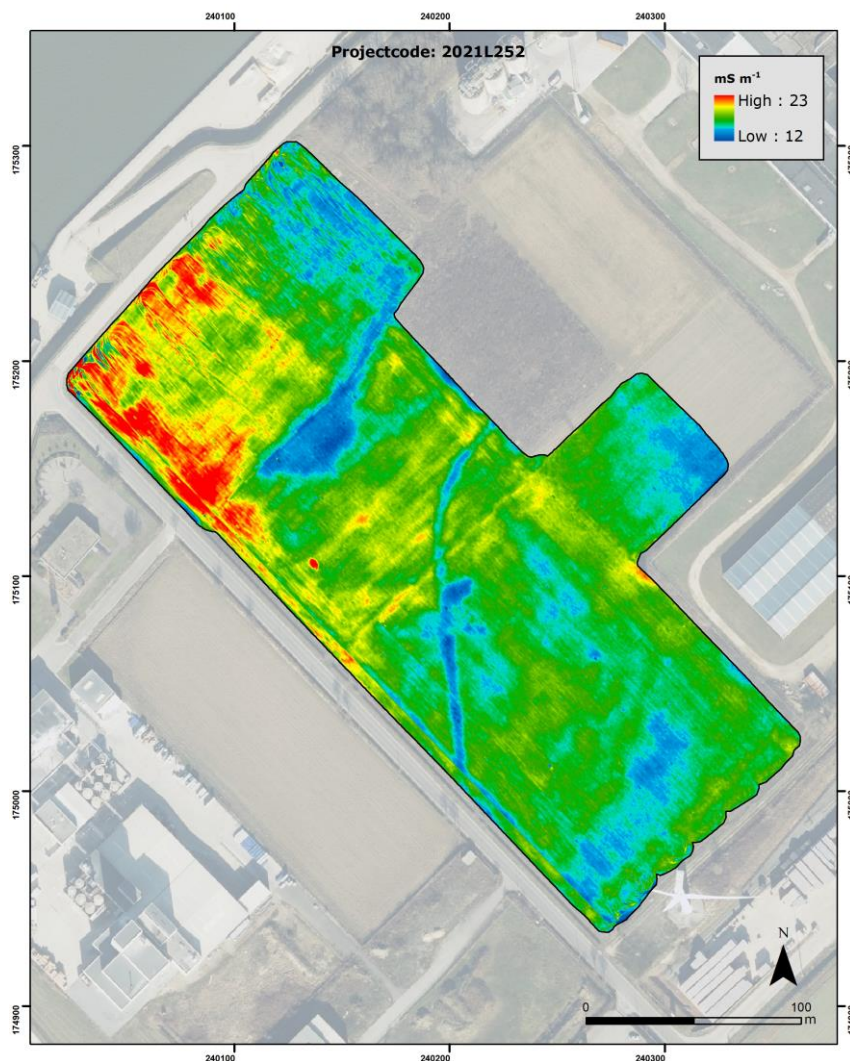
meeste antropogene variaties en verstoringen van het natuurlijke bodemprofiel manifesteren zich net onder de bouwvoor (0 – 0.4 m) vermits de terreinen akkerlanden zijn die frequent werden geploegd. De sporen 1, 2 en 3 op Figuur 20 met lagere EG centraal in het gescande terrein kunnen dus toegeschreven worden aan de aanwezigheid van bodemmateriaal met een lager gehalte aan leem tussen 0.4 m en 1.0 m onder het maaiveld.

Voor wat betreft de mogelijke gracht of weg die tot uiting komt als een 4 m brede, lineaire of licht kronkelende band met verlaagde EG centraal het studiegebied), wordt het contrast met de omgeving groter ten opzichte van het 1PRP signaal, wat betekent dat deze variaties vooral te wijten zijn aan bodemmateriaal met afwijkende elektrische geleidbaarheid dieper dan 0.5 m onder het maaiveld.

In het algemeen blijkt dit signaal de puntanomalieën door ondergronds metaal niet weer te geven. De meeste puntvormige anomalieën zichtbaar in de 1PRP meting zijn immers metalen objecten en oppervlakkige verstoringen, die in de EG van het bodemvolume 0 – 1.0 m een minder substantiële invloed hebben. Deze lagere gevoeligheid voor begraven metalen objecten en het groter opgemeten bodemvolume zorgt ervoor dat er meer op de variaties in bodemsamenstelling (voornamelijk bodemtextuur) in de bovenste meter van de ondergrond wordt gefocust.



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



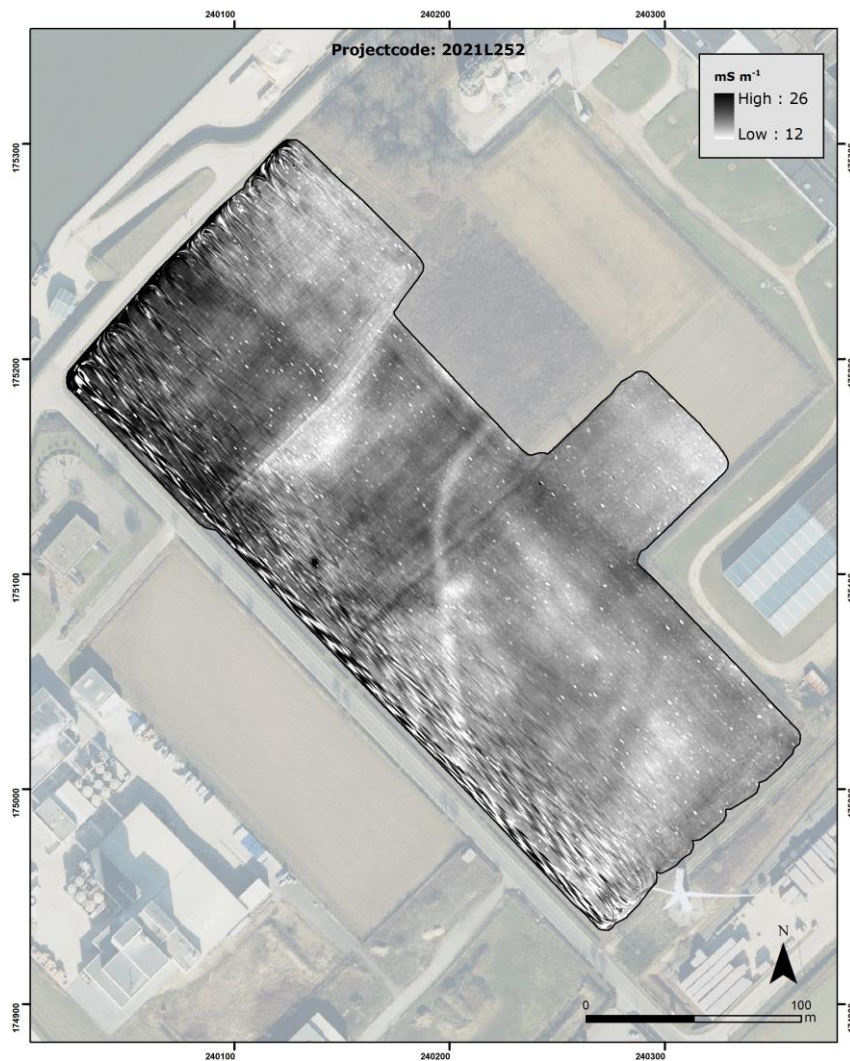
Figuur 10: EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).

De resultaten voor de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 1.6 m) zijn te zien in Figuur 11 en 12. De EG van de 1HCP spoelconfiguratie stijgt vrijwel niet in vergelijking met die van de 2PRP spoelconfiguratie, waaruit besloten kan worden dat in de zones het klei- en vochtgehalte niet toeneemt tussen 1.0 m en 1.6 m onder het bodemoppervlak.

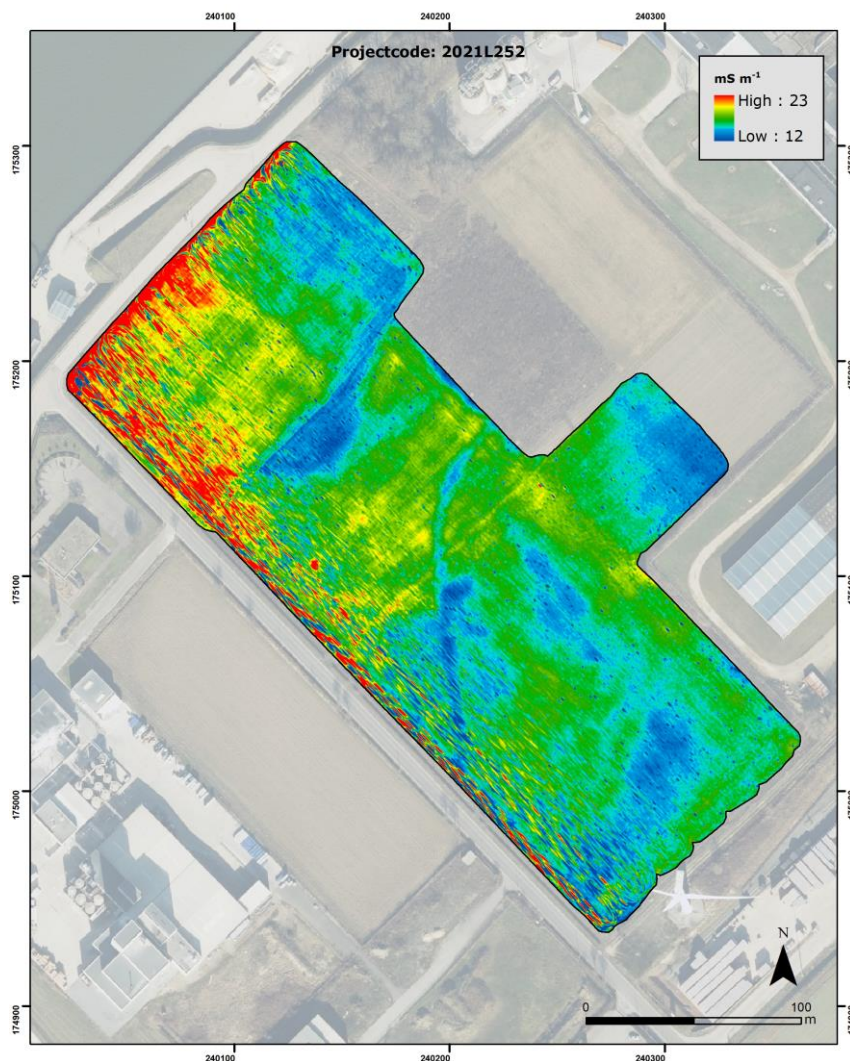
In deze meting bleek er interferentie (hoog-laag patroon) voor te komen in het westen van het opgemeten gebied. In deze gebieden is de signaal/ruis verhouding beduidend kleiner waardoor daar geen subtiele variaties achterhaald kunnen worden. Vermoedelijk bevindt zich een stroomvoerende, laag-frequente kabel nabij de Industrieweg, die de EMI metingen in een zone nabij die kabel substantieel verstoort. De grotere spoelconfiguraties pikken dergelijke verstoringen verder op, waardoor in de diepere signalen (2HCP en 4CHP) een grotere zone verstoord is (zie verder).

In dit signaal blijkt de lineaire/licht kronkelende anomalie 1 op Figuur 20 tot uiting te komen als een bredere band met afwijkende EG, waardoor daar een vroegere uitgraving (gracht, greppel) of minder gecompacteerd zone verondersteld kan worden.

De 1HCP meting is heel gevoelig voor ondiep begraven metalen objecten die tot uiting komen als extreme anomalieën in de data. In het algemeen blijkt dit signaal een aanzienlijk aantal puntanomalieën te bevatten veroorzaakt door kleinere en/of oppervlakkige begraven metalen objecten en dit verspreid over het opgemeten gebied. De metaalanalyse verder in het rapport toont dat deze kleinere concentraties metaal in de ondergrond (en dus geen massieve objecten) voorstellen vermits deze niet weerhouden werden nadat de metaalfilter op de meetresultaten werd toegepast.



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



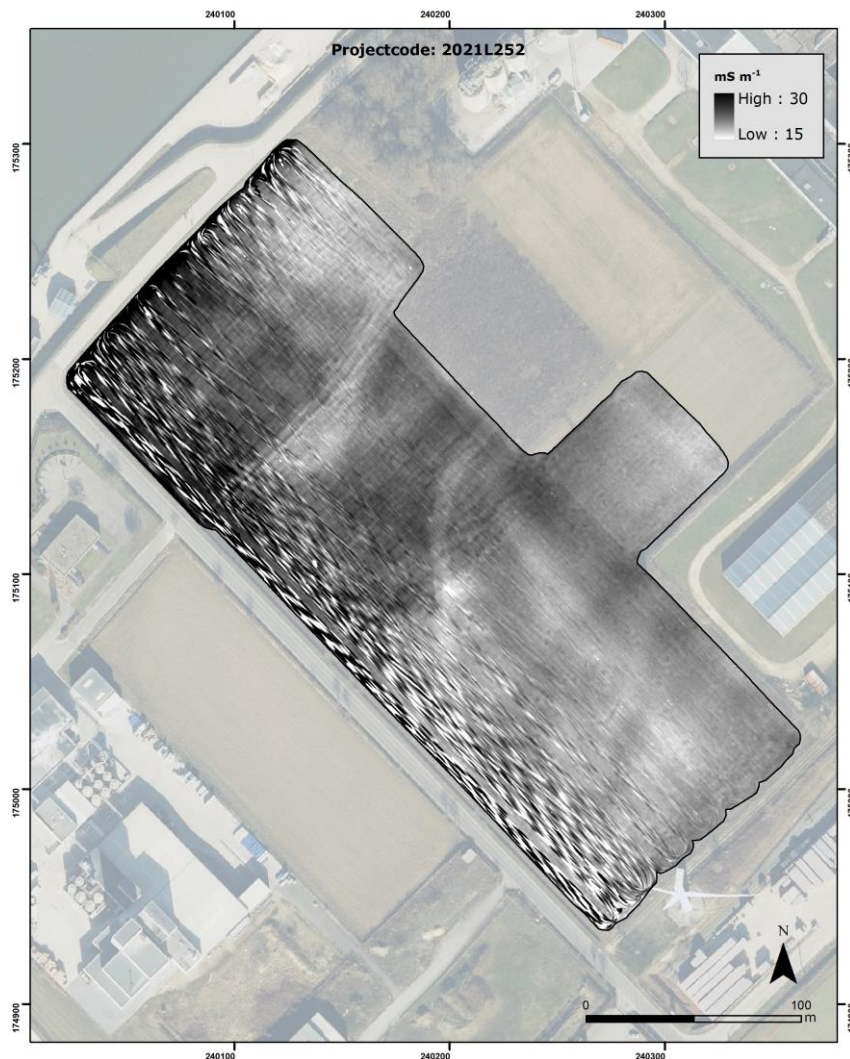
Figuur 12: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).

De resultaten voor de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons van volume 0 – 3.2 m) zijn te zien in Figuren 12 en 13. In deze meting blijkt het interferentiepatroon naast de Industrieweg in deze meting erg duidelijk aanwezig, waardoor de metingen in een band van 20 tot 30 m parallel met en tegen de Industrieweg verstoord zijn, ook in de noordelijke zone.

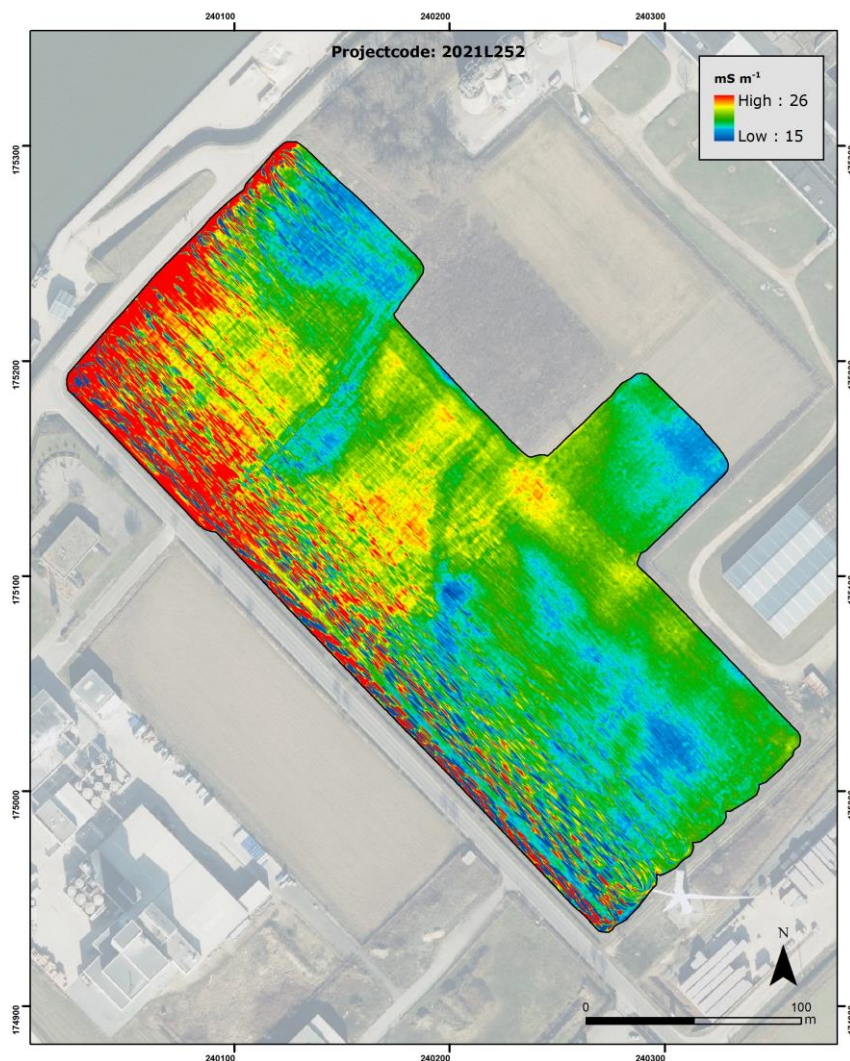
In de zones met zowel hoge als lage EG blijkt de EG licht toe te nemen, wat te wijten is aan iets conductievere (vochtiger?) sedimenten dieper dan 1.5 m onder het maaiveld. Het feit dat de waarden niet erg drastisch toenemen ligt waarschijnlijk aan het voorkomen van het grondwater, wat voor licht verhoogde EG metingen over het volledige gebied zorgt, waardoor de EG in de gebieden met hogere EG meer toeneemt dan in de zones met lagere EG vermits de lemige/licht kleirijke zones meer vocht vasthouden in vergelijking met gebieden met een zandiger of minder lemig bodemprofiel.

De mogelijke grachten, greppels uitgravingen en gedempte putten 1, 2 en 3 Figuur 20 blijken scherp afgelijnd en duidelijk in dit signaal, wat niet wil zeggen dat deze aanzienlijke laterale variaties in ondergrondse bodemopbouw dieper dan 1.60 m onder het maaiveld voorstellen (Figuur 13). In Figuur 13 blijken bepaalde kleinere sporen door ontdebbling zichtbaar, en dit vooral centraal in het studiegebied. Een ontdebbling van oppervlakkige en eerder subtiele sporen, kleiner dan de spoelafstand, zorgt ervoor dat deze beter zichtbaar worden in de metingen. De gedetecteerde

structuren zijn hoogstwaarschijnlijk vroegere uitgravingen opgevuld met conductiever (lemiger- of kleirijker) materiaal ten opzichte van de lemige of zandlemige omgeving in de bovenste anderhalve meter dan de ondergrond. Er blijken over het algemeen weinig tot geen oppervlakkige antropogene sporen met contrasterende opvulling en afwijkende oriëntatie of patroon aanwezig. Er kan dus worden aangenomen dat er weinig gedempte grachten/greppels of opgevulde vergravingen van oudere oorsprong aanwezig zijn in het studiegebied, omdat er vrijwel geen lineaire sporen of cirkelvormige patronen gedetecteerd werden. De teruggevonden bodemsporen 1, 2 en 3 op Figuur 20 zijn vermoedelijk veroorzaakt door nuances in kleigehalte, gehalte aan organisch materiaal en/of vochttoestand of compactie ten opzichte van het omgevende bodemmateriaal net onder de bouwvoor. Hierdoor kunnen deze aanzien worden als kleine opgevulde grachtstructuren, lokale depressies, putten of minder gecompacteerde zones (bv. vroeger wegtracé).



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



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

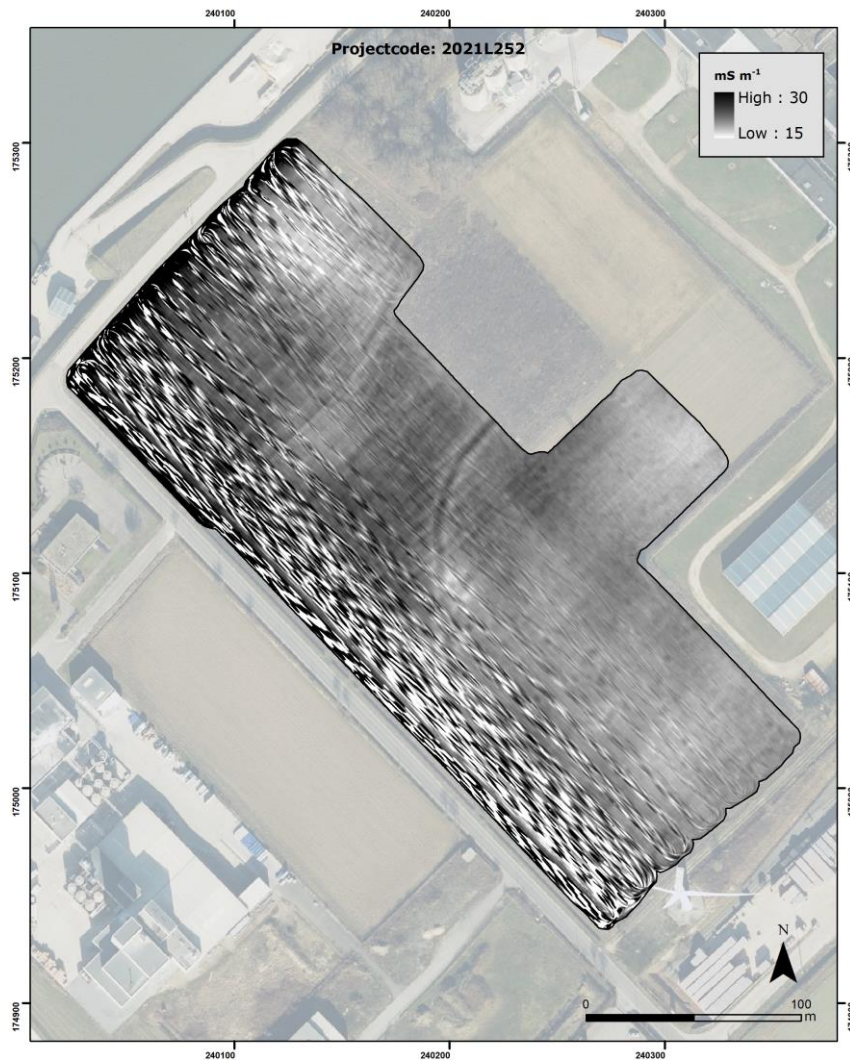
Figuren 15 en 16 tonen dat met de EG van de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons van volume 0 - 6.4 m) een duidelijke inschatting gemaakt kan worden van de diepere, graduele bodemvariaties binnenin het volledige studiegebied. Vermits de grootste bodemvariaties zich binnen de bovenste 2.0 m van de bovengrond blijken te manifesteren zijn de EG variaties in dit signaal beperkter.

Verder zijn meer en meer interferentiepatronen aan de west- en noordrand van deze meting (tegen de Industrieweg) waarneembaar. Dit interferentiepatroon, veroorzaakt door laag frequente kabels nabij de rijbaan, heeft een grotere invloed op de metingen die een dieper bodemvolume omvatten. Het is immers niet mogelijk om deze interferenties uit de metingen te filteren, waardoor in deze meting een zone van 30 à 40 m verstoord is.

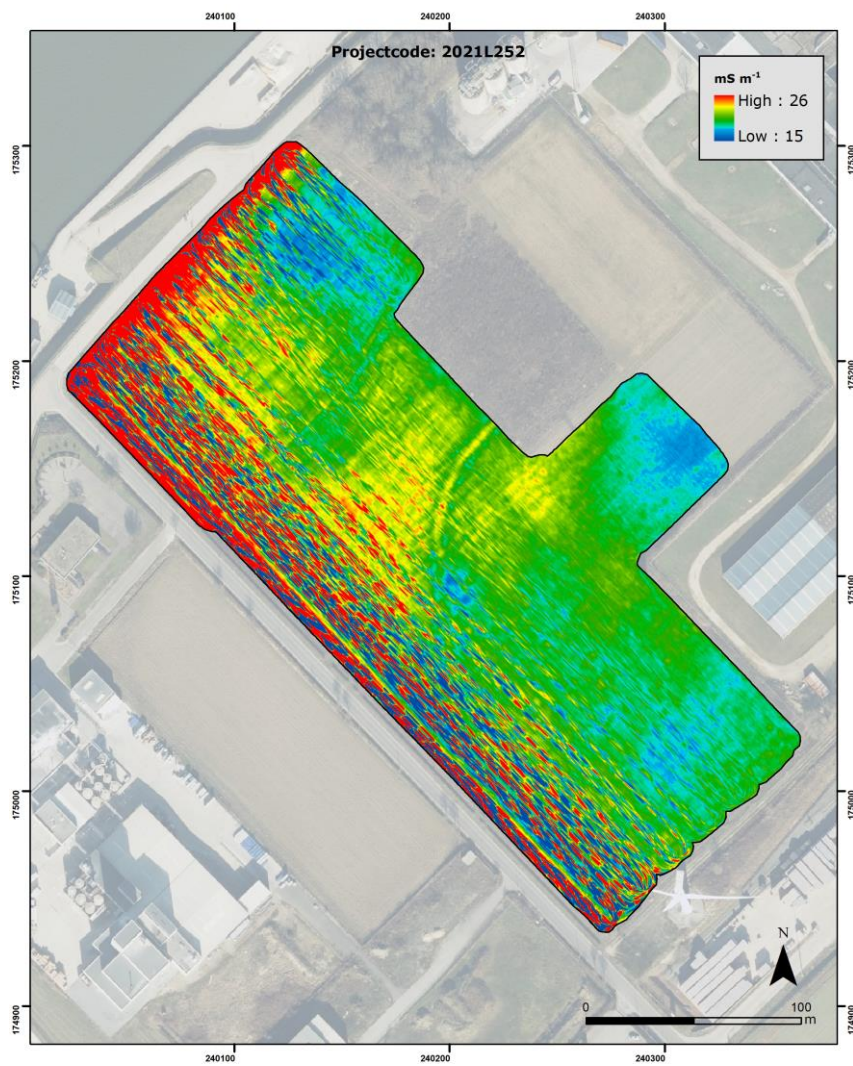
Figuur 16 toont dat met deze EG meting enkel het lineair/licht kronkelend spoor 1 op Figuur 20 kan aangeduid worden centraal in het gebied. In dit signaal blijken de kleinere, subtielere sporen 1, 2 en 3 op Figuur 20 minder zichtbaar omdat het contrasterend materiaal in dit groter bodemvolume slechts een beperkt aandeel heeft.

Buiten de hierboven vermelde sporen blijken er over het algemeen weinig tot geen oppervlakkige antropogene bodemsporen (grachten of putten groter dan 0.5 m in diameter) met contrasterende opvulling en afwijkende oriëntatie ten opzichte van de huidige percellering aanwezig centraal in het

gescande gebied. Er werden dus vrijwel geen lineaire en cirkelvormige sporen of patronen gedetecteerd werden die de oriëntatie van de huidige percellering niet volgen en dus als ouder aanzien kunnen worden gedetecteerd. Normaal gezien zouden deze moeten contrasteren ten opzichte van de natuurlijke ondergrond door het voorkomen van een vrij conductieve lemige omgeving.



Figuur 15: EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte).

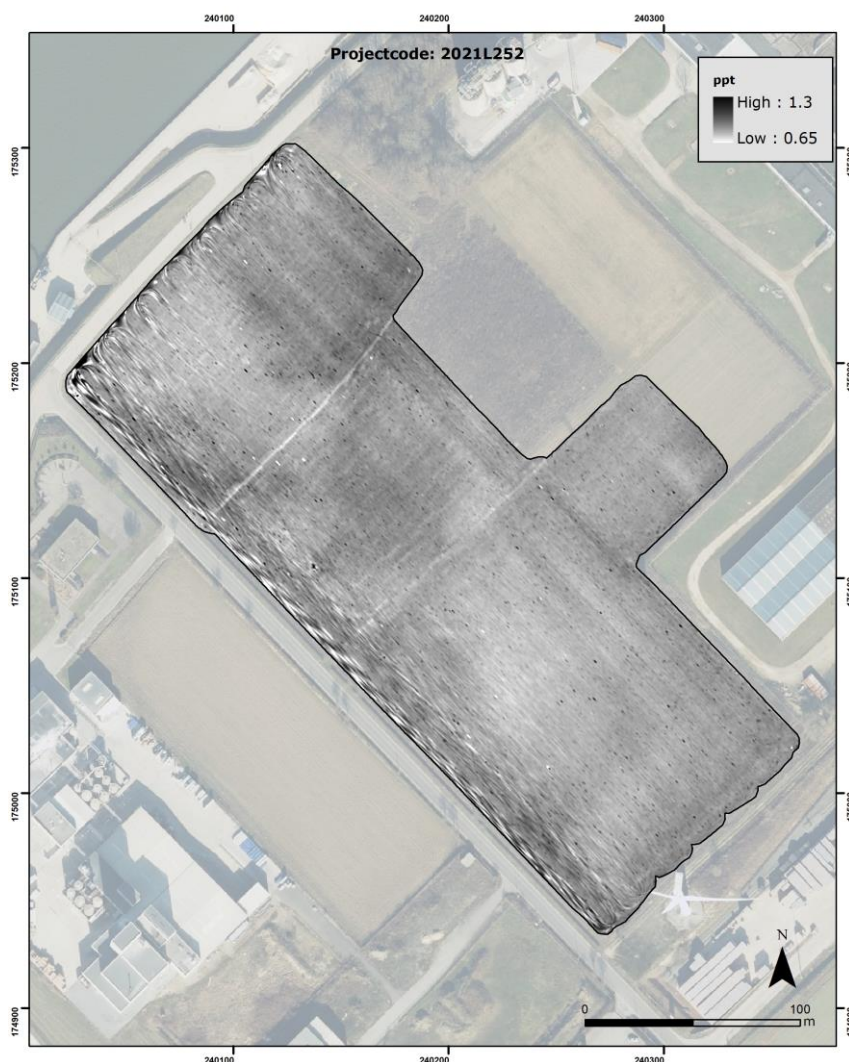


Figuur 16: EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte).

### 3. Magnetische gevoeligheid

Figuur 17 toont de MG meting van de 1HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.4 m diepte) velden. Deze MG meting toont vooral puntanomalieën die dezelfde origine hebben als die in de 1PRP-EG metingen en dit vooral in de zones met metaal 4, 5 en 6 op Figuur 20.

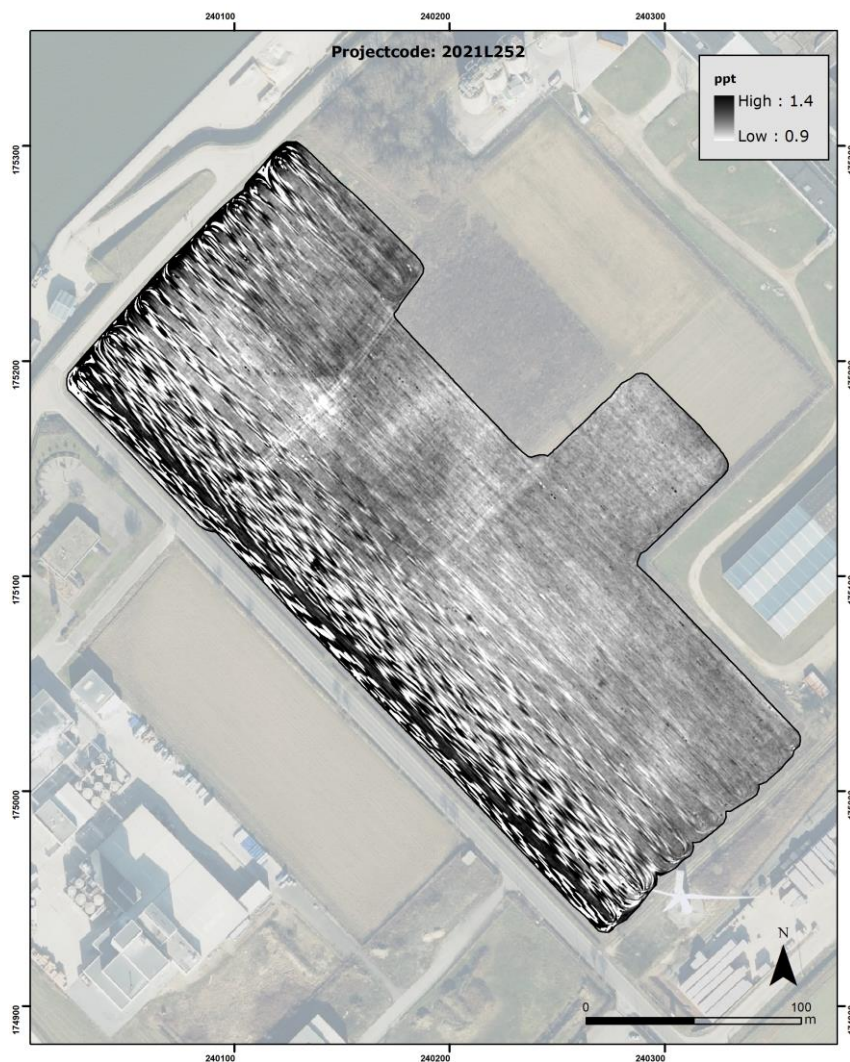
Daarnaast kunnen zones van het studiegebied die (vooral recent) verstoord werden door de aanwezigheid van concentraties baksteenresten, ondergrondse restanten van funderingen en vroegere brandplaatsen/ovens aangeduid worden op basis van deze meting. Zo blijken geen duidelijk afwijkende zones of sporen met verhoogde MG zichtbaar in het opgemeten gebied, wat wil zeggen dat er geen baksteenconcentraties of grote hoeveelheden gebakken of materiaal in de ondergrond van het gescande gebied verondersteld kunnen worden.



Figuur 17: MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte).

Figuur 18 toont de MG meting van de 2HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.8 m diepte). Deze 2HCP-MG meting toont grotendeels dezelfde fenomenen en patronen als de meting van de 1HCP spoelconfiguratie met dat verschil dat een brede zone aan de Industrieweg verstoord is door interferentie. Ook blijken geen opgevulde greppels/grachten, putten (1, 2 en 3 op Figuur 20) of het vroegere wegtracé 1 op Figuur 20 tot uiting te komen als gebieden met verhoogde MG. Deze zijn dus

niet veroorzaakt door baksteenconcentraties of sterk verhoogde concentraties organisch materiaal, maar door opvullingen met zandigere bovengrond ten opzichte van het lemige materiaal net onder de bouwvoor. Deze veroorzaken in dit signaal afwijkingen indien deze uitgegraven zijn tot onder de bouwvoor en daarna opgevuld met organische bovengrond en er zich daar zo lokaal een diepere laag met organisch materiaal manifesteert. Zo is het dus waarschijnlijk dat deze anomalieën geen substantieel organischere opvullingen ten opzichte van de omgeving weergeven. Er konden dus vrijwel geen additionele subtiele grachtsporen, gedempte putten of brandplaatsen/ovens ten opzichte van de EG metingen onderkend worden in deze meting omdat er geen additionele anomalieën konden worden onderscheiden.

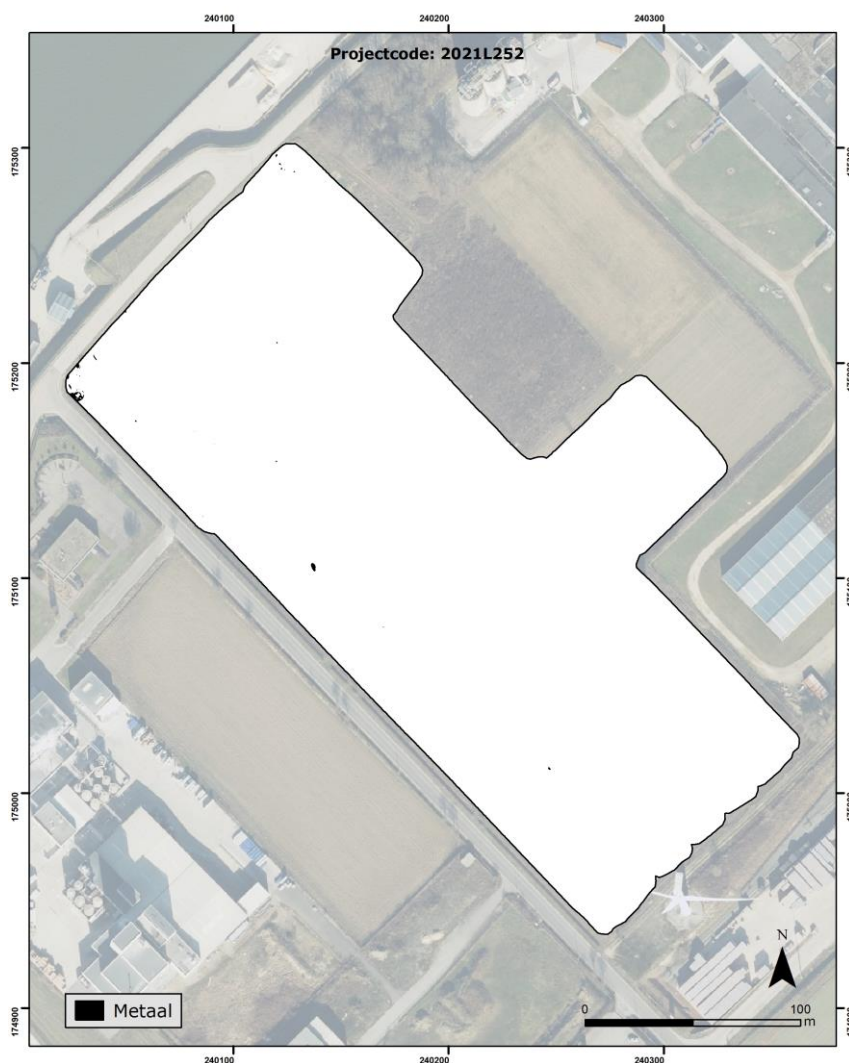


Figuur 18: MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).

#### 4. Metaalaanduiding

Op basis van de verschillende EG 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, zowel door een verhoogde MG of een combinatie van een extreem hoge en/of lage EG. Na filtering en combinatie van de EG metingen kunnen plaatsen met verstoringen door begraven metalen objecten aangeduid worden (Figuur 19).

Er blijken in het studiegebied slechts een beperkt aantal metalen objecten in de ondergrond aanwezig en dit vooral centraal in het onderzochte gebied (4 en 5 op Figuur 20) en in het noordwesten van de gescande zone (6 op Figuur 20). Deze anomalieën kunnen veroorzaakt zijn door massieve stukken metaal in de ondergrond of door metaal- en baksteenhoudend puinmateriaal en wijzen hoogstwaarschijnlijk niet op relictten van archeologische origine. De cluster van anomalieën 6 op Figuur 20 is vrijwel zeker veroorzaakt door metaalhoudend puinmateriaal van recente oorsprong.



Figuur 19: Verstoringen veroorzaakt door ondergrondse metalen objecten in het studiegebied.

## 5. Aanduiding anomalieën met afwijkende EG en MG signatuur

Figuur 20 toont een overzicht van alle afwijkende sporen in de EG en de MG metingen. De complementariteit tussen de EG en MG signalen blijkt het feit dat met de EG een beperkt aantal zones en sporen met conductiever (kleiiger, lemiger en/of organisch-rijker) bodemmateriaal en anomalieën door metaal konden worden onderkend (1, 2 en 3 op Figuur 20), terwijl met de MG signalen geen afwijkingen die mogelijk ondergrondse funderingen/muurresten, brandplaatsen, ovens en vroegere uitgravingen met verhoogd gehalte aan organisch materiaal (OM) werden gekarteerd.

Met de EG metingen konden mogelijke uitgravingssporen, grachtstructuren en een vroeger wegtracé/perceelsgracht (1, 2 en 3 op Figuur 20) met een opvulling met afwijkende bodemtextuur en/of organische aanrijking achterhaald worden. Kleine lokale verhogingen van de EG zouden immers opgevulde grachtstructuren, gedempte putten, oude perceelgrenzen of oude wegtracé 's onder de (geploegde) bouwvoor kunnen voorstellen. Centraal in het gebied komen enkele lineaire en cirkelvormige zones met subtiel afwijkende EG tot uiting (2 en 3 op Figuur 20). Deze mogelijke uitgravingssporen of gedempte putten zijn opgevuld met materiaal dat een lager gehalte aan klei of leem of hoger zandgehalte bevat ten opzichte van de natuurlijke lemige of zandlemige ondergrond. Daarenboven kan op de EG kaarten een 3 m brede met zandiger materiaal opgevulde gracht, greppel of oud wegtracé 1 op Figuur 20 onderscheiden worden, waardoor daar dieper een zandigere of minder kleirijke vulling teruggevonden kan worden. Vermoedelijk is dit een vroegere perceelsgracht of oude gracht waar lichter materiaal onder de bouwvoor voorkomt.

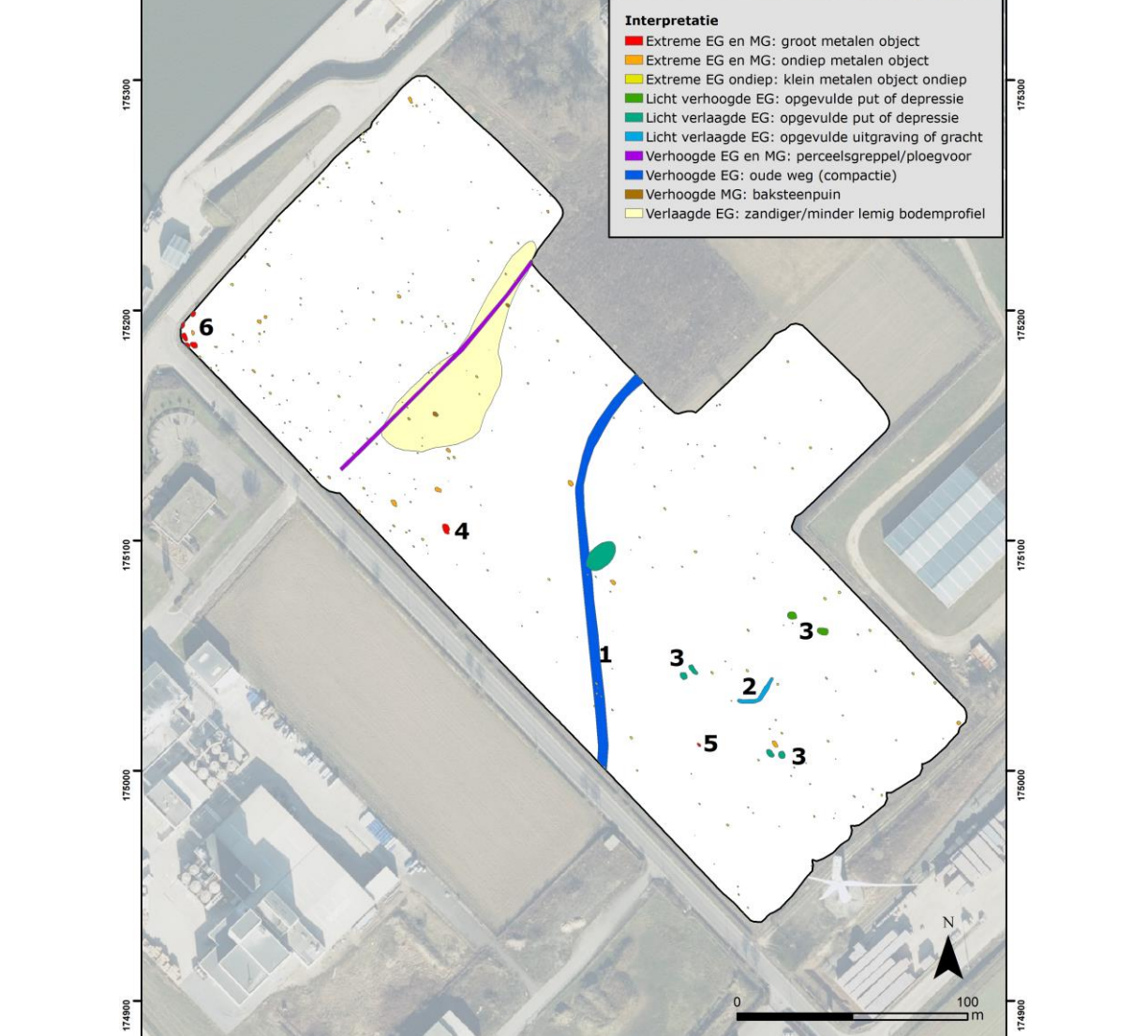
De EG variaties van die sporen zijn vrij gering, dus vermoedelijk is de concentratie klei of leem van de opvullingen (dieper dan 0.4 m) slechts licht lager is in vergelijking met het omgevend bodemmateriaal indien in die zone oudere bodemsporen aanwezig zijn. Indien de EG van de opvulling slechts miniem afwijkt van het omgevend bodemmateriaal en de dimensies van die opvullingen erg beperkt zijn veroorzaken deze geen detecteerbaar contrast in de EG metingen, zo kunnen erg kleine paalsporen met slechts een beperkt volume en concentratie aan contrasterend materiaal niet onderkend worden in de metingen omdat hun aandeel in het opgemeten bodemvolume te beperkt is om gedetecteerd worden, ofwel zijn de uitgravingen opgevuld met materiaal dat niet of heel beperkt contrasteert met de omgeving.

Zowel de EG als MG metingen konden een miniem aantal potentieel archeologisch interessante anomalieën en/of zones aanduiden. Deze sporen kunnen opgevulde uitgravingssporen, grachten of greppels voorstellen (2 en 3 op Figuur 20), of wijzen op het voorkomen van een oud wegtracé (1 op Figuur 20). Om aan al deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen dienen gerichte terreinobservaties (in de eerste plaats gerichte boringen, profielputten of proefsleuven) uitsluitend te geven. Deze kunnen echter gericht gelokaliseerd worden op basis van de combinatie en integratie van elektromagnetische signalen. Dikwijls kan de continuïteit van de sporen of structuren aangeduid en afgebakend worden op basis van de geofysische metingen, terwijl de interpretatie en eventuele datering uit de veldobservaties en bijhorende analyses moet komen.

In verband met de zones met zandiger of minder lemig bodemprofiel kan besloten worden dat deze mogelijk als preferentiële zones in het vroegere landschap aanzien kunnen worden, alhoewel dit weinig waarschijnlijk lijkt. Er kan worden aangenomen dat deze zones hoger gelegen gebieden waren in het vroegere landschap en dus als preferentiële locaties in het prehistorische landschap beschouwd kunnen worden, waardoor de kans op het aantreffen van relictten in die zones beduidend hoger is.

Met de MG metingen konden vrijwel geen zones en sporen met verhoogde magnetische waarden achterhaald worden. Er werden dus weinig tot geen subtiele variaties van mogelijke archeologische oorsprong teruggevonden in deze MG metingen.

Projectcode: 2021L252



Een overzicht van de aangeduide EMI anomalieën/afwijkende zones met een beschrijving van hun interpretatie wordt hieronder gegeven:

| 1         | Oud wegtracé of perceelsgracht                                               | EG       | Verlaagde EG, lineaire uitgraving of weg gevuld met zandiger of minder organisch materiaal |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 en 3    | Greppels of gedempte putten opgevuld met zandiger of minder kleilig sediment | EG       | Licht verlaagde EG, uitgravingen gevuld met materiaal met een lager klei of leem-gehalte   |
| 4, 5 en 6 | Metalen of gewapende objecten                                                | EG en MG | Extreme EG en MG in punt- of cirkelvormige anomalieën                                      |

## 6. Resultaten magnetometrie

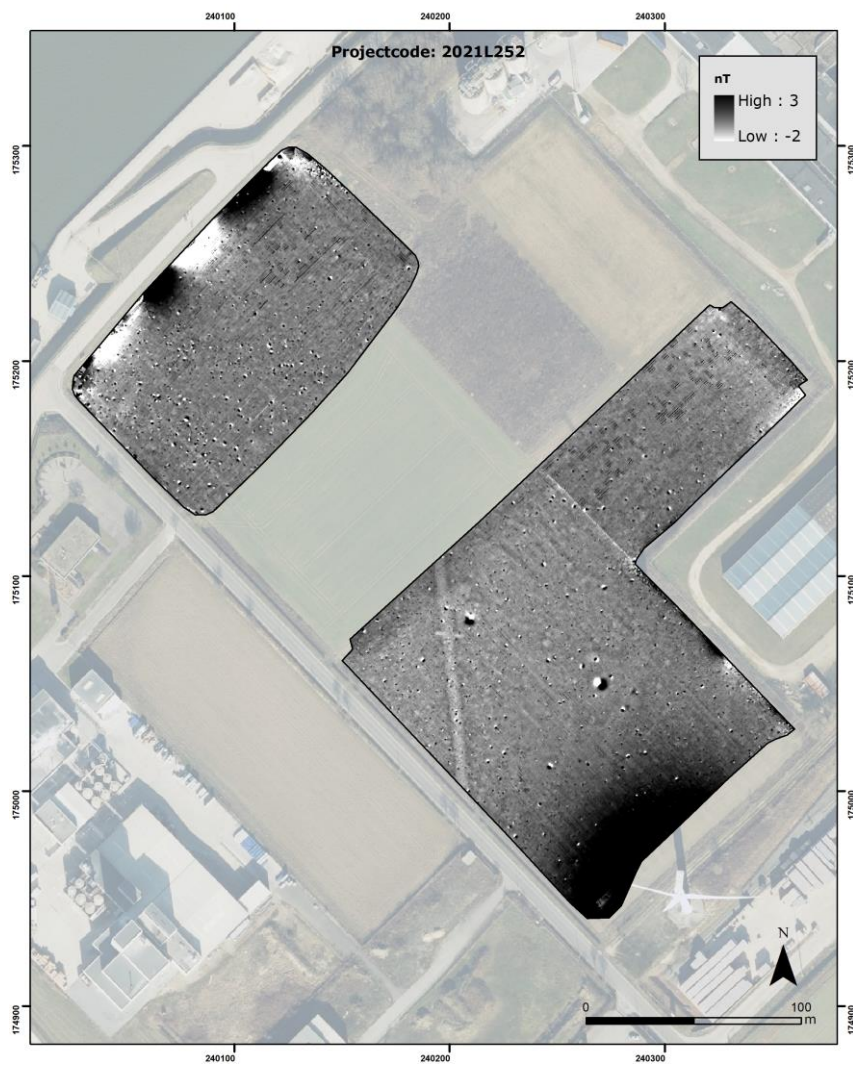
Figuur 21 toont de fluxgate magnetometer metingen van het studiegebied, terwijl in Figuur 22 de aangetroffen sporen werden afgebakend en aangeduid. Zoals hierboven reeds aangegeven kon het centraal deel van het voorgestelde gebied niet gescand worden met magnetometrie door de aanwezigheid van hoog onkruid.

Deze meting toont in hoge resolutie magnetische afwijkingen van het aardmagnetisch veld die vooral veroorzaakt zijn door vergravingen, brandplaatsen, baksteenconcentraties en metalen objecten. De magnetometer toont opnieuw de lineaire structuur 1 op Figuur 22 dat als een lineair spoor met twee loodrechte uitstulpingen naar beide kanten tot uiting komt. Dit spoor werd ook al in de EG metingen opgetekend en geïnterpreteerd als een met zandig materiaal opgevulde gracht of een oud wegtracé (1 op Figuur 20). Kleine, subtiele sporen met eerder graduele grenzen centraal in het studiegebied zouden uitgravingssporen of bodemvariaties veroorzaakt door afwijkingen in concentratie organisch materiaal kunnen voorstellen (2 en 5 op Figuur 22), waarbij anomalie 2 op Figuur 22 reeds werd gedetecteerd in de EMI metingen als anomalie 2 op Figuur 20.

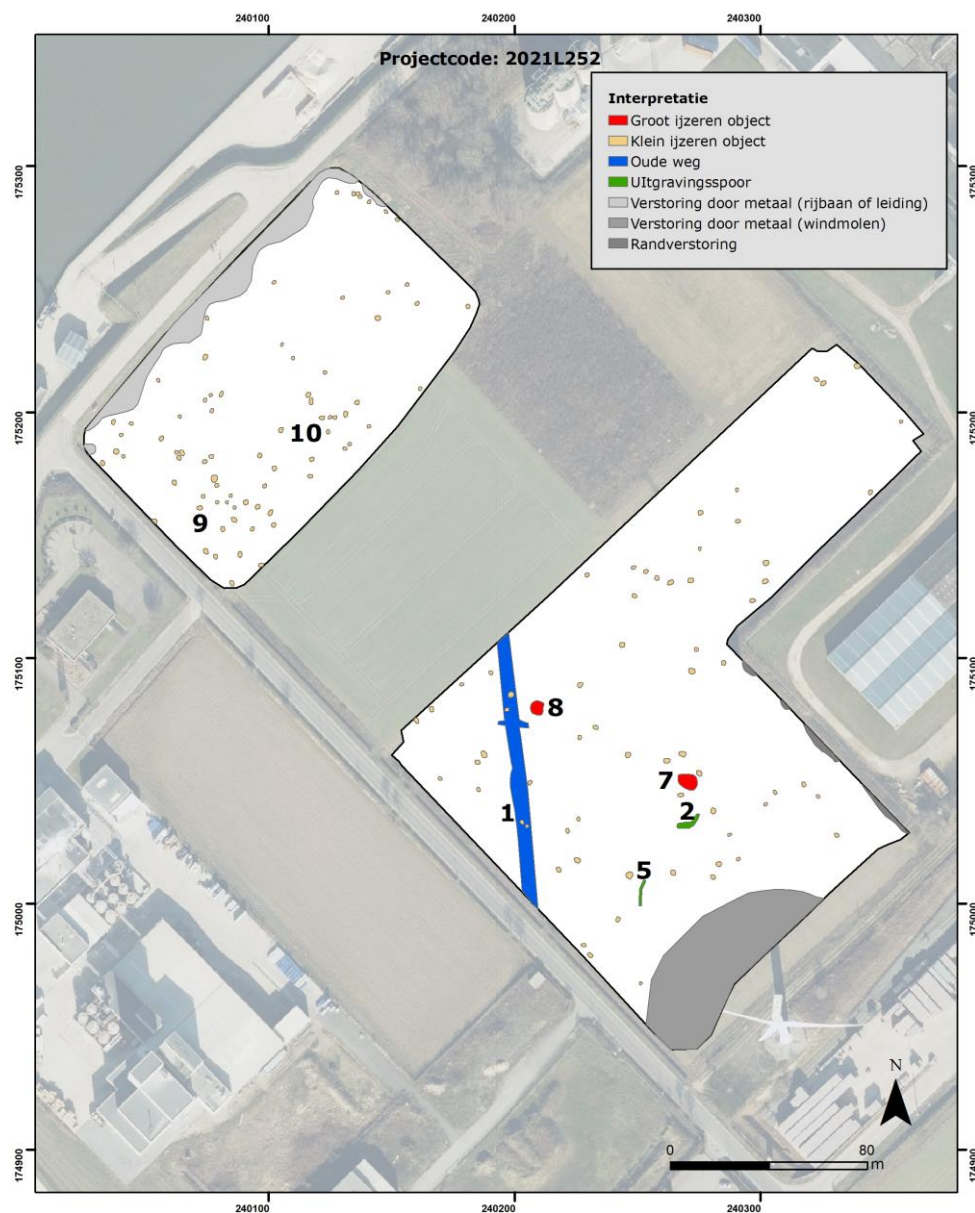
Naast de talrijke kleine dipool-anomalieën (positief-negatief) veroorzaakt door begraven of oppervlakkige ijzeren stukjes of objecten blijken in het zuidelijk opgemeten veld enkele sterke magnetische sporen zichtbaar (7 en 8 op Figuur 22), die grotere ijzeren objecten in de ondergrond kunnen voorstellen.

Sommige van de teruggevonden anomalieën kunnen uitgravingssporen opgevuld met bodemmateriaal met een hoog gehalte aan organisch materiaal, baksteenconcentraties of de brandplaatsen/ovens betekenen, alhoewel dit minder waarschijnlijk is omdat deze een andere signatuur zouden vertonen (verhoogde magnetische waarde). Door hun signatuur en magnetische afwijking en vorm kan besloten worden dat de meeste kleinere 'dipool' anomalieën niet van archeologische origine zijn. Sommige van deze anomalieën kunnen echter kleinere archeologische sporen betekenen. Vooral in het noordelijk opgemeten veld kunnen enkele concentraties aan kleinere dipool-anomalieën onderscheiden die daarom best gericht onderzocht worden om uit te sluiten dat deze geen kleinere archeologische sporen (uitgravingen, brandplaatsen, ovens) voorstellen (9 en 10 op Figuur 22). Hoogstwaarschijnlijk wijzen deze heterogene verzamelingen van dipool anomalieën, die niet aanwezig waren in de MG meting opgemeten met EMI, op de aanwezigheid van baksteen- en ijzerhoudend puinmateriaal. Dit zijn hoogstwaarschijnlijk kleinere ijzeren objecten maar kunnen mogelijk ook als archeologische restanten aanzien worden.

Finaal kan dus besloten worden dat op basis van de magnetometrische meting een 7-tal magnetische anomalieën of concentraties aan kleinere anomalieën in hoge resolutie aangeduid konden worden (Figuur 22). Deze anomalieën kunnen concentraties aan baksteenpuin voorstellen, maar evengoed wijzen op de aanwezigheid van verbrand of gebakken materiaal, brandplaatsen, veldovens of concentraties aan keramiek. De kans bestaat dat deze van archeologisch origine zijn, ook al wijzen de signatuur en vorm van de aangetroffen anomalieën of sporen niet direct op het voorkomen van archeologische sites of sporen. Deze kunnen daarom nader onderzocht via gericht invasief onderzoek.



Figuur 21: Magnetische afwijkingen opgemeten met fluxgate magnetometrie



Figuur 22: Sporen met nummering op basis van de magnetometrische meting.

Een overzicht van de aangeduide MAG anomalieën/afwijkende zones met een beschrijving van hun interpretatie wordt hieronder gegeven:

| 1 | Oud wegtracé of perceelsgracht | MAG | Verlaagde magnetische gevoeligheid, opvulling met lager gehalte aan organisch materiaal       |
|---|--------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Opgevulde greppel              | MAG | Licht verhoogde magnetische gevoeligheid, opvulling met hoger gehalte aan organisch materiaal |

|         |                                                                                                                  |     |                                                |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------|
| 7 en 8  | ijzeren objecten, baksteenpuin,<br>verbrand of gebakken<br>materiaal                                             | MAG | Sterk verhoogde MAG,<br>substantiële dipolen   |
| 9 en 10 | Clusters van kleine ijzeren<br>objecten, kleine concentraties<br>baksteenpuin, verbrand of<br>gebakken materiaal | MAG | Cluster aan dipolen met<br>licht verhoogde MAG |

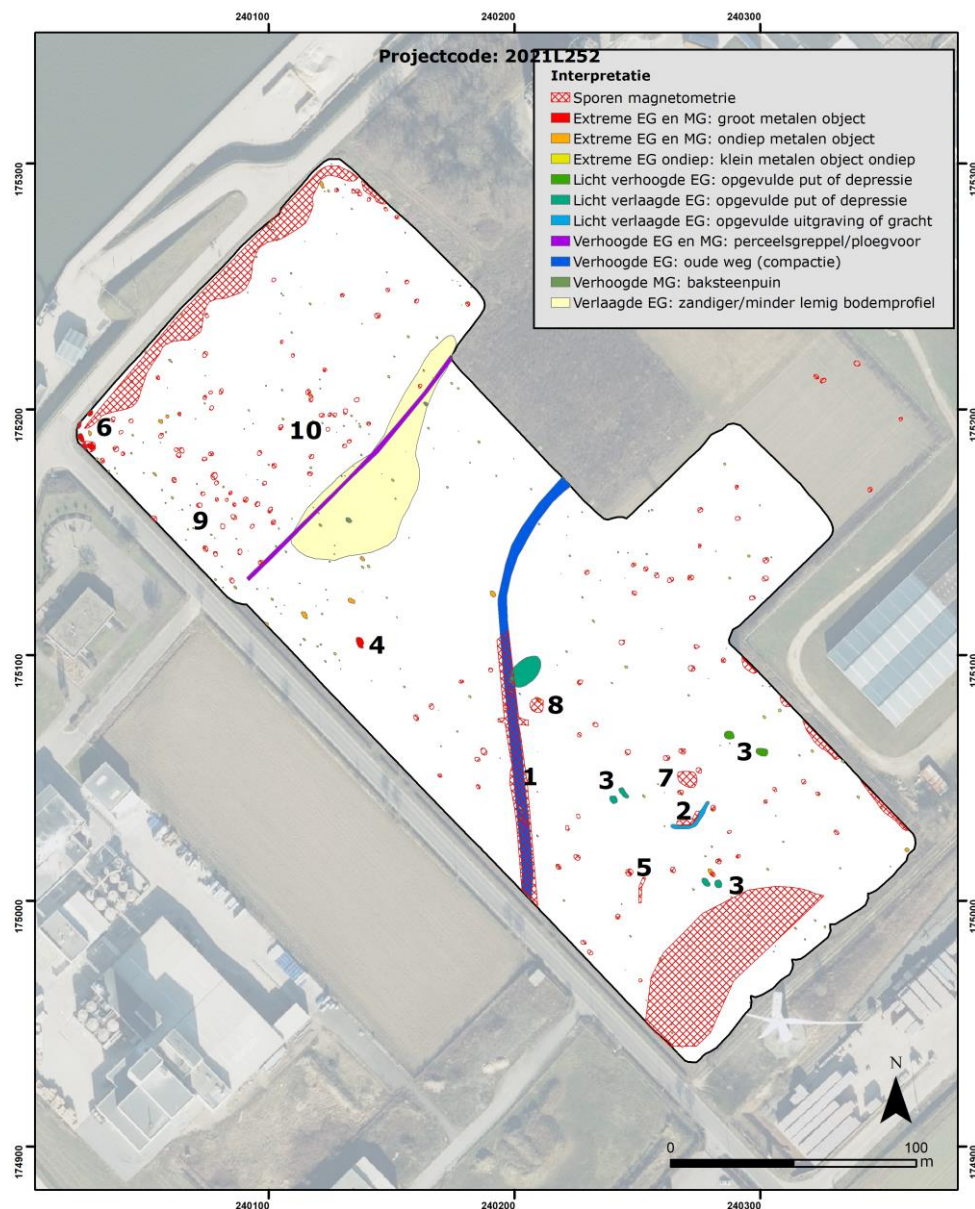
## 7. Integratie en interpretatie van de EMI en MAG metingen

Na vergelijking van de EMI en MAG metingen in Figuur 23 blijkt dat het oude wegtracé of perceelsgreppel 1 op Figuur 20 duidelijk en scherper tot uiting komt in de MAG metingen, terwijl ook de V-vormige anomalie 2 op Figuur 20 terug te vinden is in de magnetometrische metingen. Deze uitgravingssporen of delen ervan zijn opgevuld met materiaal dat een licht hoger gehalte aan organisch materiaal en lager gehalte klei of leem bevat ten opzichte van de natuurlijke (zand-)lemige ondergrond. Daarenboven blijken de opgevulde uitgravingen of putten 3 op Figuur 20 niet zichtbaar in de MAG meting, vermoedelijk zijn deze enkel terug te vinden als variaties in klei- of zandgehalte en niet in verschillen in concentratie of diepte van het organisch materiaal. Ook blijken anomalieën 5 en 6 op Figuur 20 zichtbaar op zowel de EMI als MAG beelden, wat wil zeggen dat deze veroorzaakt zijn door ijzeren objecten van vermoedelijk recente oorsprong in de ondergrond. Anomalie 4 op Figuur 20 werd enkel opgetekend met EMI omdat daar overheen geen MAG metingen konden worden uitgevoerd.

Centraal op het terrein konden twee erg en scherp afgelijnde sporen met verhoogde magnetische waarde waargenomen worden (7 en 8 op Figuur 10). Deze dienen in functie van de vraagstelling verder onderzocht te worden omdat op die locaties met de EMI meting geen grote metaal anomalieën werden gedetecteerd. Deze kunnen dus te wijten zijn aan ijzeren objecten, maar evengoed veroorzaakt zijn door ondergronds baksteenpuin en/of verbrand puinmateriaal of assen.

Daarnaast konden op basis van de MAG in het noordelijk opgemeten veld twee concentraties aan kleinere magnetische anomalieën opgemerkt worden (9 en 10 op Figuur 20), dewelke slechts deels gecorreleerd kunnen worden aan kleine EMI anomalieën. Deze kunnen dus erg kleine en ondiepe ijzeren objecten van recente oorsprong voorstellen, maar evengoed gerelateerd worden aan het voorkomen van kleine baksteenconcentraties of verbrand of gebakken materiaal. Deze dienen in functie van de vraagstelling dus ook verder onderzocht te worden omdat deze kunnen wijzen op kleinere en/of oudere archeologische sporen, alhoewel deze niet de éénduidige signatuur en vorm van oudere archeologische sporen vertonen.

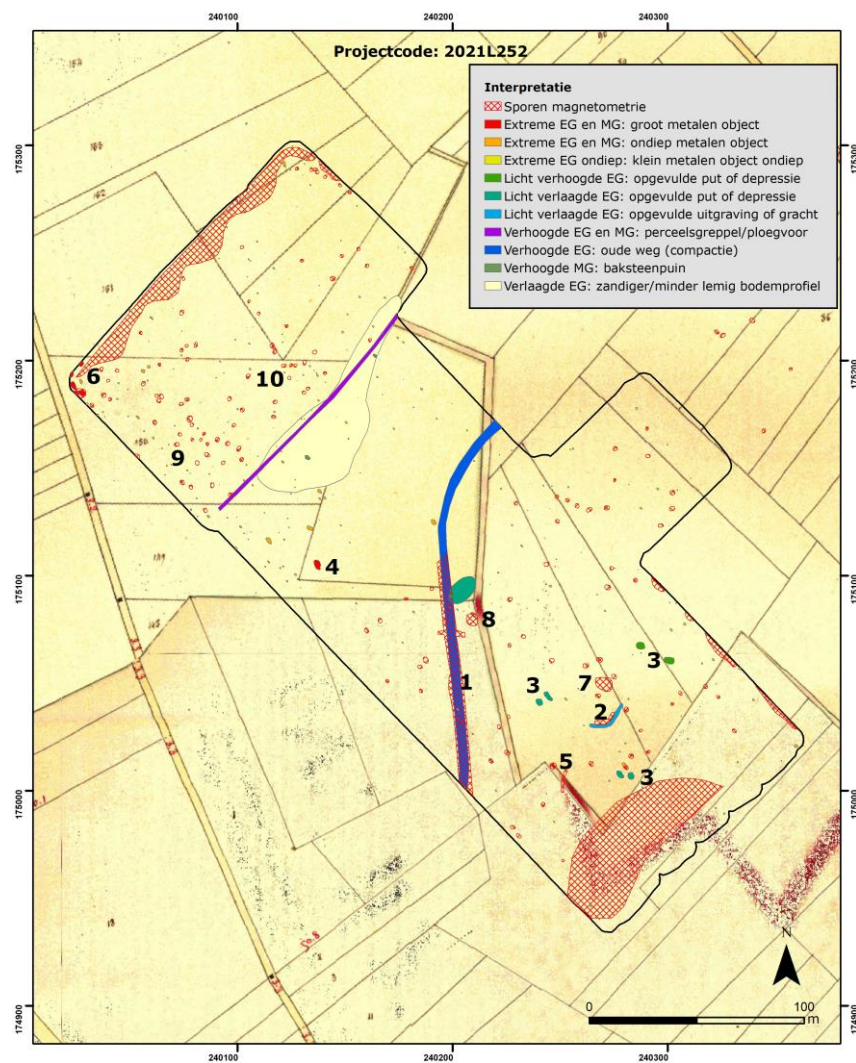
Vooraf met de EG en MAG metingen konden een beperkt aantal potentieel interessante anomalieën aangeduid worden en dit vooral centraal in het opgemeten gebied (Figuur 20). Om aan al deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen dienen terreinobservaties (in de eerste plaats gerichte boringen of gerichte proefsleuven) uitsluitsel te geven. Deze kunnen echter gericht gelokaliseerd worden op basis van de combinatie en integratie van elektromagnetische signalen. Dikwijls kan de continuïteit en een diepte-inschatting van de sporen en afwijkende zones aangeduid en afgebakend worden op basis van de geofysische metingen, terwijl de interpretatie, datering en gedetailleerde stratigrafische beschrijving uit de boorobservaties en bijhorende analyses moet komen.



Figuur 23: Sporen met nummering op basis van de magnetometrische meting geplot op die van de EMI metingen.

Wanneer de aangeduide EMI sporen vergeleken worden met de Atlas der Buurtwegen (ca. 1840) op Figuur 24, blijkt dat de locatie van de vroegere weg op de kaart kan gelinkt worden aan de aangetroffen anomalie 1 op Figuur 20, terwijl op deze en de oudere kaarten geen bijkomende structuren zichtbaar zijn in het onderzochte studiegebied. Lineair/licht kronkelend spoor 1 op Figuur 20 kan dus geïnterpreteerd worden als een laat-middeleeuwse wegtracé of perceelsgracht op basis van deze kaart, waardoor deze als van eerdere recente origine aanzien kan worden en het onwaarschijnlijk is dat deze gelinkt kan worden aan oudere fenomenen in de ondergrond.

De andere aangeduide sporen en concentraties aan anomalieën konden dus niet worden geïnterpreteerd op basis van de historische kaarten, waardoor niet kan worden ingeschat of deze van oudere of recentere origine zijn dan de historische kaarten.



Figuur 24: Sporen met nummering op basis van de EMI en MAG metingen geplot op de Atlas der Buurtwegen daterend uit ca. 1840.

## 7. Conclusie

Er kan besloten worden dat aan de hand van vooral multi-signaal EMI en hoge-resolutie MAG enkele mogelijke archeologische sporen konden worden afgelijnd. Sowieso bleek op basis van het vroeger uitgevoerde proefsleuvenonderzoek dat er een lage densiteit aan sporen verwacht werd, wat ook blijkt uit het geofysisch onderzoek. Er blijken weinig sporen met laterale dimensies groter dan ca. 0.5 m aanwezig in het studiegebied, wat erop kan wijzen dat in het onderzochte gebied weinig archeologische restanten voorkomen, of dat het materiaal waaruit de sporen bestaat te kleine dimensies heeft om gedetecteerd te worden, of weinig tot geen contrast in EG of magnetische eigenschappen vertoont.

Op basis van hun vorm, oriëntatie en locatie kunnen vooral de sporen in de centrale zone geïnterpreteerd worden als van mogelijke archeologische origine (1, 2 en 3 op Figuur 20 en 7 en 8 op Figuur 20). Deze sporen met lokaal afwijkende EG kunnen mogelijk als van antropogene/archeologische oorsprong worden gecategoriseerd en stellen daarom opgevolde uitgravingen voor (1, 2 en 3 op Figuur 20) of kunnen gerelateerd worden aan het voorkomen van ijzeren objecten, baksteenresten of verbrand of gebakken materiaal (7 en 8 op Figuur 22).

De uitgravingssporen kunnen mogelijk als van oudere archeologische origine aanzien worden en dienen daarom ook gericht onderzocht te worden, net als de meer subtiële bodemsporen in de centrale zone bestaande uit 2, 3, 4 en 5 op Figuur 20. Deze sporen zijn opgevuld met materiaal dat een lager gehalte aan klei of organisch materiaal bevat ten opzichte van de natuurlijke lemige ondergrond en vertonen een lagere EG waarde ten opzichte van de omgeving.

Na vergelijking met de Atlas der Buurtwegen kon de lineaire/licht kronkelende anomalie 1 op Figuur 20 geïnterpreteerd worden als een oud wegracé doorheen het gebied, terwijl de uitgravingssporen als van oudere of natuurlijke origine aanzien kunnen worden (2 en 3 op Figuur 20). Anomalieën 4, 5 en 6 op Figuur 20 stellen grotere metalen objecten voor van eerder recente origine, terwijl anomalieën 7 en 8 op Figuur 22 door iets grotere ijzeren objecten veroorzaakt kunnen zijn, of te wijten zijn aan het voorkomen van gebakken of verbrand materiaal. De clusters van kleine magnetische anomalieën 9 en 10 op Figuur 22 kunnen kleine concentraties baksteenpuin of gebakken materiaal betekenen of ook te wijten zijn aan kleinere ijzeren objecten in de ondergrond.

Er kan dus besloten worden dat deze anomalieën, teruggevonden met de twee complementaire EMI en MAG signalen, deels overlappen maar grotendeels andere fenomenen in de ondergrond weergeven waardoor de aanwezigheid van deze mogelijke archeologische, eerder gefragmenteerde restanten op een niet-invasieve manier kan worden aangetoond.

In de zones met zandiger of minder lemig bodemprofiel is in principe de kans groter op het aantreffen van archeologische sporen van prehistorische ouderdom. Maar dit lijkt weinig waarschijnlijk omdat deze afwijkende zones eerder beperkt zijn en de patronen niet echt gradueel of continu lijken te verlopen.

Bij het uitvoeren van bijkomend invasief archeologisch onderzoek dient vooral de centrale zone van de sporen 1, 2 en 3 op Figuur 20 en 5, 7, 8 en optioneel ook 9 en 10 op Figuur 22 in detail onderzocht te worden. In een vervolgfase kan het archeologisch onderzoek dus gericht uitgevoerd worden om met zo beperkt mogelijke archeologische graafwerken de ondergrondse sporen/afwijkingen op een meer doordachte manier te interpreteren en te karakteriseren. Een gedegen interpretatie en datering

van de aangeduide structuren kan immers slechts verkregen worden na het (beperkt) opengraven en couperen van de aangeduide afwijkende zones of anomalieën, meer specifiek om de afwijkende vulling of het antropogeen materiaal te kunnen onderscheiden van de onverstoorde omgeving om zodoende deze sporen te kunnen karakteriseren en dateren. Door het uitvoeren van dit gericht en eerder beperkt invasief onderzoek, kunnen de laterale dimensies en afbakeningen van de aangeduide sporen of structuren verder geëxtrapoleerd worden op basis van de geofysische scans, terwijl de structuren geïnterpreteerd kunnen worden op basis van de resultaten via het invasief onderzoek. Bij de vervolgstappen van het archeologisch onderzoek lijkt het dus aangewezen om op regelmatige basis terugkoppeling te maken met zowel de hier gerapporteerde geofysische resultaten als met de resultaten uit het bureauonderzoek.

## **8. Opmerking**

De geofysische metingen gebruikt in deze studie werden uitgevoerd in een configuratie om zo compleet mogelijk de bodem en ondergrondse structuren in kaart te brengen. Ook de verwerking gebeurde met deze doelstelling voor ogen. Ondanks deze kwaliteitsbetrachting is geen enkele, en daarom ook niet de hier toegepaste, geofysische techniek in staat alle fenomenen in de ondergrond te detecteren. De interpretaties zijn gebaseerd op ervaring met onze sensormetingen. De juistheid ervan kan enkel geverifieerd worden aan de hand van terreinobservaties via boringen of opgravingen. De uitvoerders stellen zich niet aansprakelijk voor het niet-detecteren van structuren en sporen in de bodem, of voor een afwijkende interpretatie van de sensor-anomalieën.