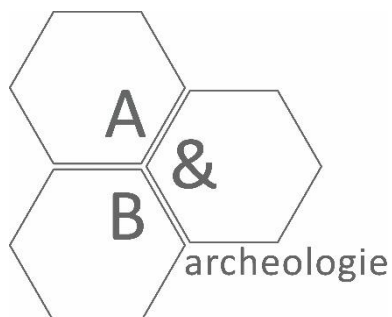


Nota Zonnebeke Passendalestraat 80

Verslag van Resultaten

Bert ACKE, Maarten BRACKE, Paulien FONTEYN en Timothy SAEY

6-11-2025



Titel: Nota Zonnebeke Passendalestraat 80

Erkend archeoloog: Maarten Bracke, OE/ERK/Archeoloog/2015/00036

Auteurs: Bert Acke, Maarten Bracke, Paulien Fonteyn en Timothy Saey

Projectcode bureauonderzoek: 2024L184

Bekrachtigde archeologienota: <https://loket.onroerenderfgoed.be/archeologie/notas/notas/32981>

Projectcode geofysisch onderzoek: 2025J72

Projectcode proefsleuvenonderzoek: 2025J73

Intern projectnummer: 2025.114

Locatiegegevens: West-Vlaanderen, Zonnebeke, Passendalestraat 80

Lambertcoördinaten onderzoeksgebied: X: 54637,32 en Y: 176027,47; X: 54880,59 en Y: 176172,54

Oppervlakte plangebied: ca. 353.628m²

Oppervlakte geplande werken: ca. 11.688m²

Kadastergegevens: Zonnebeke, afdeling 2/Passendale, sectie C, perceel 574C (deel)

Topografische kaart: /

Betrokken actoren: Bert Acke (assistent-archeoloog), Maarten Bracke (erkend archeoloog), Paulien Fonteyn (erkend archeoloog), Timothy Saey (geofysisch onderzoek), Berten Smekens (CTE-begeleiding; AMMO) en initiatiefnemer

Wetenschappelijke advisering: /

Plaats en datum: Moerbeke-waas, 6/11/2025

© Acke & Bracke bvba, Dorpvaart 76, 9180 Moerbeke-waas. De auteurs aanvaarden geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de auteurs.

1. INLEIDING	5
1.1. WETTELIJK KADER	5
1.1.1. ONDERZOEKSVRAGEN	5
1.1.2. RANDVOORWAARDEN	6
1.2. WERKWIJZE EN STRATEGIE	7
1.2.1. MOTIVERING ONDERZOEKSSTRATEGIE	7
1.2.2. ORGANISATIE VAN HET VOORONDERZOEK	8
1.2.3. ADVIES SPECIALISTEN	9
1.2.4. WETENSCHAPPELIJKE ADVISERING	9
1.2.5. SELECTIE BRONNEN	9
2. GEOFYNISCH ONDERZOEK	13
2.1. BESCHRIJVEND GEDEELTE	13
2.1.1. ALGEMEEN	13
2.1.2. ONDERZOEKSVRAGEN	13
2.1.3. WERKWIJZE EN STRATEGIE	13
2.2. SYNTHESE	14
2.2.1. ARCHEOLOGISCH VERWACHTINGSPATROON	14
2.2.2. BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN	15
3. PROEFSLEUVENONDERZOEK	16
3.1. BESCHRIJVEND GEDEELTE	16
3.1.1. ALGEMEEN	16
3.1.2. ONDERZOEKSVRAGEN	16
3.1.3. WERKWIJZE EN STRATEGIE	17
3.2. ASSESSMENT	18
3.2.1. AARDKUNDIGE OPBOUW	18
3.2.2. ASSESSMENT SPOREN	23
3.2.3. ASSESSMENT VONDSTEN	25
3.2.4. ASSESSMENT STALEN	27
3.2.5. ASSESSMENT CONSERVATIE	27
3.2.6. DATERING EN INTERPRETATIE	27
3.3. SYNTHESE	29
3.3.1. ARCHEOLOGISCH VERWACHTINGSPATROON	29
3.3.2. BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN	29
4. SAMENVATTING	31
5. BIBLIOGRAFIE	33

1. Inleiding

1.1. Wettelijk kader

De archeologienota kadert in het Onroerenderfgoeddecreet van 12 juli 2013. Naar aanleiding van geplande stedenbouwkundige vergunningsaanvraag aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke, gelegen buiten woon- of recreatiegebied, waarbij de totale oppervlakte van de ingreep in de bodem 5000m² of meer beslaat, dient de initiatiefnemer een archeologienota toe te voegen aan de vergunningsaanvraag. De archeologienota dient opgemaakt te worden onder supervisie van een erkend archeoloog. De archeologienota¹ bestond enkel uit een bureauonderzoek, in het programma van maatregelen was opgenomen dat een geofysisch onderzoek en een proefsleuvenonderzoek dienden uitgevoerd te worden in uitgesteld traject. In deze nota, opgemaakt onder supervisie van een erkend archeoloog, worden de resultaten van deze vooronderzoeken beschreven.

1.1.1. Onderzoeksvragen

In het programma van maatregelen bij de archeologienota werden de volgende niet-limitatieve onderzoeksvragen opgenomen:

- Met betrekking tot het geofysisch onderzoek:
 - Welke sporen of anomalieën kunnen opgemerkt worden?
 - Kunnen locaties van explosieven onderscheiden worden?
 - Wat is de dichtheid aan metalen voorwerpen?
 - Kunnen structuren uit de Eerste Wereldoorlog gezien worden?
 - Zijn de gekarteerde structuren waarneembaar via het geofysisch onderzoek? Wat is hun diepteligging, omvang, ...?
 - Zijn er verschillen te zien tussen de resultaten via EMI, magnetometrie en grondradar?
 - Dient het vooropgestelde proefsleuvenonderzoek bijgesteld te worden?
- Met betrekking tot het proefsleuvenonderzoek:
 - Zijn er archeologische sporen aanwezig? Welke spoorcategorieën komen voor? Kunnen deze gelinkt worden aan archeologisch onderzoek in de omgeving?
 - Wat is de bewaringstoestand van de aangetroffen sporen?
 - Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren en behoren ze tot één of meerdere periodes?
 - Zijn sporen uit de Eerste Wereldoorlog aanwezig? Zo ja, welke? Komen de resultaten overeen met het historisch kader (loopgravenkaarten en luchtfoto's)?
 - Wat is de dichtheid aan bomkraters?

¹ Acke et al. 2025a; 2025b.

- Indien resten van de schuilplaatsen aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun bewaring? Functie? Gebruiksperiode? Zijn er sporen van aanpassingen/herstellingen te zien?
- Indien loopgraven aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun functie? Wat is hun bewaringstoestand?
- Zijn stoffelijke resten aanwezig? Gaat het om enkelvoudige begravingen? Achtergebleven soldaten in bomkraters? Massagraven?
- Zijn er indicaties omtrent artisanale activiteiten of aanwijzingen voor andere functionele eigenschappen?
- Wat is de relatie tussen de archeologische sporen en het landschap?
- Kan een archeologische site uitgesloten worden? Of dient verder onderzoek te gebeuren?
- Wat is de graad van verstoring binnen het plangebied?

1.1.2. Randvoorwaarden

Het westelijke deel van de onderzoekszone (ca. 950m²) kon niet onderzocht worden door de aanwezigheid van een verharde weg. Gezien binnen de grenzen van het plangebied explosieven aanwezig zijn, diende het vooronderzoek uitgevoerd te worden onder begeleiding van CTE-deskundige. Mogelijke explosieven werden door de CTE-deskundige benaderd en veiliggesteld. De politie werd vervolgens gecontacteerd, waarna de explosieven opgehaald werden door DOVO.

1.2. Werkwijze en strategie

1.2.1. Motivering onderzoeksstrategie

Op basis van het bureauonderzoek werd in het programma van maatregelen van de archeologienota een verder vooronderzoek zonder ingreep in de bodem in de vorm van een geofysisch onderzoek en een vooronderzoek met ingreep in de bodem door middel van proefsleuven opgelegd, in een uitgesteld traject. De onderzoeken dienen uitgevoerd te worden volgens de bepalingen in de Code van Goede Praktijk en de voorwaarden opgenomen in het programma van maatregelen horende bij de archeologienota. De erkende archeoloog kan enkel mits gefundeerde motivatie afwijken van sommige van deze bepalingen en voorwaarden.

Het geofysisch onderzoek en het proefsleuvenonderzoek vonden plaats op een site met een eenvoudige verticale stratigrafie. Het geofysisch onderzoek werd uitbesteed aan 3DSoil en uitgevoerd door Timothy Saey. Nadien werden de resultaten hiervan uitgeschreven en werd een hypotheseskaart opgesteld. Bij het geofysisch onderzoek werden bomkraters en metalen anomalieën herkend waaronder een verschillende mogelijke explosieven. Het sleuvenplan werd licht aangepast om enkele van deze anomalieën goed te kunnen valideren. Elke anomalie die op een sleuftracé gelegen was, werd eerst met GPS uitgezet en aangegeven met een PVC buisje. Deze werden in eerste instantie gecontroleerd en benaderd door de CTE-deskundige. Veelal ging het om munitie of fragmenten van munitie, gesitueerd in het teelaardepakket. Enkele diepere waarden werden onder begeleiding van de CTE-deskundige machinaal benaderd en nadien met de hand blootgelegd. Via deze onderzoeksmethodiek kon het proefsleuvenonderzoek onder de meest veilige omstandigheden uitgevoerd worden. Voor de uitgraving werd gebruik gemaakt van een niet-getande graafbak van 2m breed. Er werden enkele kijkvensters aangelegd om de aan- of afwezigheid van sporen te verifiëren of om meer duidelijkheid te krijgen in een bepaalde anomalie. Het sleuvenonderzoek werd geassisteerd door een CTE-deskundige die tijdens het onderzoek de explosieven benaderde en veiligstelde. De grond werd gescheiden afgegraven en gestockeerd naast de sleuf. Na de voltooiing van de registratie van de sleuven werden deze gedicht.

De oppervlakte van de onderzoekszone bedroeg ca. 11.688m². Hiervan kon een zone van ca. 10.738m² onderzocht worden. Ca. 963m² (9%) werd onderzocht via proefsleuven en kijkvensters. De vooropgestelde dekkingsgraad van 12,5% zoals opgenomen in de Code van Goede Praktijk (te verdelen over 10% sleuven en 2,5% dwarssleuven/volgsleuven/kijkvensters) werd hiermee niet behaald. Ondanks deze iets lagere dekkingsgraad kon een goede validering uitgevoerd worden en werd een goed beeld verkregen van het archeologisch potentieel, alsook van de waargenomen anomalieën bij het geofysisch onderzoek.

Het onderzoek werd uitgevoerd conform de Code van Goede Praktijk. Aangezien alle metingen gebeurden met een GPS-aangestuurd systeem met precisie van 1cm, werd voorafgaand het veldwerk geen hoofdmeetsysteem aangelegd. Elke proefsleuf en elk kijkvenster werd beschouwd als een individuele werkput. Er werd een metaaldetector (type XP Deus) en bomdetector gebruikt op het maaiveldniveau, tijdens het verdiepen en ter hoogte van de aangetroffen bomkraters. Daarnaast werden de storten van sleuven eveneens gecontroleerd op de aanwezigheid van metalen voorwerpen.

Het archeologisch vlak werd opgeschoond. Hierbij werden enkel bomkraters aangetroffen. Alle sleuven en profielen kregen een uniek nummer, werden beschreven en geregistreerd via foto's en opmetingen. De foto's werden genomen met een camera van het merk Ricoh WG-6. Er werden naast explosieven geen archeologisch relevante vondsten aangetroffen. De explosieven werden als puntvondst opgemeten en door de CTE-deskundige verder geregistreerd. Grondstalen of andere monsters werden niet genomen gezien er geen sporen werden aangetroffen die zich hiertoe leenden. Relevante delen van de putwandprofielen werden opgeschoond en geregistreerd als referentieprofiel. In totaal werden 5 profielen geplaatst, waarbij telkens een A-C profiel werd vastgesteld.

De proefsleuven werden aangelegd op één niveau, meer bepaald op het niveau van de C-horizont op een diepte van ca. 40 tot 60cm onder het huidige maaiveldniveau.

1.2.2. Organisatie van het vooronderzoek

In eerste instantie werd een bureauonderzoek uitgevoerd waarbij de diverse beschikbare bronnen geraadpleegd werden. Hierbij werd een programma van maatregelen opgesteld volgens het principe van een uitgesteld traject. Het geofysisch onderzoek werd uitgevoerd op dinsdag 7 oktober 2025 door Timothy Saey (3DSoil). Het proefsleuvenonderzoek werd uitgevoerd op donderdag 30 oktober 2025. Het kraanwerk werd uitgevoerd door Stijn Busquart (grondwerken Bekaert). Erkend-archeoloog Maarten Bracke trad op als veldwerkleider en assistent-aardkundige, Paulien Fonteyn als archeoloog en Aaron Schaut als stagiair. De CTE-begeleiding werd uitgevoerd door Bertien Smekens (AMMO). Paulien Fonteyn stond in voor het opmeten van de sleuven, profielen en hoogtes, deze gegevens werden nadien door haar verwerkt tot bruikbaar kaartmateriaal.

1.2.3. Advies specialisten

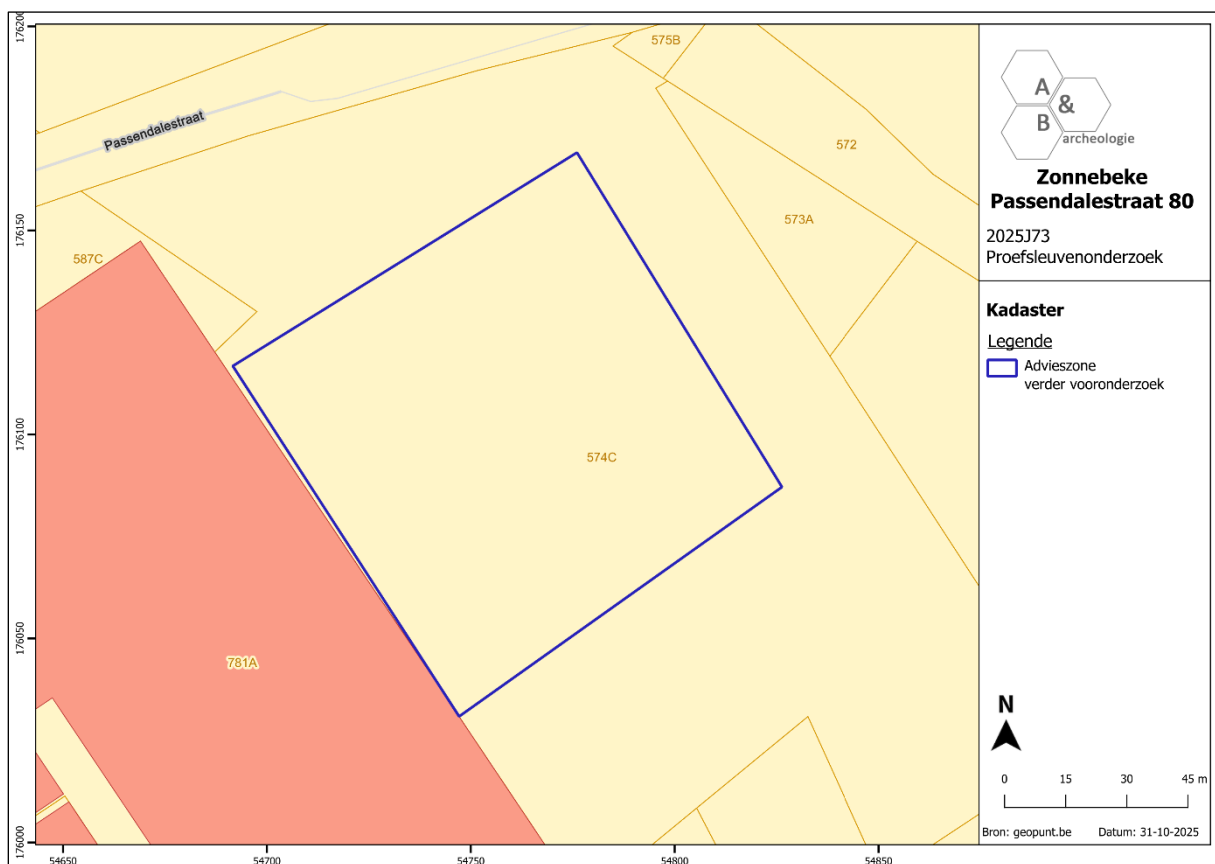
Niet van toepassing.

1.2.4. Wetenschappelijke advisering

Niet van toepassing.

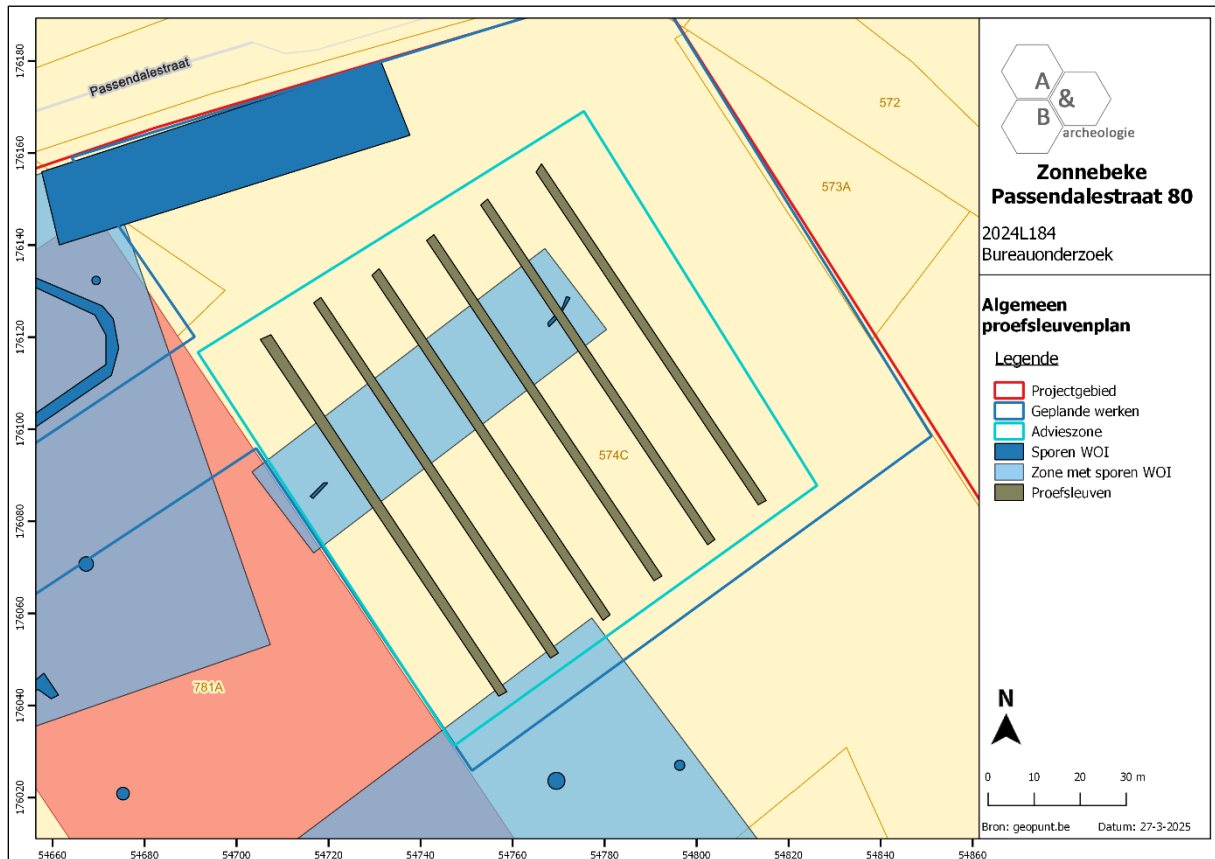
1.2.5. Selectie bronnen

De bekrachtigde archeologienota² van deze site werd als voornaamste bron aangewend.



Figuur 1 Aanduiding van de onderzoekszone op het GRB (bron: geopunt.be).

² Acke et al. 2025a; 2025b.



Figuur 2 Vooropgesteld sleuvenplan, geprojecteerd op het GRB, met aanduiding van de te verwachten sporen uit WOI (bron: Stichelbaut 2019; geopunt.be).



Figuur 3 Zicht op de onderzoekszone vanuit het zuidwesten.



Figuur 4 Uitzetten van de anomalieën uit het geofysisch onderzoek, voorafgaand aan de start van het proefsleuvenonderzoek.



Figuur 5 Manueel benaderen van de anomalieën door de CTE-deskundige.



Figuur 6 Benaderen van een mogelijk explosief door de CTE-deskundige na het machinaal verwijderen van de toplaag.

2. Geofysisch onderzoek³

2.1. Beschrijvend gedeelte

2.1.1. Algemeen

Gezien binnen het plangebied een grote kans op de aanwezigheid van explosieven gold, werd een geofysisch onderzoek uitgevoerd. Op basis van dit onderzoek kan bij het proefsleuvenonderzoek veiliger gewerkt worden gezien de locaties van eventuele explosieven reeds gekend zijn. Daarnaast kunnen ook andere structuren en/of sporen, zowel uit de Eerste Wereldoorlog als uit andere periodes, herkend worden bij het geofysisch onderzoek.

2.1.2. Onderzoeksvragen

In het programma van maatregelen bij de archeologienota werden de volgende niet-limitatieve onderzoeksvragen opgenomen met betrekking tot het geofysisch onderzoek:

- Welke sporen of anomalieën kunnen opgemerkt worden?
- Kunnen locaties van explosieven onderscheiden worden?
- Wat is de dichtheid aan metalen voorwerpen?
- Kunnen structuren uit de Eerste Wereldoorlog gezien worden?
- Zijn de gekarteerde structuren waarneembaar via het geofysisch onderzoek? Wat is hun diepteligging, omvang, ...?
- Zijn er verschillen te zien tussen de resultaten via EMI, magnetometrie en grondradar?
- Dient het vooropgestelde proefsleuvenonderzoek bijgesteld te worden?

2.1.3. Werkwijze en strategie

Er werd een hoge-resolutie inductie (EMI) survey uitgevoerd binnen de onderzoekszone. Hierbij lag de focus voornamelijk op de detectie van mogelijke restanten uit de Eerste Wereldoorlog. Ook konden mogelijke ferro- en non-ferro metalen objecten, die mogelijk geïnterpreteerd kunnen worden als niet-ontpofte munitie onderscheiden worden.

Het onderzoek werd uitgevoerd op dinsdag 7 oktober 2025 door Timothy Saey (3DSoil) in relatief goede weersomstandigheden. Het terrein lag er relatief oneffen bij, wat nefast is voor het verkrijgen van een erg goed signaal/ruis verhouding van de metingen.

³ Saey 2025.

2.2. Synthese

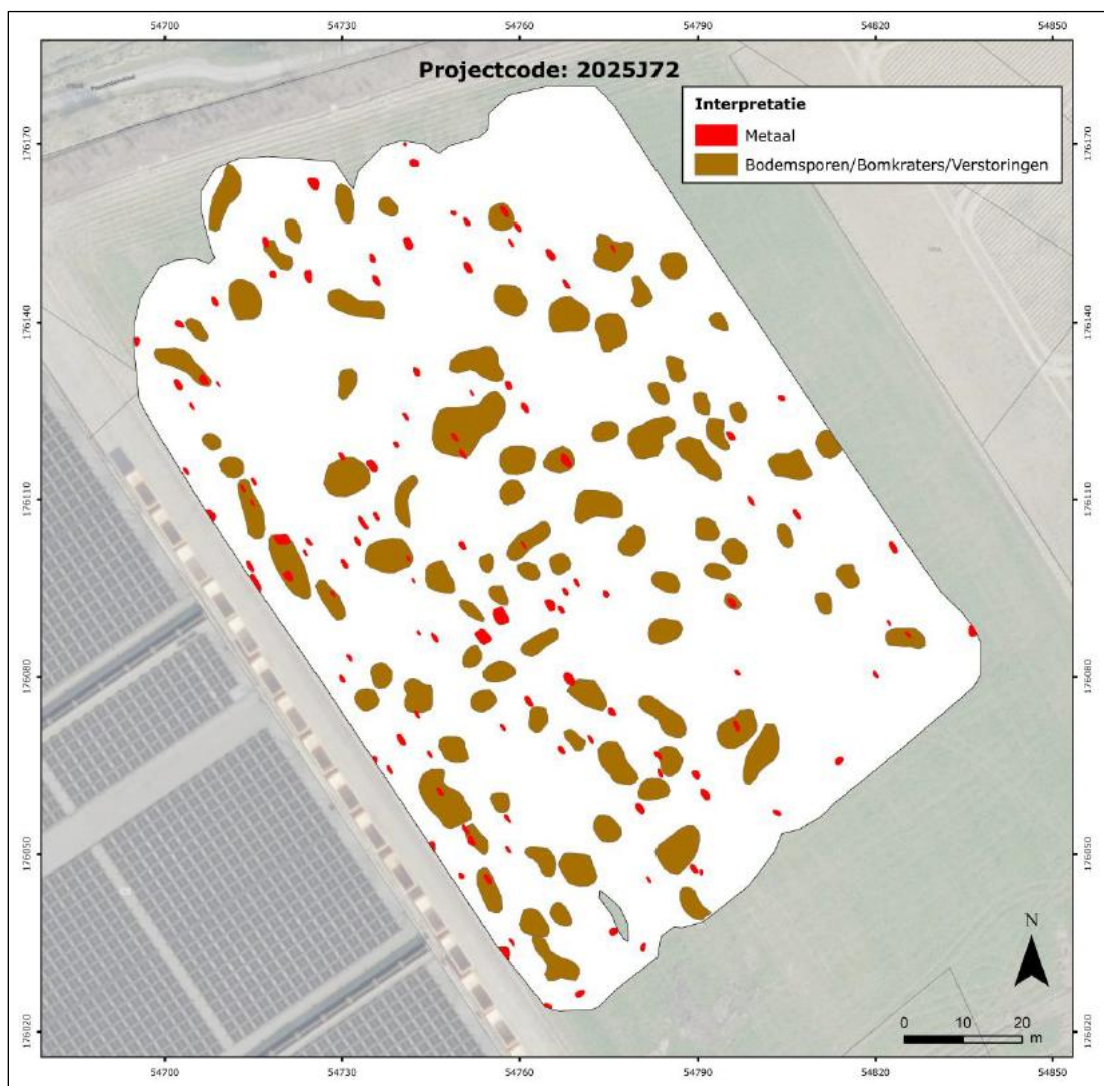
2.2.1. Archeologisch verwachtingspatroon

Op basis van het geofysisch onderzoek werd gesteld dat er binnen de onderzoekszone enkele sporen/artefacten met een mogelijke oorsprong uit de Eerste Wereldoorlog voorkomen.

Er werd een groot aantal ‘verstoorde’ zones gedetecteerd, die wellicht geïnterpreteerd kunnen worden als bomkraters die zijn opgevuld met metaalsplinters of organische bovengrond. Verspreid over het terrein werden daarnaast enkele afzonderlijke puntafwijkingen onderscheiden. Het gaat wellicht om begraven metalen objecten, mogelijk (fragmenten van) WOI-munitie.

Naast mogelijke bomkraters konden geen andere sporen of structuren uit de Eerste Wereldoorlog onderscheiden worden via het geofysisch onderzoek. Het voorkomen ervan wordt op basis van de relatief hoge verstoringsgraad door bomkraters eerder laag ingeschat.

De gedetailleerde resultaten van het geofysisch onderzoek wordt opgenomen als bijlage in deze nota.



Figuur 7 Synthese en interpretatiekaart van de waargenomen anomalieën (Saey 2025, 28, fig. 20).

2.2.2. Beantwoording onderzoeksvragen

In het programma van maatregelen bij de archeologienota werden de volgende niet-limitatieve onderzoeksvragen opgenomen met betrekking tot het geofysisch onderzoek:

- Welke sporen of anomalieën kunnen opgemerkt worden?

Binnen het onderzochte gebied kon een groot aantal vermoedelijke bomkraters onderscheiden worden. Daarnaast komen ook verschillende metaalanomalieën voor die wellicht te interpreteren zijn als (fragmenten van) munitie uit de Eerste Wereldoorlog.

- Kunnen locaties van explosieven onderscheiden worden?

Ja, er konden verschillende metaalanomalieën onderscheiden worden die mogelijk te relateren zijn aan de aanwezigheid van munitie uit de Eerste Wereldoorlog.

- Wat is de densiteit aan metalen voorwerpen?

Hoewel diverse puntanomalieën onderscheiden werden, is geen sprake van een extreem hoge densiteit aan metalen objecten. Deze bevinden zich eerder verspreid over het plangebied. De densiteit lijkt wel toe te nemen naar het westelijke deel van het terrein. In het oosten is sprake van een lagere densiteit.

- Kunnen structuren uit de Eerste Wereldoorlog gezien worden?

Naast bomkraters konden geen sporen of structuren uit de Eerste Wereldoorlog (of uit andere periodes) onderscheiden worden.

- Zijn de gekarteerde structuren waarneembaar via het geofysisch onderzoek? Wat is hun diepteligging, omvang, ...?

Neen. Er werden naast bomkraters geen andere sporen of structuren vastgesteld.

- Zijn er verschillen te zien tussen de resultaten via EMI, magnetometrie en grondradar?

Het projectgebied werd enkel onderzocht met een multi-signaal EMI detectie.

- Dient het vooropgestelde proefsleuvenonderzoek bijgesteld te worden?

Neen. Er dienen geen grote aanpassingen te gebeuren aan het vooropgestelde proefsleuvenplan.

3. Proefsleuvenonderzoek

3.1. Beschrijvend gedeelte

3.1.1. Algemeen

Om na te gaan of er al dan niet archeologisch relevante archeologische grondsporen aanwezig zijn binnen het onderzoeksgebied, werd een proefsleuvenonderzoek geadviseerd. Het proefsleuvenonderzoek diende te gebeuren onder de begeleiding van een CTE-deskundige.

3.1.2. Onderzoeksvragen

In het programma van maatregelen bij de archeologienota werden de volgende niet-limitatieve onderzoeksvragen opgenomen met betrekking tot het proefsleuvenonderzoek:

- Zijn er archeologische sporen aanwezig? Welke spoorcategorieën komen voor? Kunnen deze gelinkt worden aan archeologisch onderzoek in de omgeving?
- Wat is de bewaringstoestand van de aangetroffen sporen?
- Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren en behoren ze tot één of meerdere periodes?
- Zijn sporen uit de Eerste Wereldoorlog aanwezig? Zo ja, welke? Komen de resultaten overeen met het historisch kader (loopgravenkaarten en luchtfoto's)?
- Wat is de densiteit aan bomkraters?
- Indien resten van de schuilplaatsen aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun bewaring? Functie? Gebruiksperiode? Zijn er sporen van aanpassingen/herstellingen te zien?
- Indien loopgraven aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun functie? Wat is hun bewaringstoestand?
- Zijn stoffelijke resten aanwezig? Gaat het om enkelvoudige begravingen? Achtergebleven soldaten in bomkraters? Massagraven?
- Zijn er indicaties omtrent artisanale activiteiten of aanwijzingen voor andere functionele eigenschappen?
- Wat is de relatie tussen de archeologische sporen en het landschap?
- Kan een archeologische site uitgesloten worden? Of dient verder onderzoek te gebeuren?
- Wat is de graad van verstoring binnen het plangebied?

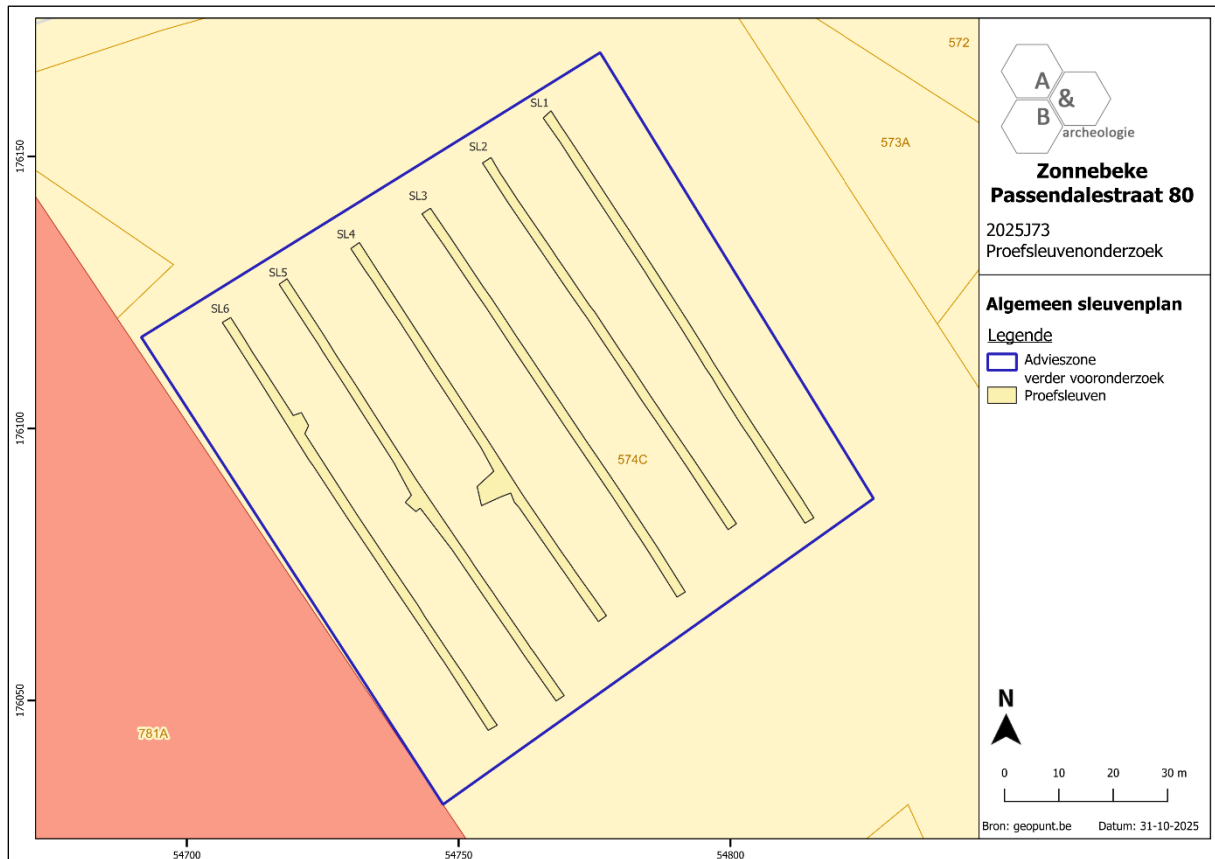
3.1.3. Werkwijze en strategie

Het proefsleuvenonderzoek vond plaats op een site met een eenvoudige verticale stratigrafie. Rekening houdend met de resultaten van het geofysisch onderzoek werd het vooropgestelde sleuvenplan licht aangepast om een goede validering van de geattesteerde anomalieën te bekomen. Voor de start van het proefsleuvenonderzoek werd elke anomalie die op een sleuftracé gelegen was, uitgezet met GPS en aangegeven met een PVC buisje. Deze anomalieën werden in eerste instantie gecontroleerd en benaderd door de CTE-deskundige. Veelal ging het om munitie of fragmenten van munitie, gesitueerd in het teelaardepakket. Enkele diepere waarden werden onder begeleiding van de CTE-deskundige machinaal benaderd en nadien met de hand blootgelegd. Via deze onderzoeksmethodiek het proefsleuvenonderzoek onder de meest veilige omstandigheden uitgevoerd worden. Voor de uitgraving werd gebruik gemaakt van een niet-getande graafbak van 2m breed. Er werden enkele kijkvensters aangelegd om de aan- of afwezigheid van sporen te verifiëren of om meer duidelijkheid te krijgen in een bepaalde anomalie. Het sleuvenonderzoek werd geassisteerd door een CTE-deskundige die tijdens het onderzoek de explosieven benaderde en veiligstelde. De grond werd gescheiden afgegraven en gestockeerd naast de sleuf. Na de voltooiing van de registratie van de sleuven werden deze gedicht.

De oppervlakte van de onderzoekszone bedroeg ca. 11.688m². Hiervan kon een zone van ca. 10.738m² onderzocht worden. Ca. 963m² (9%) werd onderzocht via proefsleuven en kijkvensters. De vooropgestelde dekkingsgraad van 12,5% zoals opgenomen in de Code van Goede Praktijk (te verdelen over 10% sleuven en 2,5% dwarssleuven/volgsleuven/kijkvensters) werd hiermee niet behaald. Ondanks deze iets lagere dekkingsgraad kon een goede validering uitgevoerd worden en werd een goed beeld verkregen van het archeologisch potentieel, alsook van de waargenomen anomalieën bij het geofysisch onderzoek.

Het onderzoek werd uitgevoerd conform de Code van Goede Praktijk. Aangezien alle metingen gebeurden met een GPS-aangestuurd systeem met precisie van 1cm, werd voorafgaand het veldwerk geen hoofdmeetsysteem aangelegd. Elke proefsleuf en elk kijkvenster werd beschouwd als een individuele werkput. Er werd een metaaldetector (type XP Deus) en bomdetector gebruikt op het maaiveldniveau, tijdens het verdiepen en ter hoogte van de aangetroffen bomkraters. Daarnaast werden de storten van sleuven eveneens gecontroleerd op de aanwezigheid van metalen voorwerpen. Het archeologisch vlak werd opgeschoond. Hierbij werden enkel bomkraters aangetroffen. Alle sleuven en profielen kregen een uniek nummer, werden beschreven en geregistreerd via foto's en opmetingen. De foto's werden genomen met een camera van het merk Ricoh WG-6. Er werden naast explosieven geen archeologisch relevante vondsten aangetroffen. De explosieven werden als puntvondst opgemeten en door de CTE-deskundige verder geregistreerd. Grondstalen of andere monsters werden niet genomen gezien er geen sporen werden aangetroffen die zich hiertoe leenden. Relevante delen van de putwandprofielen werden opgeschoond en geregistreerd als referentieprofiel. In totaal werden 5 profielen geplaatst, waarbij telkens een A-C profiel werd vastgesteld.

De proefsleuven werden aangelegd op één niveau, meer bepaald op het niveau van de C-horizont op een diepte van ca. 40 tot 60cm onder het huidige maaiveldniveau.



Figuur 8 Algemeen sleuvenplan op het GRB (bron: geopunt.be).

3.2. Assessment

3.2.1. Aardkundige opbouw

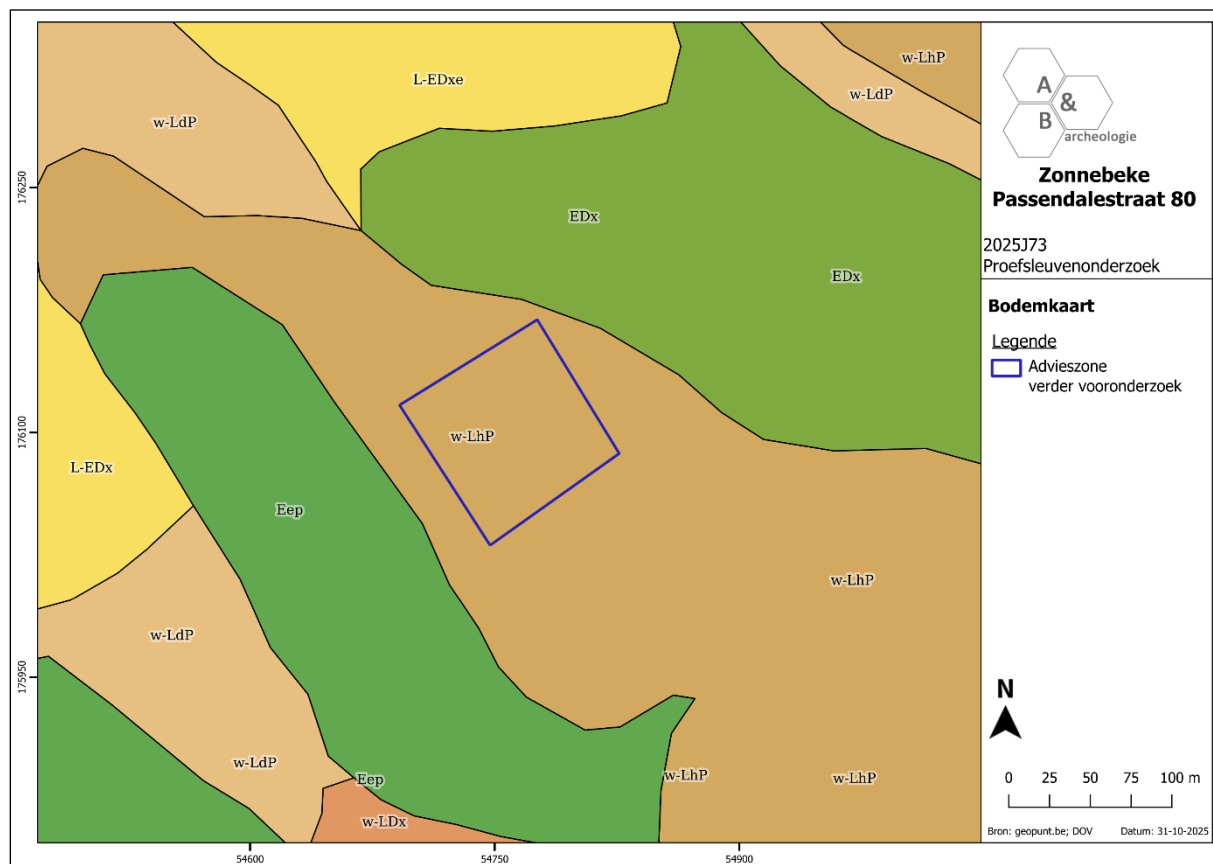
Op de bodemkaart worden binnen de onderzoekszone natte zandleembodems zonder profielontwikkeling of met een onbepaald profiel en met klei-zand op geringe of matige diepte (type w-LhP) aangeduid.

De aardkundige opbouw van het projectgebied werd tijdens het proefsleuvenonderzoek vastgesteld door de aanleg van 5 bodemprofielen verspreidt over het volledige terrein.

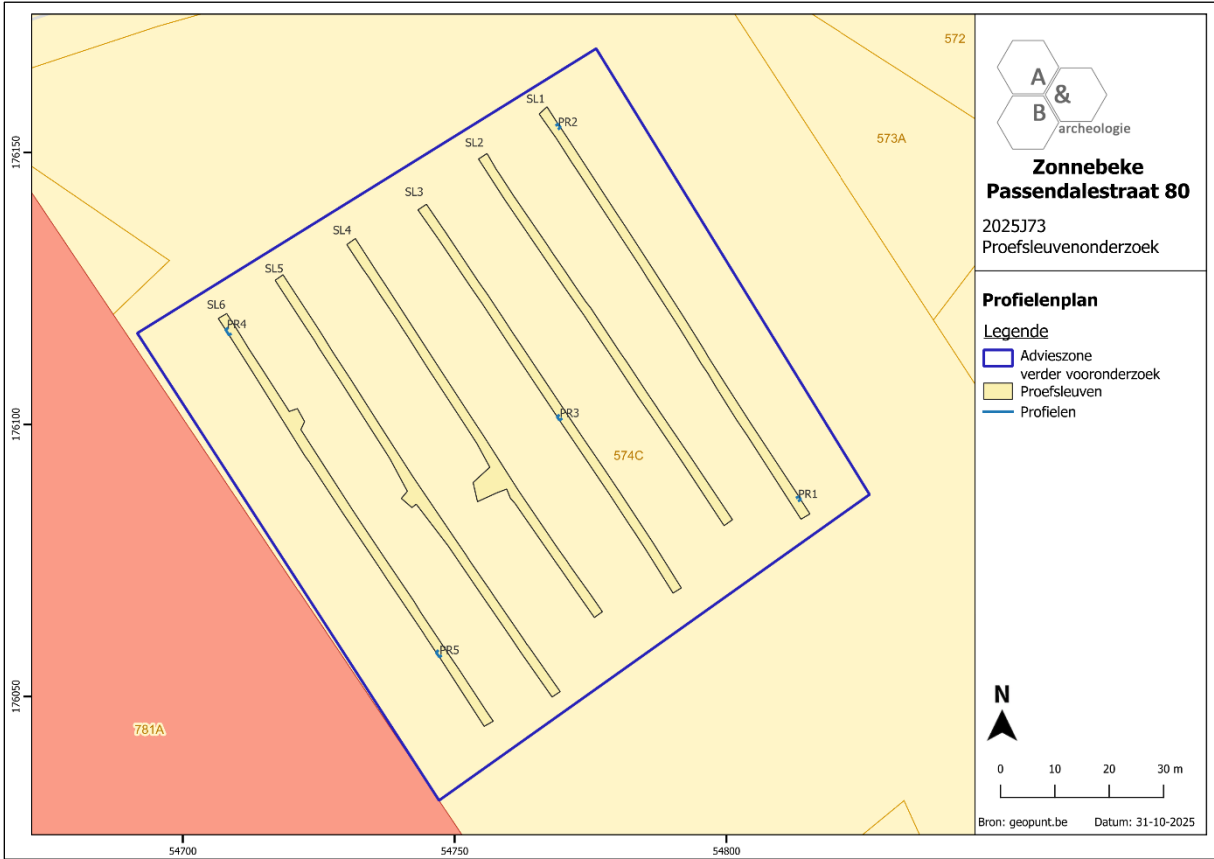
Hierbij werd telkens een gelijkaardige bodemopbouw vastgesteld waarbij bovenaan een ca. 40cm à 60cm dikke Ap-horizont voorkwam. Deze had een donkerbruine kleur en bestond uit een nat zandleem. Hieronder situeerde zich eventueel nog een dunne geelbruine zandlemige laag en een bruine tot gelige klei waarbinnen plaatselijk glaunonietrijke zandige laagjes en silexkeien voorkwamen (C-horizont, tertiair). In profiel 5 werd een restant van een bomkrater geattesteerd net onder de teelaarde.

Het maaiveldniveau bevond zich binnen het plangebied tussen ca. +46,9m TAW in het noordoosten en ca. +42,9m TAW in het zuidwesten. Het archeologisch vlak, dat zich in de top van de C-horizont bevond,

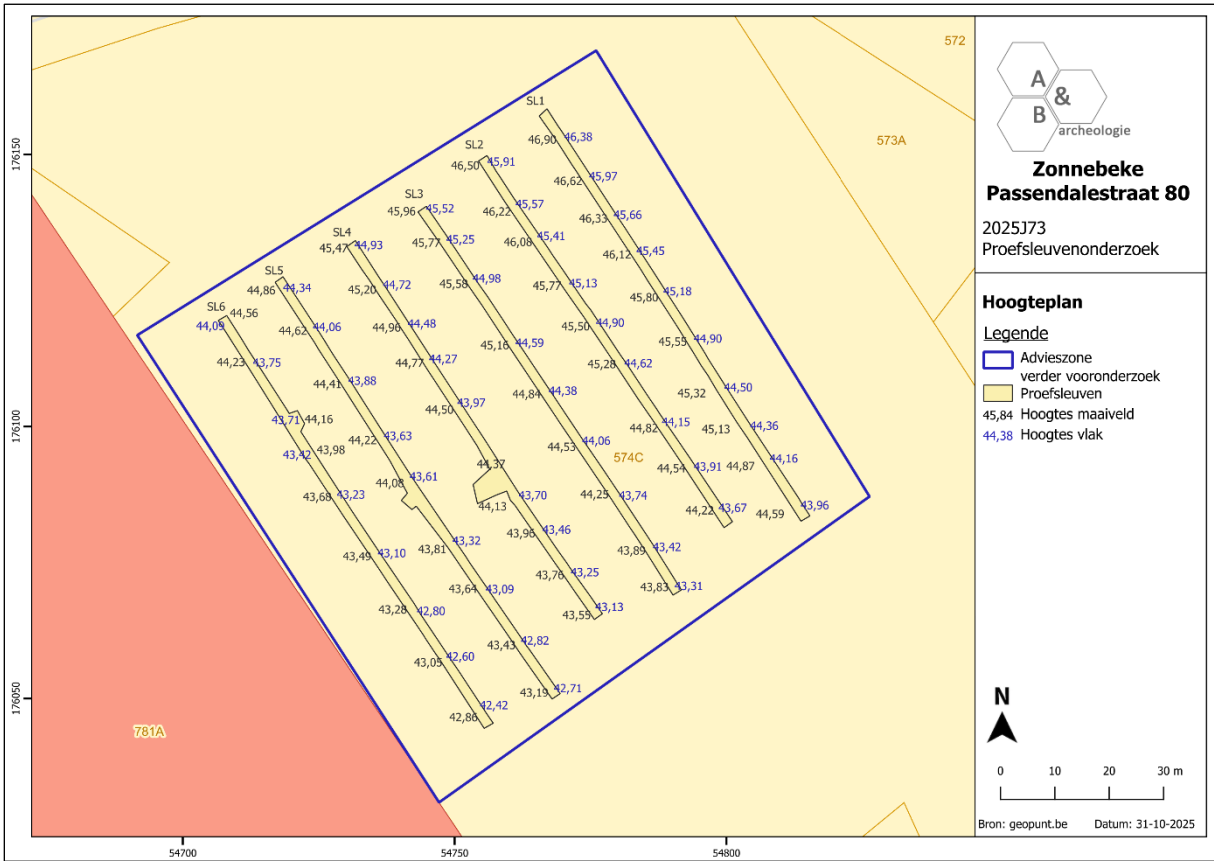
vertoonde een gelijkaardig verloop en bevond zich in het noordoosten op ca. +46,4m TAW en in het zuidwesten op ca. +42,4m TAW. Het archeologisch vlak situeerde zich op ca. 40cm à 60cm onder het huidige maaiveldniveau, meteen onder de teelaarde.



Figuur 9 Projectie van de onderzoekszone op de bodemkaart (bron: geopunt.be).



Figuur 10 Algemeen sleuvenplan, geprojecteerd op het GRB, met aanduiding van de profielen.



Figuur 11 Aanduiding van de hoogtes (maaiveld en vlak) op het GRB (bron: geopunt).



Figuur 12 Zicht op profiel 1 in sleuf 1, in het zuidoosten van het onderzoeksgebied.



Figuur 13 Zicht op profiel 2 in sleuf 1, in het noordoosten van het onderzoeksgebied.



Figuur 14 Zicht op profiel 3 in sleuf 3, centraal binnen het onderzoeksgebied.



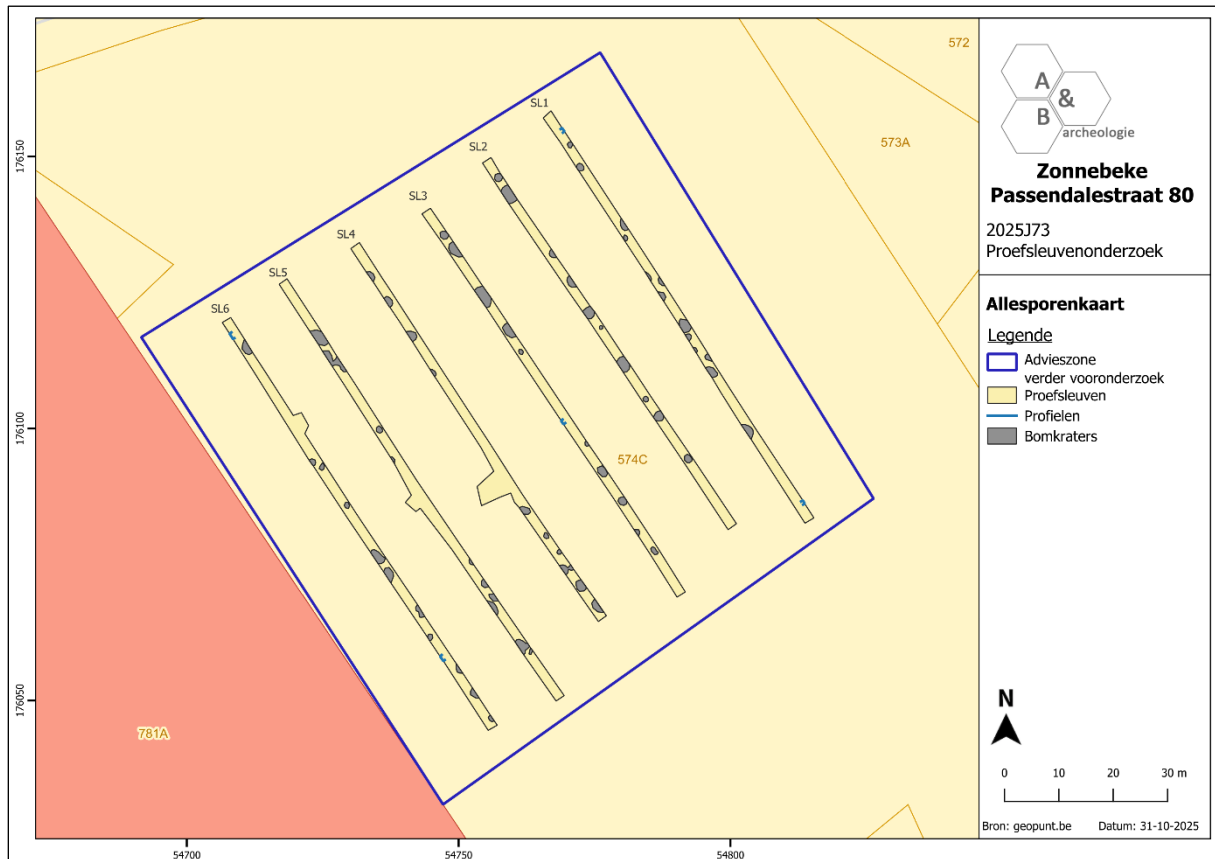
Figuur 15 Zicht op profiel 4 in sleuf 6, in het noordwesten van het onderzoeksgebied.



Figuur 16 Zicht op profiel 5 in sleuf 6, in het zuidwesten van het plangebied.

3.2.2. Assessment sporen

Bij het proefsleuvenonderzoek werden geen spoornummers uitgedeeld. Wel werden verspreid over het volledige terrein bomkraters uit de Eerste Wereldoorlog aangetroffen. Deze hadden een bruinigrijze vulling en bevatten veelal metaalfragmenten van de ontplofte explosieven. Verder was de vulling eerder steriel; ze bevatten geen ander (militair) vondstmateriaal, puin of stoffelijke resten. In verschillende bomkraters werden wel grote stukken van ontplofte munitie of niet-ontplofte bommen aangetroffen. Deze werden opgemeten als puntvondsten en veiliggesteld door de CTE-deskundige om te worden opgehaald door DOVO.



Figuur 17 Algemeen sporenplan geprojecteerd op het GRB (bron: geopunt.be).



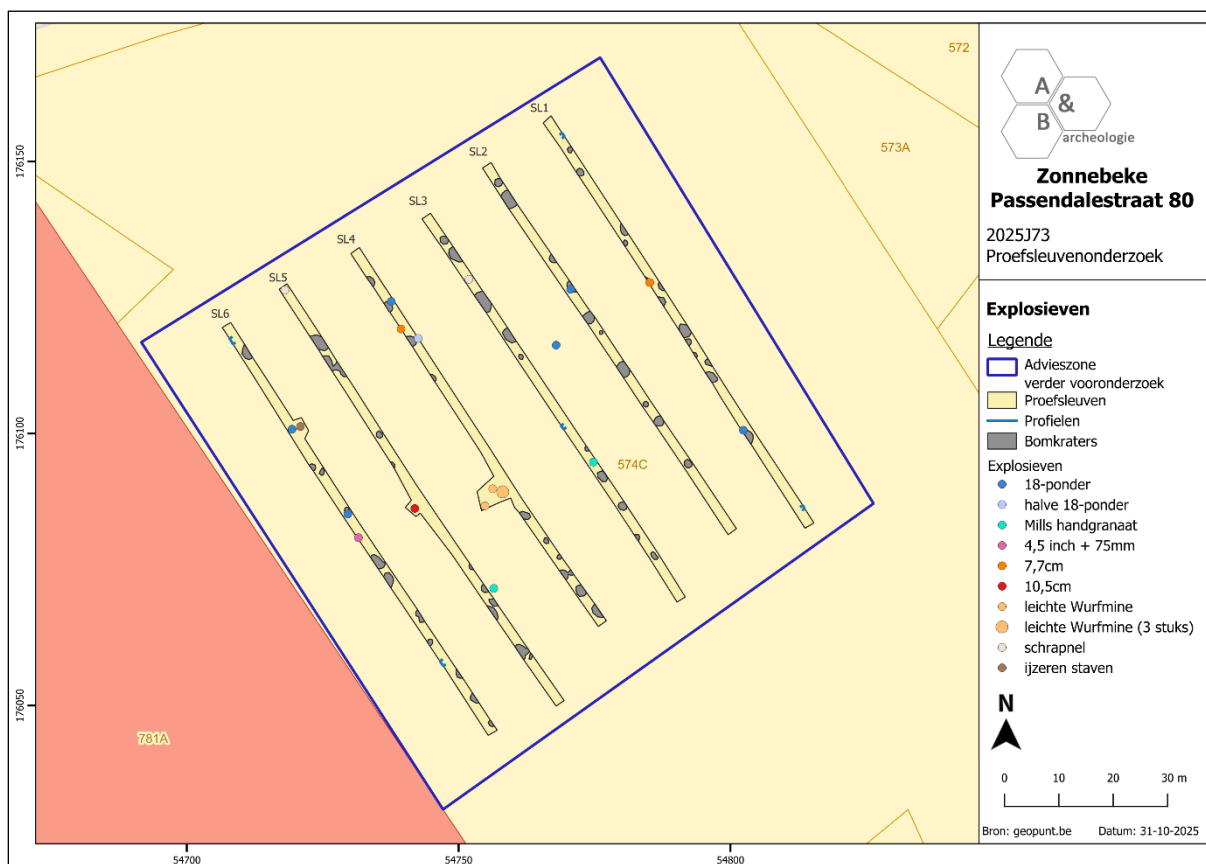
Figuur 18 Zicht op een bomput in sleuf 1.



Figuur 19 Zicht op enkele bomputten in sleuf 4.

3.2.3. Assessment vondsten

Tijdens het proefsleuvenonderzoek werden geen vondsten aangetroffen. Wel werden verschillende (fragmenten van) explosieven teruggevonden. Deze werden door de CTE-deskundige veiliggesteld en opgehaald door DOVO. De locatie van deze explosieven werd geregistreerd via een puntmeting. De aangetroffen munitie is zowel van Britse, Franse als Duitse makelij. Het gaat om 2 Britse Mills handgranaten, 5 Britse 18-ponders, 1 Brits 4,5 inch projectiel, 1 Frans 75mm projectiel, 5 Duitse leichte Wurfminen, 2 Duitse 7,7cm projectielen, 1 Duitse 10,5cm projectiel en 2 Britse ontstekers.



Figuur 20 Aanduiding van de aangetroffen explosieven op de allesporenkaart, geprojecteerd op het GRB (bron: geopunt.be).



Figuur 21 Overzichtsfoto van de aangetroffen explosieven.

3.2.4. Assessment stalen

Niet van toepassing. Er werden geen stalen genomen tijdens het vooronderzoek gezien er geen relevante sporen werden aangetroffen die zinvol zijn voor verder natuurwetenschappelijk onderzoek.

3.2.5. Assessment conservatie

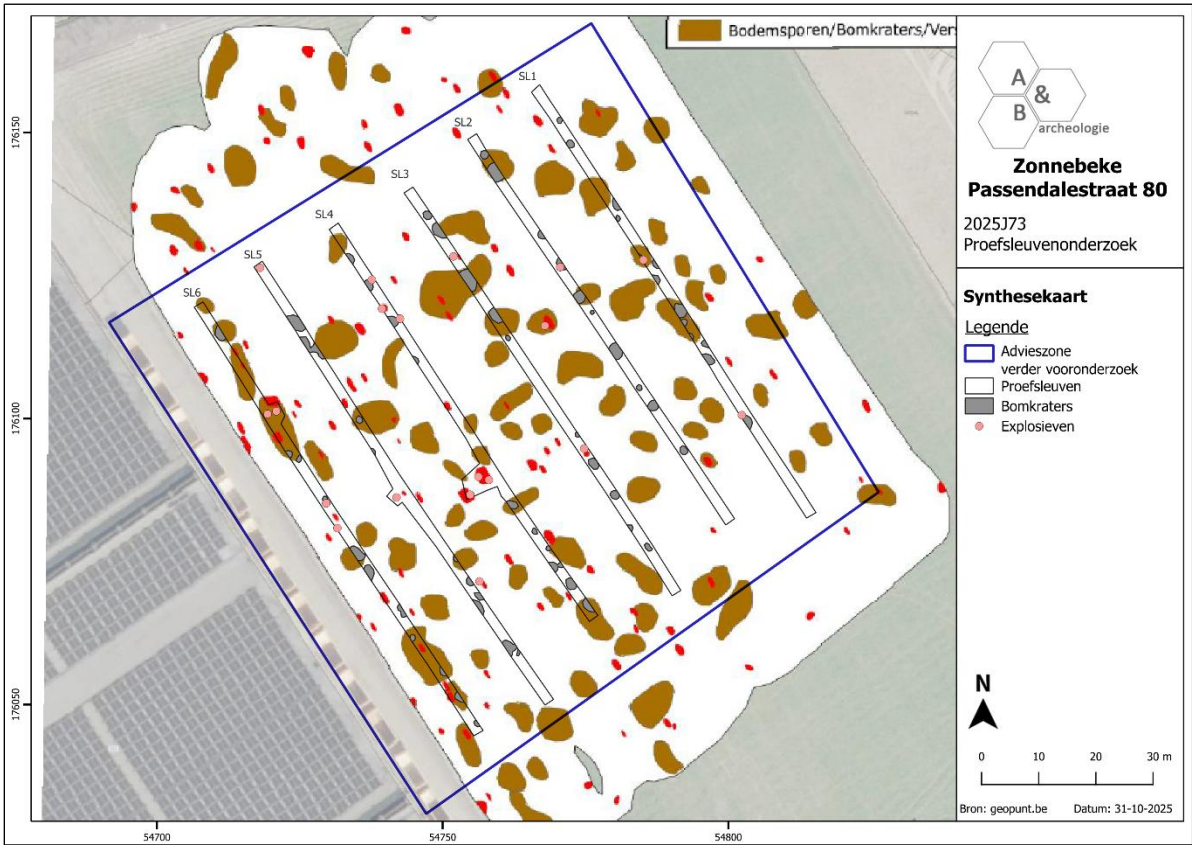
Niet van toepassing. Er werden geen vondsten ingezameld.

3.2.6. Datering en interpretatie

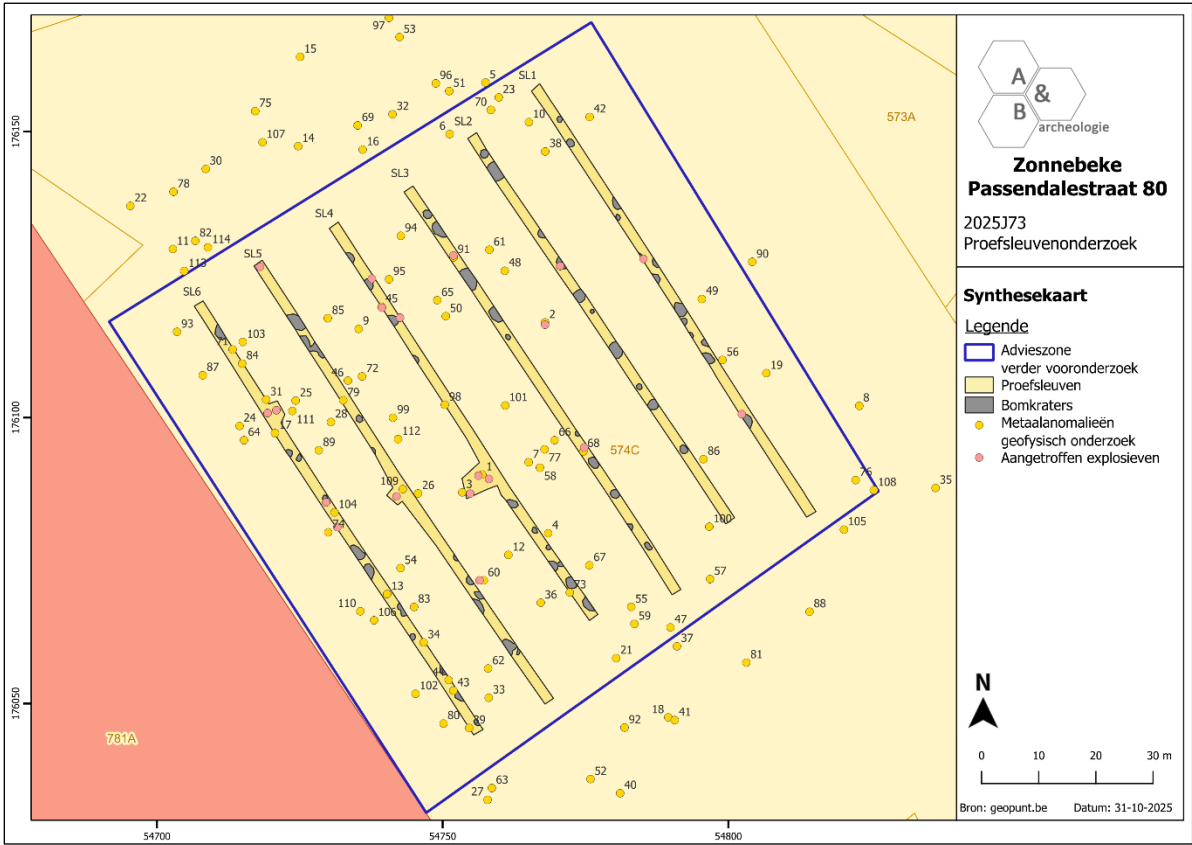
Op basis van het archeologisch en historisch kader werd in de archeologienota een hoog archeologisch potentieel vooropgesteld voor het aantreffen van sporen, gesneuvelden en explosieven uit de Eerste Wereldoorlog. Ook voor oudere periodes, zoals de Romeinse tijd of middeleeuwen, bestond een matige verwachting. De verwachting betreffende steentijd artefactensites was laag. De bodemkundige gegevens van het plangebied tonen immers aan dat er geen niveaus bewaard zijn waarbinnen in situ bewaarde steentijd artefactensites aanwezig kunnen zijn.

Het geofysisch onderzoek toonde aan dat er binnen de onderzoekszone verschillende bomkraters en begraven metalen objecten, vermoedelijk explosieven, voorkwamen. Er werden echter geen andere sporen of structuren uit de Eerste Wereldoorlog of uit andere periodes waargenomen.

Bij het proefsleuvenonderzoek werden, in overeenstemming met de resultaten van het geofysisch onderzoek, diverse bomkraters uit de Eerste Wereldoorlog geregistreerd. De locatie ervan komt plaatselijk zeer goed overeen met de resultaten van het geofysisch onderzoek. Er werden echter ook enkele nieuwe bomkraters aangesneden, terwijl andere anomalieën niet herkend konden worden in het archeologisch vlak. Daarnaast werden verschillende explosieven uit de Eerste Wereldoorlog aangetroffen. Het merendeel ervan werd teruggevonden op de door het geofysisch onderzoek voorspelde locaties. Enkele explosieven werden echter niet geregistreerd bij het geofysisch onderzoek. Deze bevonden zich telkens binnen bomputten waarin ook andere metaalfragmenten aanwezig waren. Deze hebben mogelijk de aanwezigheid van het explosief gemaskeerd.



Figuur 22 Projectie van de allesporenkaart op de synthesekaart van het geofysisch onderzoek (bron: Saey 2025).



Figuur 23 Aanduiding van de metaalanomalieën uit het geofysisch onderzoek en de effectief aangetroffen explosieven op het GRB (bron: Saey 2025; geopunt.be).

3.3. Synthese

3.3.1. Archeologisch verwachtingspatroon

Tijdens het proefsleuvenonderzoek werden naast bomkraters geen archeologisch relevante sporen aangetroffen. Er wordt dan ook verwacht dat er op het terrein geen archeologische site uit de Eerste Wereldoorlog of uit een andere archeologische periode aanwezig is. Er dient dan ook geen verder archeologisch onderzoek plaats te vinden. Verspreid over het terrein werden verschillende (geladen) explosieven uit de Eerste Wereldoorlog aangetroffen. Bij de toekomstige werkzaamheden dient dan ook in rekening gebracht te worden dat er op het terrein vermoedelijk nog een groot aantal explosieven aanwezig is.

3.3.2. Beantwoording onderzoeksvragen

In het programma van maatregelen bij de archeologienota werden de volgende niet-limitatieve onderzoeksvragen opgenomen met betrekking tot het proefsleuvenonderzoek:

- Zijn er archeologische sporen aanwezig? Welke spoorcategorieën komen voor?
Kunnen deze gelinkt worden aan archeologisch onderzoek in de omgeving?

Neen. Naast een groot aantal bomkraters werden geen archeologische sporen aangetroffen binnen de onderzoekszone.

- Wat is de bewaringstoestand van de aangetroffen sporen?

Niet van toepassing.

- Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren en behoren ze tot één of meerdere periodes?

Niet van toepassing.

- Zijn sporen uit de Eerste Wereldoorlog aanwezig? Zo ja, welke? Komen de resultaten overeen met het historisch kader (loopgravenkaarten en luchtfoto's)?

De aangetroffen bomkraters kunnen in de Eerste Wereldoorlog gedateerd worden. Er werden echter geen andere structuren uit deze periode geattesteerd.

- Wat is de densiteit aan bomkraters?

Binnen het plangebied is sprake van een middelhoge densiteit aan bomkraters. Er werden ook lege zones geattesteerd.

- Indien resten van de schuilplaatsen aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun bewaring? Functie? Gebruiksperiode? Zijn er sporen van aanpassingen/herstellingen te zien?

Niet van toepassing.

- Indien loopgraven aangetroffen worden; hoe zijn deze opgebouwd? Wat is hun functie? Wat is hun bewaringstoestand?

Niet van toepassing.

- Zijn stoffelijke resten aanwezig? Gaat het om enkelvoudige begravingen? Achtergebleven soldaten in bomkraters? Massagraven?

Neen. Er werden geen stoffelijke resten aangetroffen.

- Zijn er indicaties omtrent artisanale activiteiten of aanwijzingen voor andere functionele eigenschappen?

Neen. Er werden geen aanwijzingen voor artisanale activiteiten of andere functionele eigenschappen geregistreerd.

- Wat is de relatie tussen de archeologische sporen en het landschap?

Niet van toepassing.

- Kan een archeologische site uitgesloten worden? Of dient verder onderzoek te gebeuren?

Ja. Er is geen archeologische site aanwezig binnen de onderzoekszone. Er werden louter bomkraters geïdentificeerd.

- Wat is de graad van verstoring binnen het plangebied?

Het plangebied bleek enkel verstoord te zijn door bomkraters uit de Eerste Wereldoorlog. Er werden geen andere verstoringen van recente datum geattesteerd. Het is weinig waarschijnlijk dat de bomkraters oudere sites hebben verstoord gezien ook in de niet-gebombardeerde zones geen sporen werden aangesneden.

4. Samenvatting

De archeologienota kadert in het Onroerenderfgoeddecreet van 12 juli 2013. Naar aanleiding van geplande stedenbouwkundige vergunningsaanvraag aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke, gelegen buiten woon- of recreatiegebied, waarbij de totale oppervlakte van de ingreep in de bodem 5000m² of meer beslaat, dient de initiatiefnemer een archeologienota toe te voegen aan de vergunningsaanvraag. De archeologienota dient opgemaakt te worden onder supervisie van een erkend archeoloog. De archeologienota⁴ bestond enkel uit een bureauonderzoek, in het programma van maatregelen was opgenomen dat een geofysisch onderzoek en een proefsleuvenonderzoek dienden uitgevoerd te worden in uitgesteld traject. In deze nota, opgemaakt onder supervisie van een erkend archeoloog, worden de resultaten van deze vooronderzoeken beschreven.

Het geofysisch onderzoek en het proefsleuvenonderzoek vonden plaats op een site met een eenvoudige verticale stratigrafie. Het geofysisch onderzoek werd uitbesteed aan 3DSoil en uitgevoerd door Timothy Saey. Nadien werden de resultaten hiervan uitgeschreven en werd een hypothesekaart opgesteld. Bij het geofysisch onderzoek werden bomkraters en metalen anomalieën herkend waaronder een verschillende mogelijke explosieven. Het sleuvenplan werd licht aangepast om enkele van deze anomalieën goed te kunnen valideren. Elke anomalie die op een sleuftracé gelegen was, werd eerst met GPS uitgezet en aangegeven met een PVC buisje. Deze werden in eerste instantie gecontroleerd en benaderd door de CTE-deskundige. Veelal ging het om munitie of fragmenten van munitie, gesitueerd in het teelaardepakket. Enkele diepere waarden werden onder begeleiding van de CTE-deskundige machinaal benaderd en nadien met de hand blootgelegd. Via deze onderzoeksmethodiek het proefsleuvenonderzoek onder de meest veilige omstandigheden uitgevoerd worden. Voor de uitgraving werd gebruik gemaakt van een niet-getande graafbak van 2m breed. Er werden enkele kijkvensters aangelegd om de aan- of afwezigheid van sporen te verifiëren of om meer duidelijkheid te krijgen in een bepaalde anomalie. Het sleuvenonderzoek werd geassisteerd door een CTE-deskundige die tijdens het onderzoek de explosieven benaderde en veiligstelde. De grond werd gescheiden afgegraven en gestockeerd naast de sleuf. Na de voltooiing van de registratie van de sleuven werden deze gedicht.

Op basis van het archeologisch en historisch kader werd in de archeologienota een hoog archeologisch potentieel vooropgesteld voor het aantreffen van sporen, gesneuvelden en explosieven uit de Eerste Wereldoorlog. Ook voor oudere periodes, zoals de Romeinse tijd of middeleeuwen, bestond een matige verwachting. De verwachting betreffende steentijd artefactensites was laag. De bodemkundige gegevens van het plangebied tonen immers aan dat er geen niveaus bewaard zijn waarbinnen in situ bewaarde steentijd artefactensites aanwezig kunnen zijn.

Het geofysisch onderzoek toonde aan dat er binnen de onderzoekszone verschillende bomkraters en begraven metalen objecten, vermoedelijk explosieven, voorkwamen. Er werden echter geen andere sporen of structuren uit de Eerste Wereldoorlog of uit andere periodes waargenomen.

⁴ Acke et al. 2025a; 2025b.

Bij het proefsleuvenonderzoek werden, in overeenstemming met de resultaten van het geofysisch onderzoek, diverse bomkraters uit de Eerste Wereldoorlog geregistreerd. De locatie ervan komt plaatselijk zeer goed overeen met de resultaten van het geofysisch onderzoek. Er werden echter ook enkele nieuwe bomkraters aangesneden, terwijl andere anomalieën niet herkend konden worden in het archeologisch vlak. Daarnaast werden verschillende explosieven uit de Eerste Wereldoorlog aangetroffen. Het merendeel ervan werd teruggevonden op de door het geofysisch onderzoek voorspelde locaties. Enkele explosieven werden echter niet geregistreerd bij het geofysisch onderzoek. Deze bevonden zich telkens binnen bomputten waarin ook andere metaalfragmenten aanwezig waren. Deze hebben mogelijk de aanwezigheid van het explosief gemaskeerd.

Tijdens het proefsleuvenonderzoek werden naast bomkraters geen archeologisch relevante sporen aangetroffen. Er wordt dan ook verwacht dat er op het terrein geen archeologische site uit de Eerste Wereldoorlog of uit een andere archeologische periode aanwezig is. Er dient dan ook geen verder archeologisch onderzoek plaats te vinden. Verspreid over het terrein werden verschillende (geladen) explosieven uit de Eerste Wereldoorlog aangetroffen. Bij de toekomstige werkzaamheden dient dan ook in rekening gebracht te worden dat er op het terrein vermoedelijk nog een groot aantal explosieven aanwezig is.

5. Bibliografie

- Acke B., Bracke M., Stichelbaut B., Wyns G., 2025a. *Archeologienota Zonnebeke Passendalestraat 80. Verslag van Resultaten*, Moerbeke-Waas: Acke & Bracke bv.
- Acke B., Bracke M., Stichelbaut B., Wyns G., 2025b. *Archeologienota Zonnebeke Passendalestraat 80. Programma van Maatregelen*, Moerbeke-Waas: Acke & Bracke bv.
- Saey T., 2025. *Geofysisch onderzoek aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke*, projectcode 2025J72, Zelzate: 3DSoil nv.
- Stichelbaut B., 2019. Zonnebeke-Passendalestraat 80: desktoponderzoek a.d.h.v. historische luchtfoto's en loopgravenkaarten, *CHAL-rapport 72*, Gent: Centrum voor historische & archeologische luchtfotografie.
- www.geopunt.be

6. Bijlages

- Referentieprofielen

Projectcode		2025J73			Coördinaten	X 54708,53; Y 176116,38	
Type onderzoek		Proefsleuven				X 54707,94; Y 176117,39	
Profielnummer		PR4			Hoogte	+44,6 TAW	
Oriëntatie		ZO-NW			Grondwater	niet bereikt	
Datum		30/10/2025			Classificatie	w-LhP	
Weer		Droog, bewolkt				natte zandleembodem zonder profielontwikkeling of met onbepaald profiel en klei-zand op geringe of matige diepte	
Beschrijving		Paulien Fonteyn			Fotonr	24	
Landgebruik		Akkerland			Plan nr	Zie algemeen sleuvenplan	
Vegetatie		/					
Horizont		Diepte (cm)		Methode beschrijving	Ondergrens		
nr	Benaming	begin	eind		bereikt	duidelijkheid	regelmatigheid
H1	Ap	0	40	Droog	Ja	Duidelijk	Regelmatig
H2	C	40	55	Droog	Ja	Vrij duidelijk	Regelmatig
H3	C/Tertiair	55	-	Droog	/	/	/
Kleur (visueel)		Vochtigheid		Textuur		Andere fenomenen/opmerkingen	
				symbool	beschrijving		
Donkerbruin		Nat		L	Zandleem		/
Geelbruin		Matig nat		L	Zandleem		/
Geel-groenig		Matig nat		E/Z	Klei met zandige laagjes		Tertiair met silexkeien



Figuur 24 Zicht op profiel 4 in sleuf 6 met aanduiding van de stratigrafische eenheden.

• **Figurenlijst**

Figuur 1 Aanduiding van de onderzoekszone op het GRB (bron: geopunt.be).....	9
Figuur 2 Vooropgesteld sleuvenplan, geprojecteerd op het GRB, met aanduiding van de te verwachten sporen uit WOI (bron: Stichelbaut 2019; geopunt.be).....	10
Figuur 3 Zicht op de onderzoekszone vanuit het zuidwesten.....	10
Figuur 4 Uitzetten van de anomalieën uit het geofysisch onderzoek, voorafgaand aan de start van het proefsleuvenonderzoek.....	11
Figuur 5 Manueel benaderen van de anomalieën door de CTE-deskundige.	11
Figuur 6 Benaderen van een mogelijk explosief door de CTE-deskundige na het machinaal verwijderen van de top laag.....	12
Figuur 7 Synthese en interpretatiekaart van de waargenomen anomalieën (Saey 2025, 28, fig. 20)..	14
Figuur 8 Algemeen sleuvenplan op het GRB (bron: geopunt.be).	18
Figuur 9 Projectie van de onderzoekszone op de bodemkaart (bron: geopunt.be).	19
Figuur 10 Algemeen sleuvenplan, geprojecteerd op het GRB, met aanduiding van de profielen...	20
Figuur 11 Aanduiding van de hoogtes (maaiveld en vlak) op het GRB (bron: geopunt).....	20
Figuur 12 Zicht op profiel 1 in sleuf 1, in het zuidoosten van het onderzoeksgebied.	21
Figuur 13 Zicht op profiel 2 in sleuf 1, in het noordoosten van het onderzoeksgebied.	21
Figuur 14 Zicht op profiel 3 in sleuf 3, centraal binnen het onderzoeksgebied.....	22
Figuur 15 Zicht op profiel 4 in sleuf 6, in het noordwesten van het onderzoeksgebied.....	22
Figuur 16 Zicht op profiel 5 in sleuf 6, in het zuidwesten van het plangebied.	23
Figuur 17 Algemeen sporenplan geprojecteerd op het GRB (bron: geopunt.be).....	24
Figuur 18 Zicht op een bomput in sleuf 1.....	24
Figuur 19 Zicht op enkele bomputten in sleuf 4.	25
Figuur 20 Aanduiding van de aangetroffen explosieven op de allesporenkaart, geprojecteerd op het GRB (bron: geopunt.be).	26
Figuur 21 Overzichtsfoto van de aangetroffen explosieven.	26
Figuur 22 Projectie van de allesporenkaart op de synthesekaart van het geofysisch onderzoek (bron: Saey 2025).	28
Figuur 23 Aanduiding van de metaalanomalieën uit het geofysisch onderzoek en de effectief aangetroffen explosieven op het GRB (bron: Saey 2025; geopunt.be).	28
Figuur 24 Zicht op profiel 4 in sleuf 6 met aanduiding van de stratigrafische eenheden.....	35



Rapport

Geofysisch onderzoek Zonnebeke Passendalestraat 80,
Projectcode 2025J72

13 oktober 2025

gericht aan A & B Archeologie

Ter attentie van Dhr. Maarten Bracke en Dhr. Bert Acke

Project:

Geofysisch onderzoek aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke, projectcode 2025J72

Opdrachtgever:

Acke & Bracke bvba
Dorpvaart 76
9180 Moerbeke-Waas

Plangebied:

ca. 1 ha ten oosten van de bedrijfsgebouwen van Pasfrost aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke

Contactpersonen:

Dhr. Maarten Bracke
Dhr. Bert Acke

Uitvoering:

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

Datum veldwerk:

7 oktober 2025

Datum rapportage:

13 oktober 2025

1. Doelstellingen en studiegebied

Naar aanleiding van een geplande stedenbouwkundige vergunningsaanvraag in het kader van het optrekken van een nieuwe stockageruimte, wordt een archeologisch onderzoek uitgevoerd op een terrein (akker) van ca. 9682 m² ten oosten van en grenzend aan de bedrijfsgebouwen van Pasfrost aan de Passendalestraat 80 te Zonnebeke. Met behulp van niet-destructieve geofysische prospectie op basis van elektromagnetische inductie (EMI) dient deze zone gescand te worden met oog op de detectie van mogelijk aanwezige archeologische relictten van verschillende ouderdom in de ondergrond. Voorafgaand historisch onderzoek via luchtfoto's vanuit Wereldoorlog 1 (WO1) heeft aangetoond dat er kans is dat er relictten van WO1 in de ondergrond aanwezig kunnen zijn, vermits het plangebied tijdens WO1 deel uitmaakte van het frontgebied. De trenchmaps en luchtfoto's tonen weinig tot geen WO1 structuren in de vooropgestelde zone. Er dient echter rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van onontplofte explosieven in de ondergrond omdat het gebied erg dicht bij de frontlinie lag gedurende WO1.

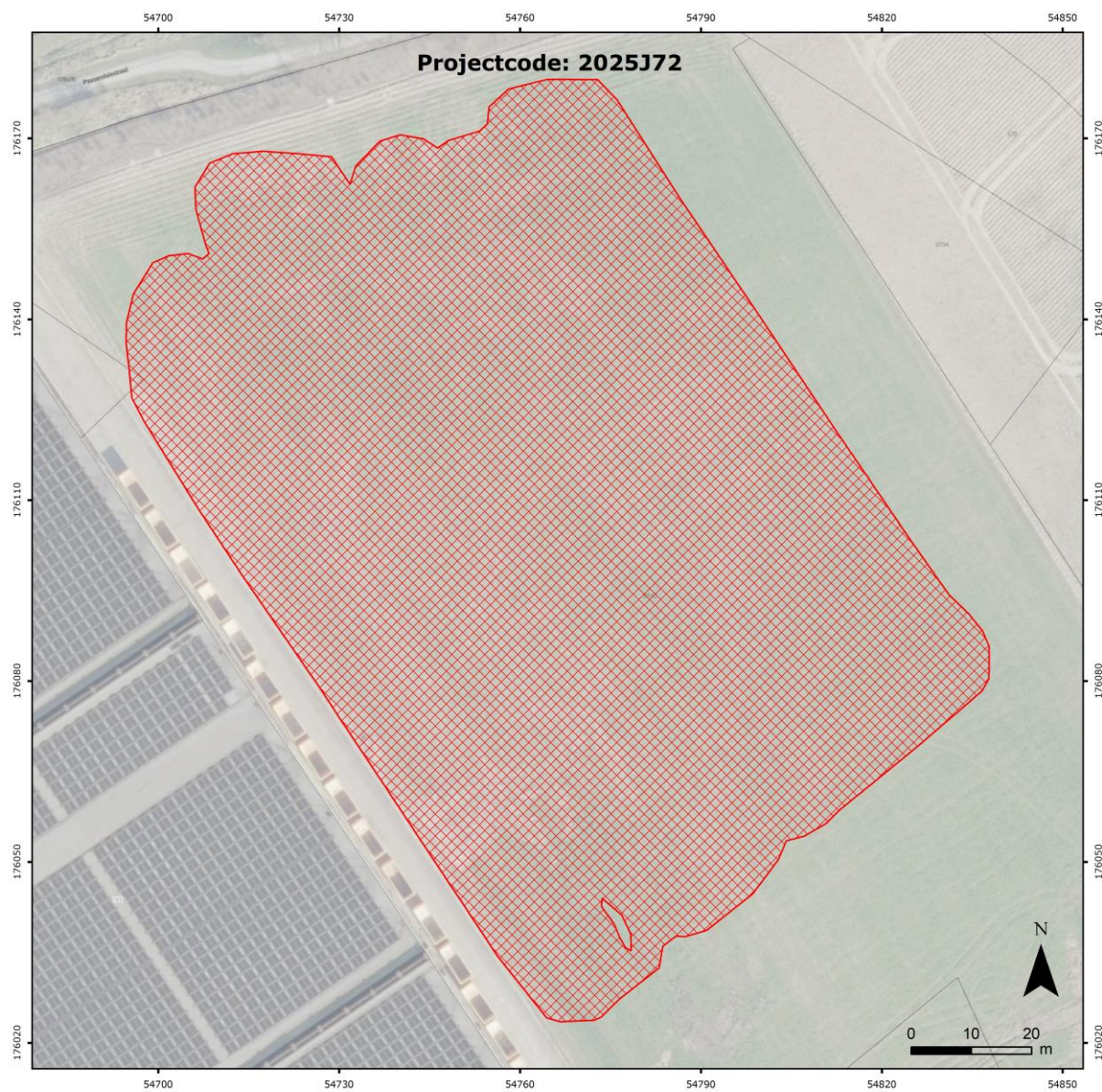
De concrete doelstellingen van dit geofysisch onderzoek zijn:

- Welke sporen of anomalieën kunnen opgemerkt worden?
- Kunnen locaties van explosieven onderscheiden worden?
- Wat is de densiteit aan metalen voorwerpen?
- Kunnen structuren uit de Eerste Wereldoorlog gedetecteerd worden?
- Dient het vooropgestelde proefsleuvenonderzoek bijgesteld te worden?

Het geofysisch onderzoek kan uitsluitsel geven in welke mate WO1 structuren relictten hebben nagelaten in het bodemarchief en of er nog andere sporen aanwezig zijn die niet zichtbaar waren op luchtfoto's genomen tijdens WO1, of enkel ondergronds aanwezig gedurende die periode. Vermits de luchtfoto's een vernieling van het landschap vertonen, moet er zeker ook rekening gehouden worden met de aanwezigheid van onontplofte explosieven in de ondergrond.

Door 3Dsoil werd een hoge-resolutie elektromagnetische inductie (EMI) survey voorgesteld met vooral focus op de detectie van mogelijke WO1 archeologische restanten in de ondergrond. Daarenboven kunnen ook begraven ferro- en non-ferro metalen objecten, die mogelijk onontplofte munitie voorstellen worden gedetecteerd met EMI. Deze techniek werd reeds veelvuldig met succes ingezet voor archeologische prospectie in de voormalige WO1 frontzone. In deze verstoorde gebieden kan EMI naast (al dan niet) subtiele afwijkingen van mogelijke archeologische oorsprong nog steeds afzonderlijke anomalieën veroorzaakt door ondergrondse metalen objecten aanduiden.

Kadastraal werd het studiegebied gedefinieerd als leper, afdeling 2, sectie C, perceel 574C met lambert 72 coördinaten Xmin: 54690 m, Ymin: 176020 m, Xmax: 54840 m, Ymax: 176180 m. De gescande zone werd gevisualiseerd op Figuur 1. Alle bereikbare en toegankelijke gebieden werden ingescand. Enkel de weg met steenslag en hoge borduur in het zuiden van het vooropgestelde gebied (tegen de huidige bedrijfsgebouwen van Pasfrost) kon niet worden ingemeten omdat er daar niet gemanoeuvreed kon worden met onze mobiele meetconfiguratie. Het terrein lag er vrij oneffen bij voorafgaand aan de scan, wat nefast is voor het verkrijgen van een erg goede signaal/ruis verhouding van de metingen.



Figuur 1: Aanduiding van de gescande (rood) zone op een hedendaagse luchtfoto en op het GRB (Digitaal Vlaanderen).

2. Elektromagnetische inductie

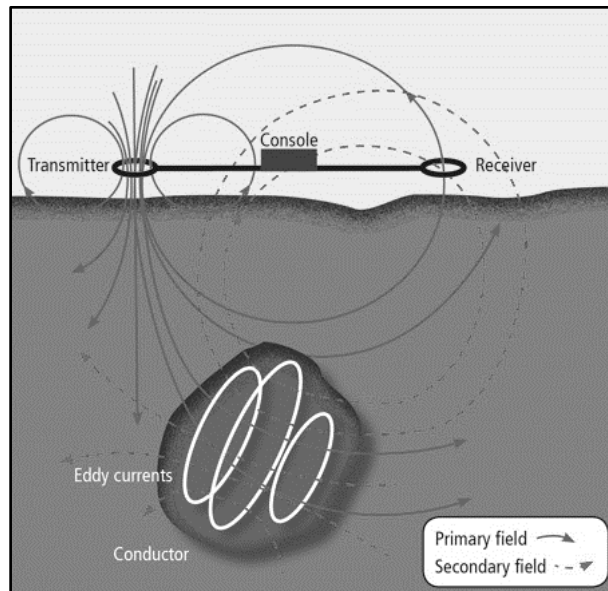
1. Principe

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) 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 en 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 die een afwijking van deze bodemparameters 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. Vermits 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, oventjes, 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 of metaalslakken 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 of muurrestanten allerhande gedetecteerd kunnen worden via hun afwijkende bodemsamenstelling en/ of magnetische eigenschappen ten opzichte van de omgeving. Verder kunnen met EMI zowel ferro (ijzer) als non-ferro (goud, koper, aluminium) metalen objecten in de ondergrond gedetecteerd worden.

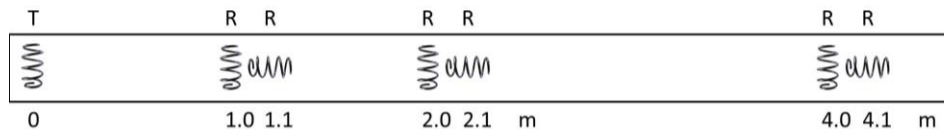


Figuur 2: Principe van elektromagnetische inductie.

2. Multi-signaal EMI instrument

De gebruikte EMI sensor voor het scannen van het studiegebied 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 bodemkundige variabiliteit (textuur, organisch materiaal, vochtgehalte), terwijl de MG een aanduiding geeft van mogelijke menselijke 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.

Concreet bevat de sensor 6 ontvangspoelen die zich op drie verschillende afstanden (op 1, 2 en 4 m) van de zendspoel bevinden. Op elke afstand zijn twee ontvangspoelen met verschillende oriëntatie ten opzichte van het bodemoppervlak aanwezig: horizontaal coplanair (HCP) of 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 opgetelde 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), 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 bekomen van zowel oppervlakkige als diepere elektrische en magnetische fenomenen tot op een diepte van ongeveer 3 tot 6 m onder de sensor.



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

3. Meetdetails

De scan van de toegankelijke gebieden in de vooropgestelde zone werd uitgevoerd in natte bodemomstandigheden. De bodemsensor werd in een mobiele configuratie voortgetrokken door een quad aan een gemiddelde snelheid van 8 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 gebied in erg hoge resolutie op te meten om de mogelijk aanwezige WO1 archeologische sporen en begraven metalen objecten in detail te detecteren en aan te duiden.



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

3. Resultaten

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 erg fijn 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 in het algemeen hoge waarden voor (sterk geleidend of sterk magnetisch), terwijl de lichte kleuren lage waarden voorstellen (laag geleidend of laag magnetisch). Er wordt opgemerkt dat de kleurenschalen van de onderstaande figuren niet steeds het volledige bereik van de data-range weergeven. De MG metingen van de PRP spoelconfiguraties werden gedomineerd door ruis en werden daarom ook niet weergegeven in dit rapport.

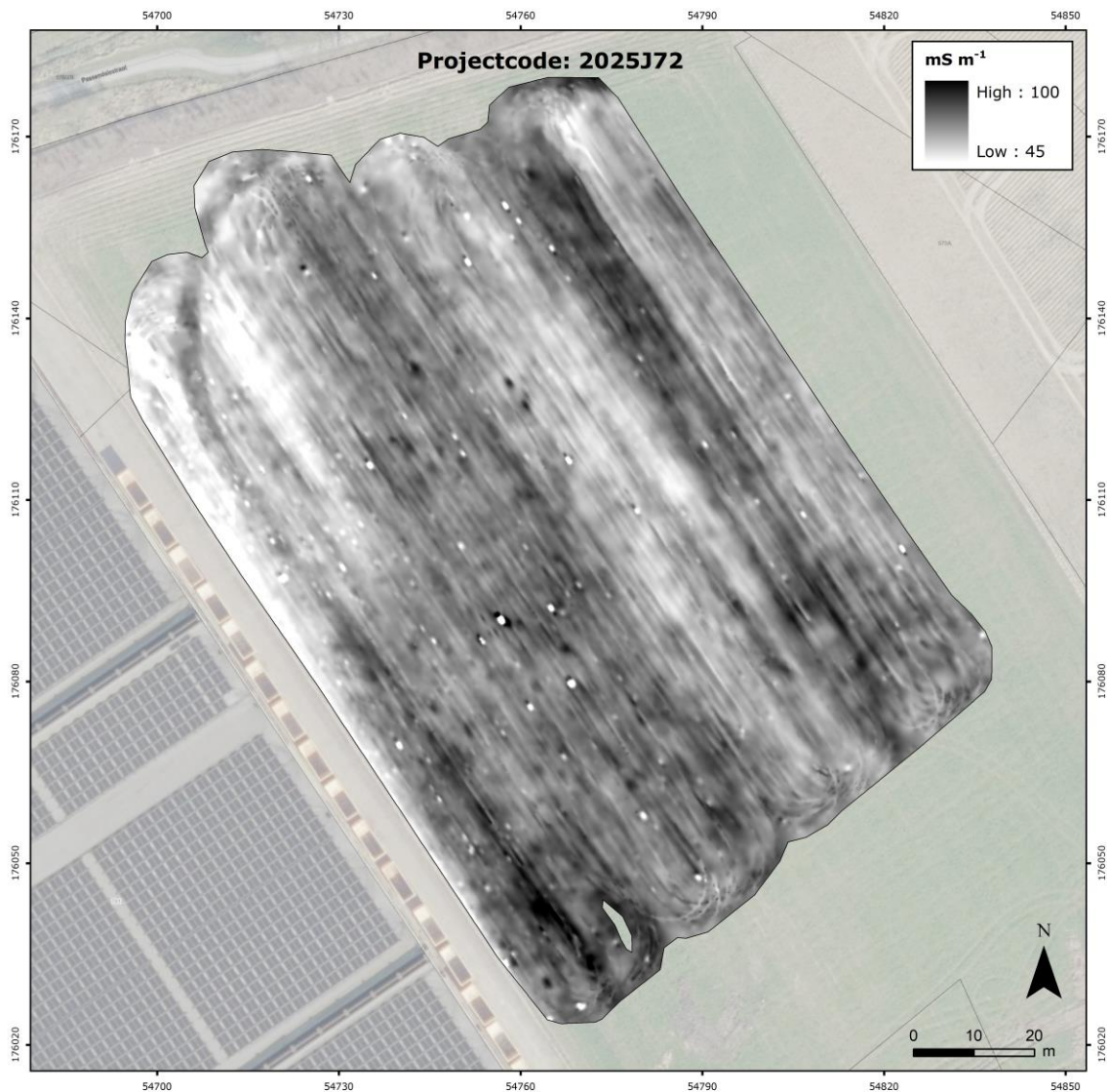
De toegankelijke delen van het vooropgestelde gebied konden systematisch gescand worden. De zones met bovengrondse obstakels (mesthoop in het uiterste zuiden) en zone tegen het huidige bedrijfsgebouw konden niet worden ingemeten omdat deze niet bereikbaar waren voor onze mobiele sensorconfiguratie.

2. Elektrische geleidbaarheid

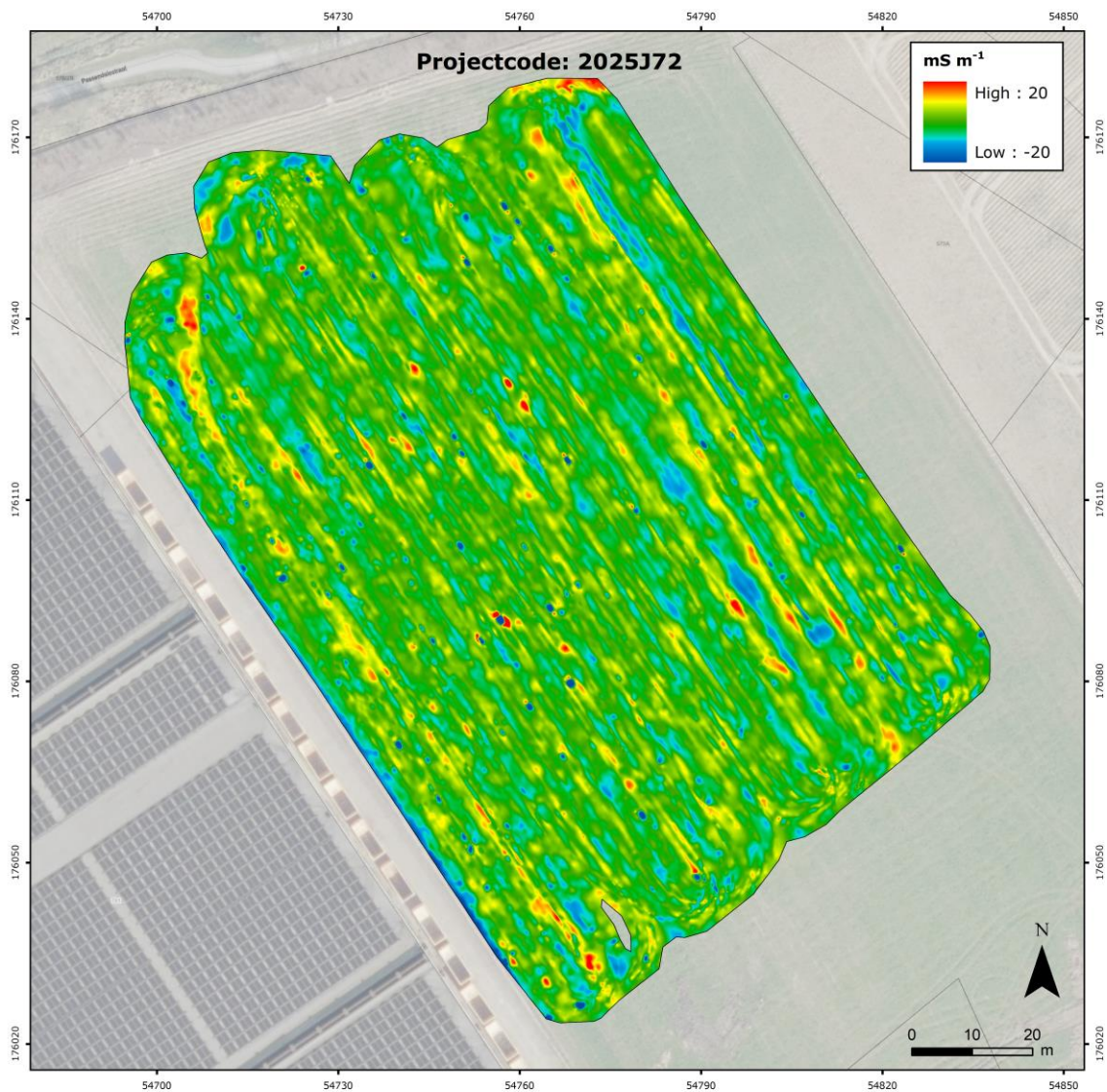
Figuren 5 en 6 (gefilterd met focus op de metaalanomalieën) tonen de EG meting met de 1PRP spoelconfiguratie. Deze EG meting is in theorie geconcentreerd in de bovenste 0.5 m van de bodem. De EG heeft in het studiegebied van studiegebied waarden tussen 40 en 100 mS m⁻¹, waardoor de bovenlaag in de gebieden met lage EG in het noordwesten eerder zandlemig van textuur beschouwd kan worden, terwijl die centraal als lemig en in het zuidwesten als eerder kleilig aanzien kan worden. De EG waarden in de metingen die een groter bodemvolume omvatten zijn echter beduidend groter, wat doet vermoeden dat de meest prominente variaties in bodemsamenstelling zich dieper dan 0.5 m in het bodemprofiel bevinden en dat daar een gradiënt van zandig tot kleilig materiaal voorkomt vanaf het noorden richting het zuidwesten.

Er lijkt ook een patroon van hogere en lagere waarden aanwezig in de rijrichting, te wijten aan de landbouwbewerkingen in die richting, vooral in de PRP metingen (door andere alignatie van de sensor ten opzichte van het terrein). Over de gehele zone blijken er verspreid puntvormige anomalieën met extreem lage of negatieve EG waarden waarneembaar, veroorzaakt door de aanwezigheid van ondiep aanwezige metalen objecten. Het overgrote deel van deze anomalieën kan potentieel onontpofte munitie uit WO1 voorstellen. Er blijken een beperkt aantal extreme anomalieën met positieve uitwijking aanwezig, die diepere metalen objecten (al dan niet van WO1 oorsprong) kunnen betekenen. De meeste van deze anomalieën blijken ook magnetisch sterk afwijkende waarden te vertonen, waardoor bevestigd wordt dat deze begraven metaal in de bovengrond voorstellen. Deze kunnen als van WO1 origine aanzien worden vermits hun signatuur, vorm en oriëntatie er op kan wijzen dat deze veroorzaakt zijn door overblijfselen of relictten van WO1 activiteiten.

In dit signaal kunnen door het verlaagd signaal-ruisniveau vrijwel geen subtiele afwijkingen, die de locatie van oudere archeologische sporen verraden, onderkend worden. In het studiegebied vallen dus vrijwel geen fenomenen met duidelijke vorm of signatuur, die mogelijk als van WO1 archeologische origine geïnterpreteerd kunnen worden, te onderkennen. Er lijken dus geen duidelijke loopgrachtstructuren en andere WO1 constructies in de ondergrond van het studiegebied aanwezig. Er konden ook geen (oudere) uitgravingsporen met een karakteristieke vorm of patroon (loopgrachten?), opgevuld met conductiever (klei- of organisch rijker) materiaal ten opzichte van het omgevende bodemmateriaal, aangeduid worden op basis van deze EG meting.



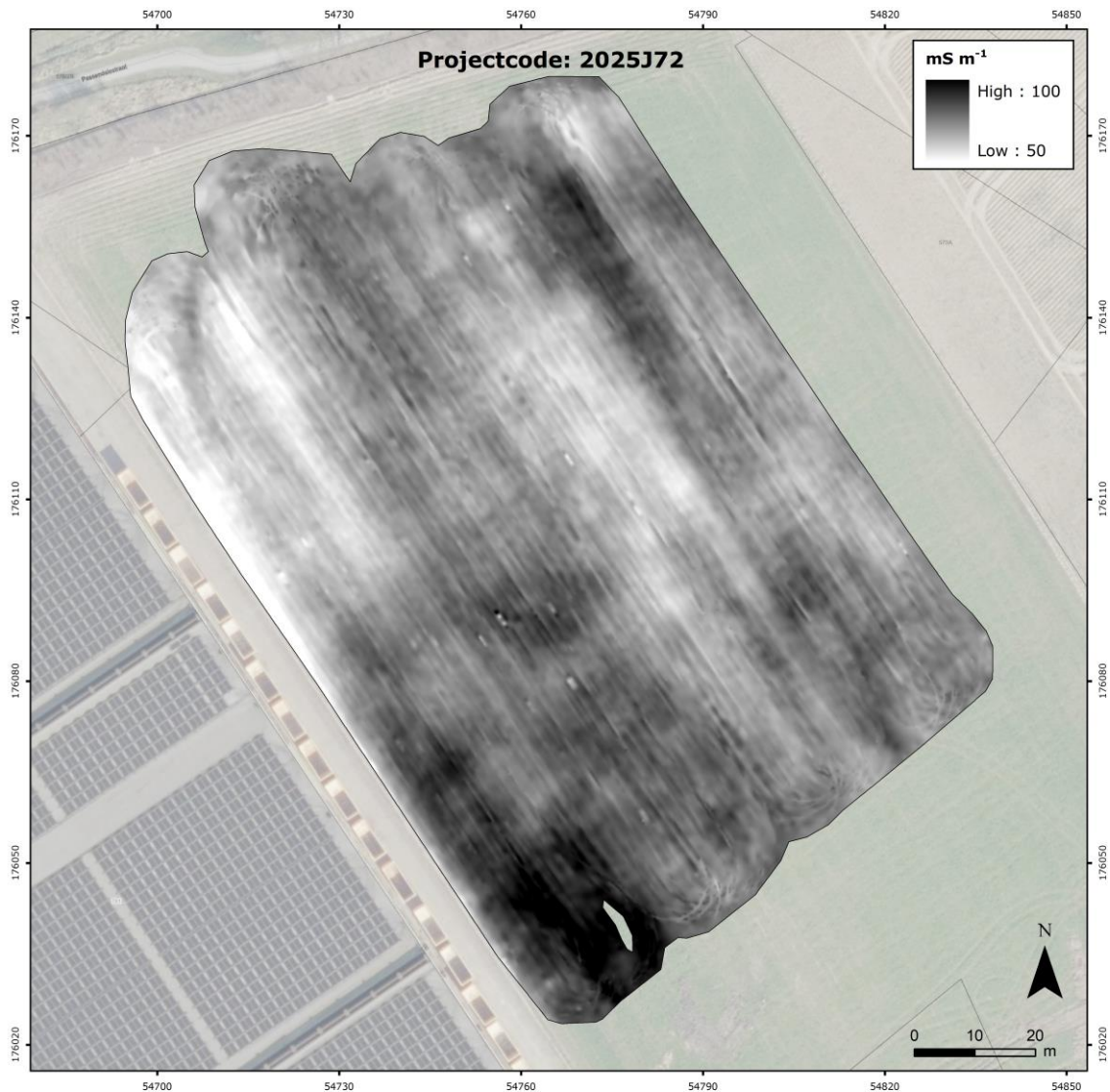
Figuur 5: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).



Figuur 6: “High-pass” gefilterde EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte).

Figuur 7 toont de EG meting met de 2PRP spoelconfiguratie (opgemeten bodemvolume 0- 1.0 m). In het algemeen blijkt dit signaal beduidend minder puntanomalieën te bevatten in vergelijking met de 1PRP-EG meting. Deze kleinere gevoeligheid voor begraven en bovengrondse metalen objecten zorgt ervoor dat er meer op iets diepere variaties in bodemsamenstelling (bodemtextuur) wordt gefocust. Hier komen verschillende afwijkende zones met gradueel hogere of lagere EG tot uiting. Er kan besloten worden dat er tot minstens 1 m onder het bodemoppervlak zandig (lage EG) tot lemig (intermediaire EG) tot kleiig bodemmateriaal (hoge EG) teruggevonden kan worden, vermits de EG waarden stijgen in vergelijking met de 1PRP-EG meting en de zones met afwijkend klei- of leemgehalte op basis van dit signaal duidelijk afgebakend kunnen worden.

Daarnaast kunnen in deze meting de grotere, ondiepe metaalanomalieën (vooral centraal in het gebied) onderscheiden worden, wat bevestigt dat op die locaties grote stukken metaal of grotere metalen objecten teruggevonden kunnen worden in de bovenste 70 cm onder het bodemoppervlak, die kunnen wijzen op het voorkomen van metalen of gewapende relictten uit WO1, of veroorzaakt zijn door achtergebleven (delen van) WO1 munitie.

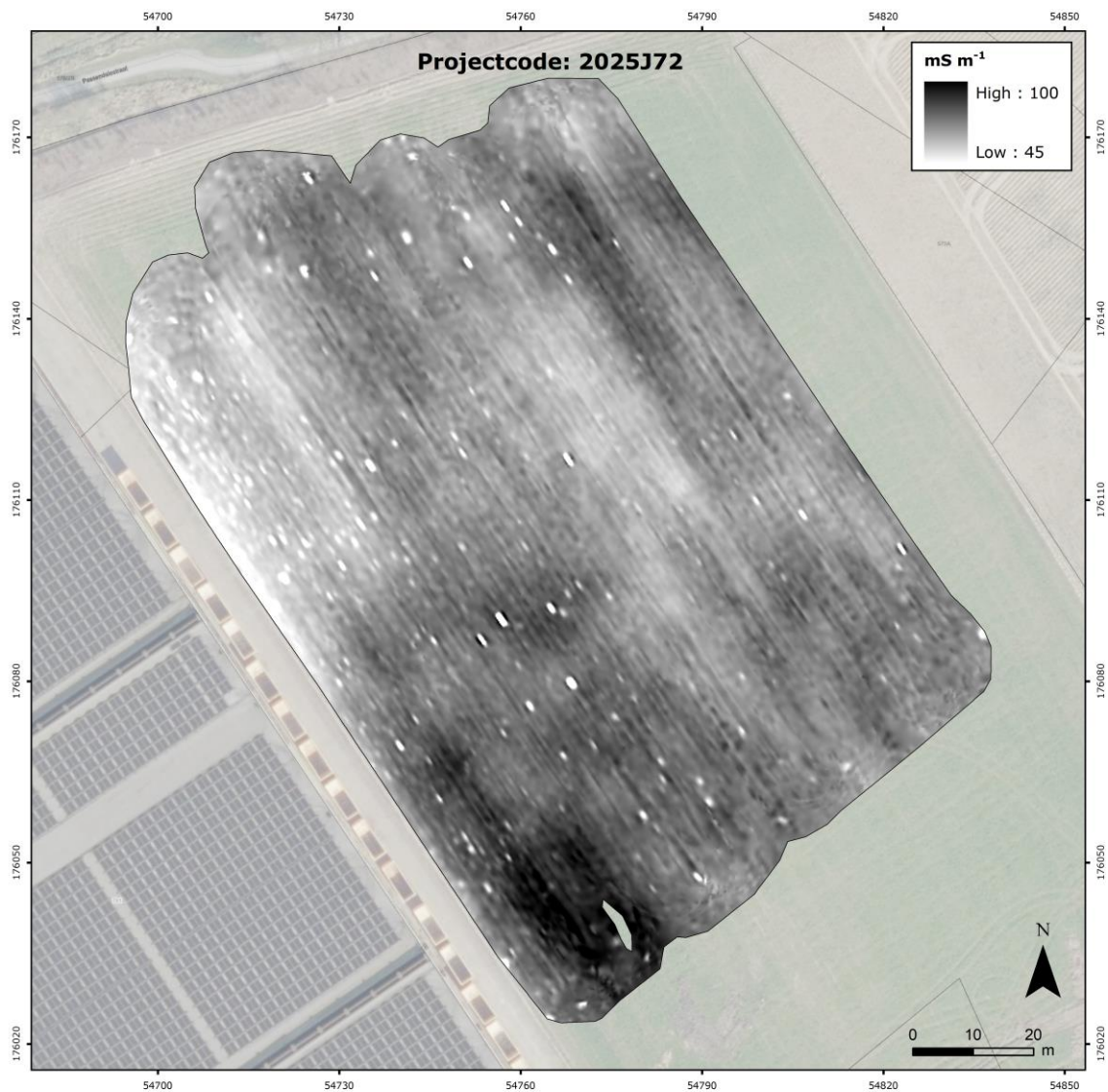


Figuur 7: EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte).

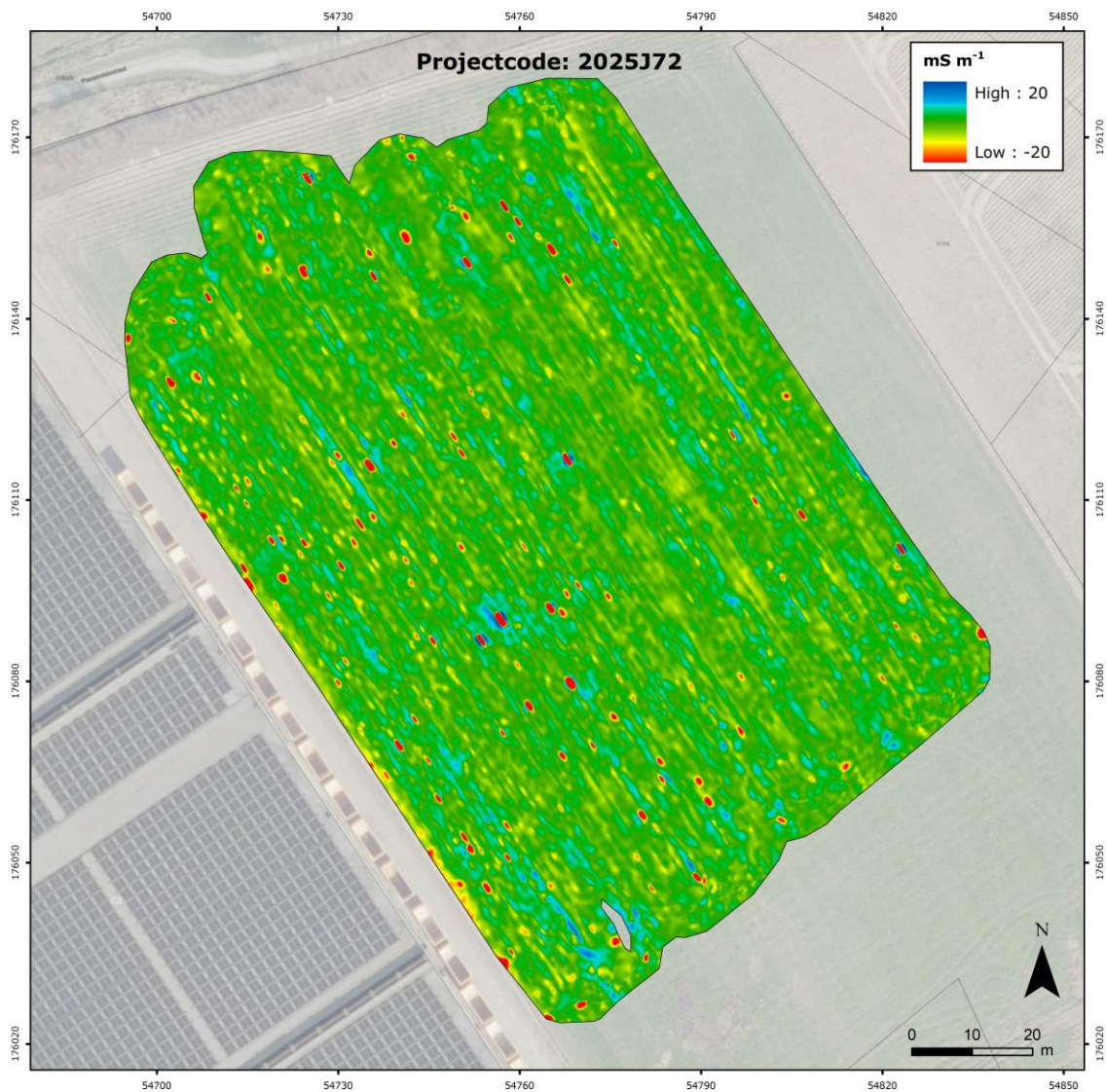
De resultaten van de meting met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 -1.6 m) zijn te zien in Figuren 8 en 9 (gefilterd met focus op de metaalanomalieën). Globaal stijgt de EG vrijwel niet in vergelijking met de 2PRP meting, waardoor er vermoedelijk geen conductiever (kleirijker of vochtiger) bodemmateriaal tussen 1.0 m en 1.5 m onder het maaiveld aanwezig is.

De 1HCP meting is erg gevoelig voor ondiepe metalen objecten die tot uiting komen als extreme anomalieën in de data. Veel van de puntvormige anomalieën met negatieve signatuur aanwezig in deze meting blijken samen te vallen met die in het 1PRP signaal, wat bevestigt dat deze metalen objecten of metaalhoudend puinmateriaal voorstellen in de bovenste 50 à 70 cm van de ondergrond. In deze meting blijken een groot aantal metaal anomalieën aanwezig, wat wil zeggen dat in de bovenlaag kleine stukken metaal (al dan niet shrapnel van WO1 munitie) en grotere metalen objecten (al dan niet ontplofte of intacte WO1 munitie) teruggevonden kunnen worden, waarvan de meeste hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt zijn door WO1 activiteiten.

Globaal gezien domineert in deze meting het 'spikkelige' patroon te wijten aan de puntvormige, oppervlakkige metaal anomalieën en blijkt deze meting geen extra sporen van mogelijke archeologische origine te bevatten. Door hun afwezigheid in de meer oppervlakkigere EG metingen lijkt het echter weinig waarschijnlijk dat er WO1 structuren met een duidelijk patroon en vorm (zoals bijvoorbeeld loopgrachten) in de ondergrond aanwezig zijn.



Figuur 8: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).



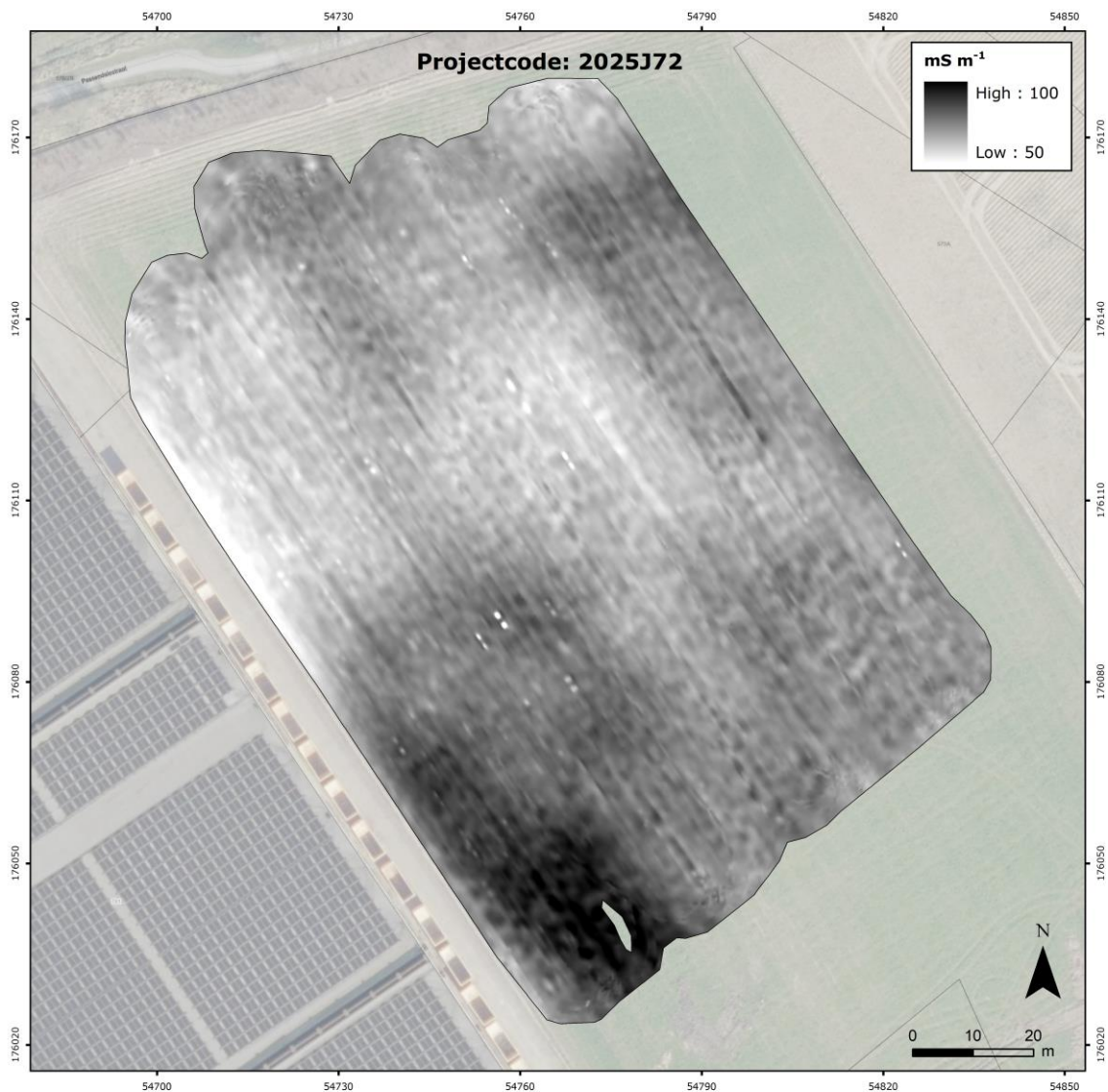
Figuur 9: 'High-pass "gefilterde EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte).

De resultaten voor de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 3.2 m) zijn te zien in Figuren 10 en 11 (gefilterd met focus op de lokale afwijkingen). Met de EG van de deze spoelconfiguratie kan een duidelijke inschatting gemaakt worden van de continue, graduele en diepere bodemvariaties binnenin het volledige studiegebied. Er kunnen op basis van dit signaal diepere textuurvariaties achterhaald worden waardoor de gradiënt in bodemtextuur duidelijk zichtbaar blijft tot op grotere diepte. De EG van het volledige gebied stijgt hierbij niet substantieel ten opzichte van de EG van de 1HCP spoelconfiguratie waardoor besloten kan worden dat geen materiaal met een substantieel hoger klei- en vochtgehalte dieper dan 1.5 m onder het maaiveld aangetroffen kan worden.

Na het wegfilteren van deze grote variaties in EG, blijken in Figuur 10 weinig tot geen mogelijke oppervlakkige bodemverstoringen waarneembaar. Een ontdebelling van oppervlakkige en eerder subtiele sporen, kleiner dan de spoelafstand en erg ondiep aanwezig, zorgt ervoor dat deze beter zichtbaar worden in deze meting. In deze meting blijken vrijwel geen sporen met subtiele afwijking zichtbaar. Indien deze aanwezig zijn in de ondergrond komen deze tot uiting als anomalieën met

subtiel hogere of lagere EG, veroorzaakt door nuances in bodemtextuur, gehalte aan organisch materiaal en/of vochttoestand ten opzichte van het omgevende bodemmateriaal net onder de bouwvoor, dat zich daar lokaal dieper onder het bodemoppervlak uitstrekt.

Tenslotte kan besloten worden dat in dit signaal de grotere metalen objecten die ondiep voorkomen ontdund worden en dus dubbel negatief tekenen in dit signaal. Vrijwel alle metaal anomalieën blijken ondiep onder het maaiveld voor te komen.



Figuur 10: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).



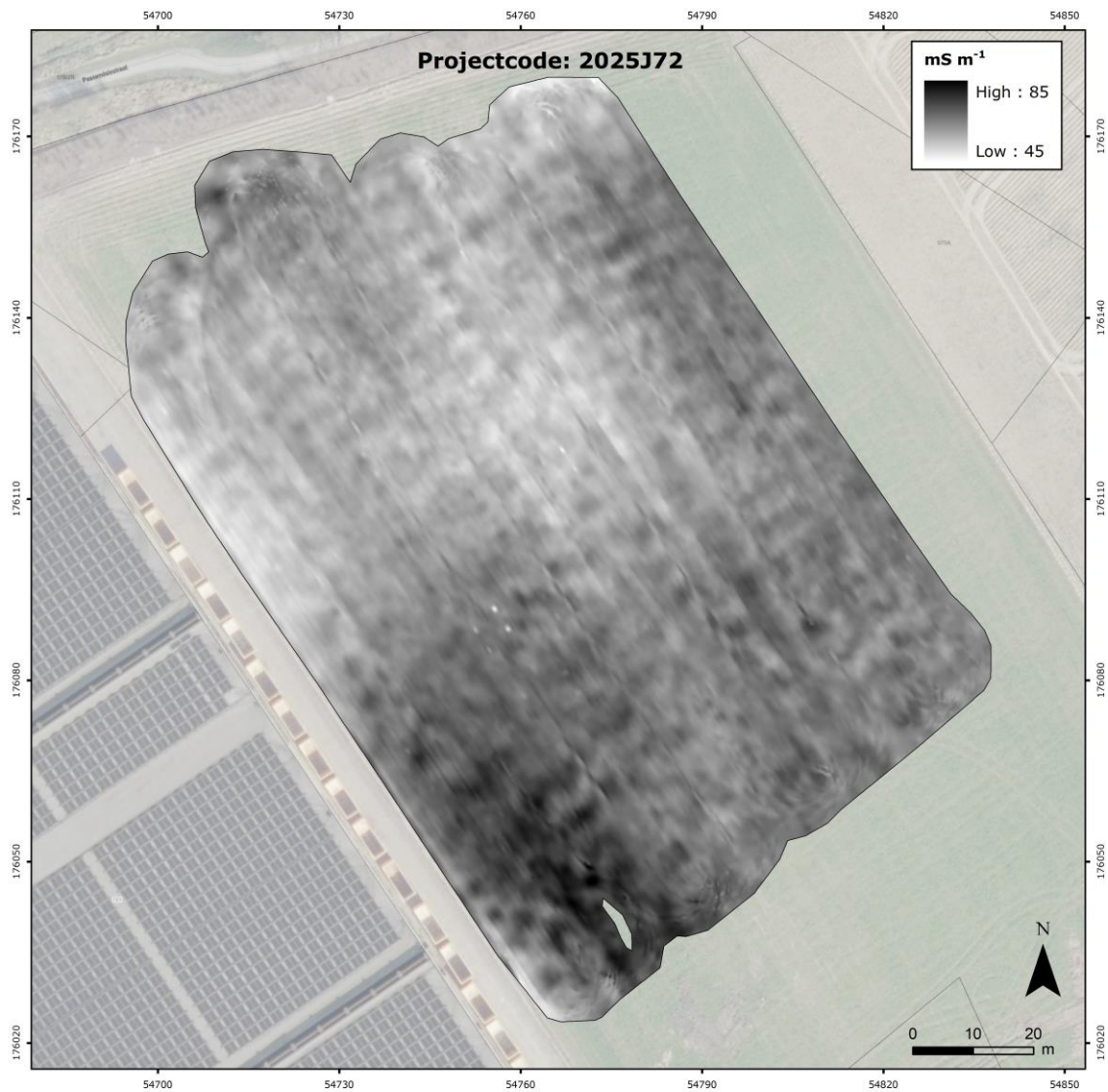
Figuur 11: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte).

In de EG meting van de diepste spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 6.4 m) in Figuur 12 blijken geen extra sporen, bijvoorbeeld veroorzaakt door een diepe grachtopvulling of vroegere uitgravingen, zichtbaar.

Over het algemeen daalt de EG over het volledige gebied waardoor een afname in klei- of leemgehalte in de diepte verwacht wordt. Vermoedelijk is er dus een groter aandeel van resistiever (zandiger?) bodemmateriaal in het groter opgemeten bodemvolume ten opzichte van het 2HCP signaal.

In de opgemeten zone blijken over het algemeen weinig tot geen antropogene sporen met contrasterende opvulling en afwijkende oriëntatie of patroon ten opzichte van de huidige percellering aanwezig. Er kan dus worden aangenomen dat er weinig gedempte grachten of opgevulde vergravingen en dus sporen met contrasterende vulling (en mogelijk van oudere oorsprong) aanwezig zijn in het studiegebied, omdat er vrijwel geen subtiele sporen of patronen gedetecteerd werden in de EG metingen.

Op basis van deze meting kunnen weinig tot geen metaalanomalieën onderkend worden, enkel de grotere metalen objecten blijken zichtbaar als een sequentie van twee negatieve puntvormige anomalieën. Hoogstwaarschijnlijk hebben de kleinere metalen objecten en -concentraties slechts een verwaarloosbaar aandeel in het opgemeten bodemvolume en werden deze dus niet opgemerkt als lokale afwijkingen in de EG van dit groot opgemeten bodemvolume.

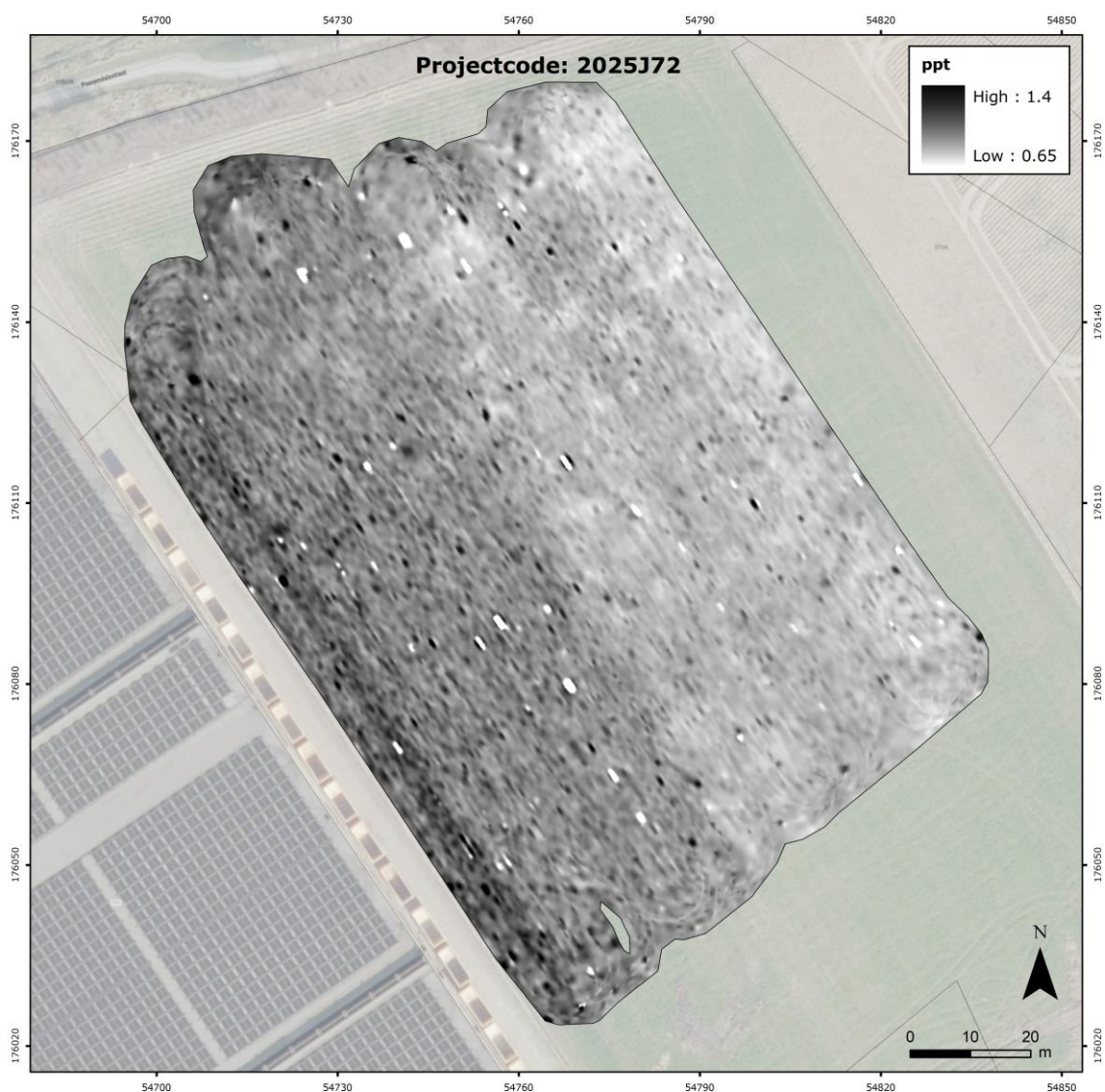


Figuur 12: EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte).

3. Magnetische gevoeligheid

Figuur 12 toont de MG meting van de 1HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.4 m diepte). Deze MG meting vertoont een aantal puntanomalieën die dezelfde origine hebben als die in de 1PRP- en 1HCP-EG metingen. Diegene met een extreme EG én MG signatuur kunnen vrijwel zeker als ondiep begraven metalen objecten gecategoriseerd worden.

Er blijken in dit signaal geen kleinere noch grotere zones aanwezig die in de EG metingen minder substantieel tekenen, wat wil zeggen dat er geen concentraties baksteenpuin of verbrand materiaal in de bouwvoor aanwezig zijn. In deze meting blijken vrijwel geen magnetische anomalieën met sterk afwijkende signatuur en abrupte grenzen zichtbaar, waardoor geen niet-metaalhoudende concentraties aan baksteen of massieve bakstenen structuren verondersteld kunnen worden in de ondergrond van het opgemeten gebied.

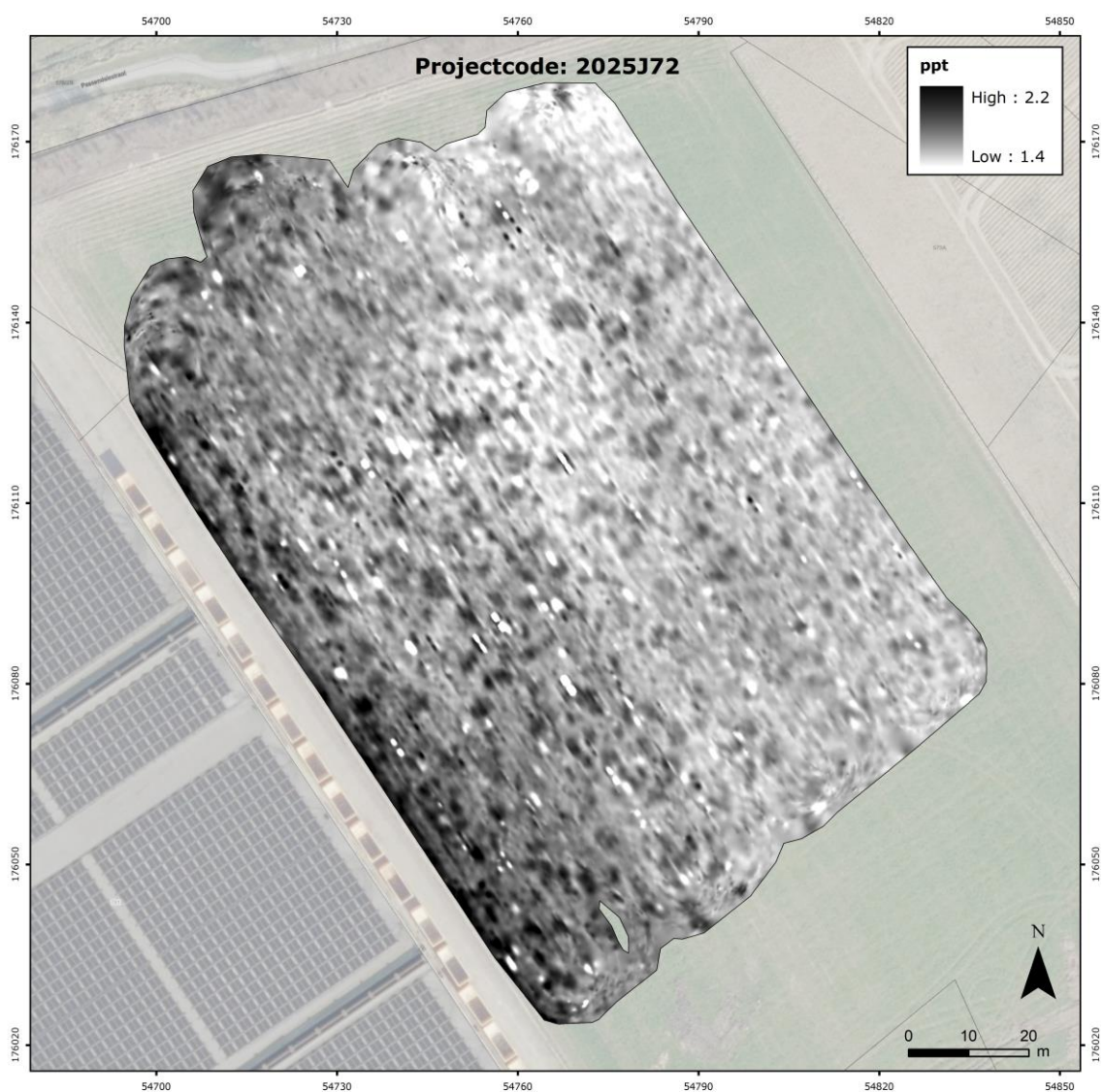


Figuur 13: MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte).

Figuur 12 toont de MG meting van de 2HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.8 m diepte). In deze meting blijken weinig extra sporen of anomalieën zichtbaar in vergelijking met de ondiepere

meting van de 1HCP spoelconfiguratie. Enkel de grotere anomalieën die wijzen op grotere metalen objecten (WO1 munitie?) en de kleinere die potentieel kunnen wijzen op onontploffte WO1 munitie blijken dus zichtbaar in de 2HCP meting. In het centraal deel van het opgemeten gebied kunnen de anomalieën met extreem positieve of negatieve uitwijking wijzen op het voorkomen van metalen of gewapende WO1 relictten of onontploffte munitie of shrapnel.

In dit signaal komen een groot aantal onregelmatige zones met licht verhoogde MG tot uiting dewelke aanzien kunnen worden als bodemverstoringen opgevuld met organisch-rijke bovengrond of kleine concentraties metaalsplinters, waardoor deze aanzien kunnen worden als bomkraters. Zo blijken er overheen het gehele studiegebied dus een groot aantal mogelijke bomkraters of in het algemeen bodemverstoringen zonder mooi afgelijnd patroon aanwezig. Er blijken in deze magnetische signalen dus geen bodemsporen met al dan niet subtiel hogere MG waarneembaar waarvan de signatuur kan wijzen op de aanwezigheid van archeologische structuren zoals bijvoorbeeld loopgrachten.

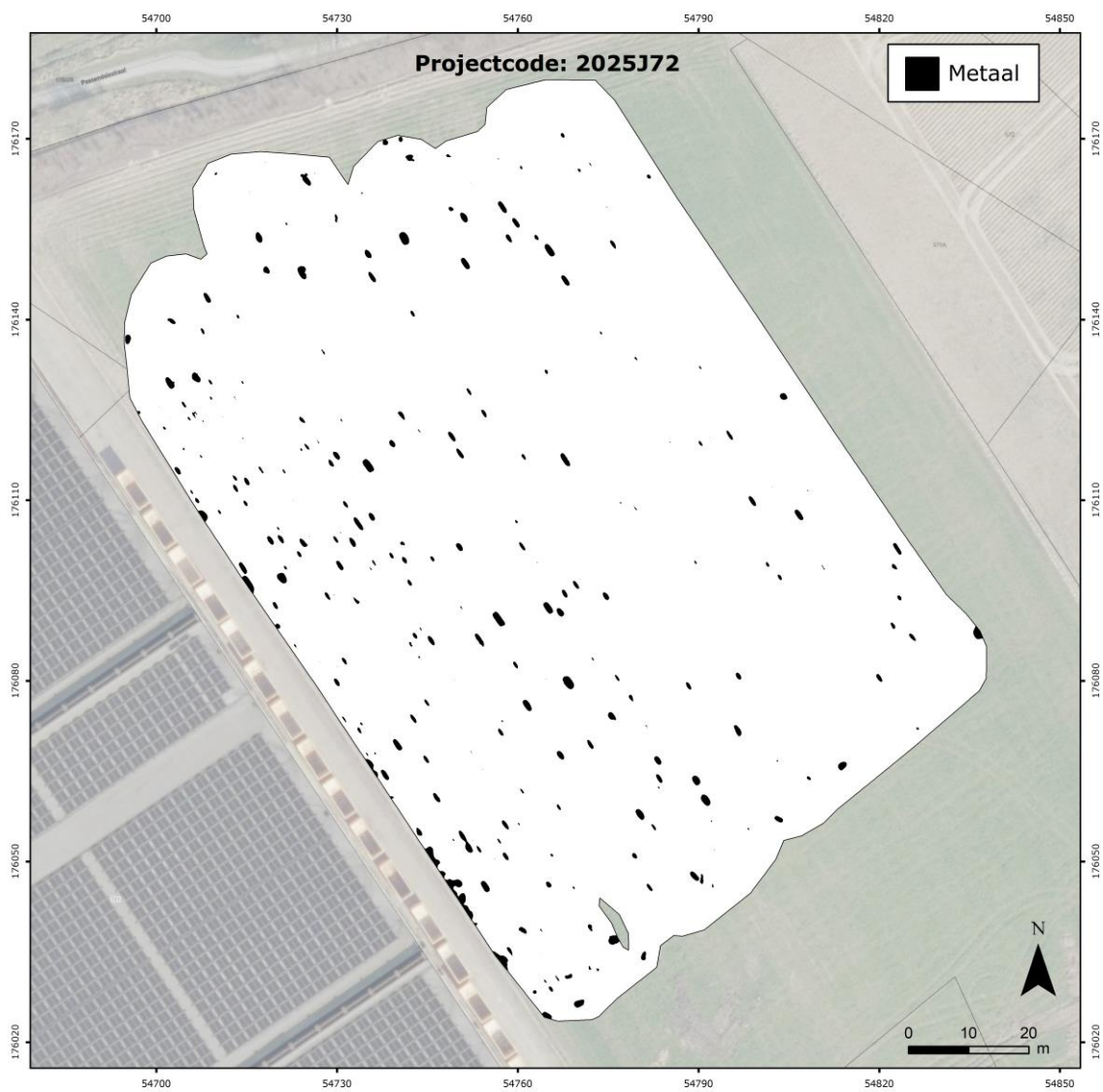


Figuur 14: MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).

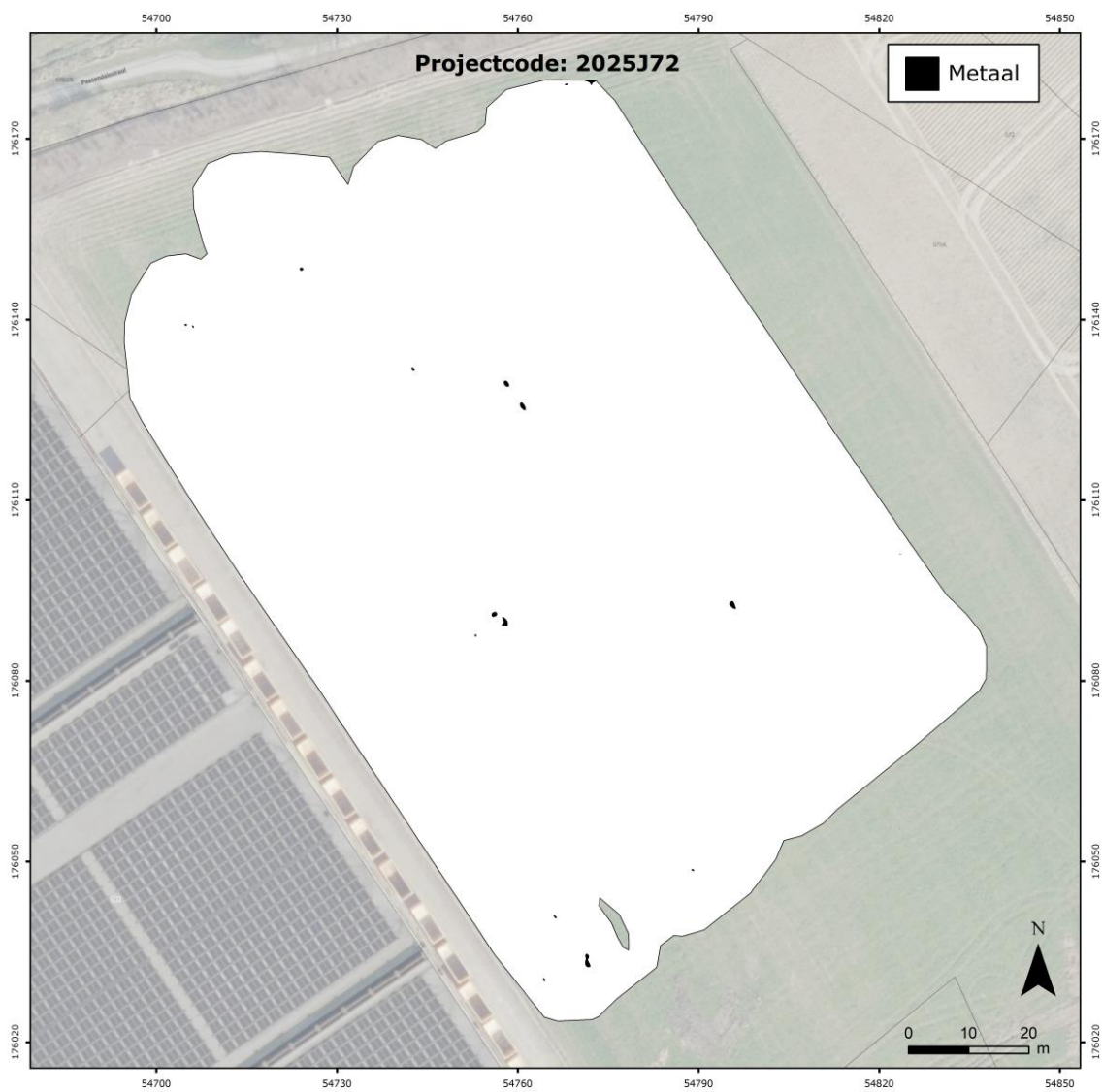
4. Metaalaanduiding

Op basis van de verschillende EG metingen kunnen extreme verstoringen als puntanomalieën veroorzaakt door begraven metalen objecten aangeduid worden. Na filtering en integratie van de EG metingen kunnen locaties met ondergrondse metalen objecten (in de bovenste meter van de ondergrond) aangeduid worden. Figuren 15 en 16 tonen de kleinere metalen verstoringen in de data veroorzaakt door ondiepe (0 – 0.7 m) en diepere (> 0.5 m) metalen objecten terwijl op Figuur 17 de locaties met hoogste EG waarden werden aangeduid en de anomalieën in Figuur 18 werden gecategoriseerd volgens hun uitwijking.

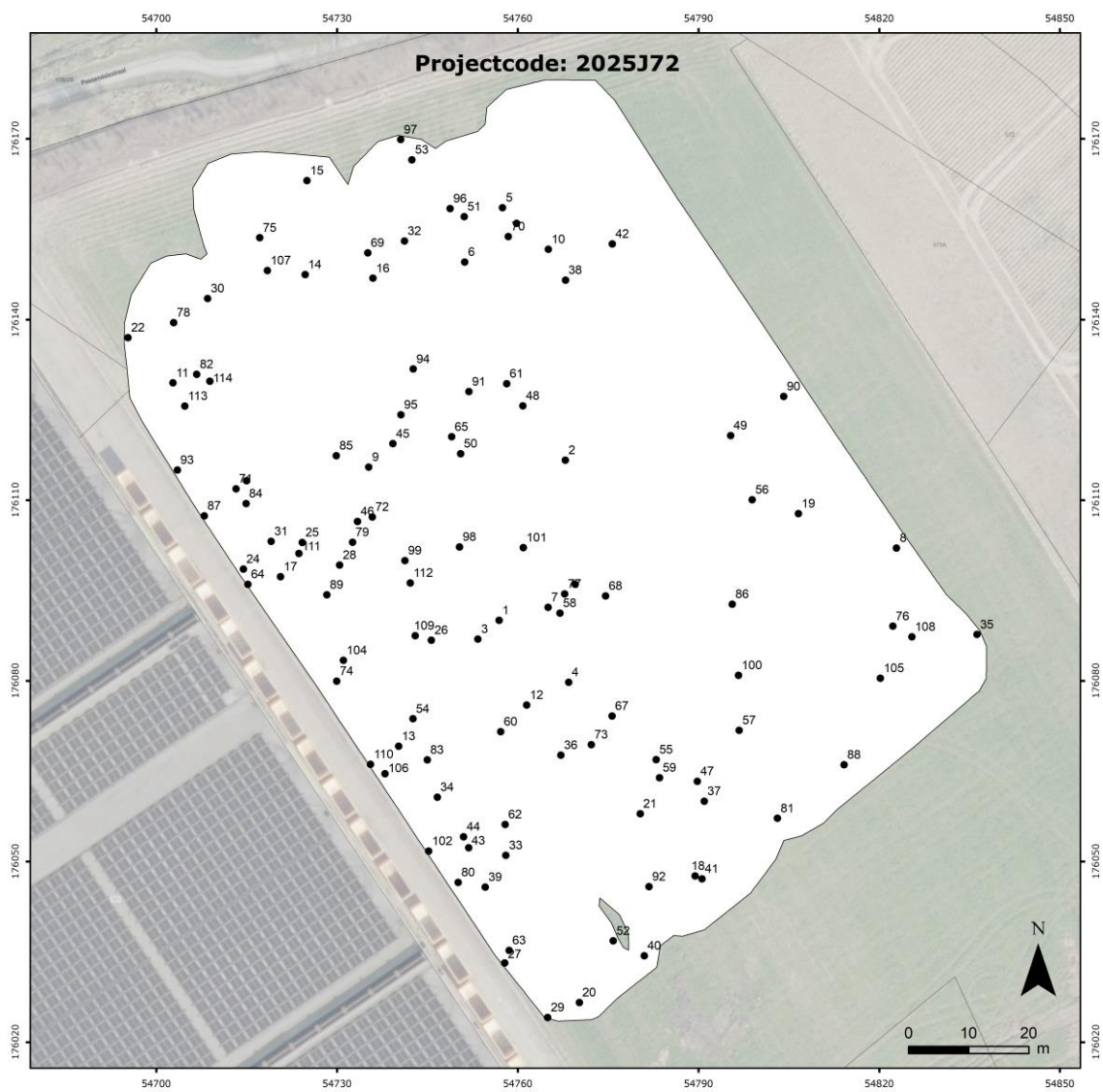
Vrijwel zeker zijn de meeste van deze anomalieën zijn veroorzaakt door kleinere en grotere restanten van WO1 munitie, maar kunnen potentieel ook gerelateerd worden aan recente. Sommige van de ondiepe anomalieën kunnen op basis van hun signatuur en diepte van voorkomen mogelijk geïdentificeerd worden als metaalscherven, kleiner schroot of klein-kaliber munitie (bijvoorbeeld handgranaten ondieper dan 70 cm onder het maaiveld). Deze kunnen dus (delen van) onontplofte WO1 munitie of intacte objecten voorstellen. De aangeduide anomalieën in het onderzochte gebied kunnen dus op de aanwezigheid van metalen (ferro en non-ferro, dus ook bijvoorbeeld koperen) objecten wijzen, en dus het voorkomen van (al dan niet onontplofte) WO1 munitie in de ondergrond verraden, maar evengoed wijzen op recenter ingegraven metaal. Afhankelijk van de diepte van uitgraving die met de graafwerkzaamheden gepaard gaat kunnen deze metalen objecten op voorhand benaderd en veiliggesteld worden of kunnen de graafwerken begeleid worden door een explosieven deskundige.



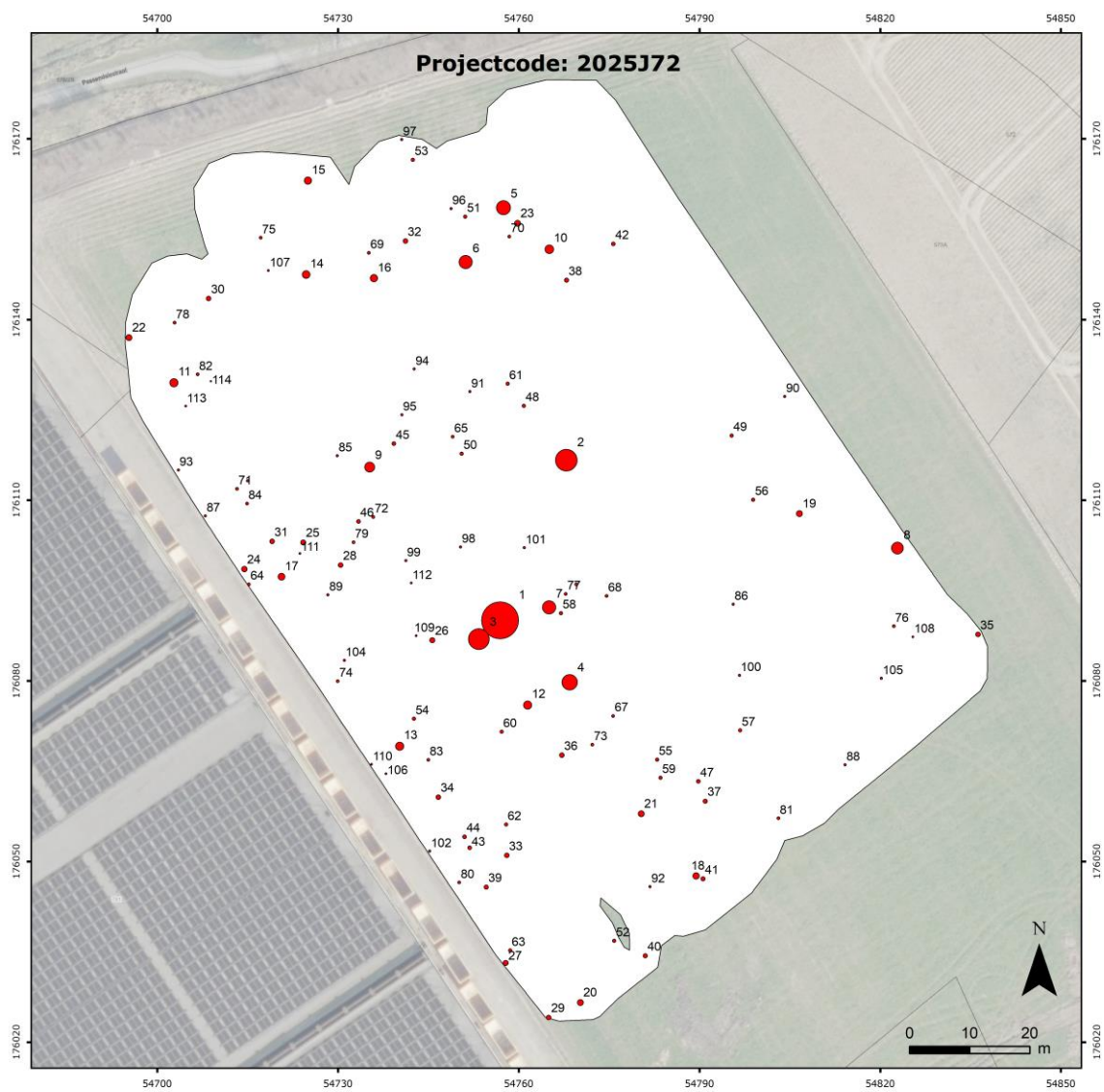
Figuur 15: Aanduiding van de door ondiepe (0 – 0.7 m) begraven metalen objecten verstoorde zones.



Figuur 16: Aanduiding van de door diepere (0.5 m – 1.0 m) begraven metalen objecten verstoorte zones.



Figuur 17: Locaties van de metalen objecten gerangschikt volgens hun EMI signatuur.



Figuur 18: Metaal-anomalieën weergegeven als proportionele symbolen op basis van de EMI uitwijkingen.

5. Metaanalyse

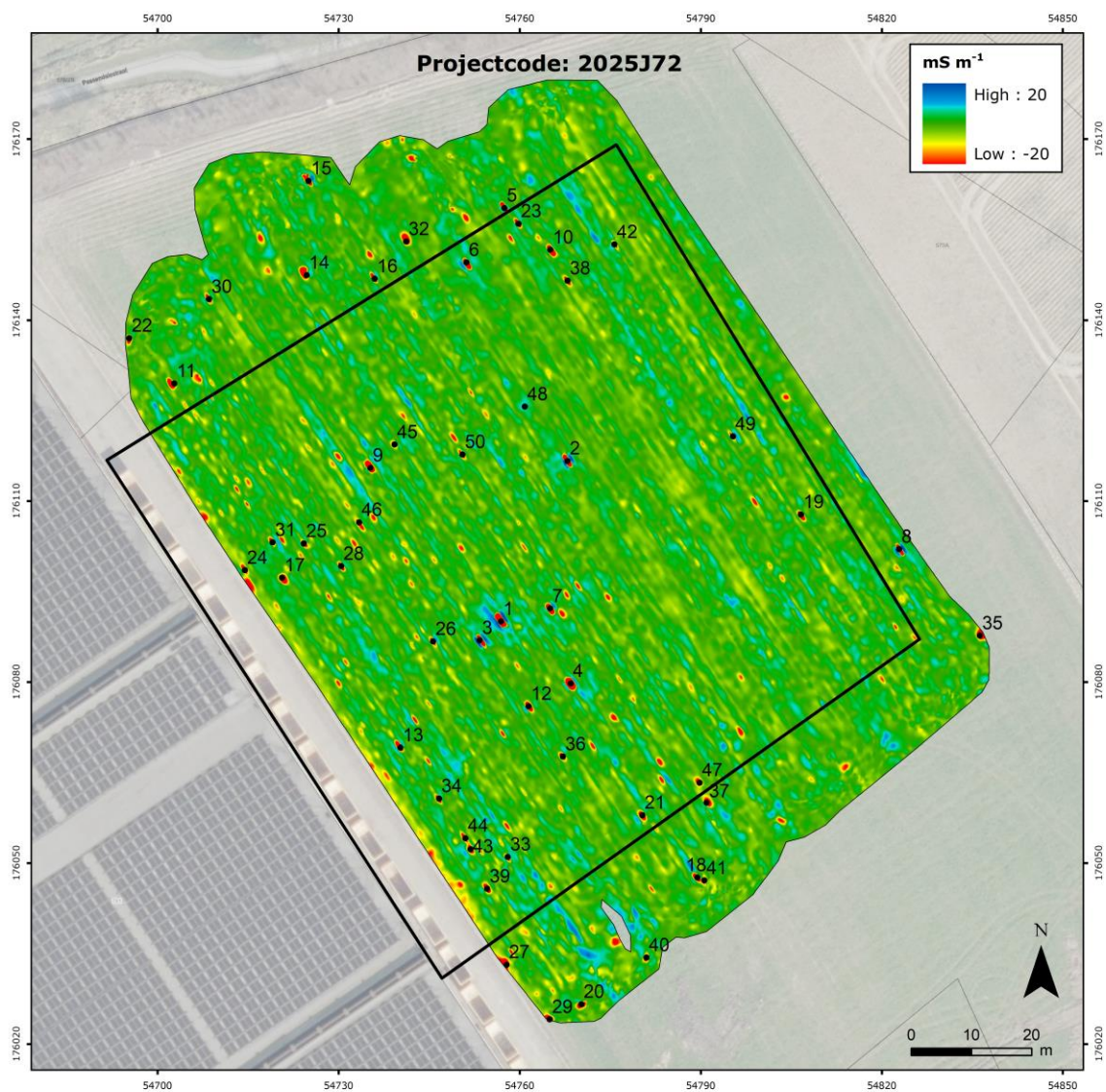
Op basis van deze analyse lijken de meeste veroorzaakt door ijzeren objecten die binnen de bovenste meter à anderhalve meter onder het bodemoppervlak teruggevonden kunnen worden. Deze kunnen in nader detail onderzocht om uit te kunnen sluiten dat deze WO1 munitieartikelen met een aanzienlijke omvang voorstellen.

Een overzicht van de 50 meest prominente metaalanomalieën met een beschrijving van hun mogelijke interpretatie en berekening hun uitwijking wordt hieronder gegeven en in Figuur 19 gevisualiseerd:

ID	X (Lam72)	Y (Lam72)	Waarde (mS m ⁻¹)	Interpretatie
1	54756.92	176090.04	308.7	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
2	54767.92	176116.65	180.7	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
3	54753.42	176086.92	173.2	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
4	54768.47	176079.77	127.9	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
5	54757.50	176158.57	116.7	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
6	54751.22	176149.55	111.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
7	54765.05	176092.19	111.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
8	54822.90	176102.05	100.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
9	54735.30	176115.50	86.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
10	54765.10	176151.65	73.5	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
11	54702.79	176129.47	70.9	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
12	54761.50	176075.99	70.5	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
13	54740.27	176069.14	70.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
14	54724.72	176147.45	67.7	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
15	54725.05	176163.07	61.8	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
16	54736.00	176146.85	61.1	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
17	54720.65	176097.29	57.4	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
18	54789.48	176047.59	56.5	Groot ijzeren object: WW1 munitie?

19	54806.63	176107.77	52.3	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
20	54770.25	176026.59	52.0	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
21	54780.35	176057.94	50.7	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
22	54695.34	176137.00	50.1	Groot ijzeren object: WW1 munitie?
23	54759.82	176155.97	49.4	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
24	54714.47	176098.54	45.9	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
25	54724.27	176102.97	44.5	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
26	54745.70	176086.74	42.4	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
27	54757.87	176033.17	42.1	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
28	54730.45	176099.22	41.0	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
29	54765.00	176024.09	40.7	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
30	54708.54	176143.47	40.2	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
31	54719.10	176103.15	38.7	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
32	54741.22	176153.02	38.6	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
33	54758.05	176051.02	38.4	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
34	54746.67	176060.69	38.4	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
35	54836.25	176087.69	38.3	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
36	54767.17	176067.64	38.2	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
37	54791.00	176060.02	38.0	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
38	54767.95	176146.52	36.1	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
39	54754.62	176045.74	36.1	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
40	54781.05	176034.34	35.9	Ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
41	54790.60	176047.12	34.9	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
42	54775.72	176152.55	34.1	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?

43	54751.87	176052.27	34.0	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
44	54751.05	176054.12	33.4	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
45	54739.30	176119.37	32.1	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
46	54733.42	176106.47	31.2	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
47	54789.85	176063.32	30.9	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
48	54760.87	176125.66	30.5	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
49	54795.35	176120.72	30.3	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?
50	54750.55	176117.72	29.6	Klein ijzeren object: shrapnel of WW1 munitie?



Figuur 19: Weerhouden ijzeranomalieën met nummering geplot gefilterde 1HCP-EG meting.

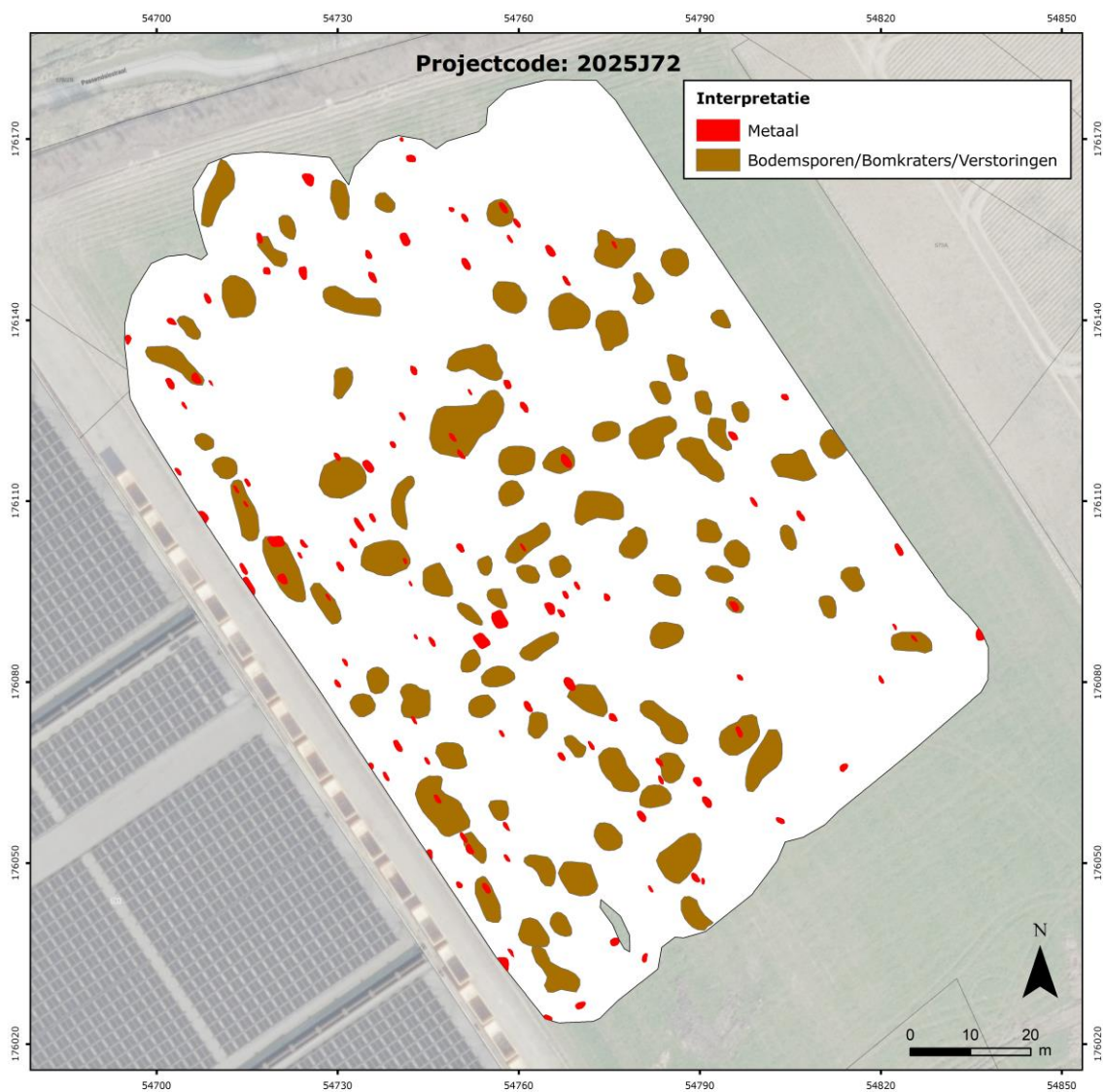
6. Aanduiding anomalieën met afwijkende EG en MG signatuur

Op basis van zowel de EG als de MG metingen konden in het studiegebied een aantal metaal anomalieën en verstoorde zones met lokaal afwijkende waarden aangeduid worden (Figuur 20). Zowel de metalen objecten als bodemsporen/bomkraters/verstoringen zijn hoogstwaarschijnlijk gerelateerd aan WO1 activiteiten.

Figuur 20 toont een overzicht van alle aangetroffen afwijkende zones en anomalieën. Vooral met de 1PRP-EG, 1HCP-EG en 2HCP-MG metingen konden deze afwijkende zones afgebakend worden, en dit als extreme EG en MG of verhoogde MG ten opzichte van de omgeving. De complementariteit tussen de EG en MG signalen blijkt uit het feit dat met beide signalen metaalanomalieën in kaart konden worden gebracht, terwijl geen bakstenen structuren of brandplaatsen met regelmatige vorm of patroon aangetroffen werden via het magnetisch signaal. Verder bleken ook weinig tot geen grachtstructuren, uitgravingssporen of diepere grotere metalen of gewapende structuren in de EG metingen te onderkennen.

Alle bodemsporen/verstoringen en metalen objecten bleken zich vrij ondiep onder het maaiveld te bevinden. De meeste anomalieën met puntvorm en substantiële uitwijking kunnen metalen objecten of munitie voorstellen gerelateerd aan activiteiten gedurende WO1. Deze prominente anomalieën kunnen echter evengoed gerelateerd zijn aan het voorkomen van recent gestort metaalhoudend puinmateriaal. De bodemsporen/verstoringen zijn vermoedelijk met metaalsplinters of organische bovengrond opgevulde bomkraters. In de metingen die minder gevoelig zijn voor begraven metaal konden geen subtiel afwijkende sporen of fenomenen met duidelijk patroon of vorm onderkend worden.

Om aan deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen dienen terreinobservaties (via een 7-tal systematische proefsleuven door A & B archeologie) uitsluitend te geven. De combinatie en integratie van elektromagnetische signalen levert echter een kaart van de ondergrond en dus voorkennis op voorafgaand aan het proefsleuvenonderzoek. De combinatie van de geofysische scan met de resultaten van het proefsleuvenonderzoek levert meestal complementaire resultaten op, vermits de locatie en continuïteit van de sporen of structuren aangeduid en afgebakend kan worden op basis van de geofysische metingen, terwijl de interpretatie en datering uit het proefsleuvenonderzoek en bijhorende analyses kan worden afgeleid.



Figuur 20: Sporen op basis van de EMI metingen, dus bodemsporen/bomkraters/verstoringen en verstoringen door metaal in de data.

4. Conclusie

Er kan besloten worden dat aan de hand van een niet-invasief, gebiedsdekkende multi-signaal EMI detectie een eerder beperkt aantal sporen/artefacten van mogelijke WO1 oorsprong kon worden gedetecteerd in de vooropgestelde zone op de site van Pasfrost te Zonnebeke.

In de eerste plaats konden er een groot aantal verstoorde zones worden onderkend, die als van WO1 oorsprong aanzien kunnen worden en met metaalsplinters of organische bovengrond opgevulde bomkraters kunnen voorstellen. Verspreid over het gescande gebied konden enkele afzonderlijke extreme puntafwijkingen onderkend worden, die begraven metalen objecten voorstellen en potentieel (fragmenten van) onontplofte WO1 munitie in de ondergrond betekenen. Indien dit niet het geval is zijn deze gerelateerd aan het voorkomen van recent aangebracht metaalhoudend puin.

Op basis van het geofysisch onderzoek kan besloten worden de kans op het voorkomen van goed bewaarde WO1 archeologische structuren relatief laag is, vermits het gebied en de metingen zwaar verstoord blijken en er geen sporen met duidelijk patroon konden worden onderscheiden in zowel de EG als MG metingen.

Op basis van deze gegevens kunnen dus scenario's worden uitgewerkt voor het uitvoeren van het invasief archeologisch onderzoek binnenin de vooropgestelde zone. Het proefsleuvenonderzoek kan op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek deels bijgesteld worden over de substantiële metaal anomalieën omdat deze mogelijk WO1 relictten of -munitie voorstellen. Er dient dus rekening gehouden worden met de aanwezigheid van deze anomalieën, die best op voorhand gericht onderzocht worden vermits die op de locatie van WO1 relictten of munitie kunnen duiden.

Het lijkt daarom van belang om bij het aanleggen van de proefsleuven terugkoppeling te maken met zowel de hier gerapporteerde elektromagnetische resultaten als met de resultaten uit het bureauonderzoek.

5. 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.

176150

176100

176050

54700

54750

54800

572

573A

574C

781A



Zonnebeke Passendalestraat 80

2025J73
Proefsleuvenonderzoek

Explosieven

Legende

- Advieszone verder vooronderzoek
- Proefsleuven
- Profielen
- Bomkraters

Explosieven

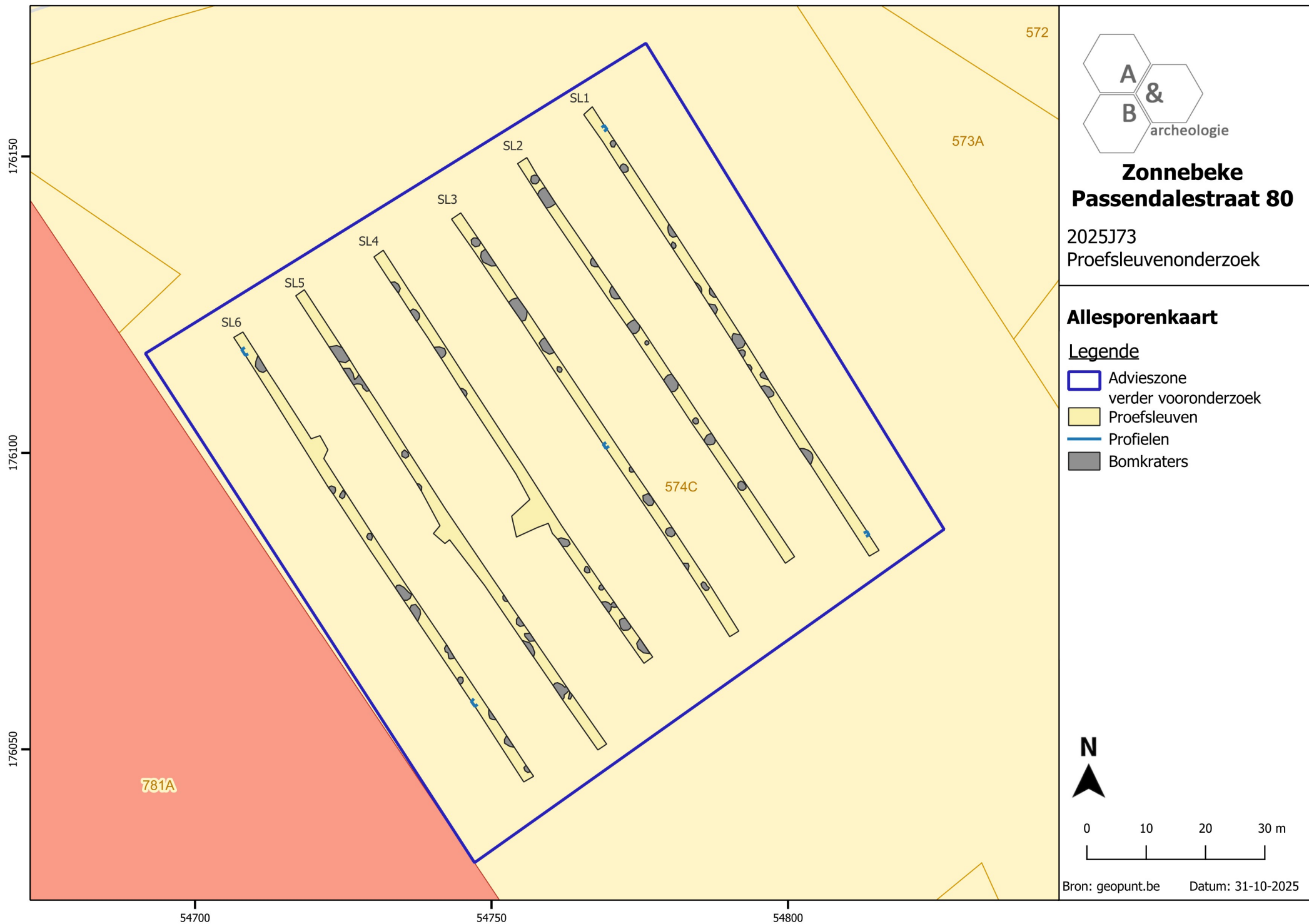
- 18-ponder
- halve 18-ponder
- Mills handgranaat
- 4,5 inch + 75mm
- 7,7cm
- 10,5cm
- leichte Wurfmine
- leichte Wurfmine (3 stuks)
- schrapnel
- ijzeren staven



0 10 20 30 m

Bron: geopunt.be

Datum: 31-10-2025





Zonnebeke Passendalestraat 80

2025J73
Proefsleuvenonderzoek

Synthesekaart

Legende

- Advieszone verder vooronderzoek
- Proefsleuven
- Bomkraters
- Metaalanomalieën geofysisch onderzoek
- Aangetroffen explosieven



0 10 20 30 m

Bron: geopunt.be Datum: 31-10-2025

