# Rapport

Abdij van Park - Geofysisch onderzoek pandtuin en verhoogde tuin

23 januari 2020

gericht aan Aron bvba in opdracht van Stad Leuven

Ter attentie van Mevr. Elke Wesemael en Mevr. Lisa Van Ransbeeck

A ROUWBERGSKENS 3/2 B-2340 BEERSE T +32 (0)14 41 50 55 F +32 (0)14 41 50 56
W WWW.3DSOIL.BE M INFO@3DSOIL.BE BE 0478 137 051

**Project:**
Abdij van Park - Geofysisch onderzoek pandtuin en verhoogde tuin

**Opdrachtgever:**
Aron bvba,
Neremweg 110,
3700 Tongeren

**Plangebied:**
De pandtuin met een grootte van 618 m² en de verhoogde tuin met een grootte van 268 m² als delen van de Abdij van Park te Heverlee

**Contactpersonen:**
Mevr. Elke Wesemael (Aron bvba)
Mevr. Lisa Van Ransbeeck (Stad Leuven)
Dhr. Geert Vynckier (Onroerend Erfgoed)

**Uitvoering:**
3Dsoil
Ropamate International BVBA
Rouwbergskens 3/2
2340 BEERSE

**Datum veldwerk:**
6 januari, 10 januari en 15 januari 2020

**Datum rapportage:**
23 januari 2020

# 1. Doelstellingen en studiegebied

De Abdij van Park te Heverlee wordt grondig gerestaureerd. Bij de restauratie hoort ook de aanleg van de tuinen. Voor de heraanleg van de pandtuin en verhoogde tuin zou men graag teruggrijpen naar een historische aanleg van de tuin. Om dit te kunnen realiseren is een tuinarcheologisch onderzoek nodig. Een eerste stap in dit tuinarcheologisch onderzoek is het uitvoeren van een geofysische prospectie en een bureauonderzoek (zal uitgevoerd worden door Monument Vandekerckhove nv), waarna een archeologisch vooronderzoek met ingreep in de bodem zal plaatsvinden.

In de eerste plaats werd dus een niet-destructieve geofysische prospectie op basis van elektromagnetische inductie (EMI) en grondradar (GPR) voorgesteld, en dit met het oog op de niet-invasieve detectie van de ondergrondse restanten van bedekte paden, bloembedden, tuinmuurtjes en decoratieve elementen zoals waterbassins als onderdelen van de vroegere tuinindeling. Vermoedelijk zullen de teruggevonden restanten van de vroegere tuinen deel uitmaken van het concept van de nieuwe inrichting.

Met geofysisch onderzoek kunnen mogelijke gecompacteerde zones, muurrestanten en grachtjes of putten als vroegere uitgravingen gedetecteerd worden vermits met EMI vroegere uitgravingen (met textuur- en/of kleurverschillen ten opzichte van het omgevende bodemmateriaal), gecompacteerde zones en mogelijke funderingen of muurrestanten gedetecteerd worden. Een GPR scan werd voorgesteld om in hoog detail de verschillende sporen uit de EMI aan te duiden en te bevestigen, om de diepte-dimensies van die sporen in te schatten en om eventuele subtiele uitgravingssporen of structuren die met EMI onmogelijk opgepikt kunnen worden in detail aan te duiden. Daarenboven kunnen met GPR holtes en (natuur)stenen structuren gedetecteerd worden, die met EMI niet kunnen worden onderscheiden.

Specifiek zal gepoogd worden om inzicht te krijgen in de morfologie van de pandtuin en verhoogde tuin van de Abdij van Park om zo om de (tuinarcheologische) kennis van beide zones te vergroten en eventuele oudere fasen van de tuin op te sporen. Nadien kunnen er op basis van de scanresultaten gerichte boringen 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 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. Dit onderzoek kan zodoende de nodige informatie leveren voor de opmaak van een conceptplan voor de heraanleg van de pandtuin en verhoogde tuin van de Abdij van Park.

De vooropgestelde zone omvat de percelen Leuven Afdeling 12, Heverlee afdeling 3, sectie E, 130 K (partim) (pandtuin) en 129 (verhoogde tuin (Figuur 1) met lambert 72 coördinaten van de bounding box Xmin: 174538 m, Ymin: 172730 m, Xmax: 174560 m, Ymax: 172760 m (pandtuin) en Xmin: 174575 m, Ymin: 172700 m, Xmax: 174590 m, Ymax: 172720 m (verhoogde tuin).

De pandtuin is ingericht met een cirkelvormig grasperk waarrond lossen stenen aanwezig zijn. Rond dit grasperk bevindt zich een band met aangestampte aarde. In het noorden en zuiden van de pandtuin zijn enkele bomen en struiken aanwezig in graszones. Langs de bebouwing bevinden er zich gekasseide paden. Aan de rand van de tuin tegen de kasseipaden werden in 1999 brandhaspels ingegraven.

De verhoogde tuin bevindt zich, zoals de naam het zegt, hoger dan de tuinen ten oosten en zuiden ervan. De verhoogde tuin wordt afgescheiden van deze lager gelegen tuinen door een muur. Momenteel is deze tuin een braakliggend terrein met hopen puin en putdeksels als restanten van recente rioleringswerken in dit gebied. Een groot deel van deze tuin is dus recent opengegraven voor de aanleg een nieuwe gescheiden riolering. Deze tuin werd dus een geruime tijd gebruikt als werfzone, waarin recent erg drastische graafwerken werden uitgevoerd. In de verhoogde tuin zou zich mogelijk een waterput hebben bevonden.




Figuur 1: Aanduiding van de met vooropgestelde zones op een hedendaagse luchtfoto en aanduiding van de vooropgestelde zone op het GRB (Informatie Vlaanderen) met aanduiding van kadasternummers van de desbetreffende percelen.

# 2. Elektromagnetische inductie

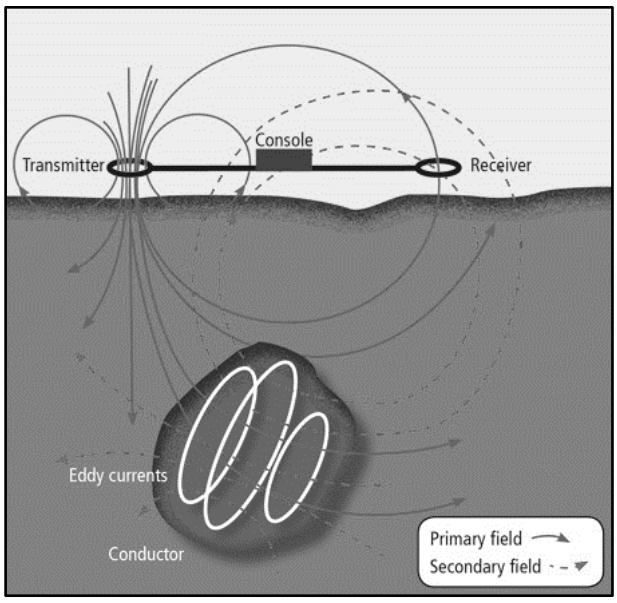
## 1. Principe

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 ontvangstspoel 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 ontvangstspoel, 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 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. 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, 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.

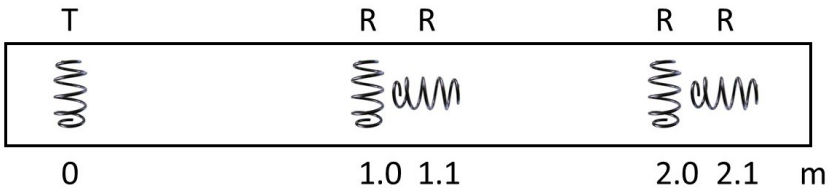
Zowel de EG als de MG metingen reageren dus op verstoringen van (recente of oude) bodems door opvulling met materiaal met een verschillende textuur (vergravingen in of net onder de bouwvoor), vochtgehalte of gehalte aan organisch materiaal. In functie van de vraagstelling zouden dus mogelijke oudere grachtstructuren allerhande 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 gebruikte EMI sensor voor het scannen van het studiegebied bestaat uit één zendspoel en zes ontvangstspoelen 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 proxi 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 ontvangstspoelen 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 3.2 m. Concreet bevat de sensor 4 ontvangstspoelen die zich op twee verschillende afstanden (op 1 en 2 m) van de zendspoel bevinden. Op elke afstand zijn twee ontvangstspoelen met verschillende oriëntatie ten opzichte van het bodemoppervlak aanwezig: horizontaal coplanair (HCP) of loodrecht (perpendicular of PRP)). Door de combinatie worden dus vier EG en vier MG signalen gelijktijdig gemeten met een verschillende dieptegevoeligheid (waarvan de PRP MG signalen meestal erg ruisgevoelig en weinig bruikbaar zijn). De dieptegevoeligheid van de verschillende spoelconfiguraties wordt standaard gezien als de diepte waarbinnen 70 % van het totale gemeten signaal (de 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) en 0-3.2 m (2HCP) en voor de drie meest informatieve MG metingen: 0-0.4 m (1HCP), 0-0.8 m (2HCP) en 0-1.0 m (1PRP). Eenvoudig gesteld wordt zo informatie bekomen van zowel oppervlakkige als diepere elektrische en magnetische fenomenen tot op een diepte van ongeveer 3 m onder de sensor.




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

## 3. Meetdetails

De EMI scan van het vooropgestelde gebied werd uitgevoerd in natte bodemomstandigheden. Manueel werd de bodemsensor in een kleine slede voortgetrokken (Figuur 4) aan een gemiddelde snelheid van 2 à 3 km/u. Zowel de EG als de MG van de bodem werden opgemeten aan een meetfrequentie van 8 metingen per seconde (d.w.z. een meetafstand binnenin de lijn van ca. 10 cm). Alle metingen werden gegeorefereerd met behulp van een Robotic Total Station (RTS) met een horizontale fout van ± 1 cm. Een afstand van ongeveer 0.3 meter tussen de meetlijnen werd aangehouden om het gebied in erg hoge resolutie op te meten en zo de (tuin)archeologische restanten in detail te detecteren en aan te duiden.



Figuur 4: Mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede en RTS om de metingen te lokaliseren.

# 3. Grondradar

## 1. Principe

Bij GPR wordt via een zendantenne een hoogfrequente elektromagnetische golf van een bepaalde golflengte in de bodem gestuurd. Indien in de bodem een voorwerp of structuur met contrasterende permittiviteit aanwezig is, zal een deel van de golfenergie reflecteren op het contactoppervlak. De resulterende reflectie wordt terug opgevangen aan het oppervlak in een ontvangstantenne. Vooraleer een golf terug opgevangen wordt, kan deze meermaals reflectie en refractie hebben ondergaan. De reistijd van de elektromagnetische golven en de sterkte van reflectie leveren informatie over wat er zich op een welbepaalde locatie in de bodem bevindt.

Bij een GPR instrument worden de hoogfrequente elektromagnetische golven uitgezonden door een zendantenne, waarna deze zich voortplanten doorheen de ondergrond aan een snelheid die voornamelijk bepaald wordt door de relatieve permittiviteit van het materiaal (voornamelijk bepaald door het vochtgehalte van de ondergrond), tot op het moment dat ze een object (of bodemlaag) bereikt met andere relatieve permittiviteit (zoals bijvoorbeeld een holte, metalen object, fundering of leiding). Hierop worden de GPR golven weerkaatst en verstrooid of afgebogen. De weerkaatste golven die worden teruggekaatst richting het GPR instrument worden vervolgens opgevangen door de ontvangstantenne in het instrument. De tijd die verstrijkt tussen het uitzenden van de golf en het terugkeren van de elektromagnetische golf is evenredig met de diepte waarop het reflecterend oppervlak zich bevindt. De sterkte van de gereflecteerde golf is een maat voor het contrast in permittiviteit, zo zullen begraven metalen objecten en holtes bijvoorbeeld aanleiding geven tot zeer sterke reflecties.

De resolutie en daarmee gekoppelde dieptepenetratie van elk GPR systeem hangt af van de frequentie van de uitgestuurde golven. Hoe hoger de frequentie, hoe fijner ondergrondse structuren en objecten afgelijnd kunnen worden. De verhoging in frequentie gaat echter ten koste van het dieptebereik, dat vergroot naarmate lagere frequenties worden gebruikt. De effectieve penetratiediepte van de golf wordt bepaald door de aard van het bodemmateriaal: hoe hoger de elektrische geleidbaarheid van de bodem, hoe sneller de golf zal uitdoven in de diepte en hoe minder energie er zal worden teruggekaatst naar het oppervlak. Er kan dus besloten worden dat een gedetailleerde opmeting met een GPR systeem toelaat om de positie (zowel lateraal als verticaal) van contrasterende objecten, voorwerpen en bodemlagen te karteren, maar niet geschikt is om de aard en karakteristieken van het materiaal te bepalen.

## 2. Meetdetails

In onze manuele configuratie werd de GPR antenne voortgeduwd in een kar (Figuur 5). Op de GPR antenne werd de prisma van de RTS gemonteerd die ervoor zorgen dat de GPR profielen gegeorefereerd werden met een nauwkeurigheid van om en bij de 1 cm. Aan de kar was een odometer gemonteerd om op vaste afstandsintervallen in de rijrichting metingen uit te voeren. Een afstand van 0.3 meter tussen de meetlijnen werd aangehouden om het gebied in hoge resolutie te scannen.



Figuur 5: De GPR meetconfiguratie in werking op de site.

# 4. 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 ontvangstspoel 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 0.01 m bij 0.01 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.

In de pandtuin werd een vrijwel werd een perfecte dekking van de geofysische metingen verkregen. Enkel de plaatsen waar er struiken en bomen aanwezig waren in de pandtuin (vooral de taxus in het noordoosten vormde een vrij grote belemmering) en verhoogde tuin konden niet gescand worden. In de verhoogde tuin konden de zones met hopen puinmateriaal en met de boom in het zuidoosten van het gebied niet onderzocht worden vermits die deelgebieden niet betreden konden worden.

## 2. Elektrische geleidbaarheid

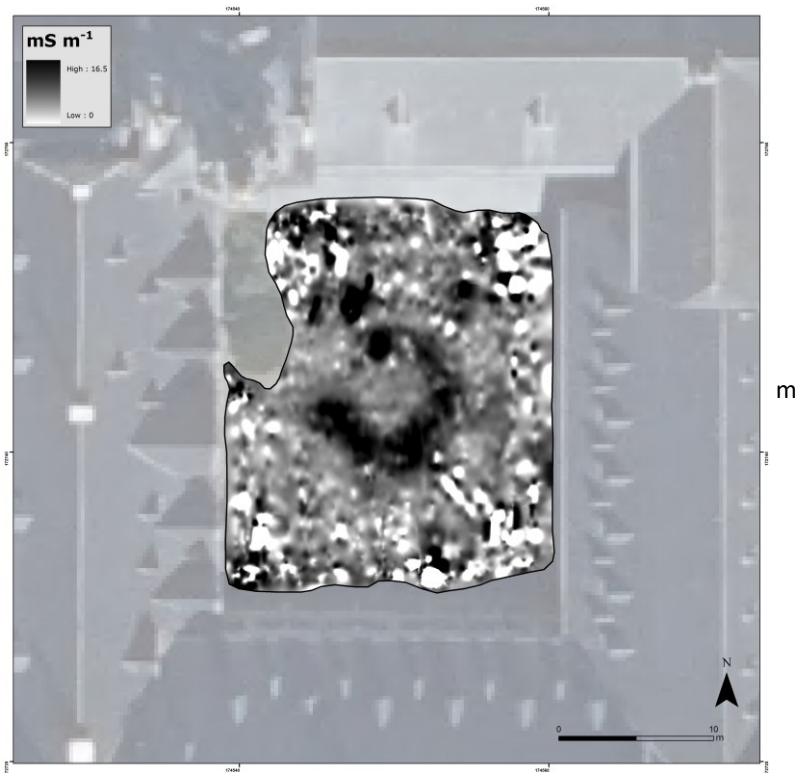
Figuren 6 en 7 tonen de EG meting met de 1PRP spoelconfiguratie. Deze EG meting is in theorie geconcentreerd in de bovenste 0.5 m van de bodem. De EG heeft in de gescande zone van de pandtuin en de verhoogde tuin gemiddeld gezien waarden tussen 4 en 8 mS $m^{-1}$. In het westelijk deel van de verhoogde tuin werden echter waarden tot 20 mS $m^{-1}$ waargenomen. De gemiddeld lage EG waarden in beide studiegebieden wijzen erop dat de ondergrond van het gescande gebied als vrij homogeen-zandig beschouwd kan worden, waarbij de sporen met afwijkende EG waarden te wijten zijn aan (al dan niet recente) antropogene activiteiten. Deze lage EG is vermoedelijk veroorzaakt door een laag kleigehalte en/of gehalte aan organisch materiaal, en dus een hoog zandgehalte in het bodemprofiel,

en dit zowel oppervlakkig als in de diepte (zie verder). Een hypothese kan zijn dat zowel de pandtuin als verhoogde tuinen antropogeen zijn opgeworpen of dat de Abdij van Park zich op een zandige opduiking in het landschap bevindt.

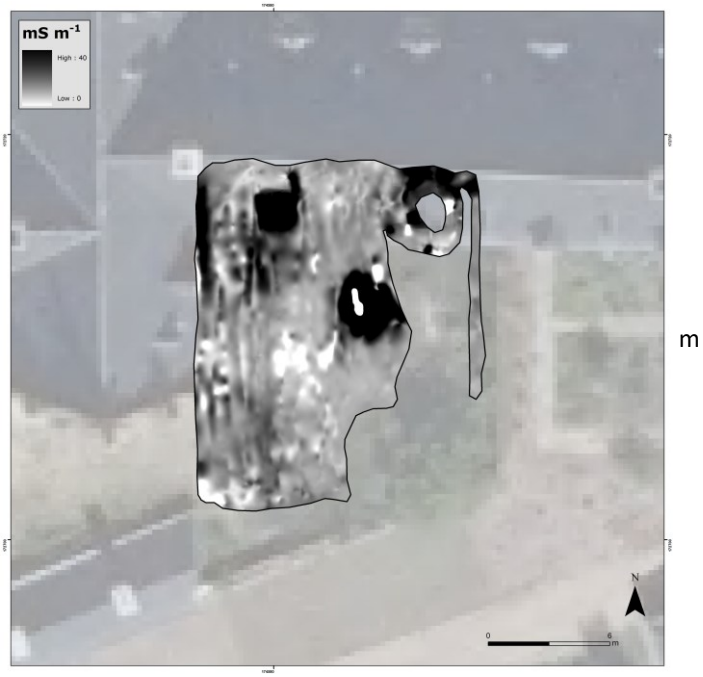
In de pandtuin kan centraal een bijna cirkelvormige band van ongeveer 2.5 m breed met sterk verhoogde EG (tot 25 mS $m^{-1}$) waargenomen worden (1 op Figuur 23). Deze cirkelvormige band blijkt in het noordwesten onderbroken, waardoor aangenomen kan worden dat in die band, met uitzondering van het noordwestelijk deel daarvan materiaal met een hoger gehalte aan klei- en/of organisch materiaal, gecompacteerd of (al dan niet metaalhoudend) puinmateriaal aanwezig is. Er kan dus aangenomen worden dat die band dus een met conductief materiaal opgevulde (of lokaal opgehoogde) zone voorstelt. Indien daar een vroegere depressie in de pandtuin aanwezig was, is die vrijwel zeker opgevuld met kleirijk materiaal of metaalhoudend puinmateriaal. Deze band kan dus mogelijk gerelateerd worden aan een oudere fase van de pandtuin.

Deze metingen tonen dat er in de pandtuin (vooral in de hoeken) een groot aantal punt- en cirkelvormige anomalieën met (extreme) hoge en lage waarden voorkomen, veroorzaakt door begraven metalen objecten of conductief puinmateriaal in het algemeen (2 op Figuur 23). De meeste van deze anomalieën zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door recent gestort metaalpuin of overblijfselen van de recente restauratie van twee vleugels van de Abdij grenzend aan de pandtuin en wijzen hoogstwaarschijnlijk niet op de aanwezigheid van relicten van oudere origine. Buiten dit heel groot aantal puntvormige afwijkingen bevinden er zich ten zuidoosten van de centrale cirkelvormige band (1 op Figuur 23) twee scherp afgelijnde, lineaire anomalieën met extreme negatieve afwijking (2 op Figuur 23). Deze wijzen op de aanwezigheid van grote massieve metalen structuren in de ondergrond op die locaties, en kunnen bijvoorbeeld gewapende platen of betonnen structuren in de ondergrond betekenen. Deze kunnen potentieel ook veroorzaakt zijn door en (al dan niet recente) oppervlakkige uitgraving en opvulling met metaal- en puinhoudend bodemmateriaal of een deel van een ondergrondse leiding.

In de verhoogde tuin blijken naast de westelijke zone met verhoogde EG achtergrondwaarde (8 op Figuur 24) verschillende vierkante en grotere zones met sterk tot extreem hoge en lage EG waarden zichtbaar (7 op Figuur 24). Deze zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door recent gestort metaalpuin of massieve metalen structuren en wijzen hoogstwaarschijnlijk niet op de aanwezigheid van oudere overblijfselen. Deze zijn dus vrijwel zeker veroorzaakt door vrij ondiepe metalen objecten of putten en putdeksels van de recent aangelegde riolering. Vooral het westelijk deel van deze zone lijkt erg verstoord door de recente aanleg van de rioleringsbuizen. Er kunnen daarom vrijwel geen bodemsporen in deze oppervlakkige meting aangeduid worden, ook niet in het oostelijk deel van het gescande gebied. Bodemverstoringen die vroegere uitgravingen voorstellen en opgevuld zijn met materiaal met een andere bodemtextuur kunnen immers onderkend worden op basis van dit EG signaal dat zijn dominante respons heeft in de bovenste 0.5 m. Ook gecompacteerde zones blijken vrijwel niet waarneembaar in deze meting, vermits er geen scherp afgelijnde zones met regelmatige vorm en patroon en verhoogde EG tot uiting komen.




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




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

Figuren 8 en 9 tonen de EG meting met de 2PRP spoelconfiguratie (opgemeten bodemvolume 0 - 1.0 m). Deze meting vertoont een grote analogie met de EG meting van de 1PRP spoelconfiguratie. In het algemeen blijkt dit signaal minder puntanomalieën en randverstoringen te bevatten, en meer de variaties in bodemmateriaal te weerspiegelen. Zo beïnvloedt metaalhoudend puinmateriaal deze

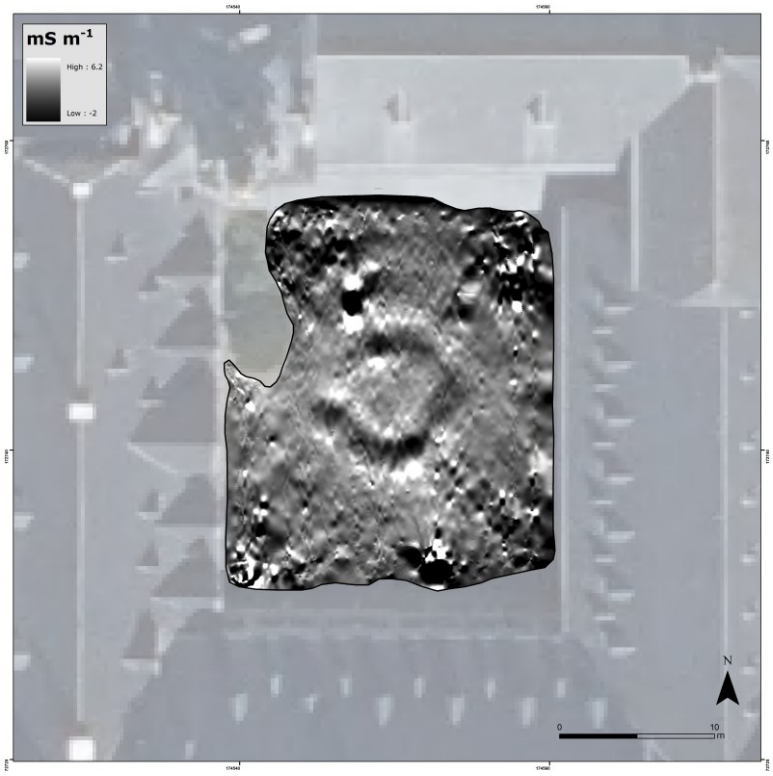
meting in mindere mate, waardoor hierdoor een kleinere zone verstoord wordt in vergelijking met de andere signalen. In het algemeen blijkt dit signaal dus minder puntanomalieën met extreme signatuur te bevatten en blijkt de verstoorde zone rond de metalen objecten kleiner te zijn in vergelijking met sommige andere metingen. Dit zorgt ervoor dat er meer op de variaties in bodemsamenstelling (textuur) wordt gefocust. Zo blijken de grote metaal anomalieën (3 op Figuur 23) in de pandtuin in deze meting minder prominent tot uiting te komen en blijken de kleinere anomalieën veroorzaakt door bijvoorbeeld overgebleven nagels of vijzen vrijwel afwezig in dit signaal.

Opvallend is dat de band met hogere EG in de 1PRP meting (1 op Figuur 23) in dit signaal lagere tot negatieve EG waarden vertoont in vergelijking met de omgevende zone. Vermoedelijk is daar dus eerder metaalhoudend puinmateriaal materiaal binnen de bovenste meter aanwezig. Vermits de contrasten tussen de band en de omgeving vergroten, kan verwacht worden dat in deze afwijkende zone afwijkend bodem- of puinmateriaal aanwezig is in het bodemprofiel, terwijl het bodemmateriaal in de centrale zone binnenin deze band in de diepte zandig blijft. Vermoedelijk is de opvulling dus meest prominent aanwezig tussen 0.5 m en 1.0 m onder het bodemoppervlak en zijn daar dus de grootste verschillen aanwezig vermis in de diepere spoelconfiguraties de verschillen in EG tussen de band en de omgeving kleiner worden (zie verder). In deze meting blijkt de cirkelvormige band scherp afgelijnd en blijken in de band diverse zones met hogere EG (massief metaal?) voor te komen. Het kan dus zijn dat in deze zone op een heterogene manier puinhoudend en/of kleirijk materiaal werd aangebracht. Het kan ook zijn dat bepaalde delen van deze band dieper zijn opgevuld met afwijkend bodem- en/of puinmateriaal.

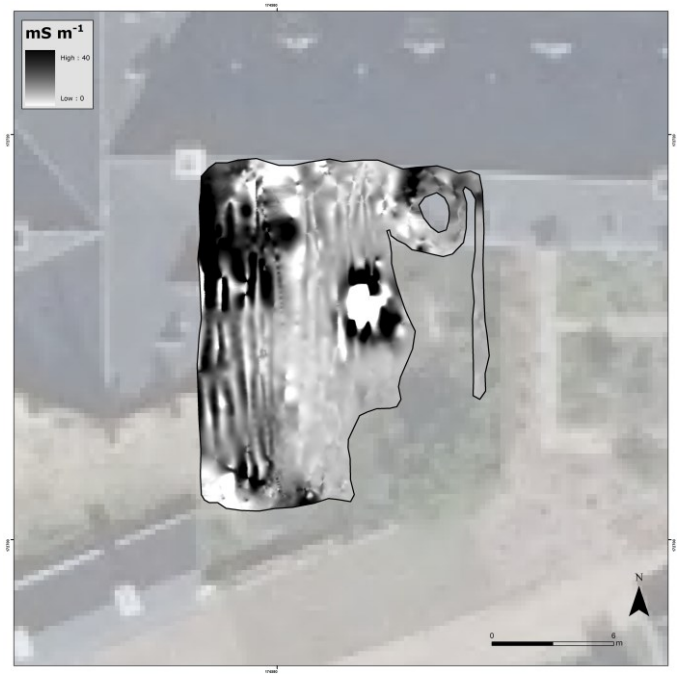
In de verhoogde tuin valt het op dat de westelijke zone (8 op Figuur 24) sterk verstoord blijkt en een beduidend hogere EG vertoont in vergelijking met de omgeving. Deze zone contrasteert in deze meting duidelijker met de omgeving en kan op basis van dit signaal scherper afgelijnd worden. Voor het overige blijkt het gebied vrij homogeen qua bodemsamenstelling en kunnen er geen additionele sporen of structuren aangeduid worden.

In beide zones kunnen vrijwel geen kleine en lokale afwijkingen in EG met scherpe grenzen onderkend worden. Uit deze EG metingen kan dus worden afgeleid dat buiten de centrale band 1 op Figuur 23 er vrijwel geen uitgravingssporen met beperkte laterale dimensies te onderkennen vallen. Er blijken dus vrijwel geen uitgravingssporen die een oppervlakkige variatie in klei- of organisch materiaal gehalte weergeven of sporen van archeologische origine in deze meting aanwezig.

Er kan echter op basis van dit signaal niet besloten worden dat er geen overblijfselen van muurtjes of funderingen in het de bovenste meter aanwezig zijn. Muurresten en funderingen komen immers vooral tot uiting in de MG metingen en als GPR reflecties.




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



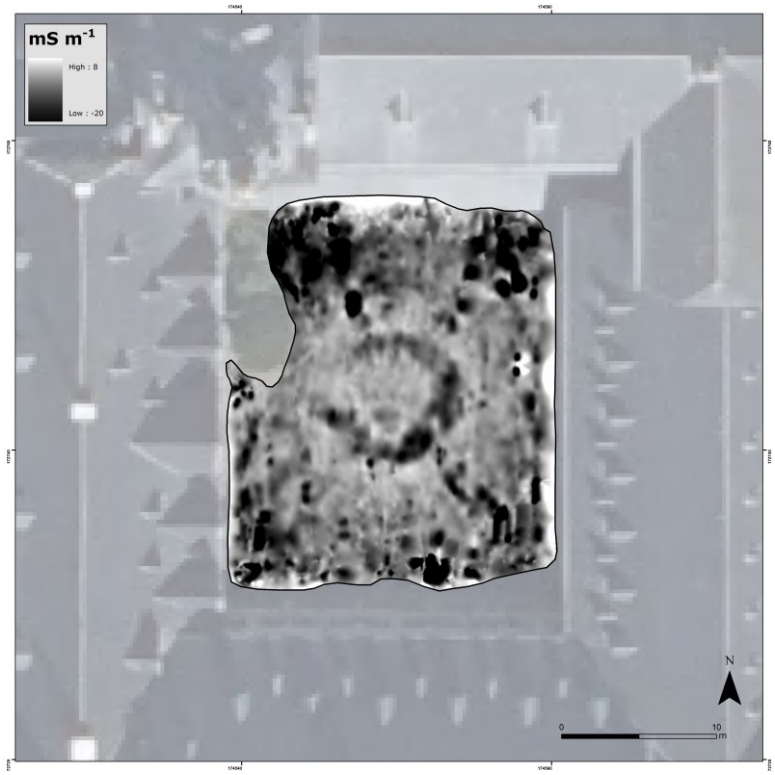

Figuur 9: EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) van de verhoogde tuin.

De resultaten voor de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 1.6 m) zijn te zien in Figuren 10 en 11. De EG van de 1HCP spoelconfiguratie is in de centrale band in de pandtuin opnieuw lager ten opzichte van de omgevende EG, waardoor deze cirkelvormige band opnieuw duidelijk onderscheiden kan worden. Op basis van zijn signatuur in dit signaal kan besloten worden

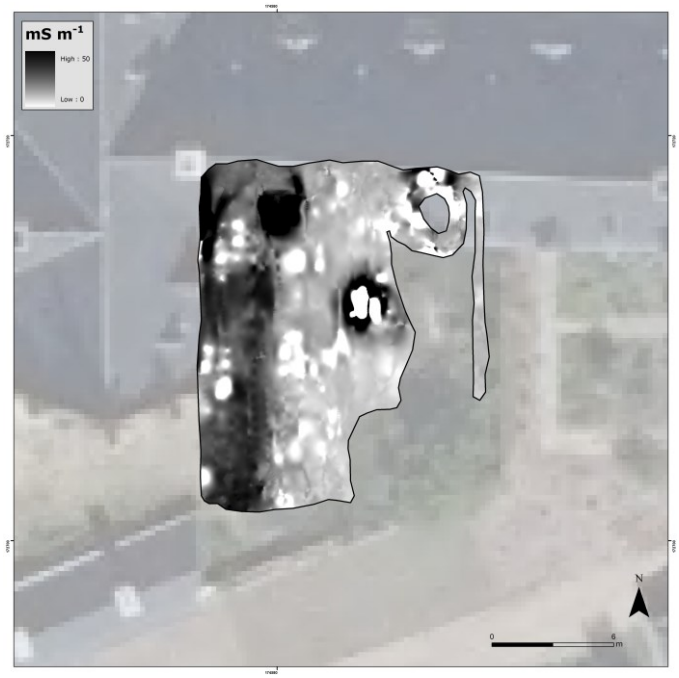
dat er metaalhoudend materiaal (al dan niet deels) in dit spoor (1 op Figuur 23) aanwezig is. Ondanks het prominente voorkomen van de band in dit signaal kan niet aangenomen worden dat de opvulling dieper dan 1.0 m onder het maaiveld aanwezig is.

De 1HCP meting is heel gevoelig voor kleinere begraven metalen objecten die tot uiting komen als extreme anomalieën in de data. Rondom de begraven metalen objecten of gewapende metalen structuren (3 op Figuur 23) blijken de metingen in een vrij brede zone beïnvloed door de aanwezigheid van dit metaal, waardoor daar vrijwel geen andere afwijkingen onderkend kunnen worden. Over het algemeen blijken de meeste puntvormige anomalieën en grotere verstoorde zones samen te vallen met die in de 1PRP spoelconfiguratie, wat bevestigt dat deze begraven metalen objecten voorstellen in de bovenste meter van de ondergrond.

In de verhoogde tuin kan op basis van deze meting afgeleid worden dat er groot aantal oppervlakkige metalen objecten terug te vinden over het gehele gescande gebied en dat de westelijke zone 8 op Figuur 24 volledig verstoord blijkt door de recente activiteiten in de verhoogde tuin. De meeste anomalieën wijzen deze zo goed als zeker niet op de aanwezigheid van oudere structuren en zijn dus vrijwel zeker veroorzaakt door recente verstoringen. Er blijken in deze meting dus vrijwel geen subtiele sporen van mogelijke archeologische origine tot uiting te komen, ook niet in de oostelijke, minder verstoorde zone van het opgemeten gebied. Op basis van dit en de bovenstaande signalen lijkt het onwaarschijnlijk dat er restanten van een waterput in de ondergrond aanwezig zijn.




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

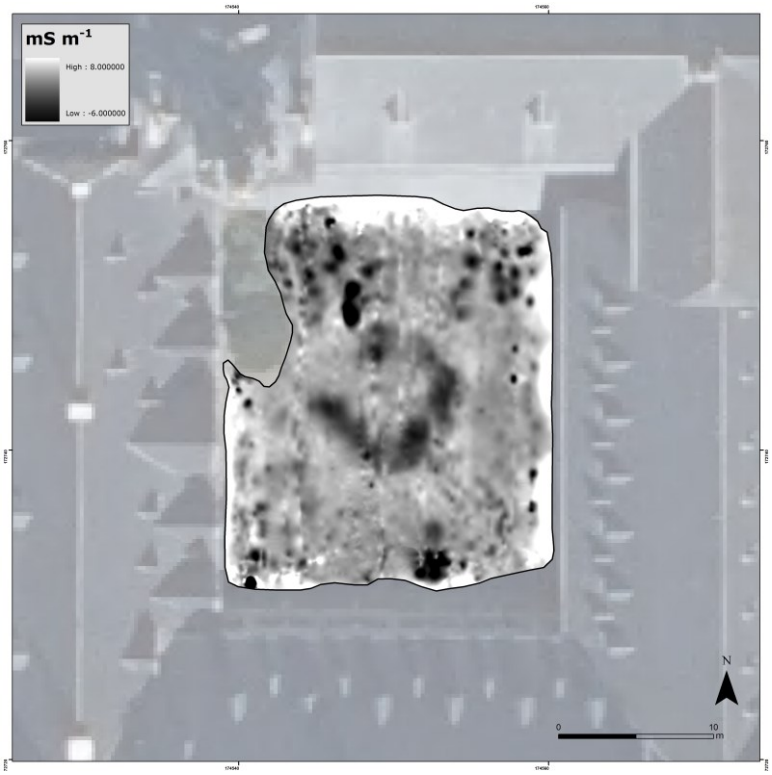



Figuur 11: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) van de verhoogde tuin.

De resultaten voor de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 3.2 m) zijn te zien in Figuren 12 en 13. Deze metingen vertoont een erg grote analogie met de meting van de 1HCP spoelconfiguratie met dat verschil dat de randverstoringen (tegen de gebouwen van de Abdij) duidelijker tekenen. De cirkelvormige band met lagere EG wordt hierbij opnieuw gedetecteerd en contrasteert ook in dit signaal vrij duidelijk met de omgeving waardoor aangenomen kan worden dat opvulling bestaat uit metaalhoudend puinmateriaal binnen de bovenste meter onder het bodemoppervlak. De EG in de pandtuin stijgt met toenemend opgemeten bodemvolume waardoor een toename in vochtgehalte in de diepte verwacht wordt. Vermoedelijk is er dus een groter aandeel van het vochtigere, waterverzadigde zand (onder de grondwatertafel) in het groter opgemeten bodemvolume. Daarnaast blijken de afwijkende lineaire sporen of metaal anomalieën 2 op Figuur 23 in deze meting aanwezig, wat te wijten is aan het feit dat metalen objecten en structuren in deze meting als anomalieën met negatieve signatuur ten opzichte van de omgeving worden gedetecteerd.

In de verhoogde tuin blijkt de grens tussen de westelijke, sterk verstoorde zone, en de rest van het studiegebied duidelijk zichtbaar vermits de EG van deze westelijke zone sterk toeneemt met groter opgemeten bodemvolume. Deze zone blijkt dus vrij diep verstoord bij de aanleg van het nieuw gescheiden rioleringsstelsel. De oostelijke zone daarentegen lijkt in deze meting minder heterogeen van samenstelling. Toch konden in deze zone geen afwijkende sporen en structuren onderkend worden.

Er blijken in de pandtuin en verhoogde tuin buiten de cirkelvormige band 1 op Figuur 23 weinig tot geen oppervlakkige antropogene sporen met contrasterende opvulling en afwijkende oriëntatie, vorm of patroon aanwezig. Er kan dus worden aangenomen dat er buiten in de centrale zone van de pandtuin weinig tot geen overblijfselen van oudere fasen van de tuinen in de ondergrond aanwezig zijn, omdat er vrijwel geen scherp afgelijnde sporen, grotere zones of patronen gedetecteerd werden in de EG metingen die verschillende bodemvolumes omvatten.




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

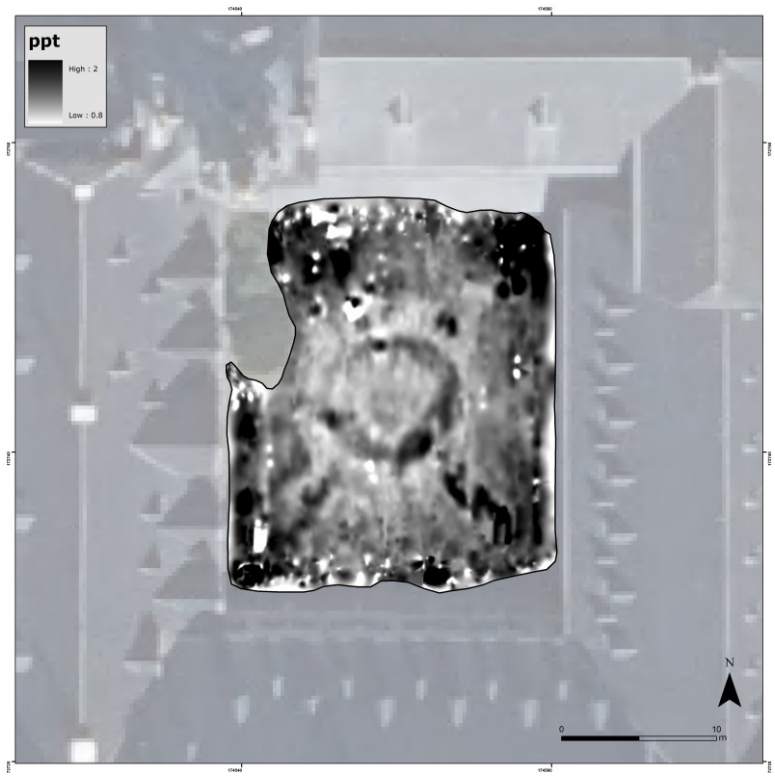



Figuur 13: EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) van de verhoogde tuin.

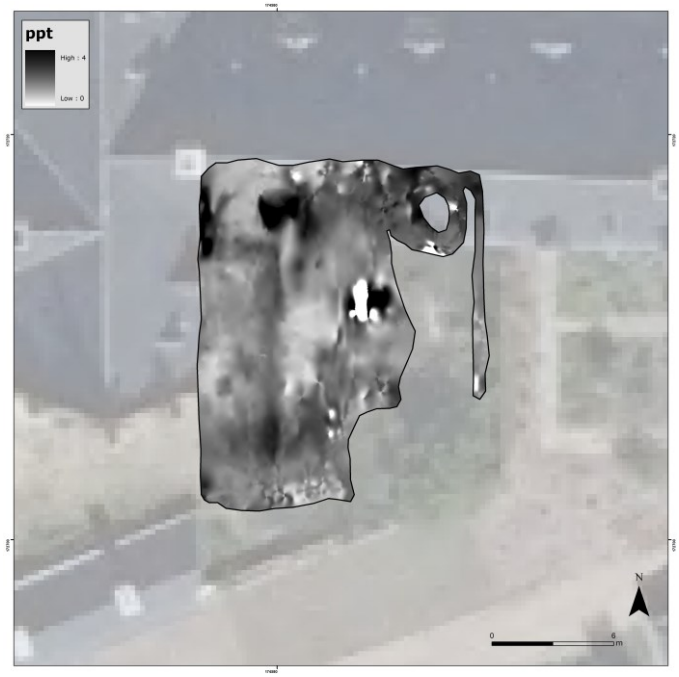
### 3. Magnetische gevoeligheid

Figuren 14 en 15 tonen de MG metingen van de 1HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.4 m diepte). In deze meting blijken ten opzichte van de EG metingen weinig extra sporen van mogelijke archeologische origine te onderkennen. Vooral de cirkelvormige centrale band 1 op Figuur 23 en de lineaire sporen 2 op Figuur 23 blijken in deze meting prominent tot uiting te komen, wat bevestigt het voorkomen van metaalhoudend puinmateriaal op die locaties. Ten zuidwesten van de cirkelvormige band blijken twee lineaire banden met verhoogde magnetische achtergrondwaarde zichtbaar (4 op Figuur 23). Vermoedelijk stellen deze variaties in MG verschillen in dikte van de organisch rijke A-horizont of verschillen in concentratie aan organisch materiaal in deze A-horizont voor en kunnen dit dus mogelijke opgevulde uitgravingssporen in de ondergrond voorstellen. Een andere mogelijkheid is dat deze baksteenhoudend materiaal in de ondergrond betekenen en dus het voorkomen van ondergrondse funderingen of muurresten of vroegere paadjes verraden.

Wanneer vooral gefocust wordt op de afwijkende zones die niet in de EG voorkomen, blijken naast die twee lineaire banden 4 op Figuur 23 vrijwel geen afwijkende zones zichtbaar die mogelijk concentraties aan begraven baksteen- of (verbrand) puinmateriaal of vroegere uitgravingssporen kunnen voorstellen. Ook in de verhoogde tuin kunnen geen duidelijke afwijkende sporen of structuren aangeduid worden op basis van dit signaal. Naast de grotere anomalieën te wijten aan oppervlakkig metaal (7 op Figuur 24) kunnen vrijwel geen afwijkende sporen of structuren aangeduid worden. Door het feit dat deze ondiepe MG meting zo heterogeen tekent, kan aangenomen worden dat de bovenlaag van vrijwel het volledige gebied verstoord is. De variaties in deze MG meting stellen mogelijk verschillen in concentratie aan puinmateriaal of verschillen in dikte van de organisch rijke A-horizont of voor. Een andere optie is dat er in de gebieden met hogere MG verspreid baksteenpuin teruggevonden kan worden.




Figuur 14: MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) van de pandtuin.




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

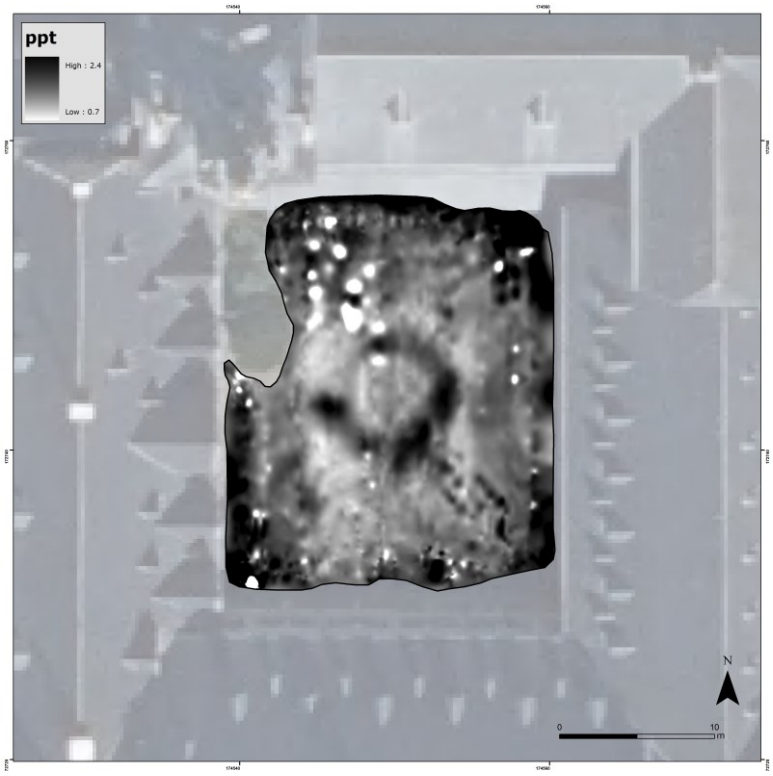
Figuren 16 en 17 tonen de MG metingen van de 2HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.8 m diepte). De 2HCP-MG meting van de pandtuin toont net ten zuidoosten van de cirkelvormige band de twee lineaire structuren die ook al op basis van de EG metingen onderkend konden worden en die mogelijk als van archeologische origine kunnen worden geïnterpreteerd (2 op Figuur 23). De cirkelvormige band 1 op Figuur 23 blijkt in deze meting opnieuw duidelijk tot uiting te komen,

waardoor aangenomen kan worden dat het afwijkend bodemvreemd materiaal van mogelijk archeologische origine binnenin de bovenste 0.8 m onder het maaiveld voorkomt. Mogelijk kan dit materiaal gerelateerd worden aan een vroegere fase van de pandtuin. Een andere hypothese kan zijn dat deze afwijkende band met verhoogde MG veroorzaakt is door de aanwezigheid van recent gestorte (metaalhoudende) baksteen- of puinresten (verbrand of verhit materiaal).

Zoals in de bespreking van de EG metingen aangehaald zijn vooral in de hoeken en aan de randen van de pandtuin extreme magnetische anomalieën zichtbaar in de metingen (3 op Figuur 23), veroorzaakt door ondergrondse metaalhoudende objecten. Deze tonen zich vooral door een verlaagde MG of een combinatie van een extreem hoge en lage MG en blijken niet echt te wijzen op het voorkomen van archeologische relicten omdat deze eerder als anomalieën veroorzaakt door ondiepe metalen objecten tekenen.

Verder blijkt ook uit deze meting dat in de band met verhoogde EG (1 op Figuur 23) lokaal zones met sterker verhoogde MG onderkend kunnen worden. Deze veroorzaken in dit signaal een sterkere afwijking indien de opvulling bestaat uit materiaal met een grotere concentratie aan metaal of organisch materiaal. Het kan zijn dat de vroegere uitgraving opgevuld werd met puinmateriaal, waarbij in de zones met hogere EG en MG het puinmateriaal dieper voorkomt en dus een grotere dimensie heeft of waarbij in die zones metalen objecten ingegraven zijn.

Het gehele westelijke deel van de gescande zone van de pandtuin blijkt verstoord in deze meting. In het gescande gebied van de verhoogde tuin blijkt in zone 8 en 9 op Figuur 24 de extreme signatuur van een grote metalen structuur aanwezig, vermoedelijk betreft het hier het tracé van de recent aangelegde rioolbuis. Deze manifesteert zich in deze meting als een combinatie van een extreem hoge en lage MG met een erg brede invloedssfeer waarbij mogelijke subtiele en dieper gelegen archeologische sporen in de nabijheid van deze structuur volledig gemaskeerd worden.




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



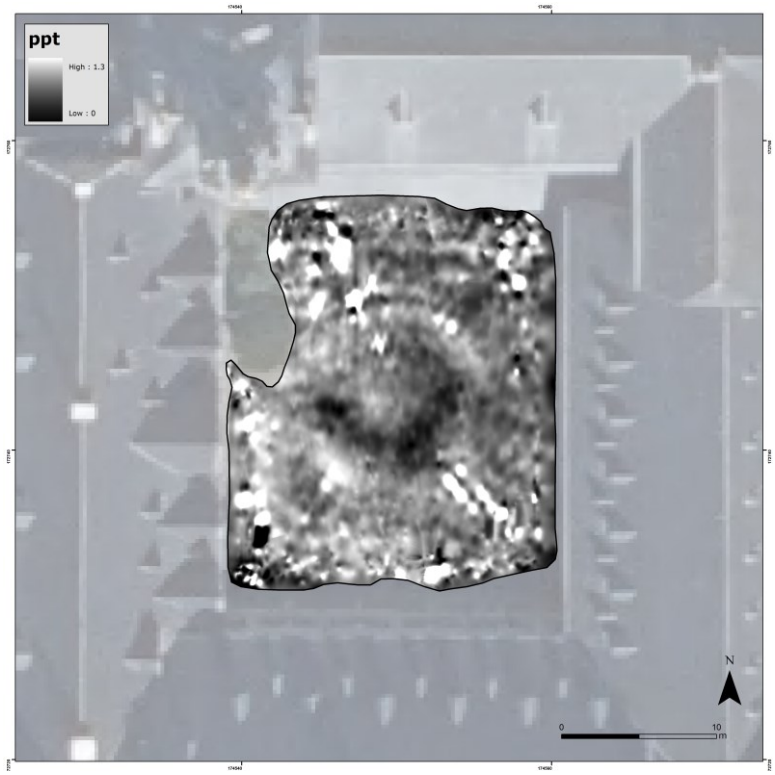

Figuur 17: MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) van de verhoogde tuin.

In de MG metingen van de 1PRP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in Figuren 18 en 19 blijkt afwijkende zone 9 op Figuur 24 duidelijk aanwezig als scherp afgelijnd spoor met verhoogde MG in de verhoogde tuin. Deze L-vormige band stelt vrijwel zeker de recent aangelegde ondergrondse riolering voor. Deze is dus vermoedelijk vrij diep aanwezig (ca. 1 m onder het maaiveld) vermits ze in

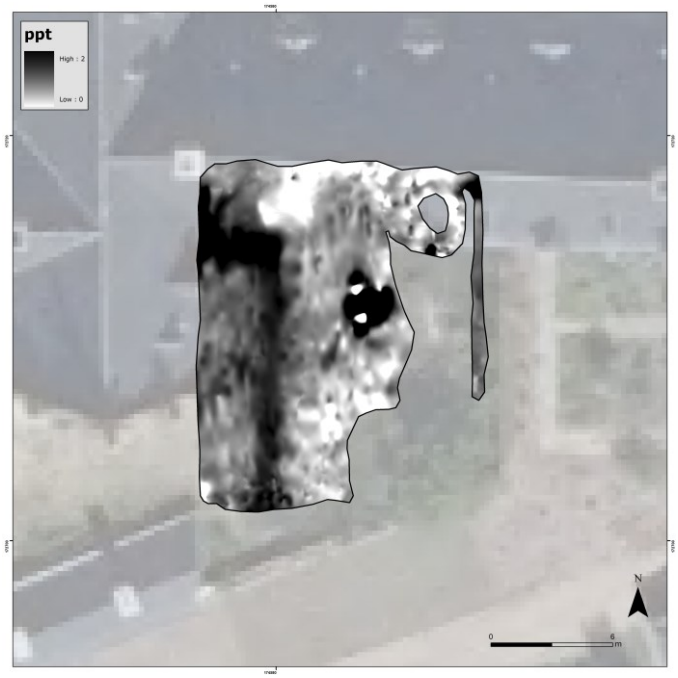
dit signaal prominent aanwezig is, waardoor kan aangenomen worden dat de meeste oudere (tuin)archeologische sporen in de westelijke zone van de verhoogde tuin vernietigd of verstoord zijn bij de aanleg van de riolering, waardoor het waarschijnlijk lijkt dat de vroegere archeologische niveaus van de verhoogde tuin sterk verstoord of vernietigd zijn.

In de pandtuin komen opnieuw de cirkelvormige band en de daaraan grenzende lineaire structuur (1 en 2 op Figuur 23) tot uiting. De andere sporen met sterke magnetische afwijking (bijv. aan de rand van het studiegebied) kunnen wijzen op de aanwezigheid van baksteen- of puinresten (verbrand of verhit materiaal), metaal en ander stortmateriaal.

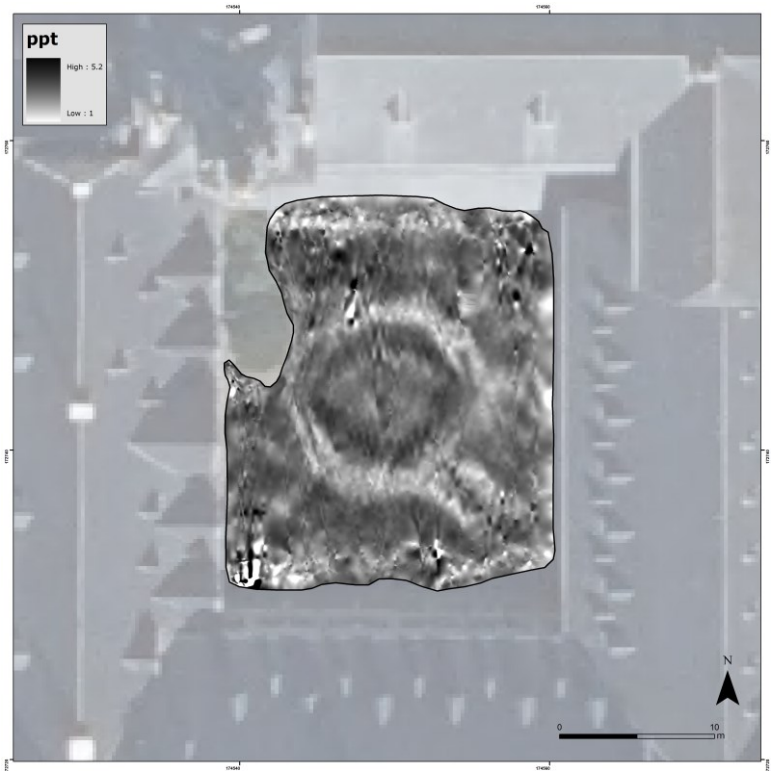
De MG meting met de 2PRP spoelconfiguratie in de pandtuin vertoont een geheel ander patroon in vergelijking met de hierboven besproken MG metingen. Zo blijkt een hoefijzervormige band met lage MG (5 op Figuur 23) zichtbaar rond de cirkelvormige zone met verhoogde EG en MG (1 op Figuur 23). Deze band met twee uitlopers naar het zuidoosten kan vermoedelijk gerelateerd worden aan een zone met minder organisch materiaal of meer compactie rond de centrale cirkelvormige zone. De afwijkingen in dit signaal lijken dus eerder gerelateerd aan ondiepe fenomenen. Ook blijkt de zone binnenin 1 op Figuur 23 een lagere MG te bevatten (6 op Figuur 23), wat erop kan wijzen dat daar materiaal met een lager gehalte aan organisch materiaal werd opgevoerd of aangebracht. De cirkelvormige band 1 op Figuur 23 blijkt een verhoogde MG te vertonen, wat kan wijzen op de aanwezigheid van meer organisch of baksteenhoudend materiaal in deze antropogene zone.




Figuur 18: MG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) van de pandtuin.



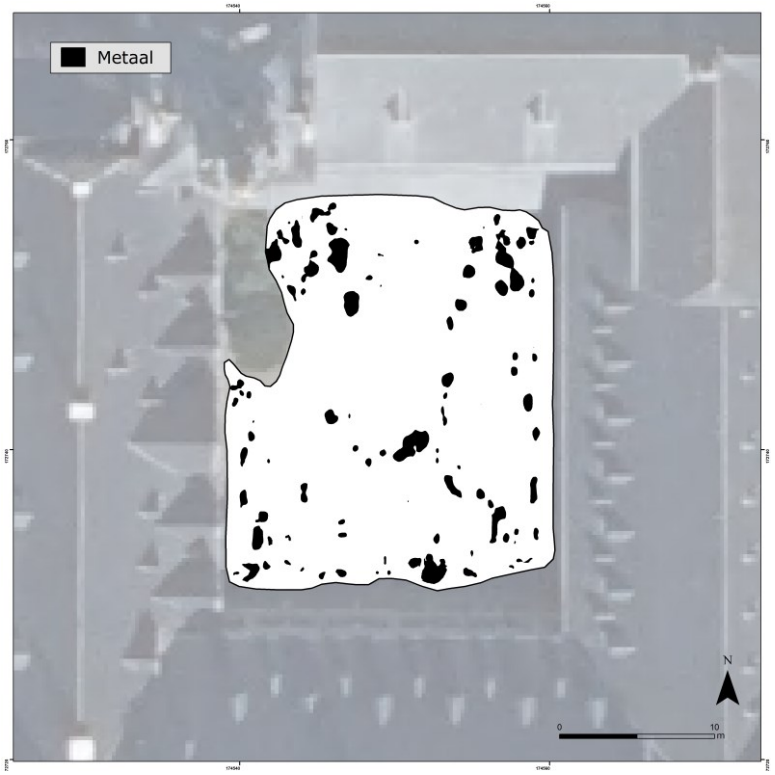

Figuur 19: MG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) van de verhoogde tuin.



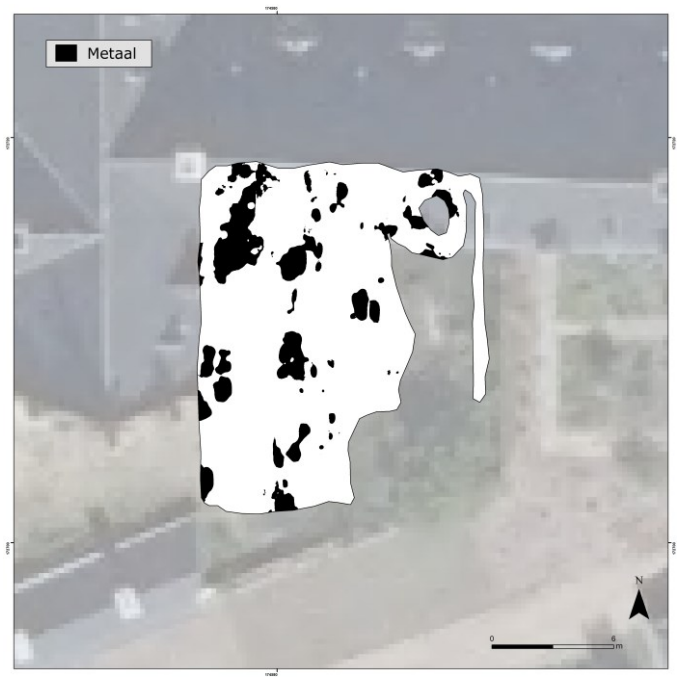

Figuur 20: MG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 2.0 m diepte) van de pandtuin.

## 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 21 en 22 tonen een aanduiding van de metalen verstoringen in de data veroorzaakt door metalen objecten in respectievelijk de pandtuin en de verhoogde tuin. De meeste gecategoriseerde anomalieën kunnen als vrij ondiep aanwezig metaal geïdentificeerd worden, en dit vooral aan de randen en in de hoeken van de pandtuin en in het westelijk deel van de verhoogde tuin. Vermoedelijk zijn deze veroorzaakt door recent ingegraven metalen objecten of structuren en achtergebleven puinmateriaal na de restauratie van de zijvleugels van de Abdij en wijzen deze dus niet op de aanwezigheid van archeologische relicten. Vermits deze meer geconcentreerd aan de randen van het studiegebied en eerder ondiep (binnen de bovenste 0.5 m onder het maaiveld) voorkomen kan besloten worden dat deze hoogstwaarschijnlijk niet op de aanwezigheid van metalen (ferro en non-ferro) archeologische relicten wijzen. In de cirkelvormige band 1 op Figuur 23 blijken vooral in het zuidelijk deel enkele metalen objecten aanwezig, vermoedelijk zijn daar dus gewapende of metalen elementen of massieven aanwezig. In de verhoogde tuin zijn heel wat metalen verstoringen aanwezig, en dit vooral in het recent verstoorde westelijke deelgebied.




Figuur 21: Aanduiding van de door begraven metalen objecten verstoorde zones in de pandtuin.




Figuur 22: Aanduiding van de door begraven metalen objecten verstoorde zones in de verhoogde tuin.

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

Op basis van zowel de EG als de MG metingen werden verschillende zones, structuren en kleinere sporen en/of objecten met lokaal afwijkende waarden aangeduid, en dit vooral in de pandtuin. Sommige daarvan kunnen mogelijk oudere fenomenen in de ondergrond voorstellen of gerelateerd zijn aan oudere fasen van bijvoorbeeld de pandtuin. Figuur 23 en 24 toont een overzicht van alle afwijkende zones in de EG en de MG metingen. In sommige gebieden zoals de zones met metaal anomalieën 3 en 7 op Figuren 23 en 24 en in de verstoorde zones 8 en 9 op Figuur 24 kunnen door de overvloedige aanwezigheid van verstoringen geen subtielere EG en MG variaties, die kunnen wijzen het voorkomen van diepere (bodem)sporen, worden aangeduid. Dit aanzienlijk aantal verstoringen zorgt er immers voor dat de subtiele verschillen in het studiegebied in grote mate gemaskeerd worden. Zo kunnen bodemverstoringen die vroegere uitgravingen voorstellen, dus waar de opvulling zich lokaal dieper onder het bodemoppervlak uitstrekt, in de verstoorde zones niet onderkend worden op basis van de EG en MG signalen.

Figuur 23 toont een overzicht van alle afwijkende zones of sporen in de EG en de MG metingen in de pandtuin. De complementariteit tussen de EG en MG signalen blijkt het feit dat met de EG en de MG de conductievere (opgevulde?) zone of band kon worden onderkend (1 op Figuur 23), net als twee daaraan grenzende lineaire structuren in het zuidoosten (2 op Figuur 23), terwijl met de MG signalen lineaire sporen die mogelijk ondergrondse funderingen/muurresten, puinmateriaal of zones met verhoogd gehalte aan organisch materiaal werden gekarteerd (4 op Figuur 23) ten zuidwesten van het cirkelvormig spoor. Daarnaast konden zones met meer en minder organisch materiaal en/of compactie onderkend worden op basis van de 2PRP-MG meting (5 en 6 op Figuur 23). Met de EG en MG metingen van de pandtuin konden dus mogelijke uitgravingssporen met een opvulling met afwijkende bodemtextuur en gehalte aan metaal en/of baksteenpuin en organische aanrijking worden onderkend. Deze uitgravingssporen of delen ervan zijn opgevuld met materiaal dat een andere EG en/of MG bevat ten opzichte van de natuurlijke zandige ondergrond. Deze afwijkingen kunnen dus

mogelijk wijzen op het voorkomen van ondergrondse restanten of sporen van oudere origine gerelateerd aan oudere fasen van de pandtuin. Er kan dus aangenomen dat in het centraal deel van de pandtuin diverse relicten gerelateerd aan oudere fasen van de pandtuin kunnen teruggevonden werden vermits daar enkele duidelijk afgelijnde sporen met regelmatige vorm werden opgemerkt in de EMI metingen.

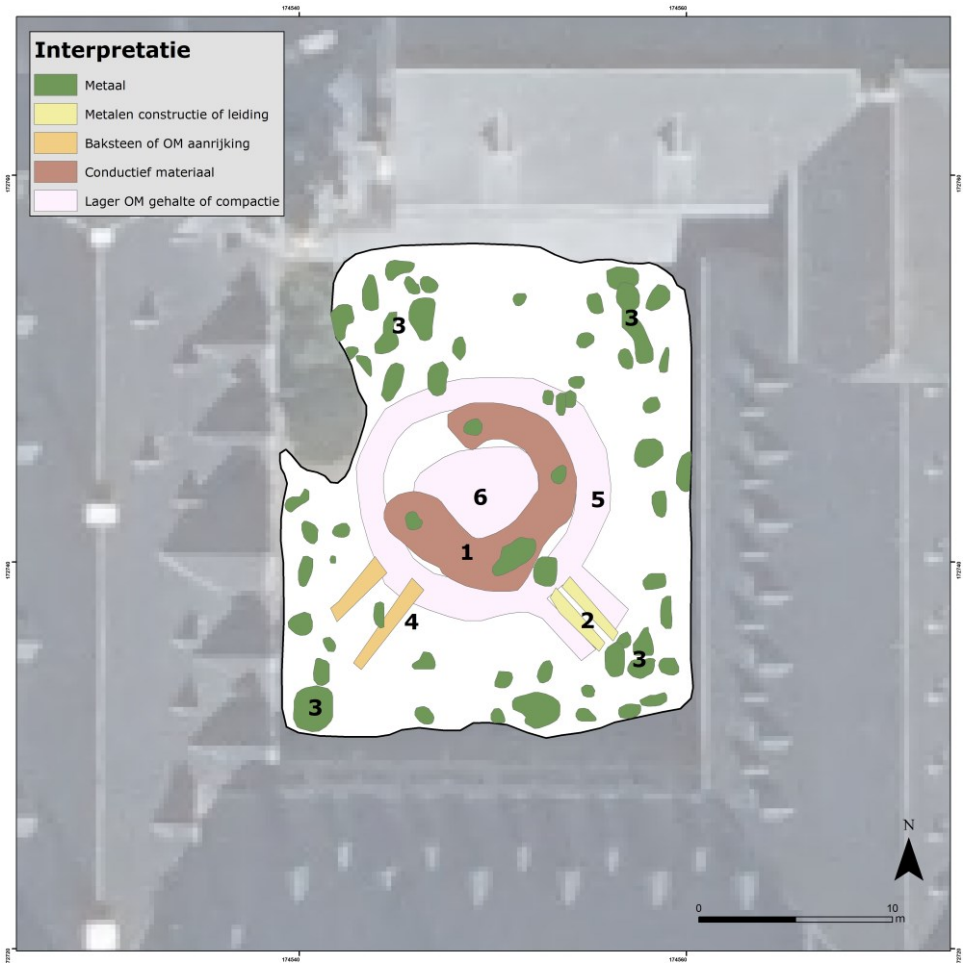
Buiten de afwijkingen in het centraal deel van de pandtuin zijn de EG en MG variaties in de omliggende gebieden van de pandtuin en in de verhoogde tuin erg gering of extreem verstoord door de aanwezigheid van oppervlakkig metaal. Indien in die zones oudere bodemsporen aanwezig zijn, wijkt de EG en MG van deze sporen slechts miniem af van het omgevend bodemmateriaal of zijn de dimensies van de opvullingen erg beperkt, waardoor deze geen detecteerbaar contrast in de EG metingen veroorzaken. Op die manier en kunnen subtiel aanwezige oudere fasen van de pandtuin niet onderkend worden in de metingen.

Zowel de EG als MG metingen konden een aantal potentieel archeologisch interessante anomalieën en/of zones aanduiden, en dit vooral in het centraal deel van de pandtuin. Deze sporen kunnen opgevulde uitgravingssporen, baksteenconcentraties of metaalhoudend materiaal in de ondergrond voorstellen en dus potentieel gerelateerd worden aan oudere fasen van de tuininrichting van de pandtuin. Om aan al deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen dienen gerichte terreinobservaties (in de eerste plaats gerichte boringen) uitsluitsel 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.

Een overzicht van de hierboven aangeduide anomalieën met een beschrijving van hun corresponderende interpretatie wordt hieronder gegeven:

| Anomalie | Interpretatie | Geofysisch | Beschrijving |
|---|---|---|---|
| 1 | Opgevulde zone, (metaalhoudend) materiaal met hogere conductiviteit, oudere fase van de pandtuin | EG en MG | Hogere EG en MG, zone gevuld met metaalhoudend en/of kleiiger/organischer materiaal |
| 2 | Twee paralelle lineaire metalen structuren of delen van een leiding | EG en MG | Extreme EG en MG |
| 3 en 7 | Ondiepe aanwezige massieve metalen objecten | EG en MG | Extreme EG en MG |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | Uitgravingssporen, bakstenen muurrestanten of funderingen, lineaire banden met verhoogde MG | MG | Verhoogde MG, zone gevuld met baksteenhoudend of organischer materiaal |
| 5 | Vroegere of huidige fase van de tuin, zone met afwijkend gehalte aan organisch materiaal | MG | Cirkelvormige band met verlaagde MG en twee zuidoostelijke extensies |
| 6 | Centrale zone met lagere MG, opgevoerd materiaal? | MG | Cirkelvormige zone met lager gehalte aan organisch materiaal |
| 8 | Verstoorde zone met hoge EG en MG, recente uitgraving opgevuld met afwijkend (puin)materiaal | EG en MG | Heterogene en verhoogde EG en MG in rechthoekige zone |
| 9 | Riolering, leiding, band met verhoogde EG en MG | EG en MG | Hoge EG en MG in lineaire band |




Figuur 23: Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in de pandtuin.

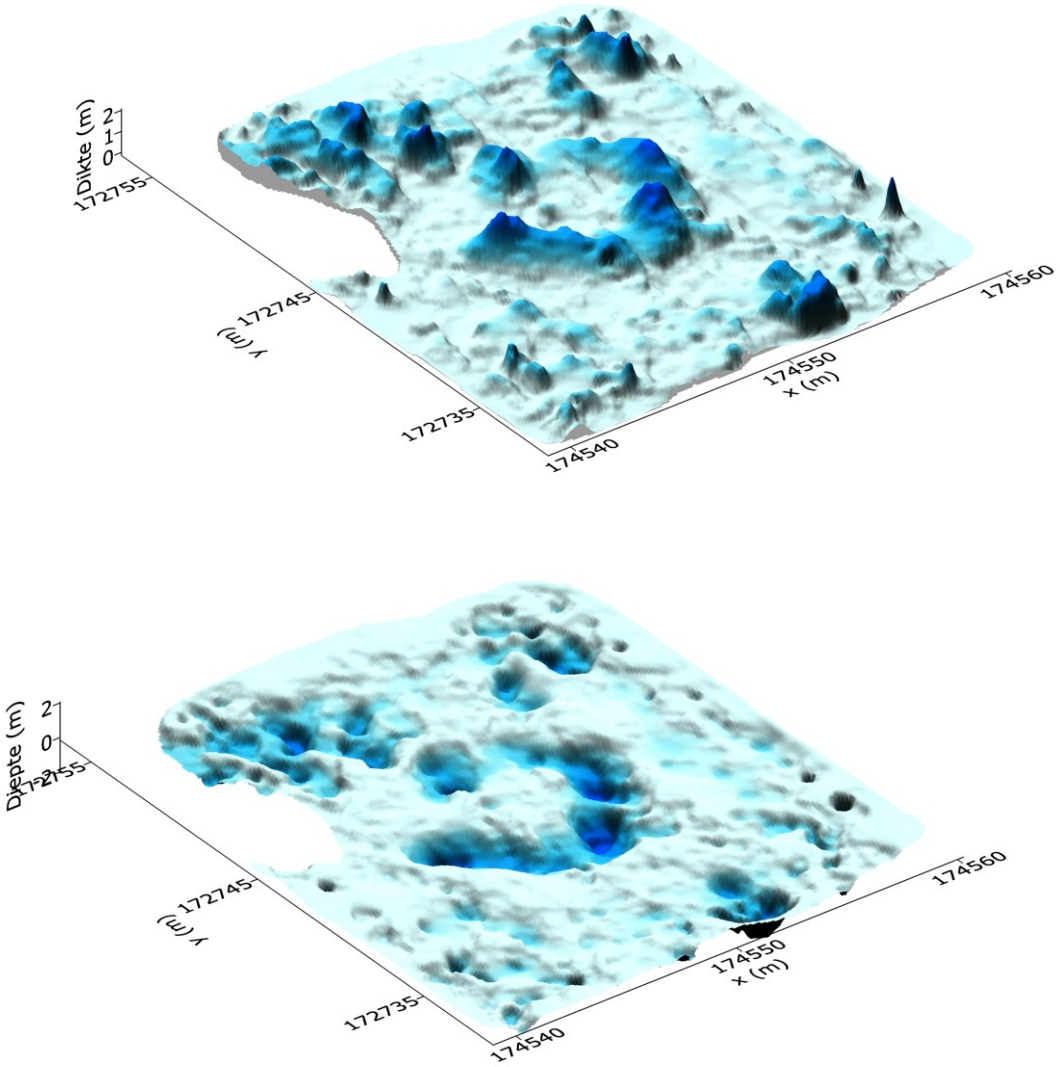



Figuur 24: Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in de verhoogde tuin.

## 6. Dieptemodellering

De simultane registratie van de EG van meerdere bodemvolumes laat toe om op elke meetlocatie een combinatie te doen van de EG metingen van de verschillende spoelconfiguraties om het vooropgestelde model van de bodemopbouw gedetailleerd te benaderen. Er kan dus op elke plaats via een 1-D dieptemodellering een inschatting van de diepte tussen de verschillende lagen (en/of EG van de lagen) gemaakt worden.

De grens tussen de cirkelvormige opvulling 1 op Figuur 23 en onderliggende bodemlaag, gemodelleerd door integratie van de EG metingen in de gescande zone, wordt weergegeven in Figuur 25. Dit oppervlak blijkt de ondergrens van de opvulling mooi voor te stellen in het DTM. Zo blijken de bepaalde zones in deze cirkelvormige band dieper opgevuld. Verder blijkt er vrijwel geen afwijkende vulling aanwezig in het noordoosten van de band, terwijl het zuidelijk deel vrij diep opgevuld blijkt, wat bevestigt dat in sommige zones vroeger een bredere en diepere opvulling aangetroffen kan worden of dat sommige zones opgevuld zijn met materiaal dat sterker contrasteert (metaal?). Bij deze modellering wordt er immers van uitgegaan dat de EG van de opvulling dezelfde is voor de volledige centrale band, waardoor in de zones met hogere EG de opvulling dikker voorspeld wordt. Deze methodiek kan dus toegepast worden om op een kosten- en tijdsefficiënte manier dieptes, diktes en volumes aan contrasterende bodemlagen in kaart te brengen om zo de opvulling van vroegere uitgravingen tot op een welbepaald niveau te reconstrueren.




Figuur 25: 3D voorstelling van de dikte van de conductieve opvulling (boven) en de diepte van de grens tussen de opvulling en de onderliggende zandlaag (onder).

# 5. Resultaten GPR

## 1. Verwerking en duiding schaal

Bij de verwerking van de data werd het achtergrondsignaal uit de GPR data verwijderd, zodat de beelden sterker focussen op anomalieën en afwijkende zones. Omdat het signaal attenueert (uitdooft) met toenemende diepte, wordt voor de visualisatie een theoretische 'gain' functie toegepast. Hierbij wordt gepoogd om op elke horizontale doorsnede van het 3D-datavolume eenzelfde gemiddelde reflectiesterkte te verkrijgen.

Nadat alle GPR profielen werden samengevoegd werden dieptedoorsneden gemaakt die toelieten om het laterale verloop van bepaalde ondergrondse fenomenen duidelijk zichtbaar te maken. Vervolgens werd in de dieptedoorsneden en profielen vooral gefocust op zones met afwijkende reflectiewaarden. Zowel de dieptedoorsneden als de GPR profielen werden in een zwart-wit kleurenschaal getoond om het contrast zo duidelijk mogelijk weer te geven, waarbij donkere zones gebieden met hogere reflectiewaarden in vergelijking met de omgeving voorstellen.

## 2. GPR dieptedoorsneden

Gezien het homogeen deel van de pandtuin en het oostelijk deel van de verhoogde tuin uit een natte, zandige ondergrond bestond, werd de permittiviteit voor het gehele gescande gebied ingesteld op 12.

Er dient op gewezen te worden dat GPR een tijdsmeting verricht, en niet een dieptemeting. Vandaar dat de weergegeven diepte (in m) niet als exact geïnterpreteerd kan worden. Deze diepte wordt immers afgeleid op basis van de ingestelde relatieve permittiviteit van het onderliggende materiaal, die voor deze studie werd ingesteld op basis van literatuurgegevens.

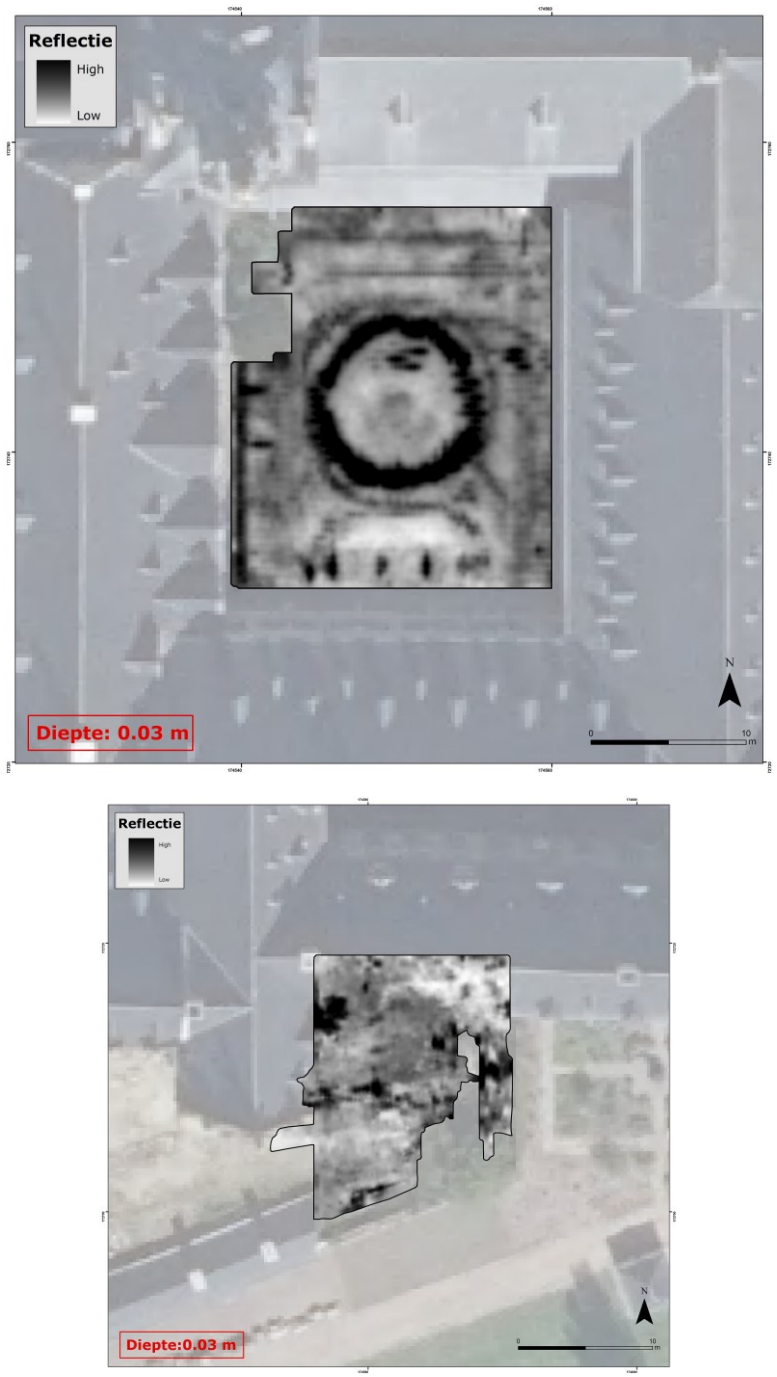
Daarenboven kan gesteld worden dat het dieptebereik enerzijds wordt bepaald door de gekozen frequentiebereik waarop het hoog-frequente elektromagnetische signaal wordt uitgezonden, maar anderzijds vooral afhankelijk is van de vochttoestand van de bodem. Op voorhand kan bij benadering ingeschat worden of het signaal tot op de afwijkende structuren kan penetreren, maar pas tijdens de meting kan dit worden bevestigd.

Op basis van de opgemeten GPR profielen blijkt dat de datakwaliteit in het studiegebied over het algemeen erg goed is, met duidelijk aanwezige en onderscheidbare reflecties, wat wijst op de aanwezigheid van een aantal sterk contrasterende structuren of fenomenen in de ondergrond. Op grotere diepte (> 1.8 m) wordt het moeilijker om contrasterende patronen te onderscheiden en op een diepte vanaf 2.0 m onder het maaiveld wordt het GPR signaal gedomineerd door ruis. De GPR dieptedoorsneden werden dus tot op een diepte van ongeveer 2.0 m in detail verwerkt. In de praktijk blijken de meeste afwijkende zones en structuren zich in de bovenste anderhalve meter te bevinden.

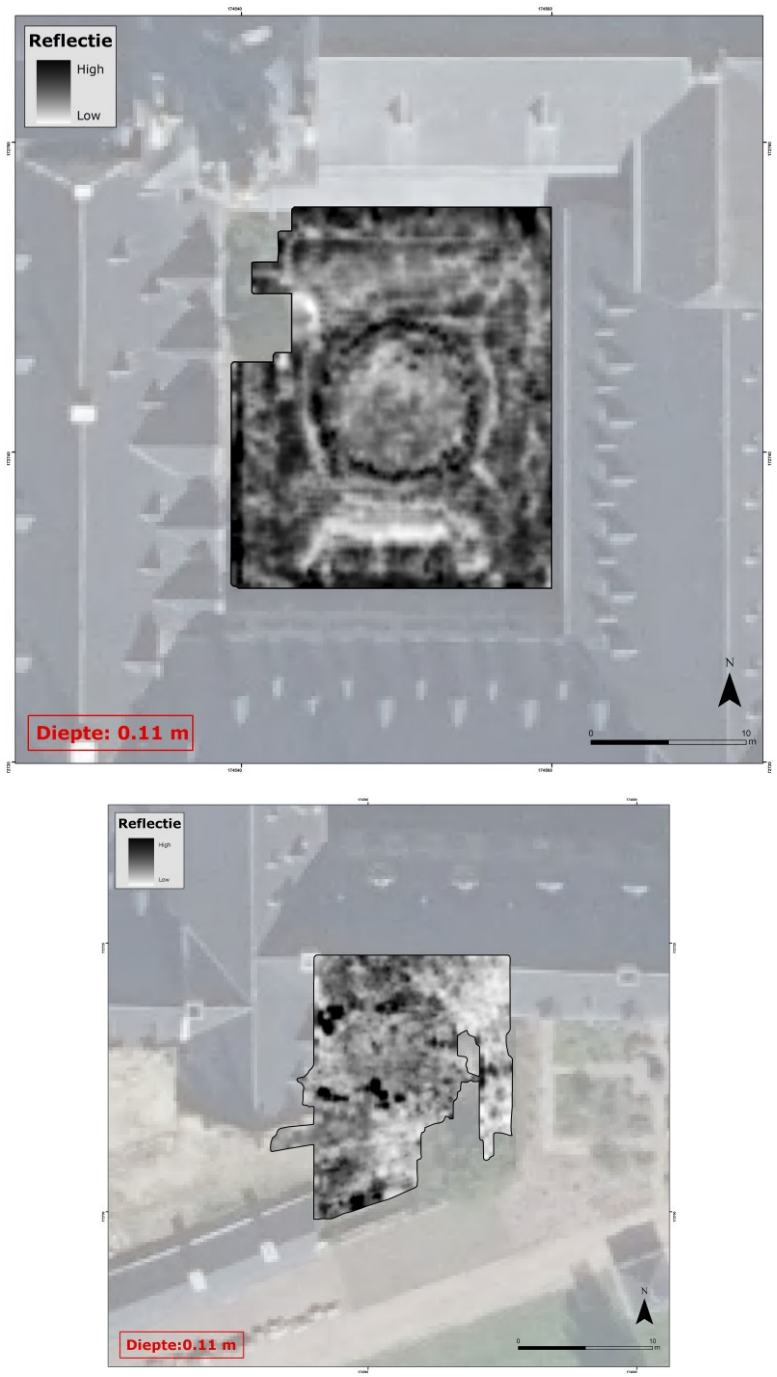
De meest oppervlakkige GPR doorsnedes (tot een diepte van 0.18 m) tonen vooral sterke reflecties in centraal deel van het studiegebied (Figuren 26, 27 en 28), en dit op de locaties waar er stenen rond de cirkelvormige zone op het terrein aanwezig waren (1 op Figuur 47). Tijdens de GPR meting werd immers met de mobiele configuratie over de stenen gereden. Net daarrond bevindt zich een cirkelvormige zone met twee extensies naar het zuidoosten (2 op Figuur 47). Deze zone werd in de MG metingen gedetecteerd (5 op Figuur 24) en geïnterpreteerd als een oppervlakkig gecompacteerde zone (al dan niet met minder organisch materiaal) rond de centraal afgebakende cirkelvormige zone.

In het westen blijkt een lineaire zone met sterke reflecties waarneembaar net naast het gekasseid pad (3 op Figuur 47). Deze hogere reflectiewaarden zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door een hoger vochtgehalte net naast het pad. Daarenboven blijken nog kleinere enkele zones met verhoogde reflectie aanwezig in de oppervlakkige slices, deze zijn vrijwel zeker veroorzaakt door plassen met water aan het oppervlak (bijvoorbeeld 8 op Figuur 47), vermits het terrein vrij nat was bij de aanvang van de GPR scan en in de zones met water aan het oppervlak het signaal niet kan doordringen in de ondergrond. Deze afwijkende reflectiewaarden kunnen dus veroorzaakt zijn door oppervlakkige of ondiepe fenomenen in de pandtuin. Het kan echter niet uitgesloten worden dat deze gerelateerd zijn aan vroegere (eerder recente) fasen van de pandtuin, zo lijken afwijkende zones 2 en 4 op Figuur 47 met respectievelijk hogere en lagere reflectiewaarden vrij regelmatig van vorm en patroon (cirkelvormige structuur en lineaire extensies naar de hoeken), waardoor niet uitgesloten kan worden dat deze gecompacteerde zones of zones met licht andere bodemopbouw in de bovenste 20 cm onder het maaiveld voorstellen.

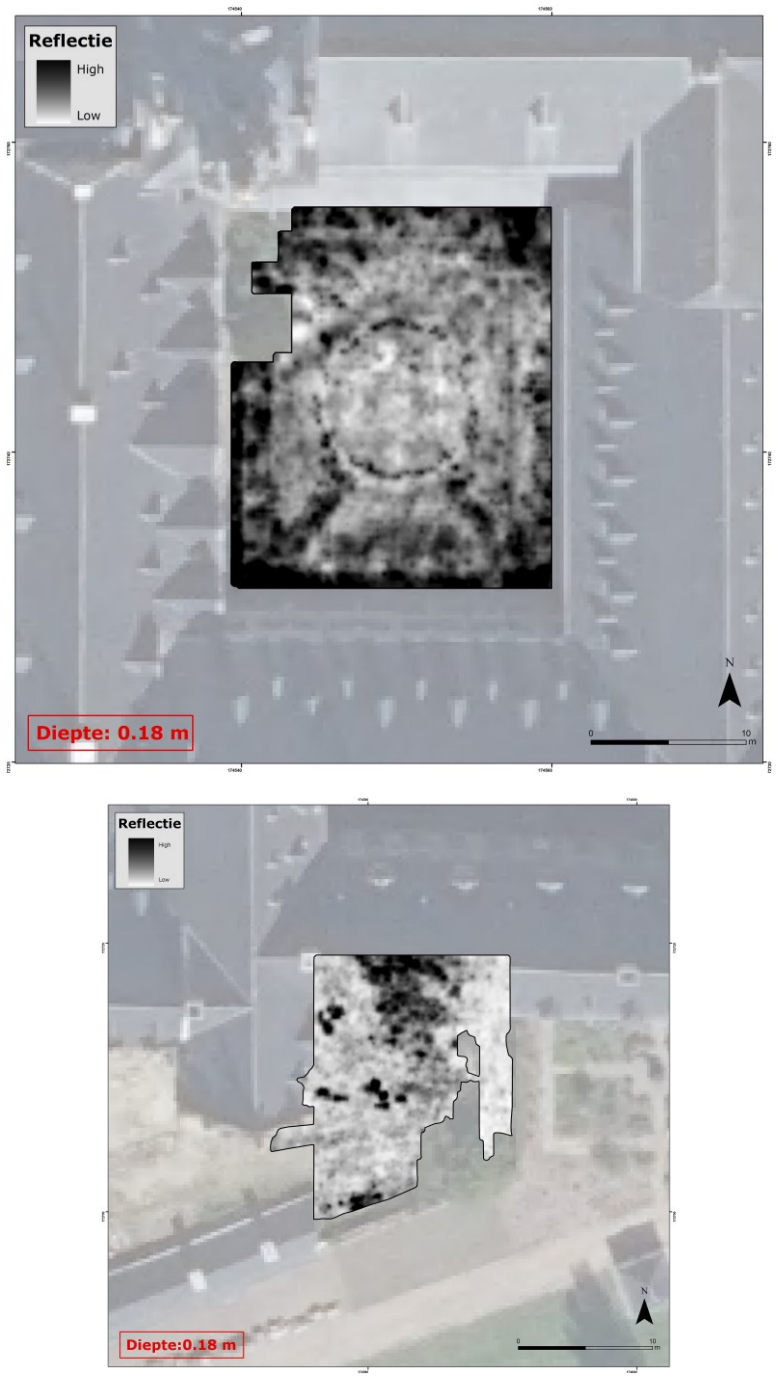
In de verhoogde tuin zijn enkele sterk afwijkende vierkante en rechthoekige zones aanwezig in de meest oppervlakkige doorsneden. Deze zijn veroorzaakt door de reflectie in of op de putten die recent aangelegd zijn bij de rioleringswerkzaamheden (10 en 11 op Figuur 51) of in gebieden waar er vrij ondiep puinmateriaal in de ondergrond (in het oostelijk deel van de gescande zone) teruggevonden kan worden.




Figuur 26: Horizontale GPR doorsnede op 0.03 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).




Figuur 27: Horizontale GPR doorsnede op 0.11 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



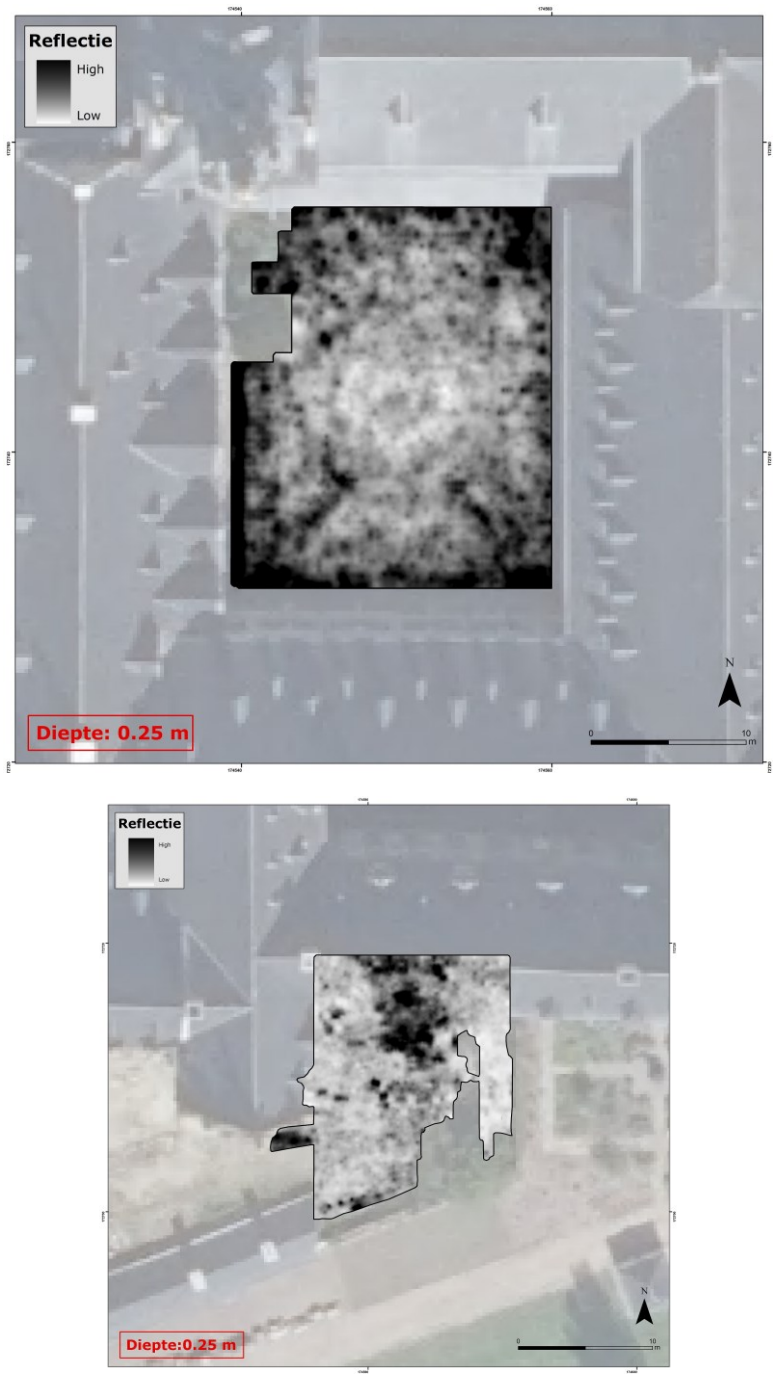

Figuur 28: Horizontale GPR doorsnede op 0.18 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

In de doorsnedes op een dieptes van 0.25 m tot en met 0.45 m (Figuren 23 tot en met 32) konden vooral aan de randen van de pandtuin sterk afwijkende reflectiewaarden worden gedetecteerd. Deze zijn vermoedelijk veroorzaakt door het hoger vochtgehalte nabij de gebouwen van de Abdij. Na de regenbuien de nacht voor de GPR scan is er immers veel water van de daken afgespoeld en terecht gekomen aan de randen van de pandtuin.

Vanaf een diepte van 0.32 à 0.39 m komt centraal een cirkelvormige band met hogere reflectiewaarden tot uiting in de doorsneden, en dit op de locatie waar in de EMI metingen verhoogde EG en MG waarden werden vastgesteld. In de GPR slices blijkt het een ononderbroken cirkelvormige, 2.5 m brede band met verhoogde reflectie te zijn en lijkt deze band eerder uit een heterogene combinatie of cluster aan anomalieën te bestaan, wat het vermoeden bevestigd dat daar afwijkend puinmateriaal in de ondergrond teruggevonden kan worden (5 op Figuur 47). De hier aangetroffen structuur correleert dus grotendeels met het EMI spoor 1 op Figuur 24, die als mogelijk van antropogene of archeologische oorsprong aanzien kan worden en mogelijk gerelateerd is aan vroegere fasen van de inrichting van de pandtuin. Zo kan dit afwijkend spoor veroorzaakt zijn door concentraties aan afwijkende stenen objecten of funderingen of heterogeen of gecompacteerd bodemmateriaal vanaf een diepte van ca. 0.35 m tot 0.8 m onder het bodemoppervlak. Vermits deze hogere reflectiewaarden in de diepte niet aanwezig blijven, stellen deze geen holtes in de ondergrond voor. Het merendeel van deze afwijkende structuren verdwijnt bij de doorsneden op grotere dieptes, waardoor besloten kan worden dat deze fenomenen vermoedelijk geen natuurlijke variaties in de ondergrond voorstellen.

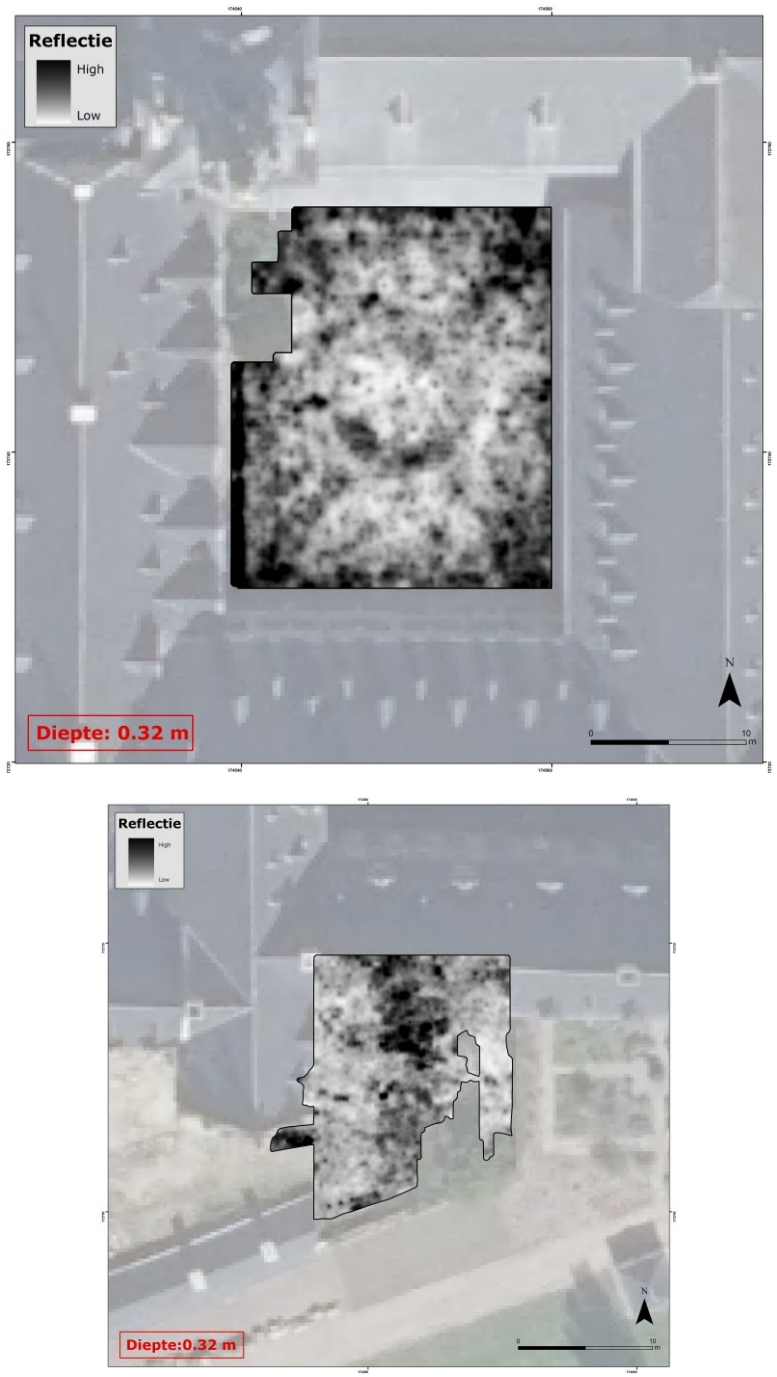
Verder blijkt nog een lineaire concentratie aan reflecties aanwezig in het westelijk deel van het studiegebied (7 op Figuur 47), die te wijten kan zijn aan het voorkomen van een vroegere opgevulde greppel, buis of leiding. Net ten noordwesten van de cirkelvormige band komt een heterogene verzameling van sterke reflecties tot uiting. Deze sterk afwijkende anomalieën werden opgemerkt als extreem afwijkende EMI anomalieën en stellen daarom metalen objecten in de ondergrond voor. Het vermoeden is dat deze anomalieën geen archeologische sporen, structuren of relicten in de ondergrond voorstellen vermits deze onregelmatig van vorm zijn en vrij ongeordend voorkomen, maar potentieel kunnen deze bijvoorbeeld wel wijzen op archeologische relicten omdat deze dieper onder het maaiveld voorkomen. Voor het overige blijken geen scherp afgelijnde en grotere sporen in deze dieptedoorsneden aanwezig, wat bevestigt wat reeds op basis van de EMI scans kon worden besloten.

In de verhoogde tuin werden heel sterke reflectiewaarden centraal in het noordelijk deel gedetecteerd. Deze grotere afwijkende zones 10 en 12 op Figuur 51 kenmerken zich als heterogene concentraties of clusters aan afwijkende anomalieën, wat bevestigt dat op die locatie heterogeen (gestort) puinmateriaal teruggevonden kan worden vanaf ongeveer 0.35 m onder het bodemoppervlak. Iets dieper bevinden er zich vooral in het zuiden van de verhoogde tuin concentraties aan anomalieën met sterke reflectiewaarden (in de buurt van 11 op Figuur 51). Opnieuw lijken deze vooral veroorzaakt door puinmateriaal en overblijfselen van de aanleg van het gescheiden rioleringsstelsel.



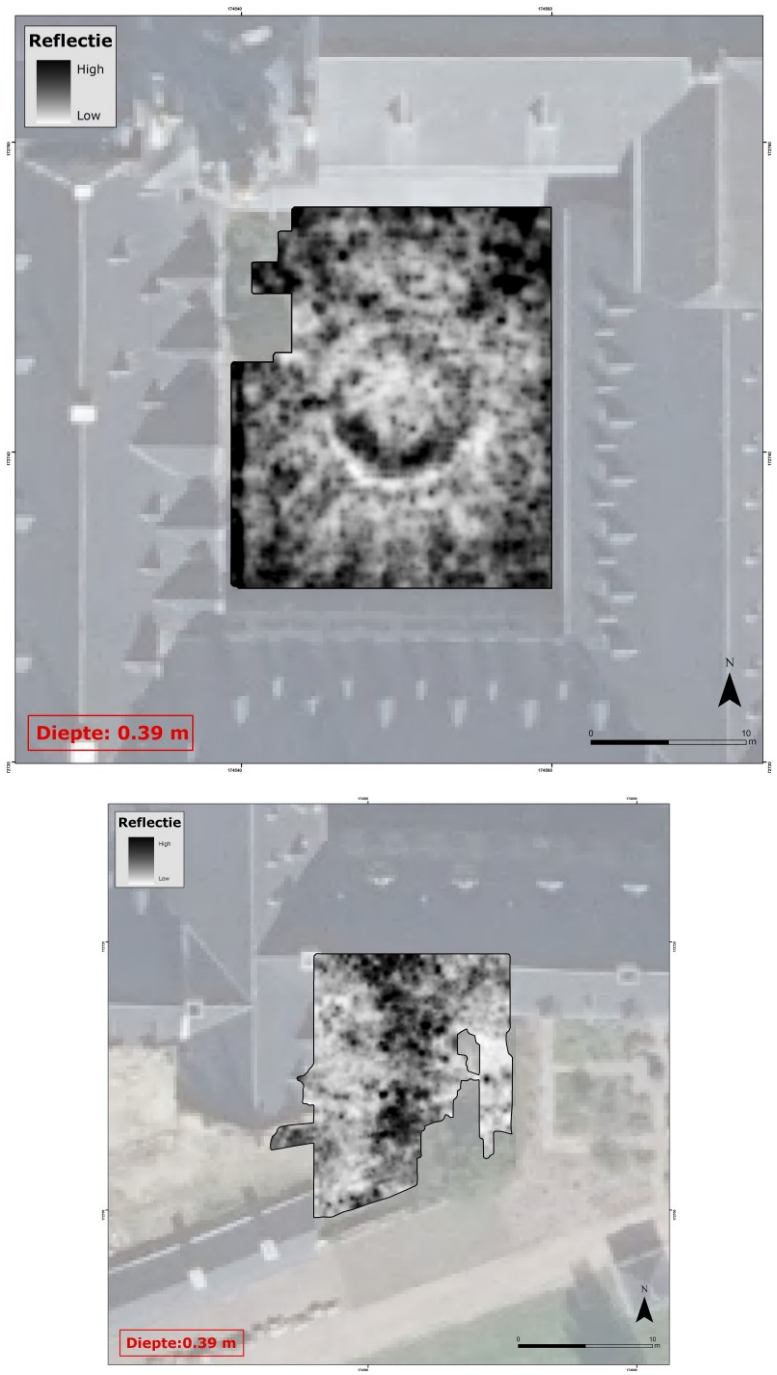

Figuur 29: Horizontale GPR doorsnede op 0.25 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin)

.



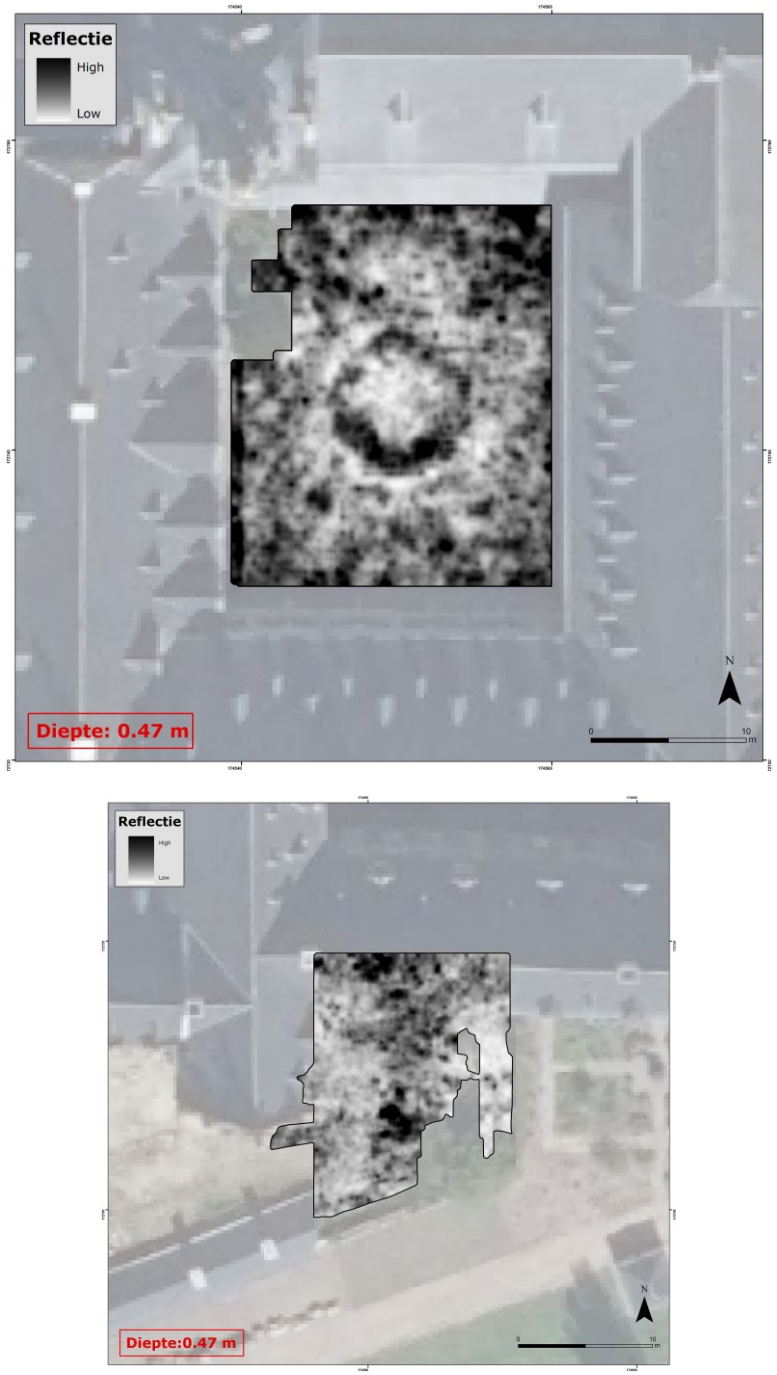

Figuur 30: Horizontale GPR doorsnede op 0.32 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

.




Figuur 31: Horizontale GPR doorsnede op 0.39 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

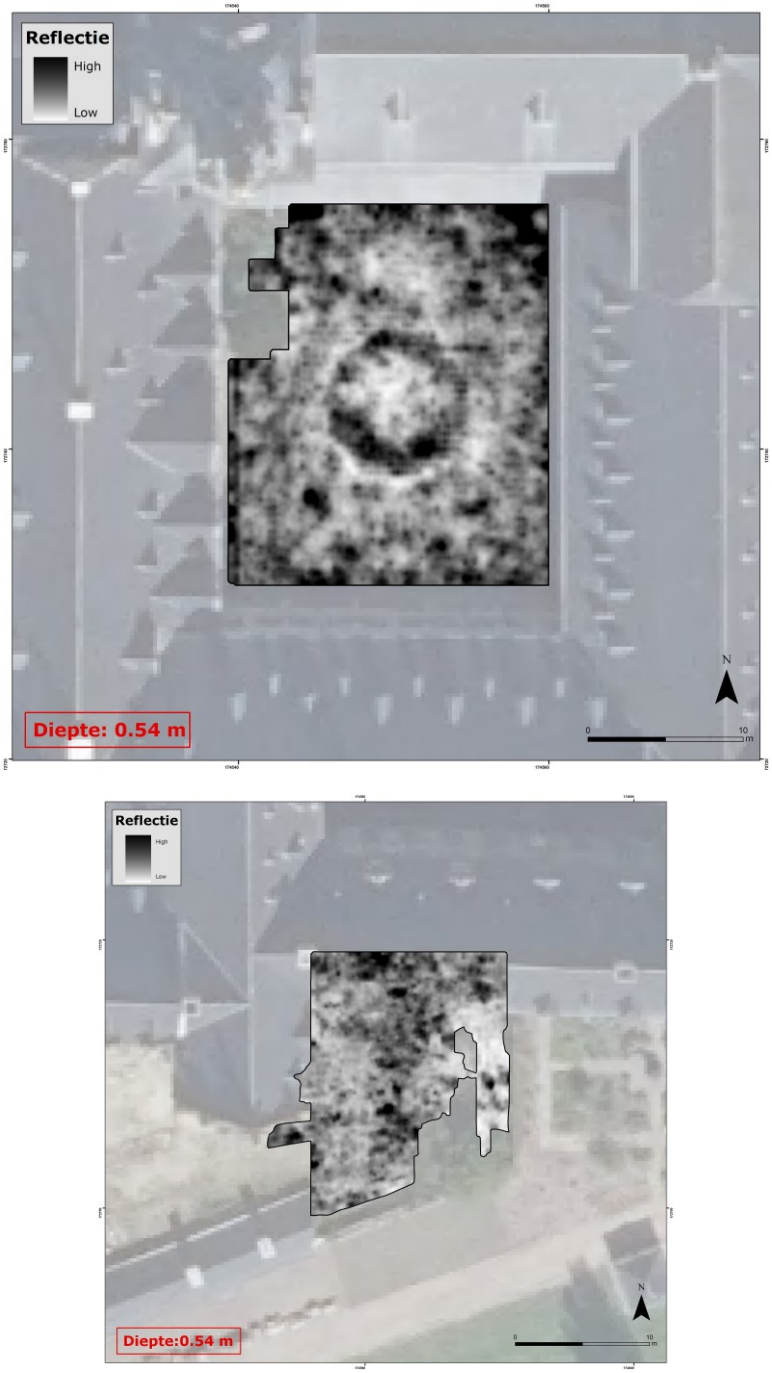
.



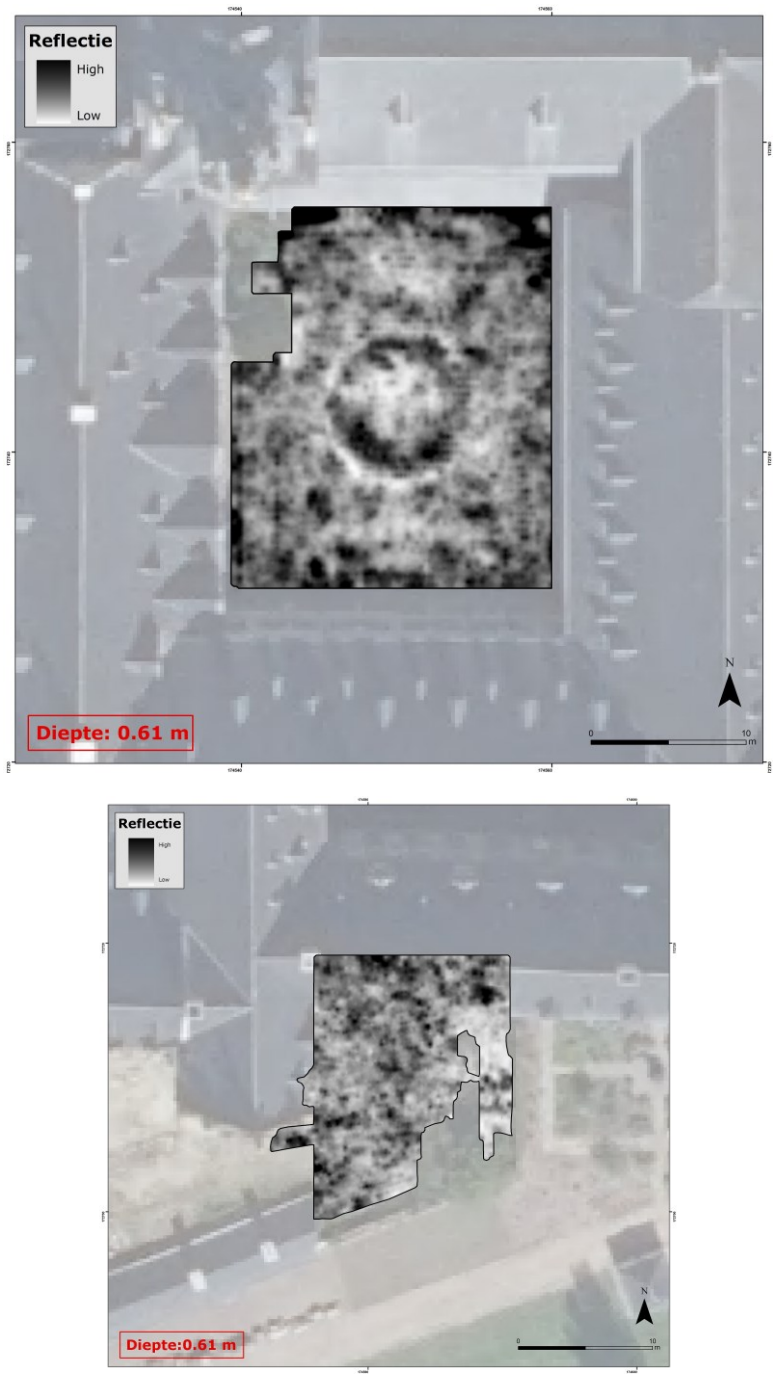

Figuur 32: Horizontale GPR doorsnede op 0.47 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

In de iets diepere GPR dieptedoorsneden (Figuren 30 t.e.m. 37), valt het op dat in het oosten en westen van de pandtuin enkele lineaire zones met verhoogde reflectiewaarde waarneembaar zijn. In die zones kunnen mogelijk (water)leidingen in de ondergrond teruggevonden worden (Figuur 36). De meeste diepere afwijkende zones zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door concentraties of grotere stukken puinmateriaal of heterogeen of gecompacteerd bodemmateriaal in de ondergrond. Indien deze niet op de locaties van EMI anomalieën voorkomen kunnen deze de locatie van natuurstenen overblijfselen verraden. Zo kunnen (delen van) anomalieën 6 en 7 op Figuur 47 veroorzaakt zijn door stenen of betonnen relicten in de ondergrond.

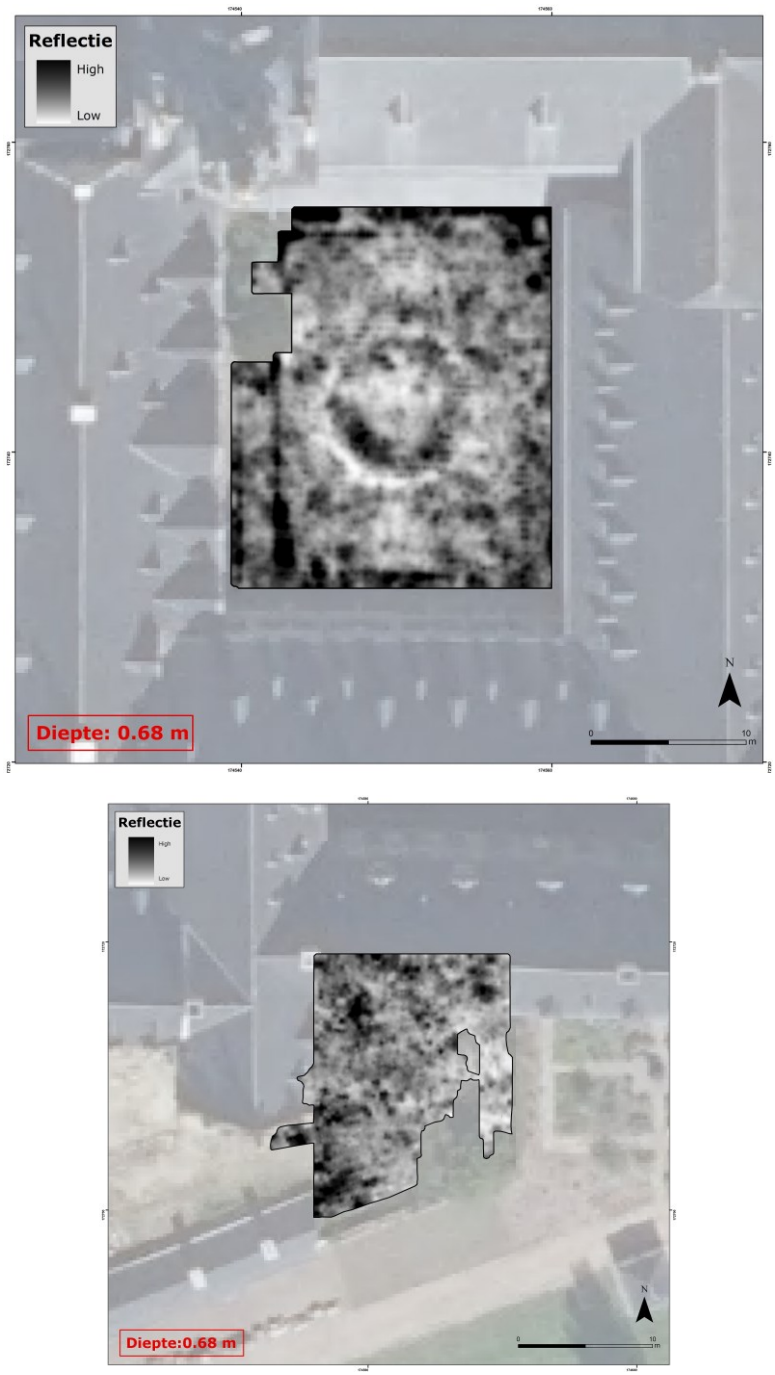
In de verhoogde tuin blijkt centraal een heterogene verzameling aan anomalieën met sterke reflectiewaarden aanwezig. Deze kunnen, door hun vorm en signatuur, vrijwel zeker toegeschreven worden aan het voorkomen van puinmateriaal in de ondergrond (10 en 11 op Figuur 51).



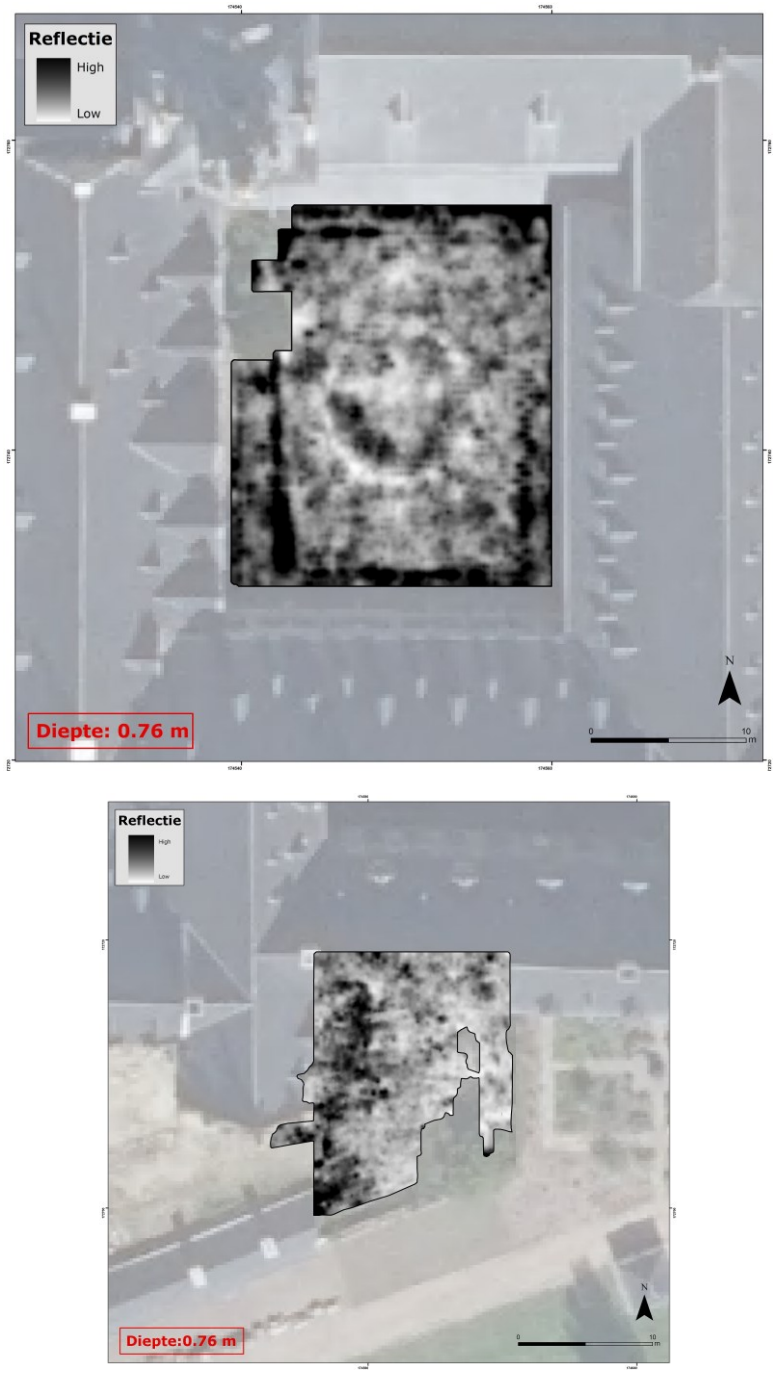

Figuur 33: Horizontale GPR doorsnede op 0.54 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



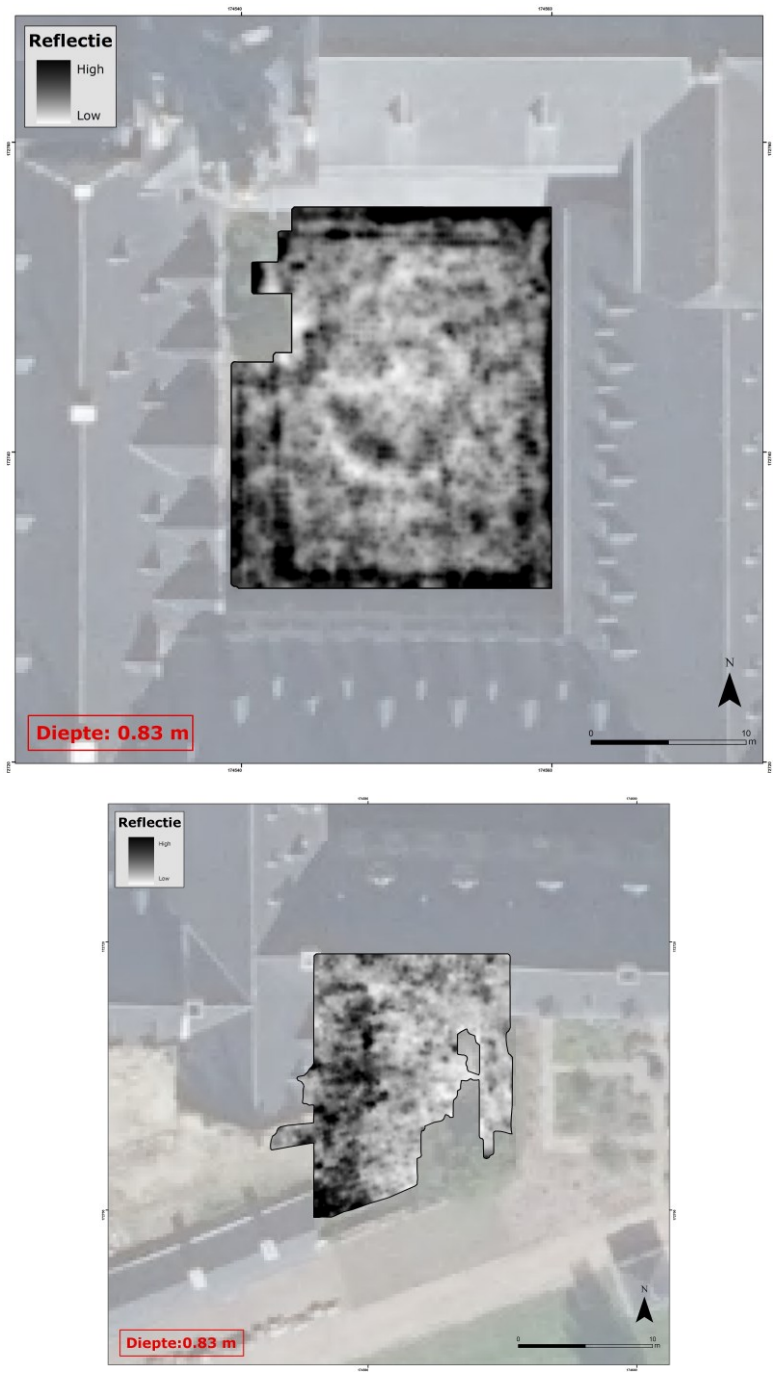

Figuur 34: Horizontale GPR doorsnede op 0.61 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).




Figuur 35: Horizontale GPR doorsnede op 0.68 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).




Figuur 36: Horizontale GPR doorsnede op 0.76 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

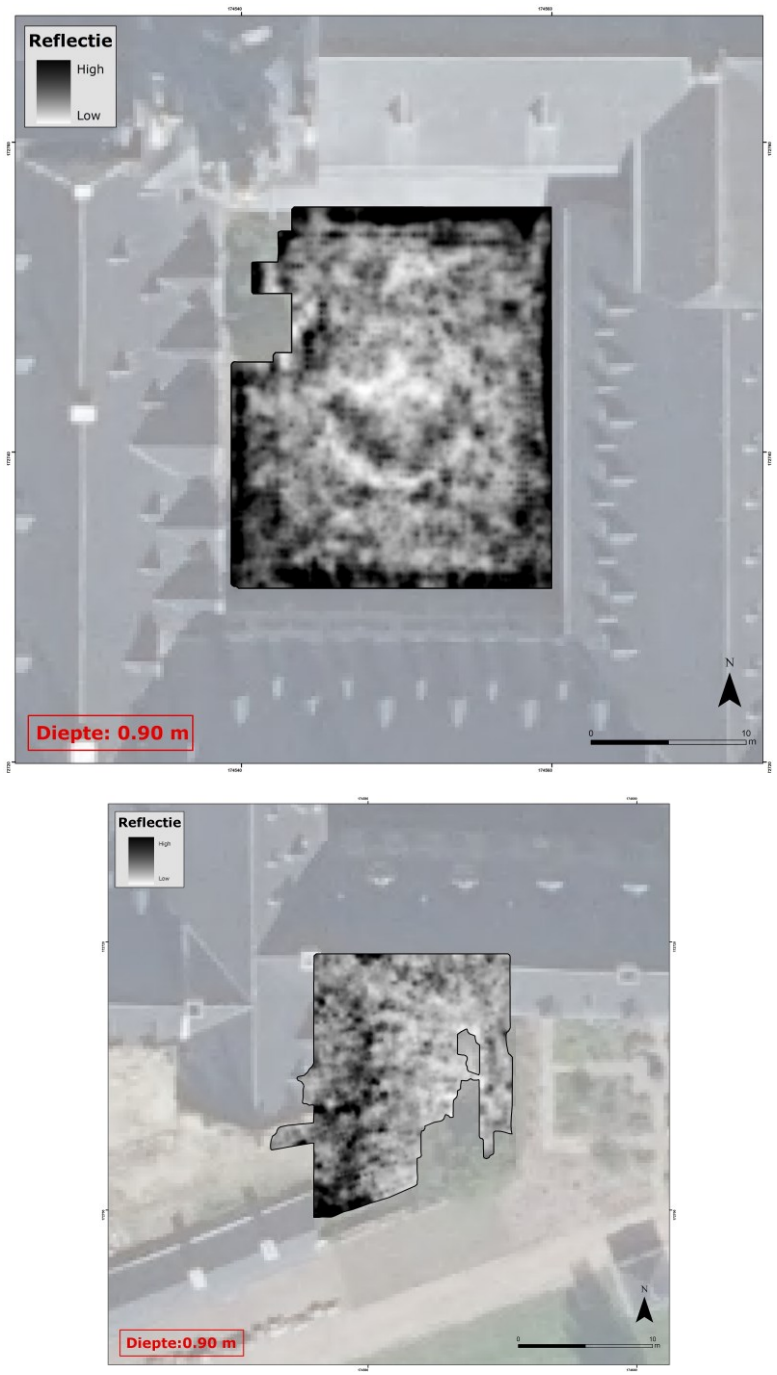



Figuur 37: Horizontale GPR doorsnede op 0.83 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

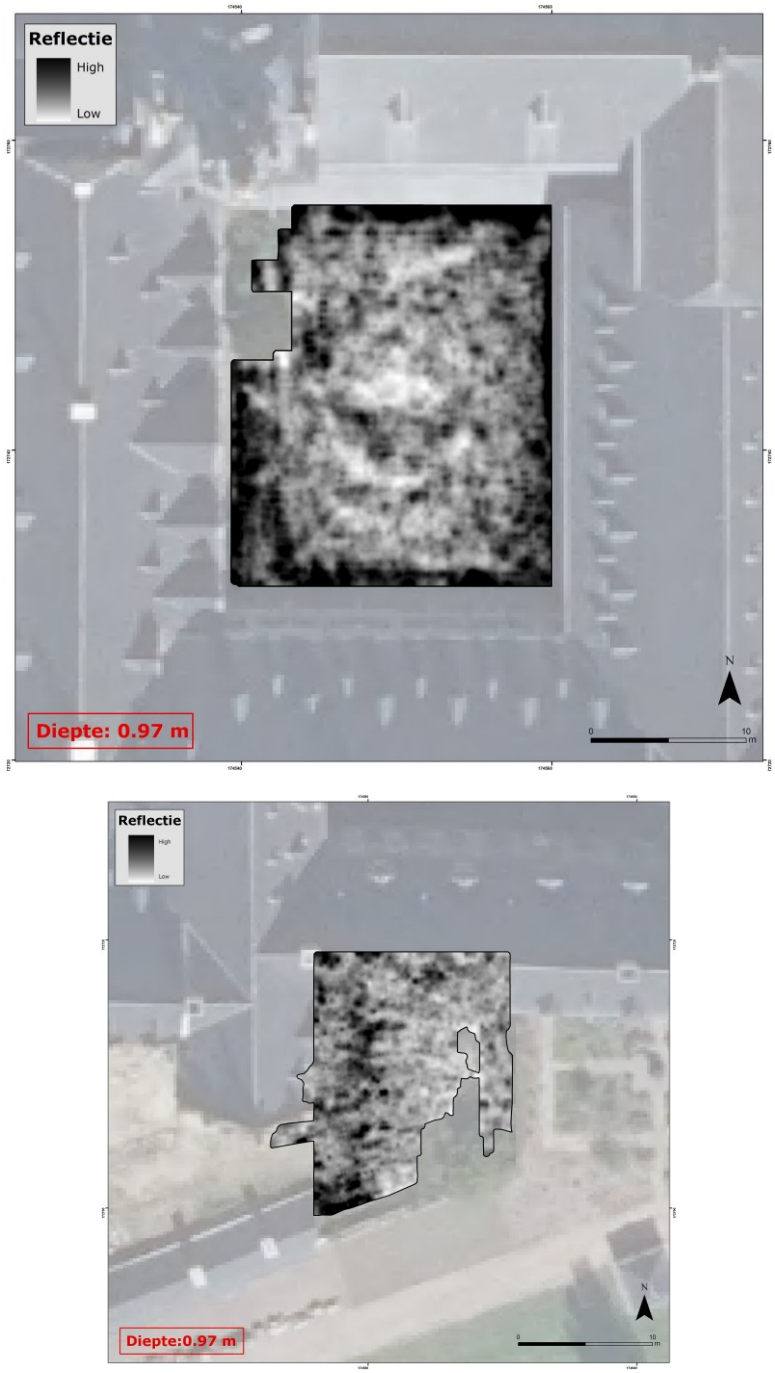
Vanaf een diepte van ongeveer 0.9 m tot ongeveer 1.4 m diepte (Figuren 38 tot en met 44) blijken weinig duidelijke sporen of structuren met duidelijk afwijkende reflectiewaarden aanwezig in de pandtuin. Enkel de randen van de pandtuin blijken een hogere achtergrond-reflectiewaarde te vertonen, wat kan wijzen op het feit dat daar ander of vochtiger bodemmateriaal in de ondergrond aanwezig is of dat daar waterleidingen teruggevonden kunnen worden. Vanaf een diepte van ongeveer 1.05 m (Figuur 40) blijkt de zone net rond de cirkelvormige band 5 op Figuur 47 een lagere reflectiewaarde te vertonen. Het verschil tussen de reflectiesterkte van die band in vergelijking met de centrale zone kan wijzen op een variatie in de dikte of samenstelling van de ondergrond, of meer specifiek op een verschil in bodemmateriaal, waardoor het signaal op een andere manier in de

ondergrond doordringt en een andere voortplantingssnelheid ondervindt. Dit kan te wijten zijn aan variaties op die diepte, maar evengoed gerelateerd zijn aan oppervlakkige variaties in voortplantingssnelheid van het signaal die in de diepere doorsneden opnieuw tot uiting komen. Toch kunnen dienen deze variaties verder in beschouwing genomen te worden omdat zij een oude fase van de pandtuin kunnen weerspiegelen. Deze en de diepere variaties (tot een diepte van ongeveer 1.8 m) tonen een mogelijke vroegere indeling van de tuin en dienen daarom nader onderzocht te worden aan de hand van gericht invasief onderzoek.

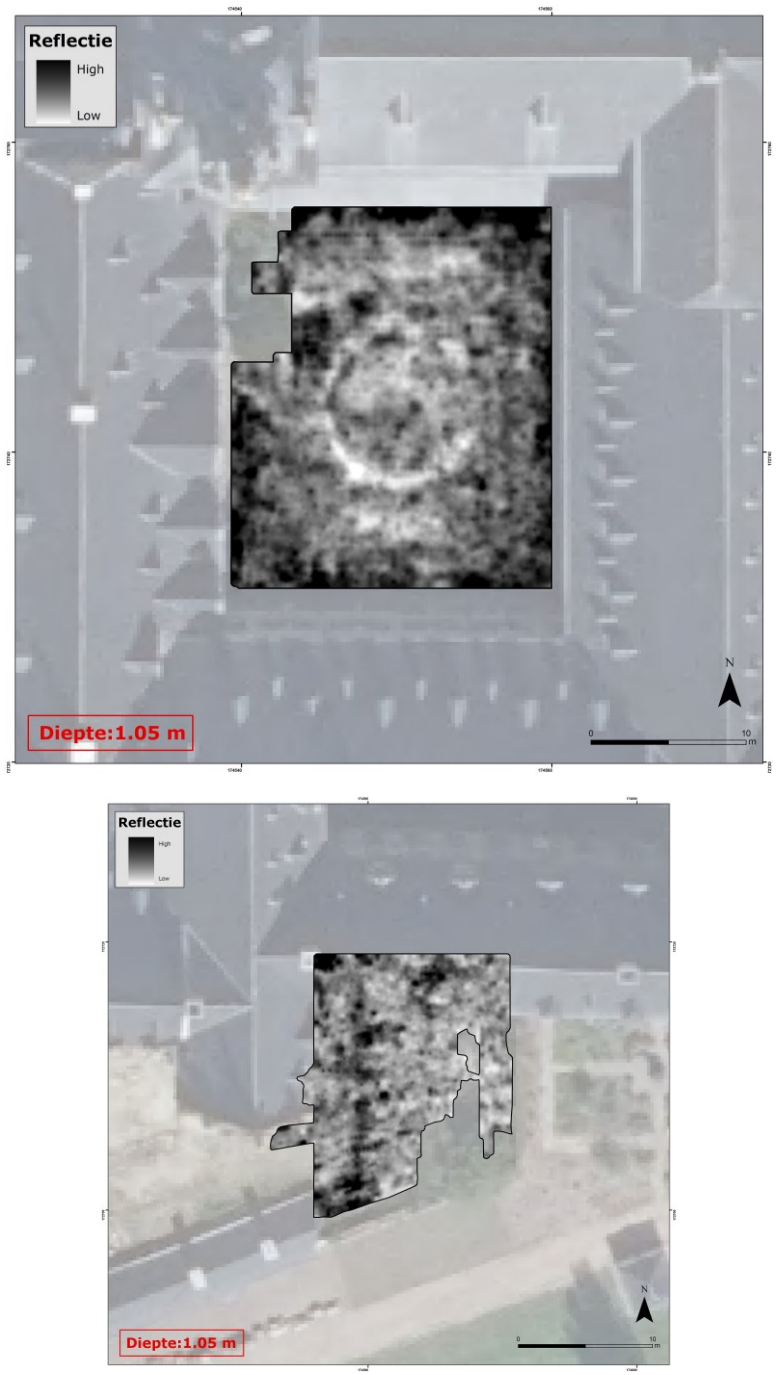
In de verhoogde tuin kan op een diepte rond 1.0 m onder het maaiveld een lineaire noord-zuid georiënteerde structuur teruggevonden worden (13 op Figuur 51). Deze werd ook in de EMI metingen reeds opgemerkt als anomalie 9 op Figuur 24 en stelt hoogstwaarschijnlijk de ondergrondse rioleringsbuis voor. Ook tegen de rand van de verhoogde tuin in het zuiden werden hogere reflectiewaarden opgetekend in een vrij grote zone (14 op Figuur 51). Deze kunnen als afwijkend materiaal of funderingen gerelateerd aan het gebouw net ten oosten daarvan aanzien worden. Door hun vorm en signatuur kan niet aangenomen worden dat de aangetroffen anomalieën in de verhoogde tuin gerelateerd zijn aan oudere fasen van de verhoogde tuin.



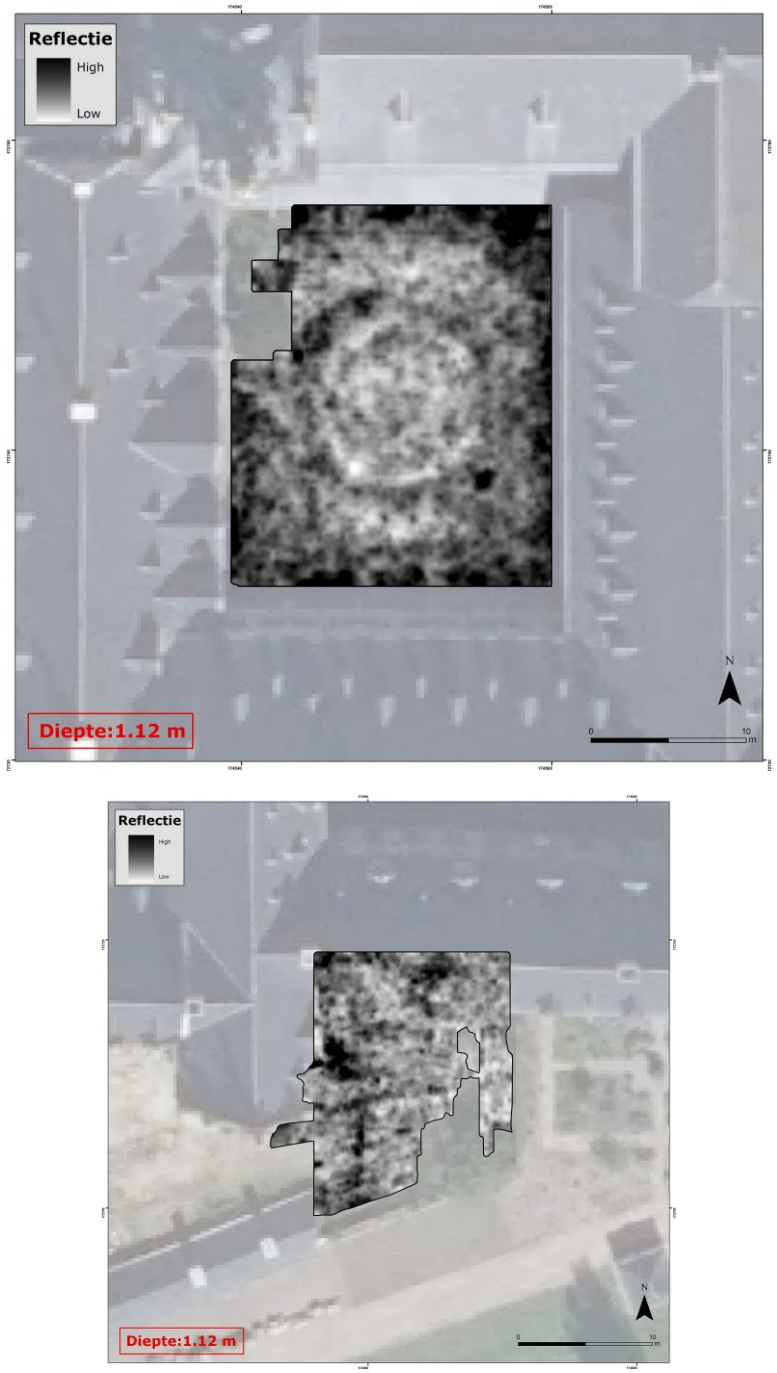

Figuur 38: Horizontale GPR doorsnede op 0.90 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



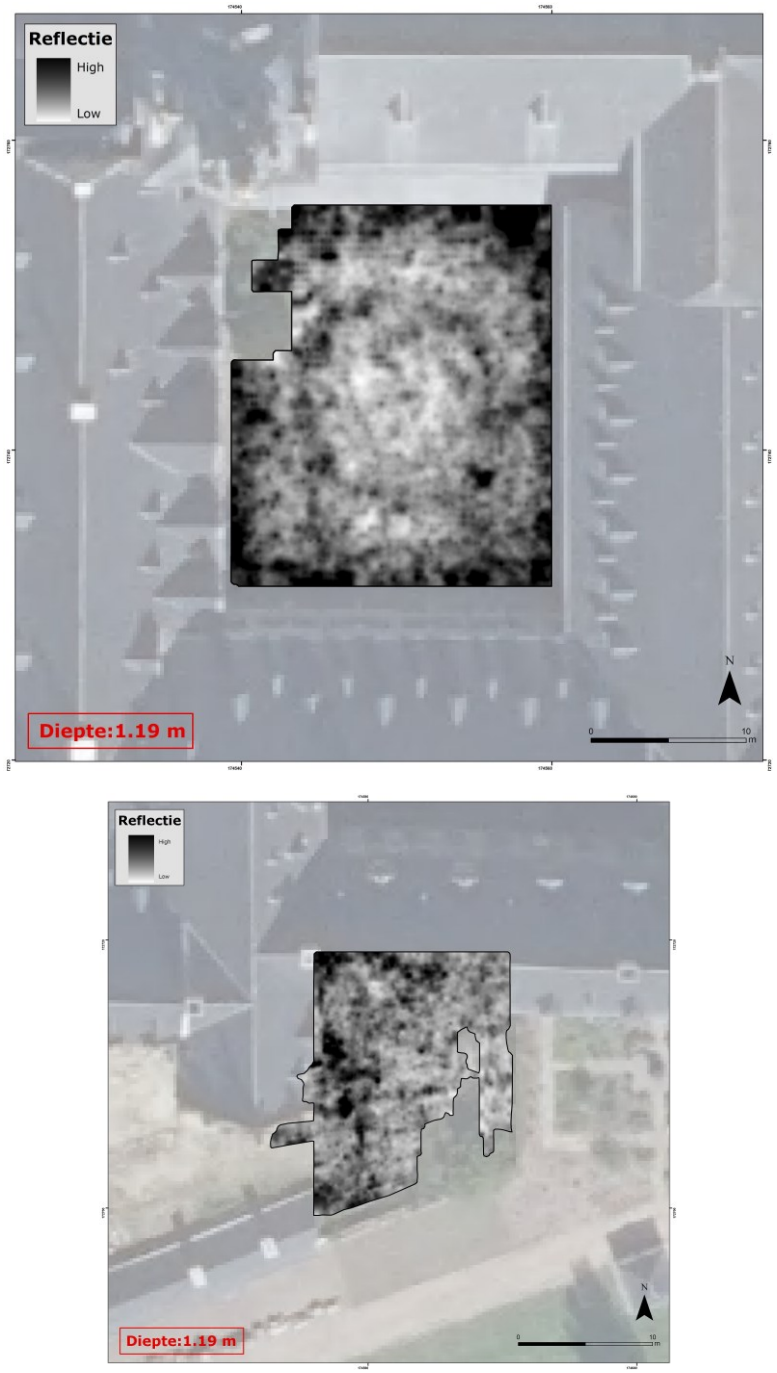

Figuur 39: Horizontale GPR doorsnede op 0.97 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



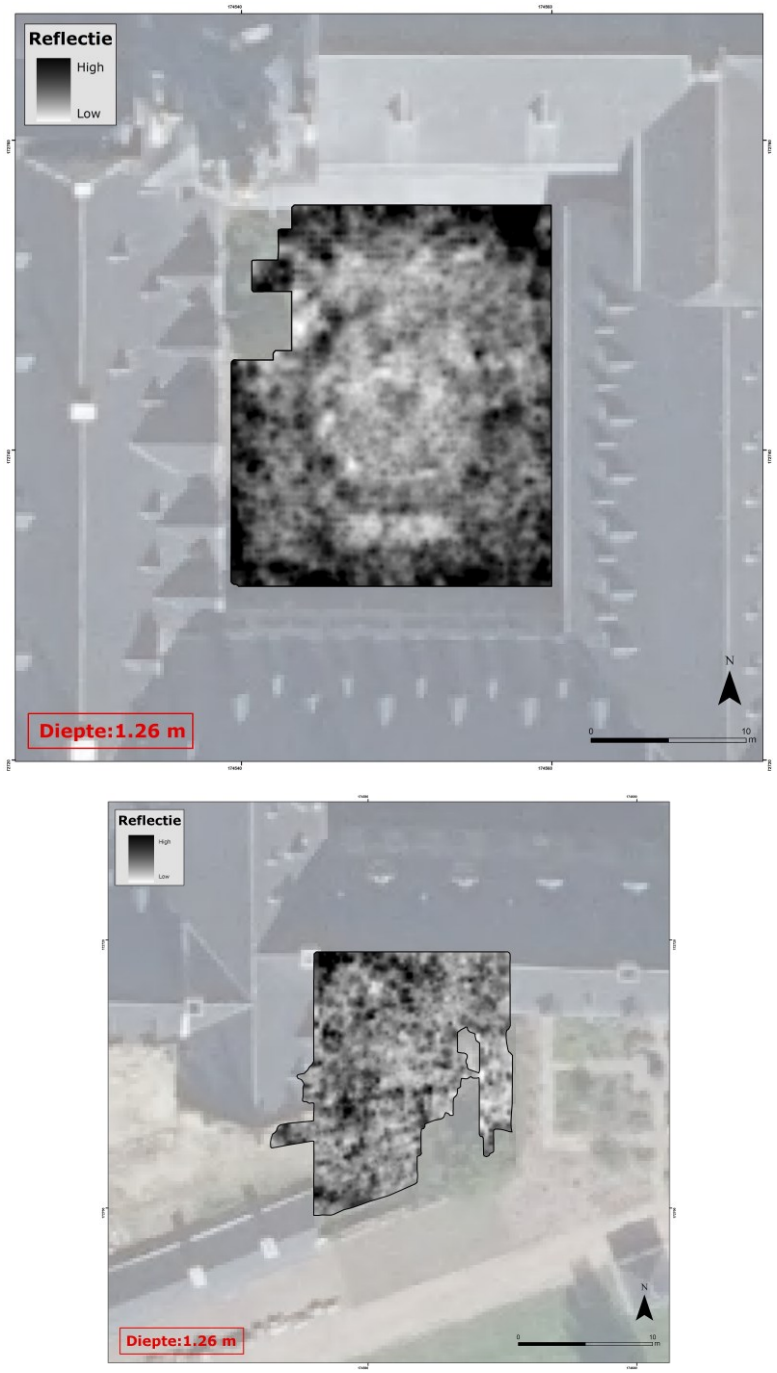

Figuur 40: Horizontale GPR doorsnede op 1.05 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



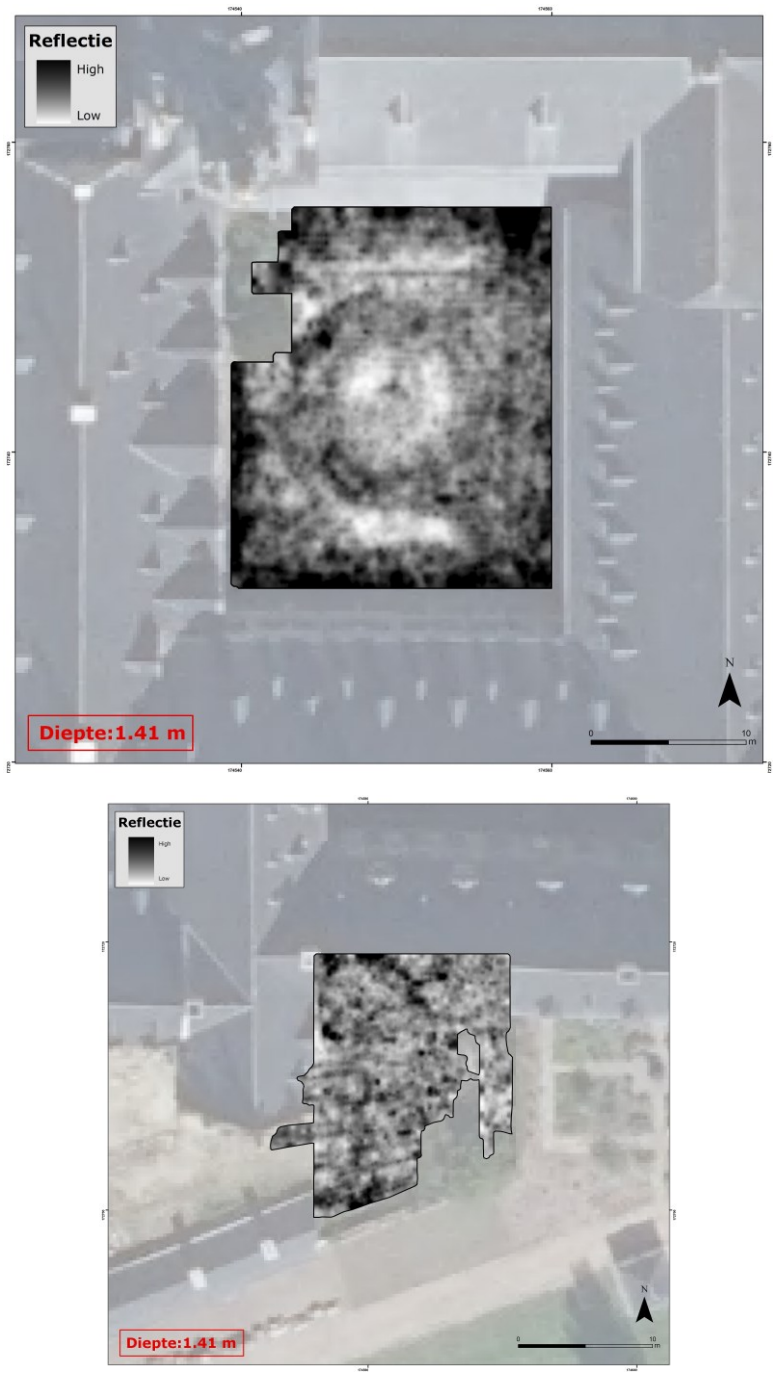

Figuur 41: Horizontale GPR doorsnede op 1.12 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).




Figuur 42: Horizontale GPR doorsnede op 1.19 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



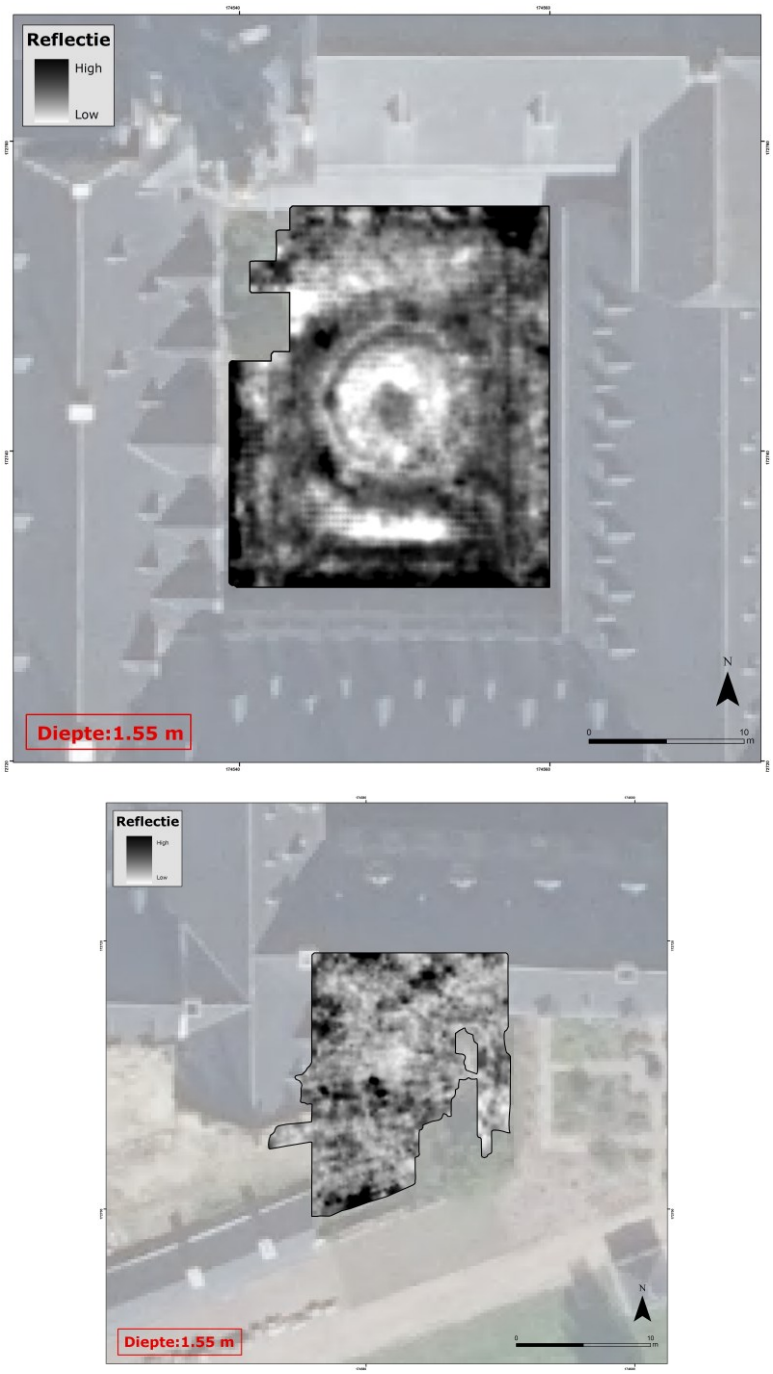

Figuur 43: Horizontale GPR doorsnede op 1.26 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).



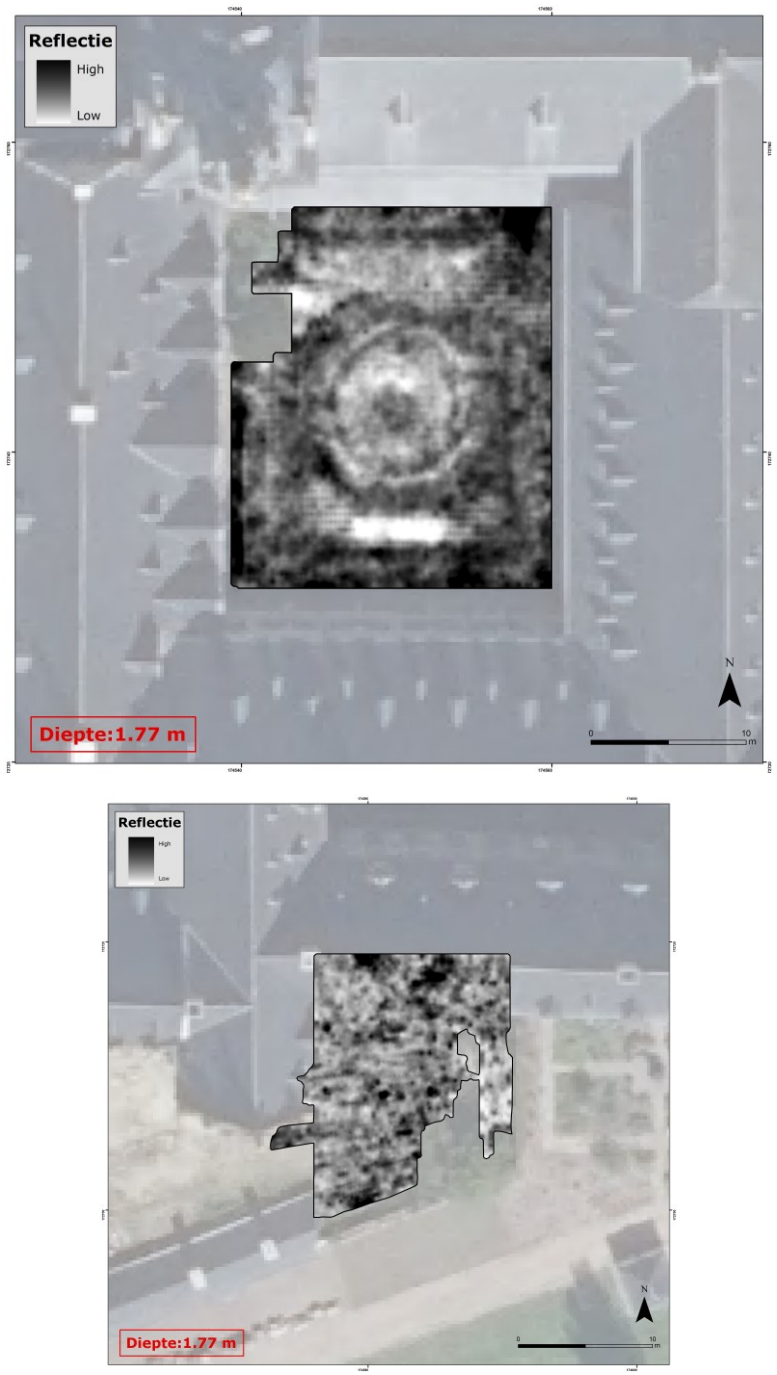

Figuur 44: Horizontale GPR doorsnede op 1.41 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

Vanaf een diepte van ongeveer 1.5 m onder het bodemoppervlak kan er centraal binnenin de cirkelvormige structuur 5 op Figuur 47 een kleinere cirkelvormige zone met verhoogde reflectiewaarde onderscheiden worden (9 op Figuur 47). Deze zone kan mogelijk gerelateerd worden aan een oudere structuur centraal op de pandtuin, en dus mogelijk afwijkend of gecompacteerd bodemmateriaal gerelateerd aan een oudere fase van de pandtuin weerspiegelen. Daarrond blijkt in deze diepere doorsneden de cirkelvormige structuur 5 op Figuur 47 uit een smallere cirkelvormige band te bestaan en vertoont die structuur twee uitlopers naar het zuidoosten. Deze smallere band bevindt zich aan de buitenzijde van de structuur en kan daarom een vroegere voorloper van de structuur zijn die in de dieptedoorsneden op ca. 0.5 m werd aangetroffen.

In de diepere doorsneden in de verhoogde tuin vallen geen duidelijke structuren of fenomenen met duidelijk patroon te onderscheiden. In vrijwel alle diepere doorsneden zijn geen duidelijk afgelijnde sporen met afwijkende signatuur en/of scherp afgelijnde vorm en patroon zichtbaar. Er blijken enkel ongeordende reflecties aanwezig in de zones die hierboven reeds aangeduid waren als gebieden met puinmateriaal. Vanaf een diepte van 1.8 m wordt het ruisniveau ook aanzienlijk groter in de dieptedoorsneden, waardoor er vanaf die diepte geen extra sporen of fenomenen aangeduid kunnen worden.




Figuur 45: Horizontale GPR doorsnede op 1.55 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).




Figuur 46: Horizontale GPR doorsnede op 1.77 m diepte (boven: pandtuin; onder: verhoogde tuin).

## 3. Aanduiding anomalieën (afwijkende zones) in de GPR dieptedoorsneden.

Op basis van de verschillende GPR doorsneden (om de 0.07 m) tot een diepte van om en bij 2.0 m onder het maaiveld werden anomalieën aangeduid op basis van hun afwijkende reflectiewaarden en -patronen. Vooral in de pandtuin werden een groot aantal interessante sporen opgemerkt en aangeduid.

Op Figuur 47 hebben we dus 9 potentieel interessante afwijkende zones of sporen (verder anomalieën genaamd) afgelijnd en genummerd. Daarnaast hebben we de afwijkende reflecties opgelijst per diepte-interval in Figuren 48, 49 en 50. Hierbij kan vooral gekeken worden naar de sporen met

afwijkende reflectiewaarde in de eerder onverstoorde centrale zone in Figuur 23 die afgelijnd werd op basis van de EMI metingen (1, 2, 4, 5 en 6 op Figuur 47), en vooral naar diegene die duidelijk zichtbaar zijn op de iets diepere dieptedoorsneden. Deze sporen kunnen potentieel op de aanwezigheid van sporen van mogelijke oudere oorsprong wijzen en dus oudere fasen van de pandtuin betekenen waardoor deze best gericht nader onderzocht worden.

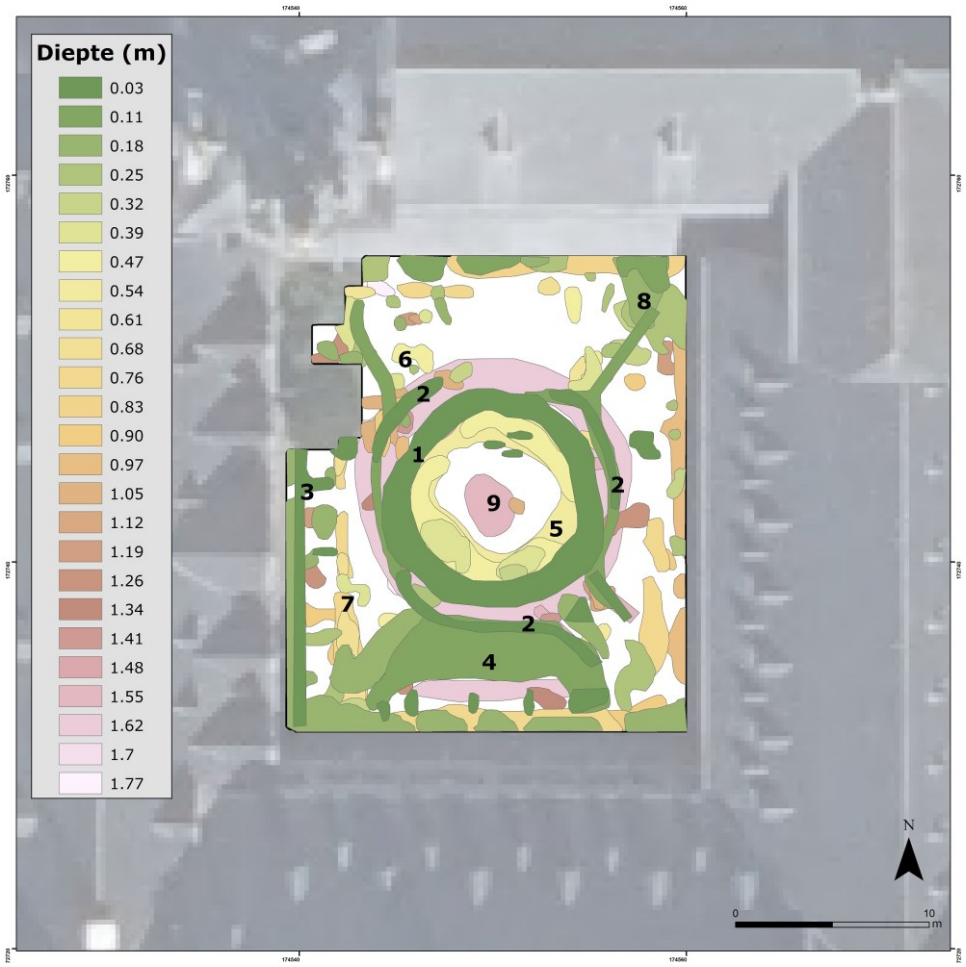
De sterke ondiepe reflecties centraal in de gescande zone (Figuur 49) wijzen op duidelijke afwijkende structuren, in of net onder het maaiveld, die waarschijnlijk van eerder recente oorsprong zijn of nu nog aanwezig als artefacten aan het bodemoppervlak en wijzen op het voorkomen van de eerder recente of huidige tuinindeling (1, 2, 3 en 4 op Figuur 47). Sommige ondiepe sporen (bijvoorbeeld 8 op Figuur 47) zijn veroorzaakt door recente verstoringen, plassen water of puinmateriaal aan en net onder het bodemoppervlak en dienen daarom niet verder in beschouwing genomen te worden.

De anomalieën 5, 6 en 7 op Figuur 50 zijn vermoedelijk veroorzaakt door oudere relicten of structuren in de ondergrond en dienen daarom in nader detail onderzocht te worden. Deze iets diepere anomalieën kunnen potentieel wijzen op het voorkomen van archeologische relicten zoals funderingen, puinmateriaal, een oudere archeologische laag of uitgravingssporen.

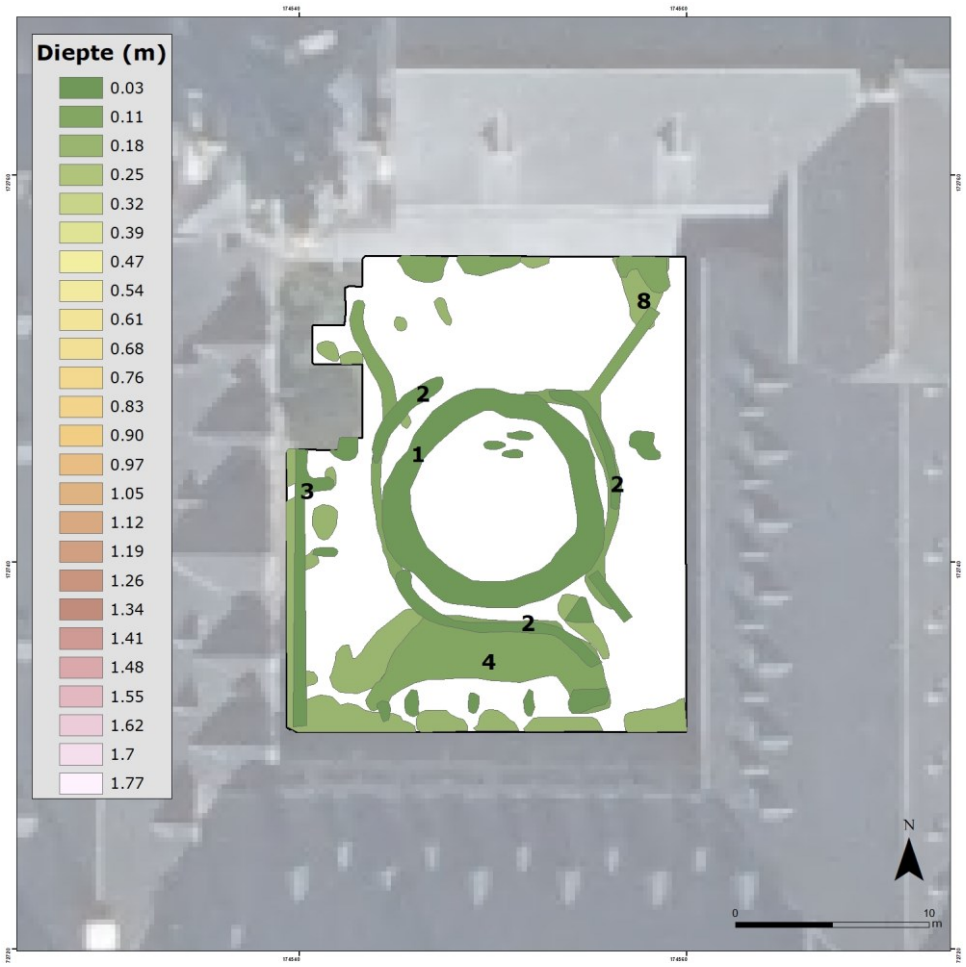
De anomalieën 2, 4, 5 en 9 op Figuur 51 zijn terug te vinden in de diepste doorsneden en kunnen daarom mogelijk gerelateerd zijn aan oudere fasen van de pandtuin. Het kan ook zijn dat sommige van die sporen veroorzaakt zijn van 'multiple' reflecties en dus te wijten zijn aan ondiepe fenomenen. Vermits de vorm een oriëntatie van deze diepere sporen echter afwijkt ten opzichte van de ondiepe sporen lijkt het erop dat deze ondergrondse funderingen, opvullingen of gecompacteerde zones deel uitmakend van de vroege fasen van de pandtuin voorstellen. Door het voorkomen van deze diepe anomalieën in de centrale zone in de pandtuin, lijkt het opportuun om ook deze sporen ten gronde te onderzoeken.

Vooral de sporen in de doorsneden vanaf 0.25 onder het oppervlak kunnen potentieel op de aanwezigheid van uitgravingssporen of funderingen gerelateerd aan de vroegere tuinindelingen wijzen waardoor deze worden dan ook best nader onderzocht worden op de aanwezigheid van oudere, archeologische restanten van de pandtuin.

De sterke ondiepe en diepe reflecties in de verhoogde tuin (Figuur 51) wijzen vrijwel zeker op het voorkomen van eerder recente verstoringen en dienen daarom niet verder in beschouwing genomen te worden. De heterogene verzameling aan anomalieën in verhoogde tuin is hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door al dan niet metaalhoudend puinmateriaal in de ondergrond. Daarenboven lijken ook de GPR metingen van de westelijke zone volledig verstoord door de aanleg van de rioleringsbuizen. Doordat er vrijwel geen geordende sporen met een duidelijke vorm en signatuur konden worden onderscheiden, lijkt het minder opportuun om de verhoogde tuin ten gronde te onderzoeken via invasief gericht archeologisch onderzoek. Er is geen enkele indicatie dat in deze zone nog oudere fasen van de tuin in de ondergrond aanwezig zijn. Indien dit toch het geval zou zijn, zullen de restanten enkel in de oostelijke zone van de verhoogde tuin voorkomen en zijn deze vrijwel niet detecteerbaar doordat hun uitwijking gemaskeerd wordt door de dominante respons van het bovenliggend puinmateriaal.



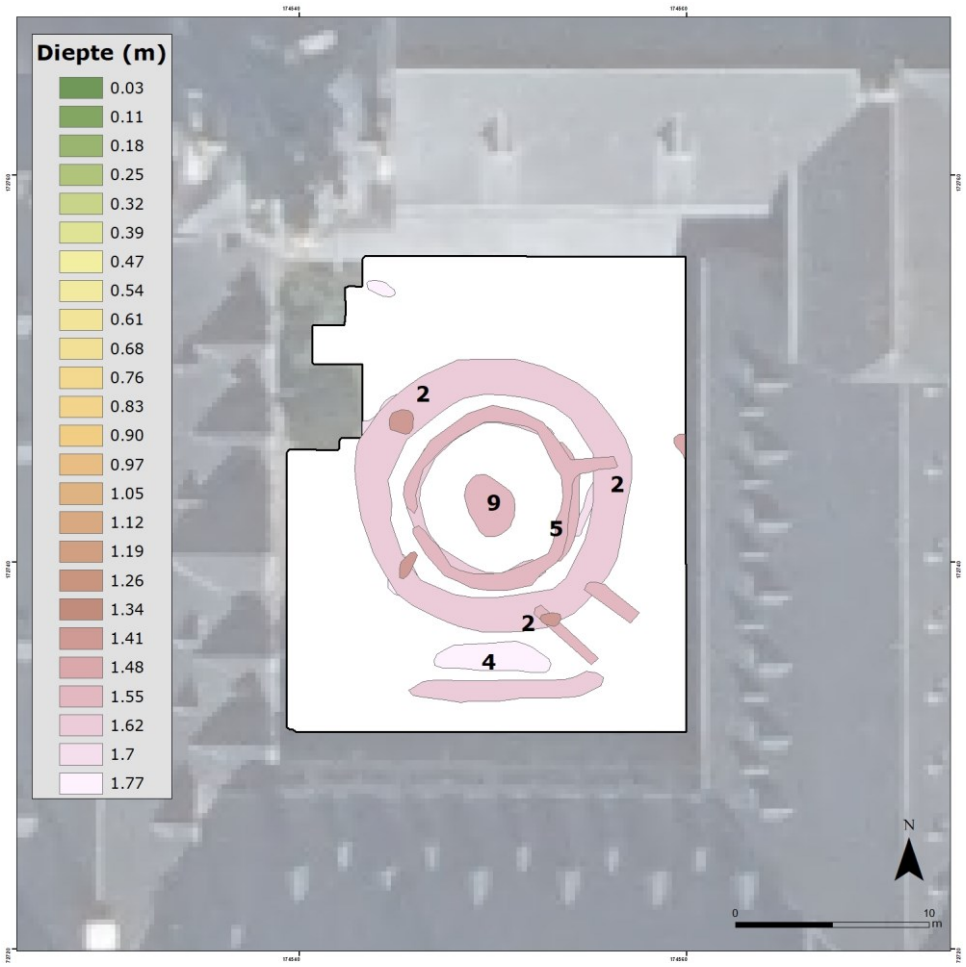

Figuur 47: Aanduiding van GPR anomalieën met diepte-indicatie op basis van alle GPR dieptedoorsneden in de pandtuin.



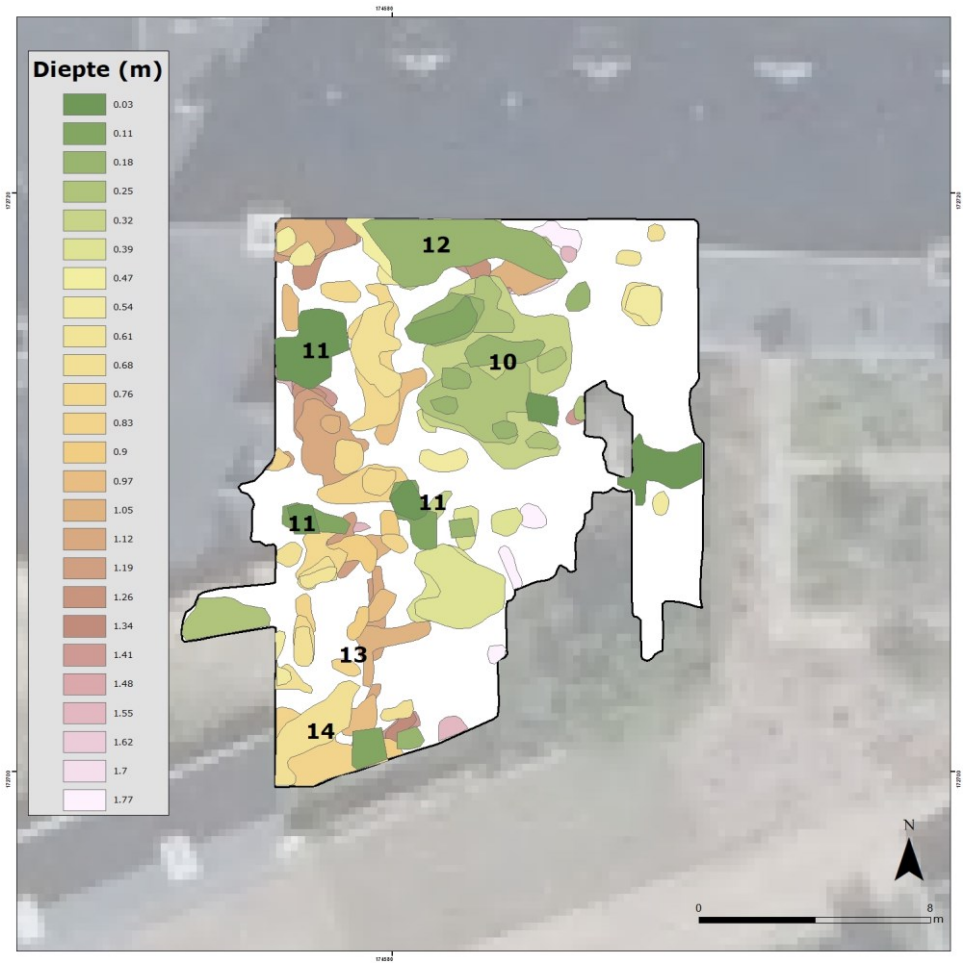

Figuur 48: Aanduiding van GPR anomalieën met diepte-indicatie op basis van de GPR dieptedoorsneden tot en met 0.18 m in de pandtuin.




Figuur 49: Aanduiding van GPR anomalieën met diepte-indicatie op basis van de GPR dieptedoorsneden tussen 0.25 m tot en met 1.34 m in de pandtuin.




Figuur 50: Aanduiding van GPR anomalieën met diepte-indicatie op basis van de GPR dieptedoorsneden dieper dan 1.41 m in de pandtuin.




Figuur 51: Aanduiding van GPR anomalieën met diepte-indicatie op basis van alle GPR dieptedoorsneden in de verhoogde tuin.

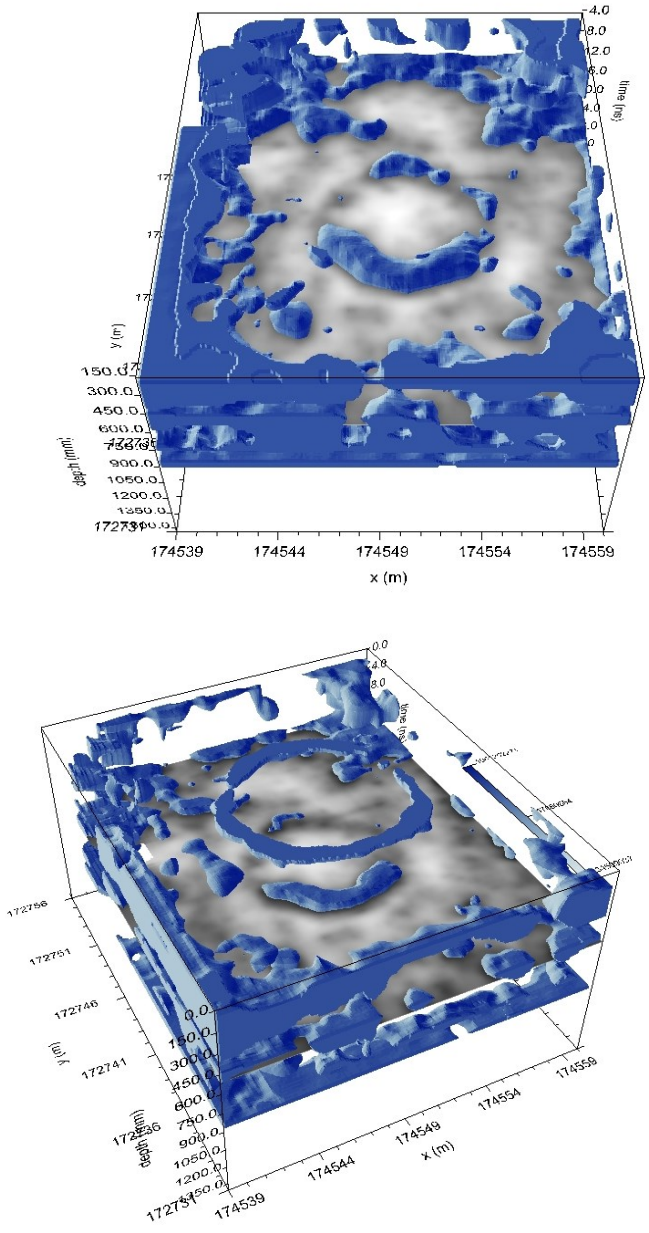
Een overzicht van de aangeduide anomalieën met een beschrijving van hun corresponderende interpretatie wordt hieronder gegeven:

| Anomalie | Interpretatie | Geofysisch | Beschrijving |
|---|---|---|---|
| 1 | Cirkel van stenen aan het oppervlak | Hoge reflectie, oppervlakkig | Verhoogde reflectie in scherp afgelijnde cirkelvormige structuur |
| 2 | Hoefijzervormige structuur rond de cirkel van stenen, compactie | Hoge reflectie oppervlakkig | Verhoogde reflectie in hoefijzervormige band |
| 3 | Nattere zone net naast kasseipad | Hoge reflectie, oppervlakkig | Verhoogde reflectie in noord-zuid georiënteerde band |
| 4 | Homogene zone met afwijkend bodemmateriaal | Hoge reflectie, dieper | Lage reflectie ondiep en dieper |
| 5 | Cirkelvormige zone met afwijkend bodemmateriaal rond 0.5 m diep (vroegere uitgraving, compactie, fundering, metaal?) | Verhoogde reflectie, dieper | Verhoogde reflectie in cirkelvormige zone |
| 6 | Heterogene zone met afwijkend bodemmateriaal en/of objecten | Hoge reflectie, oppervlakkig | Verhoogde reflectie, heterogene anomalieën |
| 7 | Diepere verstoring door massieve objecten (muurrestanten, fundering?) of leiding | Hoge reflectie, dieper | Verhoogde reflectie, scherp afgelijnde noord-zuid structuur |
| 8 | Zone met afwijkend vochtgehalte en heterogeen puinmateriaal | Hoge reflectie oppervlakkig en dieper | Verhoogde reflectie in onregelmatige zone |
| 9 | Centrale zone met afwijkend bodem- of materiaal, artefact van vroegere uitgraving of fundering? | Hoge reflectie oppervlakkig en dieper | Verhoogde reflectie in cirkelvormige zone |
| 10, 12 | Heterogene zone met afwijkend bodemmateriaal en/of objecten | Hoge reflectie, dieper | Verhoogde reflectie, heterogene anomalieën |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | Putten van riolering aan het oppervlak | Hoge reflectie, oppervlakkig | Verhoogde reflectie in scherp afgelijnde vierkante structuur |
| 13, 14 | Heterogene zone met riolering, afwijkend bodemmateriaal en/of objecten | Hoge reflectie, diep | Verhoogde reflectie, heterogene anomalieën en lineaire structuur |

### 4. Isosurface en mogelijke fasen van de pandtuin

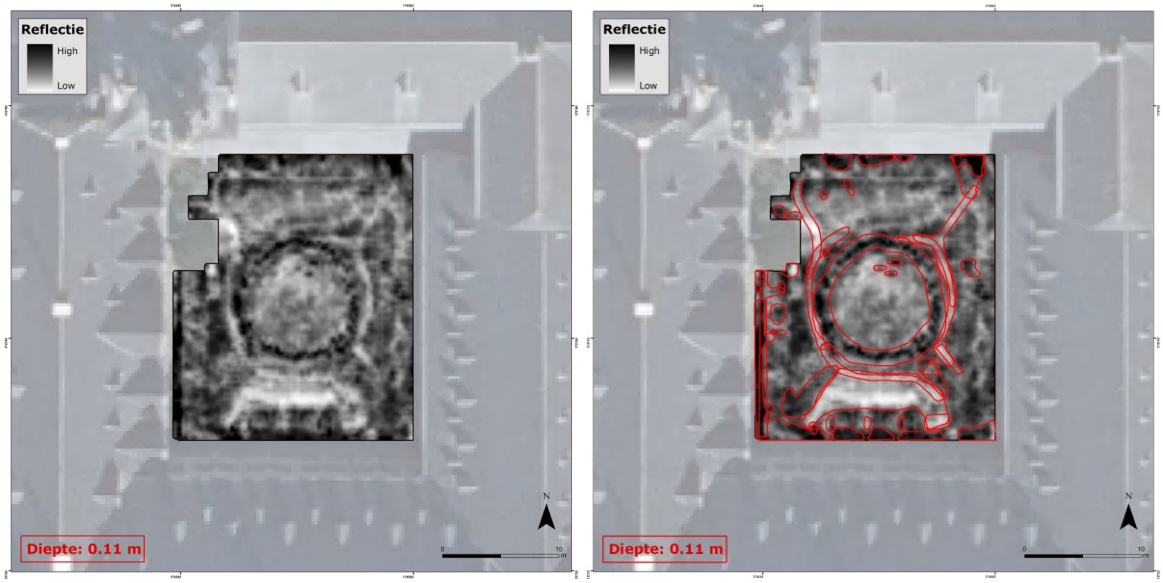
Om de drie-dimensionale GPR informatie in één overzichtsfiguur te visualiseren wordt dikwijls een isosurface op het 3-D datavolume berekend. Dit levert een oppervlak op waarbij elke waarde een gelijke reflectiesterkte voorstelt. In dit geval werd een dergelijke voorstelling gemaakt om de oppervlakkige en iets diepere informatie in één beweging voor te stellen, zie Figuur 52. Uit deze Figuur blijkt dat de diepere cirkelvormige structuur 5 op Figuur 47 die veroorzaakt wordt door afwijkend materiaal (gecompacteerd, afwijkende textuur, puinmateriaal?) in de ondergrond zich binnenin de oppervlakkige cirkelvormige reflectie door de huidige steencirkel (1 op Figuur 47) bevindt en vanaf een diepte van ongeveer 0.5 m in de ondergrond blijkt voor te komen. Deze kan dus een oudere fase van de pandtuin voorstellen vermits deze zich dieper bevindt binnenin de huidige cirkel van stenen in de pandtuin.



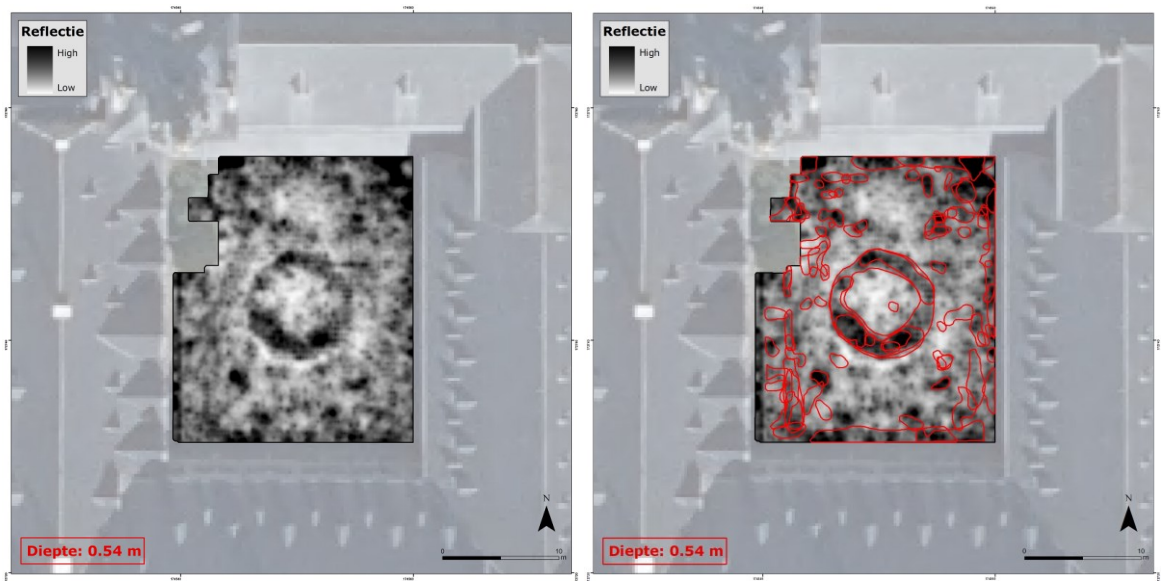

Figuur 52: Isosurfaces van de GPR meting in de pandtuin.

Zoals hierboven reeds aangehaald kunnen uit het GPR datavolume drie verschillende mogelijke fasen van de pandtuin geëxtraheerd worden. Zo zijn op de ondiepe doorsneden (tot 0.25 m) een cirkelvormige structuur met noordelijke en zuidelijke extensies richting de hoeken van de pandtuin aanwezig (Figuur 53) en kan er ten zuiden van de cirkelvormige band een zone met lage reflectie (ander bodemmateriaal) teruggevonden worden. Op die iets diepere doorsneden blijkt de cirkelvormige opvulling centraal in de pandtuin duidelijk zichtbaar (Figuur 54), terwijl ten oosten een lineaire noord-zuid georiënteerde structuur gevonden kan worden. Deze ongeveer 2.0 m brede band met verhoogde reflectie en verhoogde EG en MG wijst erop dat in de ondergrond afwijkend ouder materiaal teruggevonden kan worden. Deze indeling kan dus wijzen op een oudere fase van de pandtuin waarbij de centrale cirkelvormige structuur/band prominent aanwezig was als bijvoorbeeld een vroeger pad, bloembed of verharde zone.

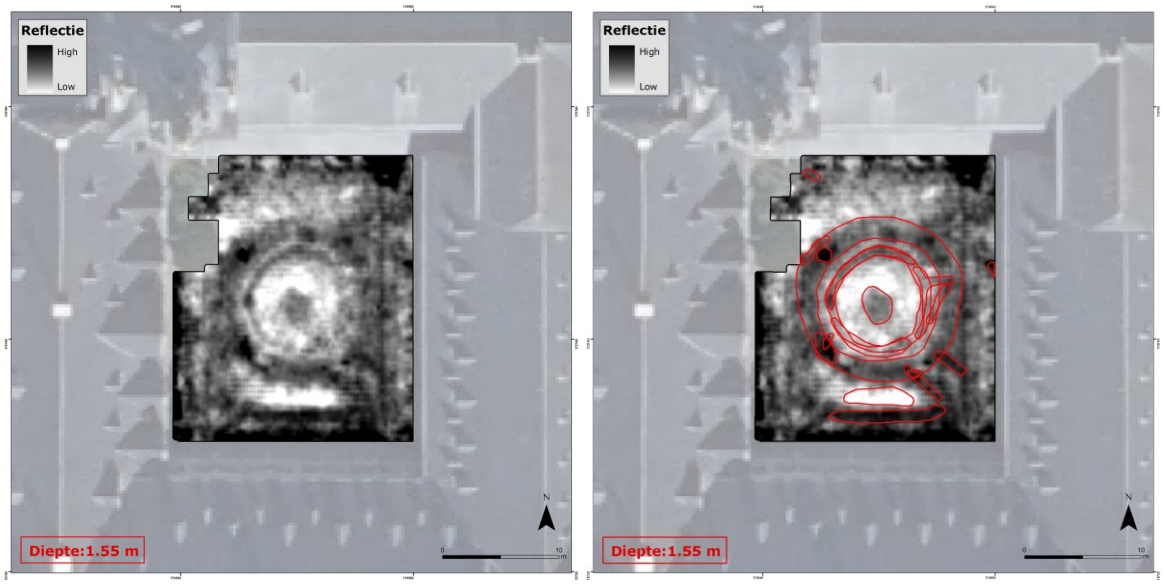
Op basis van de diepste doorsneden in Figuur 55 kan opnieuw een centrale cirkelvormige structuur onderscheiden worden, maar deze manifesteert zich aan de buitenzijde van de cirkelvormige band op Figuur 54 en is deze beduidend smaller (1 m) dan de band die in de ondiepere doorsneden werd opgemerkt. Daarenboven blijken enkele lineaire extensies naar het zuidoosten en oosten in de data aanwezig. Rond die smalle band bevindt er zich een bredere (2.0 m) band met verhoogde reflectie. Centraal in de cirkelvormige structuur bevindt zich een anomalie die mogelijk als restant van een vroegere structuur of afwijkend materiaal (fundering, vroegere depressie?) centraal in de tuin aanzien kan worden. Net ten zuiden van het cirkelvormig fenomeen is opnieuw een zone met lagere reflectie of afwijkend bodemmateriaal aanwezig.




Figuur 53: Dieptedoorsnede op 0.11 m met aanduiding van de ondiepe sporen of mogelijke recentste fase van de pandtuin.




Figuur 54: Dieptedoorsnede op 0.54 m met aanduiding van de iets diepere sporen of iets oudere fase van de pandtuin.




Figuur 55: Dieptedoorsnede op 1.55 m met aanduiding van de diepst aangetroffen sporen of oudst detecteerbare fase van de pandtuin.

# 6. Conclusie

Er kan besloten worden dat aan de hand van multi-signaal EMI en GPR diverse potentiële (tuin)archeologische structuren en sporen konden worden afgelijnd, en dit vooral in de zone van de pandtuin. Vooral centraal bleken diverse cirkelvormige sporen en extensies aanwezig, die mogelijk als (al dan niet verschillende) oudere fasen van de tuin aanzien kunnen worden. In de verhoogde tuin konden enkel heterogene verzamelingen van anomalieen worden teruggevonden. Door de heterogene vorm en de afwezigheid van een patroon in de geofysische gegevens kan besloten worden dat de kans op het aantreffen van relicaten van de oudere fasen van de verhoogde tuin erg miniem is, temeer omdat de (oostelijke) zone recent grotendeels verstoord is geweest bij de aanleg van een gescheiden rioleringsstelsel.

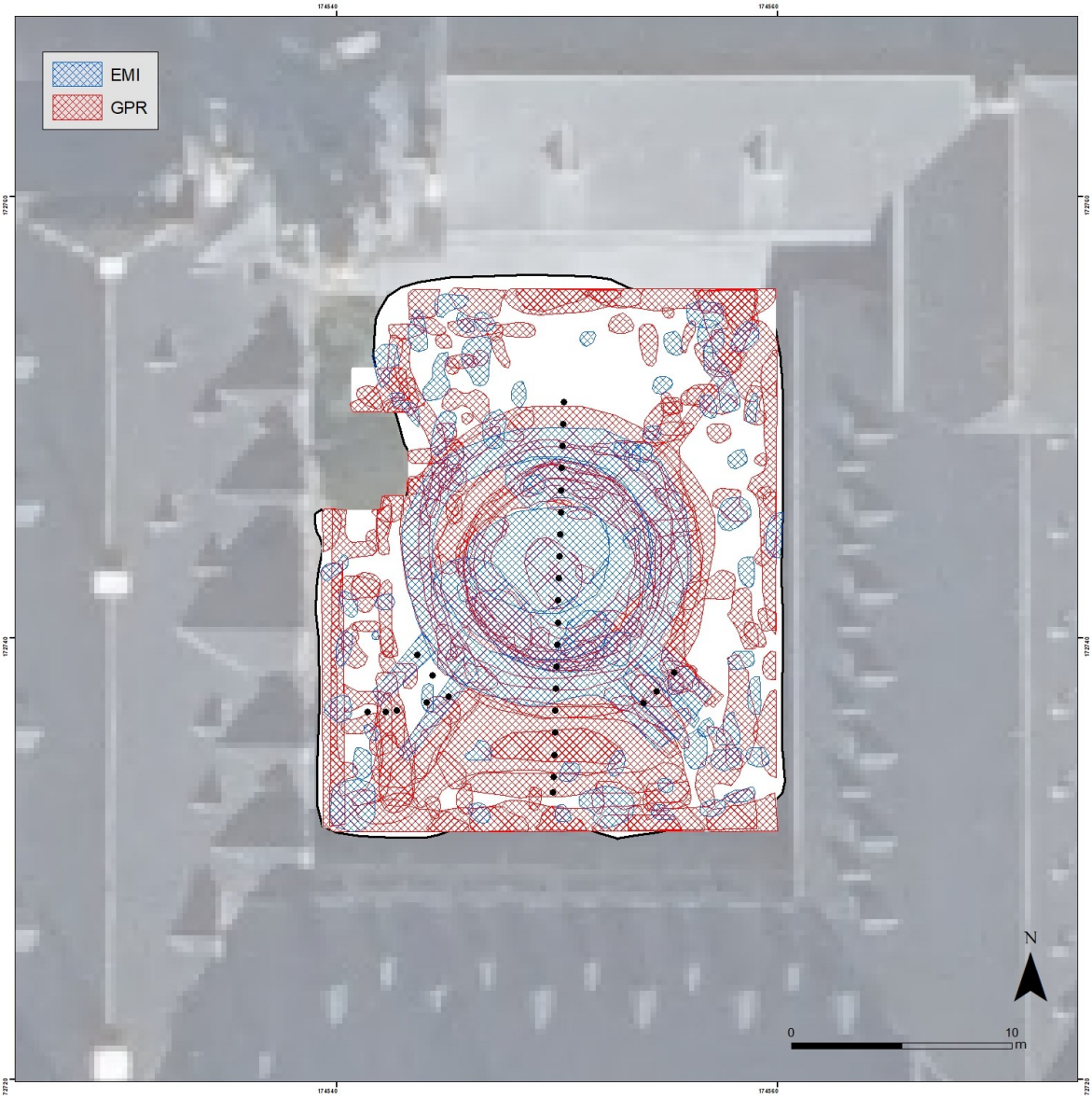
Op basis van de verschillende EMI signalen en GPR dieptedoorsneden bleken centraal in de pandtuin verschillende cirkelvormige banden met verhoogde elektrische geleidbaarheid, magnetische gevoeligheid en afwijkende reflectiewaarden aanwezig, tezamen met enkele lineaire sporen die van daaruit vertrekken richting de zijkanten en de hoeken van de pandtuin. Daarenboven bleken ten zuiden en in die structuur nog enkele duidelijk afgelijnde anomalieën aanwezig. Ten noordwesten van het cirkelvormig spoor bleken diverse gefragmenteerde anomalieën aanwezig die mogelijk gerelateerd kunnen worden aan archeologische structuren of restanten van oudere oorsprong in de nabijheid van die centrale structuur. Aaneengesloten cirkelvormige en aanverwante sporen met een duidelijke vorm of patroon bleken in de geofysische metingen op drie verschillende dieptes of niveaus aanwezig in het centraal deel van de pandtuin, wat wil zeggen dat deze mogelijk gerelateerd kunnen worden aan drie verschillende fasen van de inrichting van de pandtuin.

Op basis van deze gegevens kunnen dus scenario's worden uitgewerkt voor het gericht uitvoeren van het invasief archeologisch onderzoek binnenin de vooropgestelde zone. Meer specifiek kan bij het uitvoeren van verder terreinonderzoek gesuggereerd worden om vooral centrale zone met de cirkelvormige sporen te focussen, en in die zone gericht onderzoek uit te voeren in afwijkende zones 1, 2, 4, 5 en 6 op Figuur 23 en 1, 2, 4, 5, 6, 7 en 9 op Figuur 47. Deze afwijkende anomalieën of zones konden zowel lateraal afgelijnd worden als verticaal gedetailleerd in kaart gebracht worden. Bij het uitvoeren van invasief onderzoek dient dus vooral de centrale en zuidelijke zone van de pandtuin in detail onderzocht te worden, omdat de kans op het aantreffen van archeologische relicten en restanten van de vroegere tuinopbouw of -inrichting daar als groter aanzien kan worden vermits daar een cluster of verzameling van scherp afgelijnde GPR en EMI anomalieën werd aangetroffen.

In een vervolgfase kan het archeologisch onderzoek gericht uitgevoerd worden om met zo beperkt mogelijke archeologische graafwerken de ondergrondse structuren te interpreteren en te karakteriseren. Een gedegen interpretatie en datering van de aangeduide structuren kan immers slechts verkregen worden na het gericht uitvoeren van boringen en proefputten of –sleuven in de aangeduide afwijkende zones of anomalieën. Die info kan vervolgens verwerkt worden en vanuit de herinrichting van de tuinen kan er vervolgens gekeken worden of een verder vlakdekkend onderzoek wenselijk.

In Figuur 56 werd een voorstel van een centrale boorraai bestaande uit 19 boorlocaties over de cirkelvormige en zuidelijke anomalieën en 10 extra boorlocaties over de sporen net ten zuidwesten en ten zuidoosten van de cirkelvormige structuur gevisualiseerd op basis van de geofysische metingen. Door het uitvoeren van dit gericht en eerder beperkt invasief onderzoek, kunnen de laterale dimensies

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 boorresultaten. Aan de hand van de resultaten van de boorraaien zullen de gevonden sporen beter gekarakteriseerd kunnen worden, terwijl de continuïteit en het mogelijke verloop van de aangetroffen structuren geëxtrapoleerd kan worden op basis van de geofysische data. De gerichte boringen in en net naast de EMI en GPR anomalieën hebben als doel om de afwijkende vulling of het antropogeen materiaal te kunnen onderscheiden van de onverstoorde omgeving om zodoende deze sporen op een doordachte manier te kunnen interpreteren. Bij de vervolgstappen van het archeologisch onderzoek is het sowieso aangewezen om op regelmatige basis terugkoppeling te maken met zowel de hier gerapporteerde geofysische resultaten.




Figuur 56: Voorstel voor het aanduiden van gerichte boringen en boorraaien over de meest prominente EMI en GPR anomalieën met nummering.

## 7. 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.