

Werkgroep voor
Geofysische
Meettechnieken in de
Archeologie

De eenzame Toren in Oostelbeers



Afbeelding 1 Het scannen van de wal: heuveltje op en heuveltje af
(Foto: Arie Saakes).

Administratieve gegevens

Projectnaam	De Oude Toren
Projectcode	OOS-23
Gemeente	Oirschot
Toponiem	Oude Toren
Werkgebied	Schip bij de Toren
Kadasterkaartnummer	Niet van toepassing
RD-centraal-coördinaten	XRD 146632 m YRD 386241 m Hoogte 20.5 m +NAP
Periode onderzoek	07-10-2023
Auteur	Peter Seinen, namens de Werkgroepsleden
Rapportnummer	WGMA-Rapport-OOS-23-Versie-20
Rapportdatum	25-2-2024

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	4
2. Eerder uitgevoerd onderzoek	4
2.1 Geografische context	4
2.2 Geologische context	7
2.3 Archeologische context	8
2.4 Historische context	8
3. Doelstelling onderzoek en onderzoeksvragen	9
4. Beschrijving van onderzoeksmethoden en technieken	9
4.1 Bodemradar	9
4.2 Elektrische weerstand	12
5. Resultaten van het onderzoek	12
5.1 Geofysische interpretatie	12
5.2 Archeologische interpretatie	20
6. Beantwoording van de onderzoeksvragen	25
7. Conclusies	26
8. Aanbevelingen	26
Literatuur	26
Bijlagen	27

Verzendlijst

Werkgroep voor Geofysische Meettechnieken in de Archeologie

Werkgroepsleden

Opdrachtgever

Paul van den Dungen

Andere betrokkenen

Ria Berkvens, Jan Rooijmans

Colofon

Coördinatie werkgroep:	Wim 't Hart
GIS en vooronderzoek:	Ruud Raats
Archeologie:	Channa Cohen Stuart
Radartechniek, uitwerking en rapportage:	Peter Seinen

Samenvatting

De Oude Toren van Oostelbeers is een van de alleenstaande kerktorens in Brabant. De oorspronkelijke kerk stamt uit de twaalfde eeuw en raakte na vele aanpassingen, in de achttiende eeuw definitief buiten gebruik. Het kerkgebouw werd in de loop der tijd afgebroken, uitgezonderd de toren, die eigendom van de hele gemeenschap was en ook een wereldlijke functie had.

Gemeente Oirschot besloot om de Rijksmonument verheven toren beter “beleefbaar” voor het publiek te maken. Hiertoe moesten de zichtbare delen van de toren gerestaureerd worden, waarbij ook de funderingen van het kerkgebouw zichtbaar gemaakt zouden moeten worden. Hiertoe werd een bescheiden archeologisch onderzoek uitgevoerd, aangevuld met een geofysisch bodemradaronderzoek. Het onderzoek richtte zich op mogelijke funderingsresten van het kerkgebouw en de wal die het kerkerrein omringde.

Er werd geen patroon van de fundering van het kerkgebouw waargenomen, dat bruikbaar zou zijn om de contouren van het kerkgebouw verantwoord te reconstrueren. Wel werden reflecties waargenomen in de aarden wal, die rond het kerkerrein ligt. Deze reflecties bleken te corresponderen met een bakstenen muur. Net ten noorden van de aarden wal werden reflecties waargenomen die corresponderen met een diepe greppel, die nu nog te zien is als een lichte depressie in het landschap.

1. Inleiding

De Oude Toren van Oostelbeers is een van de alleenstaande kerktorens in Brabant. De oorspronkelijke kerk stamt uit de twaalfde eeuw en raakte na vele aanpassingen, in de achttiende eeuw definitief buiten gebruik. Het kerkgebouw werd in de loop der tijd afgebroken, uitgezonderd de toren, die eigendom van de hele gemeenschap was en ook een wereldlijke functie had.

Gemeente Oirschot besloot om de Rijksmonument verheven toren beter “beleefbaar” voor het publiek te maken. Hiertoe moesten de zichtbare delen van de toren gerestaureerd worden, waarbij ook de funderingen van het kerkgebouw zichtbaar gemaakt zouden moeten worden. Hiertoe werd een bescheiden archeologisch onderzoek uitgevoerd, aangevuld met een geofysisch bodemradaronderzoek. Het onderzoek richtte zich op mogelijke funderingsresten van het kerkgebouw en de wal die het kerkerrein omringde.

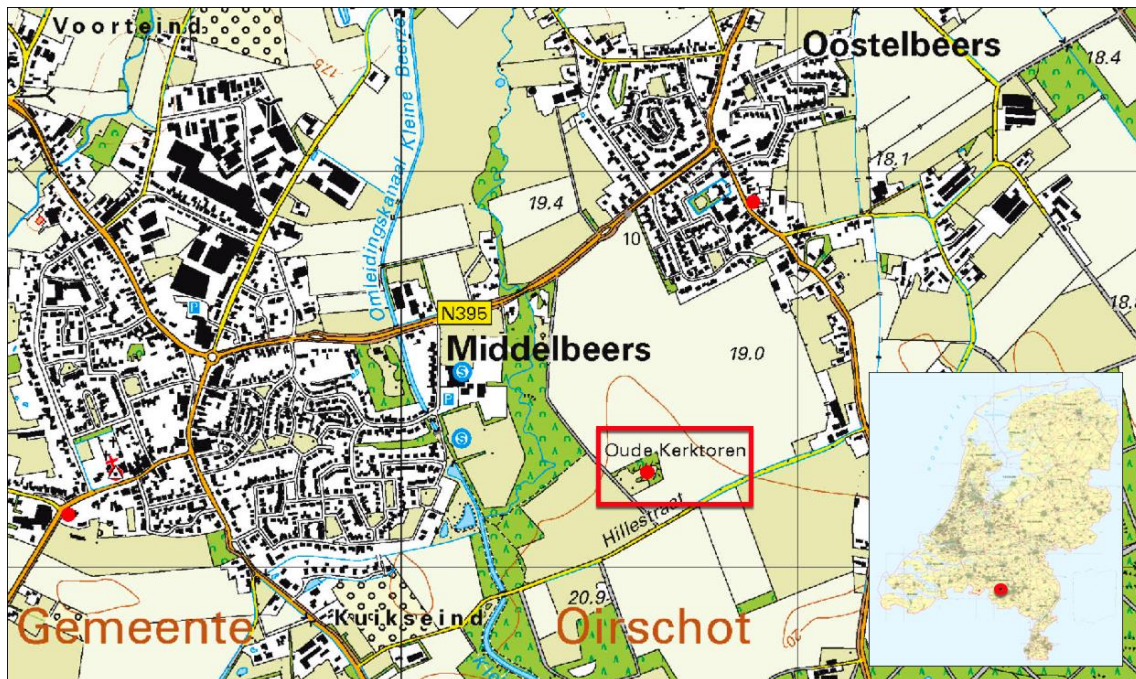
Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek uitgevoerd op 7 oktober 2023 door AWW WGMA.

2. Eerder uitgevoerd onderzoek

Het onderdeel over eerder uitgevoerd onderzoek behelst informatie over de contexten van de geografie, de geologie, de archeologie en de historie.

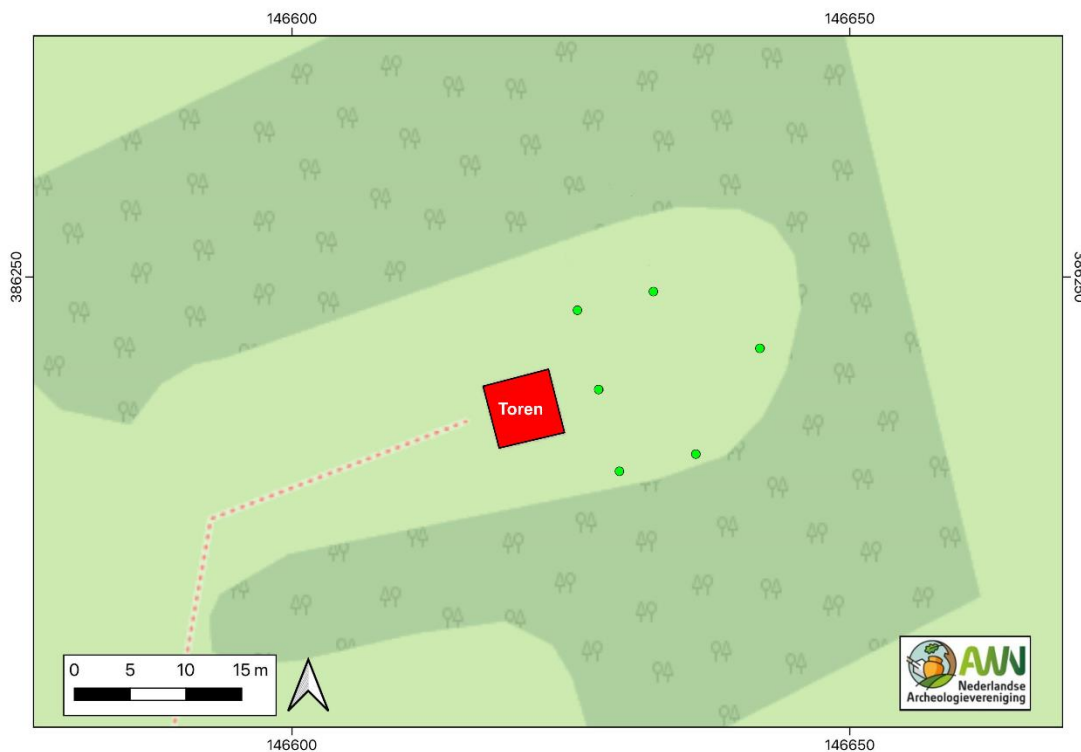
2.1 Geografische context

Afbeelding 2 geeft op de topografische kaart de ruimere geografische context van het onderzoeksgebied (rode vlak) binnen de rode rechthoek weer.



Afbeelding 2 De ruimere context van het onderzoeksgebied binnen de rode rechthoek (Ruud Raats).

De rode vlakken in Afbeelding 3 geven de locaties weer van de toren en het vlak dat opgespannen wordt door vijf meetpunten die de basis voor het meetvlak vormde, geprojecteerd op de kadasterkaart. Het meetvlak sluit niet aan op de toren, omdat die ruimte ingenomen werd door bouwsteigers ten behoeve van onderhoud aan de toren. Het uiteindelijk meetvlak werd in de oostelijke richting uitgebreid.



Afbeelding 3 De toren en de meetpunten van RAAP (Ruud Raats).

Tabel 1 geeft de RD-coördinaten en de +NAP hoogtes van de hoekpunten van de schematische plattegrond van de kerk in Afbeelding 3 weer.

Nummer	XRD m	YRD m	+NAP m	Centraal coördinaten	
				XRD	YRD
				m	m
1	146636.27	386234.12	20.28	146632	386241
2	146632.44	386248.71	20.54		
3	146625.61	386247.01	20.53		
4	146627.56	386239.91	20.76		
5	146629.38	386232.59	20.62		
6	146642.02	386243.63	20.23		

Tabel 1 De coördinaten en +NAP hoogtes van de meetpunten van RAAP.

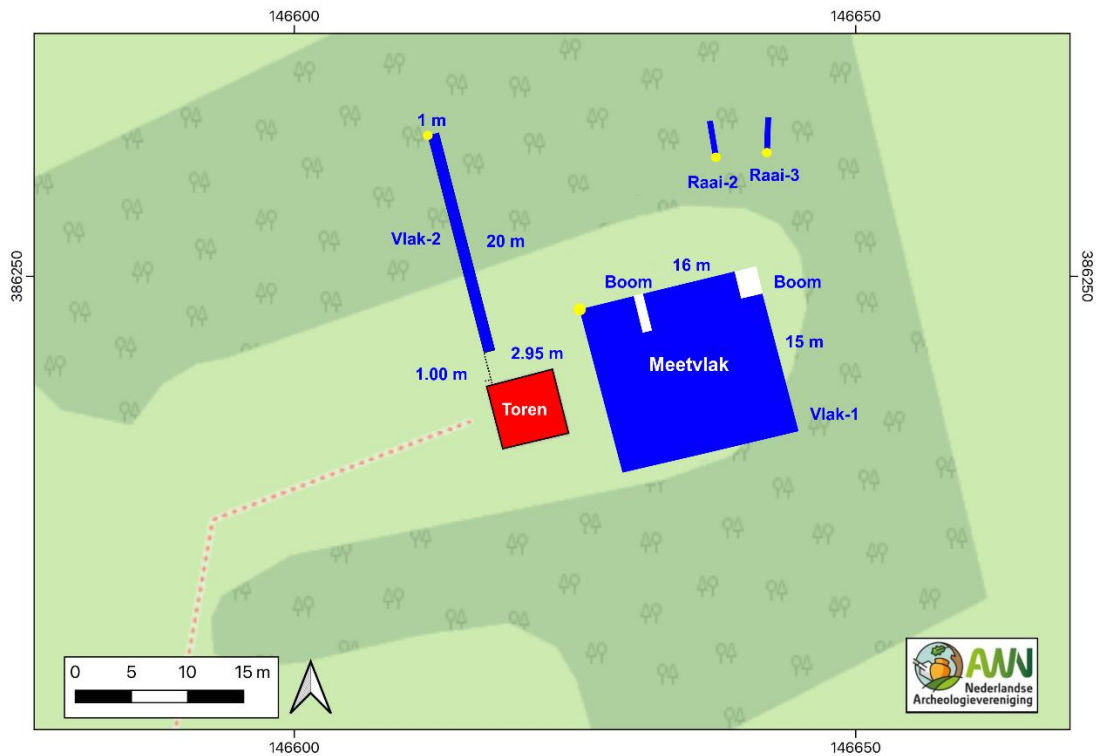
Afbeelding 4 geeft de meetvlakken Vlak-1 en -2 alsmede de meetraaien Raai-2 en -3 weer.

Vlak-1 omspant het oppervlak waaronder de funderingen van de kerk zouden moeten liggen, met als basis de meetpunten van RAAP (Afbeelding 3) en strekt nog 0.5 m voorbij het meest oostelijke meetpunt (Tabel 1: nummer 6). De ruimte van ongeveer 4 m tussen het meetvlak en toren werd veroorzaakt door een steiger ten behoeve van de restauratie van de toren.

Vlak-2 is een smalle meetstrook ten noorden van de toren. De positie kon niet met RTK-GPS bepaald worden en werd ten opzichte van het noordwestelijke hoekpunt van de toren ingemeten. De oriëntatie loopt zo nauwkeurig mogelijk parallel aan de westelijke zijde van de toren.

Raai-2 en -3 werden eveneens niet nauwkeurig ingemeten. Hun posities en oriëntaties zijn geschat. Het doel van de meting van deze raaien is om te achterhalen of er zich nog fundamentresten onder de wal bevinden.

De meetrichting van alle metingen is steeds ongeveer noord-zuid. Het startpunt van de metingen wordt steeds aangegeven met de gele stip.



Afbeelding 4 De meetvlakken Vlak-1 en -2 en Raaien-2 en -3 geprojecteerd op de kadasterkaart (Ruud Raats).

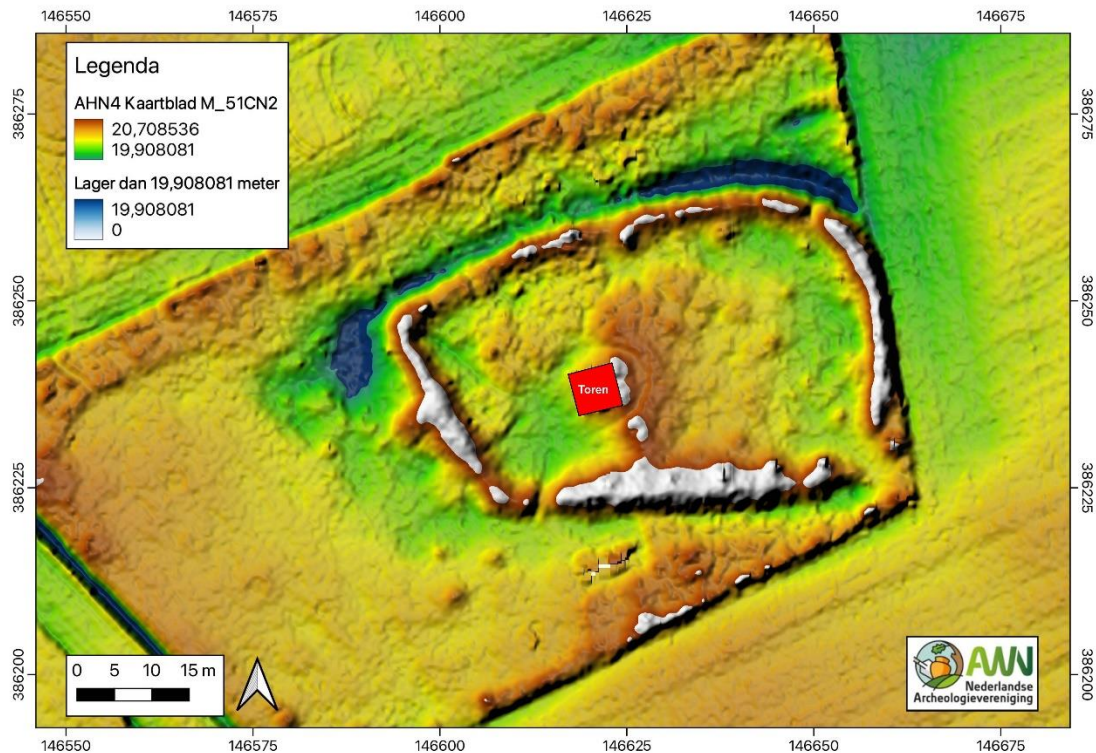
2.2 Geologische context

Met behulp van DinoLoket¹ werd een enkele geologische boring in de buurt van het onderzoeksgebied geraadpleegd. Bijlage 1 geeft de resultaten van dit bodemonderzoek. De bovenste laag van meer dan 2 m bestaat uit zand. Als dit representatief voor het onderzoeksterrein is, vormt de bodemsamenstelling geen belemmering voor de toepassing van bodemradar.

Met behulp van het AHN² werd het bodemprofiel op en rond het onderzoeksgebied geraadpleegd. Afbeelding 5 laat het bodemprofiel zien. Hoewel het oppervlak waar het kerkgebouw vermoed wordt (Afbeelding 3) significante hoogteverschillen te zien geeft, is er geen patroon van een fundering herkenbaar. De omwalling rond het kerkterrein is daarentegen zeer goed te herkennen en ook een doel van het onderzoek.

¹ DinoLoket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>.

² Actueel Hoogtebestand Nederland: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>.



Afbeelding 5 Het AHN bodemprofiel van het onderzoeksgebied (Ruud Raats). Grijs valt buiten de schaal.

2.3 Archeologische context

Er heeft op het terrein, voor zover bekend, nog geen archeologisch onderzoek plaatsgevonden. Booronderzoek rapportage is in voorbereiding.

Voor informatie over de herinrichting van het kerkerrein, zie Bijlage 2.

2.4 Historische context

De 'Oude Toren' van Oostelbeers is een overblijfsel van een bescheiden katholiek kerkje dat ongeveer in het midden van de veertiende eeuw gebouwd werd en gewijd was aan de heilige apostel Andreas. Tegen dat kleine kerkje wordt in de tweede helft van de veertiende eeuw de Oude Toren gebouwd. De beschermheilige van toen, de Heilige Andreas is nog steeds, samen met de Heilige Antonius van Padua, parochiepatroon van Oostelbeers. Op de open plek achter de toren heeft vroeger het kerkje gestaan hebben. Een aarden wal benadrukt het middeleeuwse karakter. De verweerde bakstenen aan de oostzijde van de toren laten zien dat het veertiende-eeuwse kerkje naderhand vervangen is door een grotere kerk.

In het open akkergebied rond de toren ligt vrijwel zeker de middeleeuwse voorganger van het dorpje Oostelbeers verborgen onder de bolle akkers. Uit regionaal archeologisch onderzoek is bekend dat in de Volle Middeleeuwen de boerderijen naar de lager gelegen flanken van de beekdalen verschuiven om meer akkers aan te kunnen leggen op de hoge zandrug, terwijl de kerk eenzaam achter bleef. Dit is voor kerk van Oostelbeers niet anders.

In 1648 nemen de hervormden de vervallen kerk in beslag. Tegen het einde van de achttiende eeuw geven zij de kerk weer terug aan de katholieken. Maar deze bouwden in de tussengelegen eeuw een nieuwe schuurkerk in het huidige Oostelbeers en hadden geen interesse meer in de oude kerk. Daarna raakt de oude kerk steeds meer in verval en wordt

uiteindelijk afgebroken. De Oude Toren blijft eenzaam achter en wordt tenslotte in de jaren 60 van de 20e eeuw gerestaureerd.

De overgebleven toren en het omliggend akkercomplex zijn een archeologisch rijksmonument, vanwege de aanwezigheid van de resten van een middeleeuwse kerk, een bijbehorend kerkhof met omwalling, een open akkercomplex alsmede sporen van bewoning uit de Late Middeleeuwen en de IJzertijd. In het hart van het gebied staat de laatmiddeleeuwse kerktoren, een beschermd bouwkundig monument.

Voor meer historische context, zie Bijlage 3.

3. Doelstelling onderzoek en onderzoeksvragen

De doelstelling is het reconstrueren van de bebouwing op het kerkterrein (Bijlage 2).

De concrete onderzoeksvragen zijn:

- Het achterhalen van de contouren van het kerkgebouw waarvan de bakstenen bouw twee fasen kende in de 14^e en de 15^e eeuw.
- Opsporen van mogelijke funderingsresten in de omwalling van het kerkterrein.
- Zo mogelijk een impressie krijgen van omvang begravingen in en rond de kerk.

4. Beschrijving van onderzoeksmethoden en technieken

De werkgroep gebruikt momenteel twee soorten geofysische technieken: de bodemradar en de elektrische weerstandsmeting. In dit hoofdstuk worden de globale fysische principes besproken, die nuttig kunnen zijn om de resultaten beter te kunnen interpreteren.

Voor dit specifieke onderzoek werd alleen de bodemradar ingezet.

4.1 Het fysisch principe van bodemradar

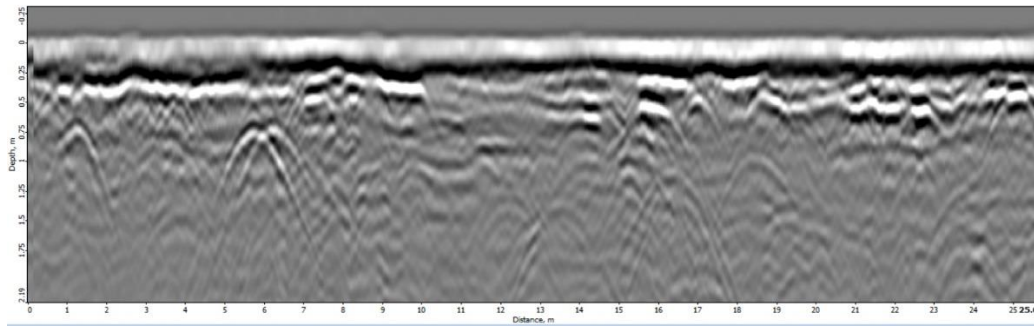
Archeologie bestaat doorgaans uit structuren en artefacten die vaak uit materialen bestaan met een andere samenstelling dan de bodemmatrix. De grensvlakken tussen die materialen en de bodemmatrix kunnen reflecties van radarstraling geven, zoals zichtbaar licht op het grensvlak van lucht en water een reflectie geeft. Door pulsen radarstraling de bodem in te sturen en de reflecties te meten, kunnen die grensvlakken in kaart worden gebracht. Die geven dan informatie over de locatie en vorm van de structuren in de bodem.

De apparatuur en uitvoering

De bodemradar bestaat uit twee antennes. De ene antenne kan radarpulsen de bodem inzenden en de andere kan de reflecties ontvangen. Met een GPS antenne wordt de positie van de bodemradar geregistreerd. Voor locaties waar geen betrouwbaar GPS beschikbaar is, wordt handmatig met een odometer gemeten. Deze methode wordt omwille van specifieke voordelen (Bijlage 4)³ steeds vaker toegepast, ook als GPS in principe wel beschikbaar is.

Tijdens de meting zendt de ene antenne een radarpuls de bodem in. Op ieder grensvlak wordt een deel van de straling gereflecteerd en dringt de rest dieper in de bodem door, tot het volgende grensvlak dat ook weer een deel reflecteert. Uit de gemeten tijdsduur tussen het uitzenden en ontvangen van de reflectie kan de diepte, waarvan deze afkomstig is, worden berekend. Door de bodemradar voort te bewegen wordt een bodemscan in het verticale vlak verkregen. Dit wordt een radargram genoemd en laat in een wit-zwart zebrapatroon de golven van gereflecteerde radarstraling zien (Afbeelding 6).

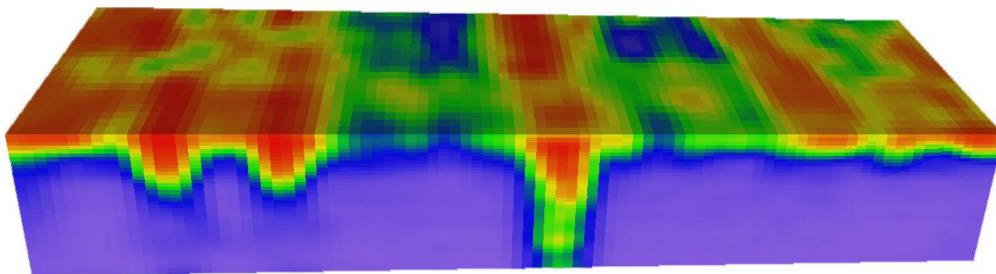
³ Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie
<https://archpro.lbg.ac.at/>



Afbeelding 6 Een voorbeeld van een radardiagram (Peter Seinen).

Door meerdere parallelle scans (raaien) te maken en die met gespecialiseerde software aan elkaar te knopen, wordt een 3D-model (Afbeelding 7) verkregen met de posities van de grensvlakken en dus van de structuren⁴. De rode en blauwe kleuren geven respectievelijk sterke en zwakke reflecties weer.

De uitwerkingsprocedure en de daarvoor gebruikte specifieke parameters voor de modellering worden gegeven in Bijlagen 4 en 5.



Afbeelding 7 Een voorbeeld van een 3D-model met sterke (rood) en zwakke (blauw) reflecties (Peter Seinen).

Omdat de meetdichtheid, en daarmee de detaillering waarmee de structuren kunnen worden weergegeven in de scanrichting (2 cm per meting) veel groter is dan de richting loodrecht daarop (50- 100 cm per meting), verdient het de aanbeveling om in twee meetsessies beide richtingen (orthogonaal) te scannen. Voor dit project hebben we gekozen voor een raaienafstand van 25 cm, waardoor de orthogonaal meting overbodig wordt⁵.

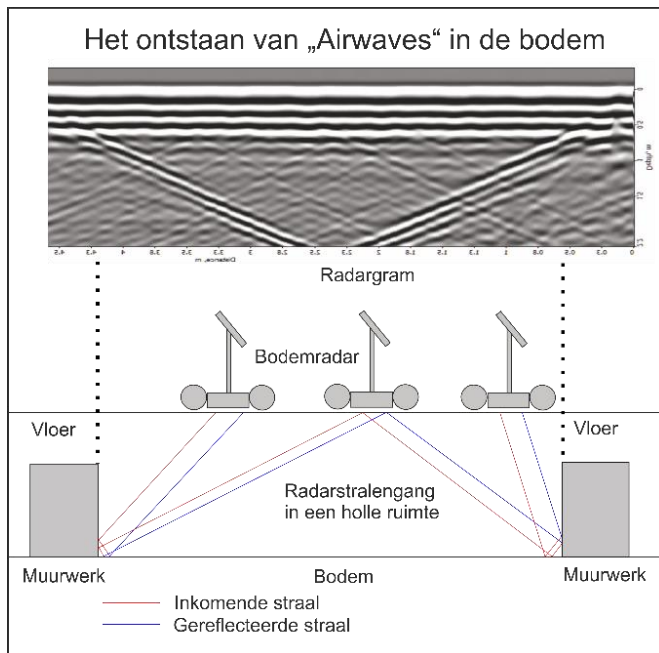
In speciale gevallen, zoals het optreden van holle ruimtes of het voorkomen van metalen in de bodem, geven de radargrammen extra informatie in de vorm van specifieke patronen die zichtbaar worden in het radargram. Deze patronen staan bekend met de begrippen “airwaves” en “ringing”.

Airwaves worden veroorzaakt door reflecties met rechte hoeken. Dit zijn vaak bovengrondse reflecties als gevolg van slechte afscherming van de radarantenne, waardoor straling wegglekt. Airwaves kunnen echter ook in de ondergrond ontstaan (Afbeelding 8a).

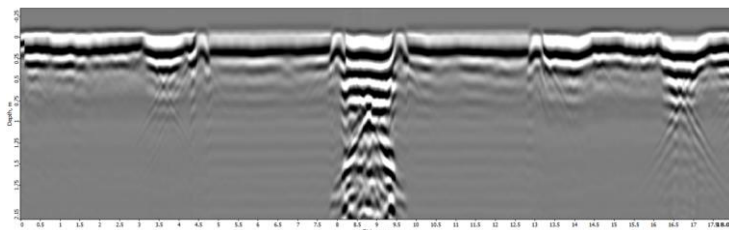
Ringings wordt veroorzaakt door de interactie van de radazendantenne met een metalen oppervlak (Afbeelding 8b).

⁴ Verbeek, 2019.

⁵ Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie



Afbeelding 8a Het patroon van “airwaves” en hun ontstaan (Peter Seinen).



Afbeelding 8b Het patroon van “ringing” (Peter Seinen).

Beperkingen

Zoals alle meettechnieken, kent ook bodemradar haar beperkingen. Naarmate de radarstraling dieper in de bodem doordringt, neemt de intensiteit door absorptie, verstrooiing en uitwaaiering, steeds verder af. Daarnaast geven niet alle grensvlakken een even sterke reflectie. Als de fysische eigenschappen van het materiaal waaruit de structuur en bodemmatrix bestaan weinig verschillen, kan de reflectie onmeetbaar klein zijn. Anderzijds kunnen reflecties ook door echo's of stringen van de apparatuur veroorzaakt worden. Tenslotte is het de kunst om reflecties van archeologische structuren te onderscheiden van die van geologische en biologische structuren of moderne verstoringen, zoals kabels en leidingen. Met bodemradarmetingen krijg je vrijwel altijd meer reflecties te zien dan die relevant zijn voor de vraagstelling.

Ook de opgegeven diepte is onzeker, omdat deze berekend wordt op basis van een vaak onbekende bodemsamenstelling. Er moet rekening gehouden worden met een marge van plusminus dertig centimeter.

Het devies van bodemradar voor toepassing in de archeologie is dan ook dat conclusies onzeker zijn. Het niet optreden van reflecties betekent niet dat er geen structuren in de bodem zitten. Andersom betekent waarneming van reflecties niet dat die altijd door archeologie veroorzaakt worden.

Er blijft altijd ruimte voor twijfel en het is belangrijk om dat te beseffen.

4.2 Het fysisch principe van de elektrische weerstandsmeting

Ook bij de elektrische weerstandsmeting worden de locaties van inhomogeniteiten in de bodem gemeten. Die inhomogeniteiten kunnen weer van geologische, biologische of antropogene aard zijn. De inhomogeniteiten karakteriseren zich door hun verschil in elektrische geleidbaarheid ten opzichte van die van de bodemmatrix.

De apparatuur en uitvoering

De apparatuur bestaat uit een frame waaraan twee electrode-pennen bevestigd zijn. Die elektroden zijn verbonden met een weerstandsmeter, die de elektrische stroom meet die gaat lopen als de elektroden in de bodem worden geprikt. Door deze metingen op verschillende posities in een meetraster te doen, wordt een patroon zichtbaar

Beperkingen

De bodemmatrix en de eventuele archeologische sporen of objecten moeten wel een voldoende groot verschil in elektrische geleiding hebben.

Hoewel de informatie uit de meetresultaten wel uit de diepte komt, geeft de techniek geen informatie over verschillen in de elektrische geleidbaarheid op verschillende dieptes, zoals dat bij bodemradar wel het geval is. Het resultaat is niet een 3D model van de bodem waaruit doorsnedes op verschillende dieptes genomen kunnen worden, maar is een soort gemiddelde van structuren in de bodem op verschillende dieptes. Hierbij neemt de bijdrage aan de weerstand met toenemende diepte af.

Meer details over de uitwerking van de meetgegevens staan in Bijlagen 4 en 5.

5. Resultaten van het onderzoek

De resultaten worden in twee aparte delen gepresenteerd:

- De geofysische interpretatie, die de reflecties vertaald naar mogelijk antropogene structuren.
- De archeologische interpretatie die de structuren vertaald naar archeologische structuren.

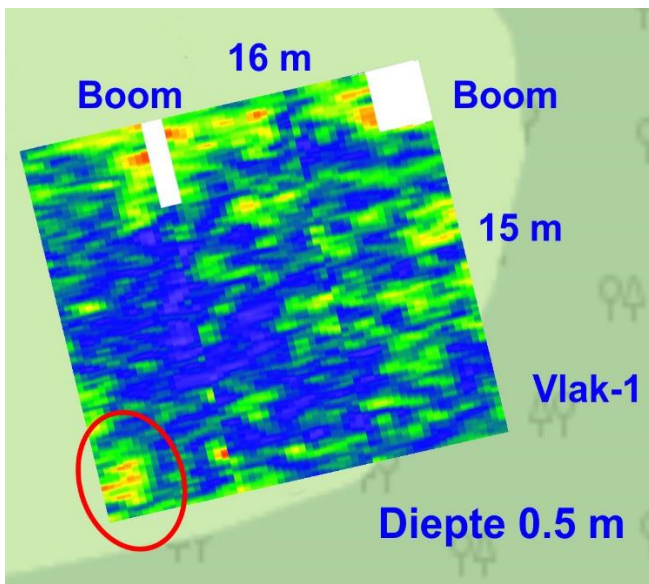
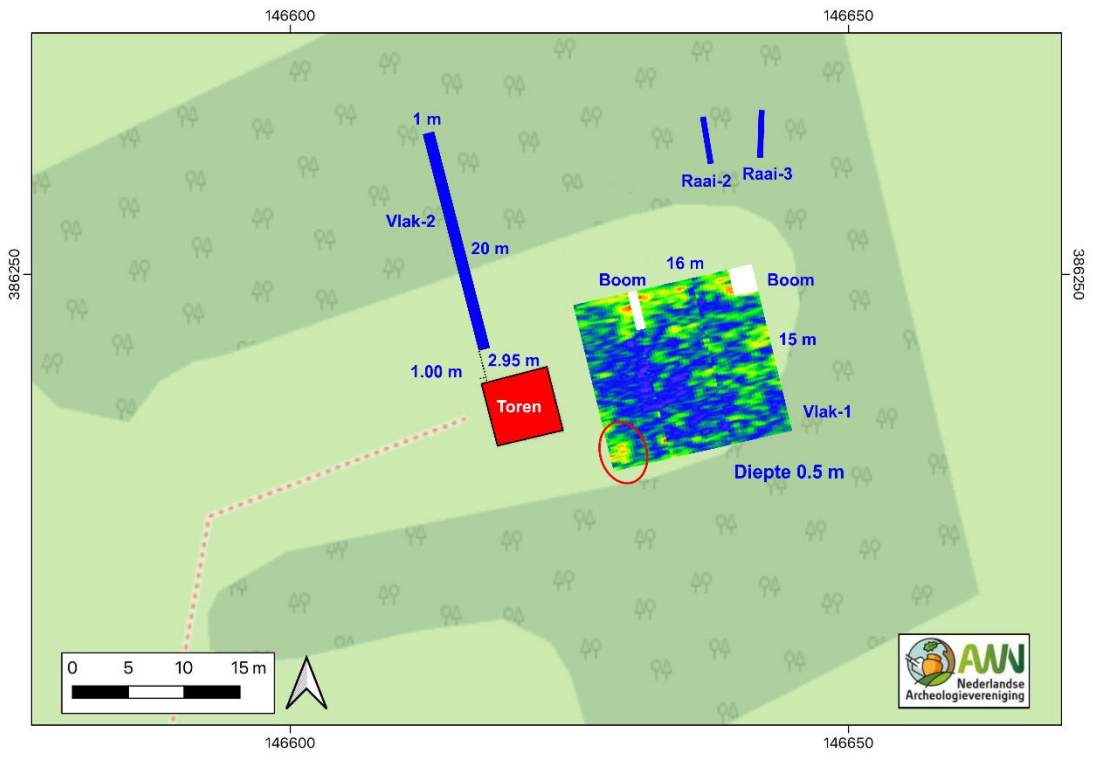
5.1 Geofysische interpretatie van de bodemradarmeting

De geofysische resultaten vallen uiteen in drie clusters: Vlak-1, Vlak-2 en Raai-2 en -3.

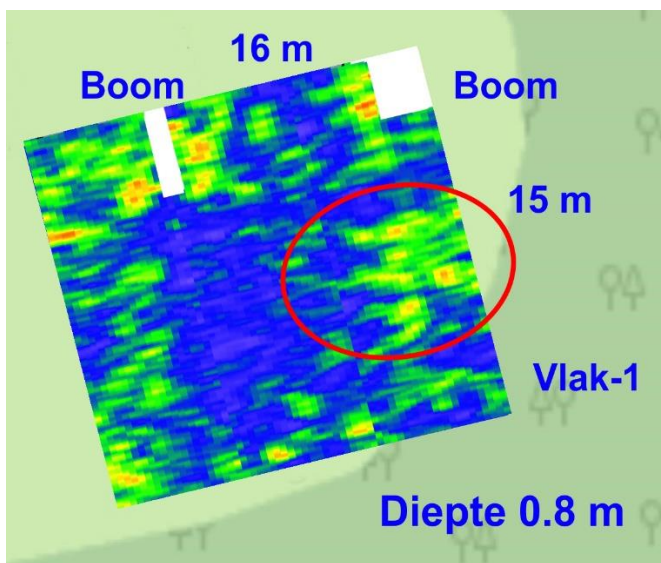
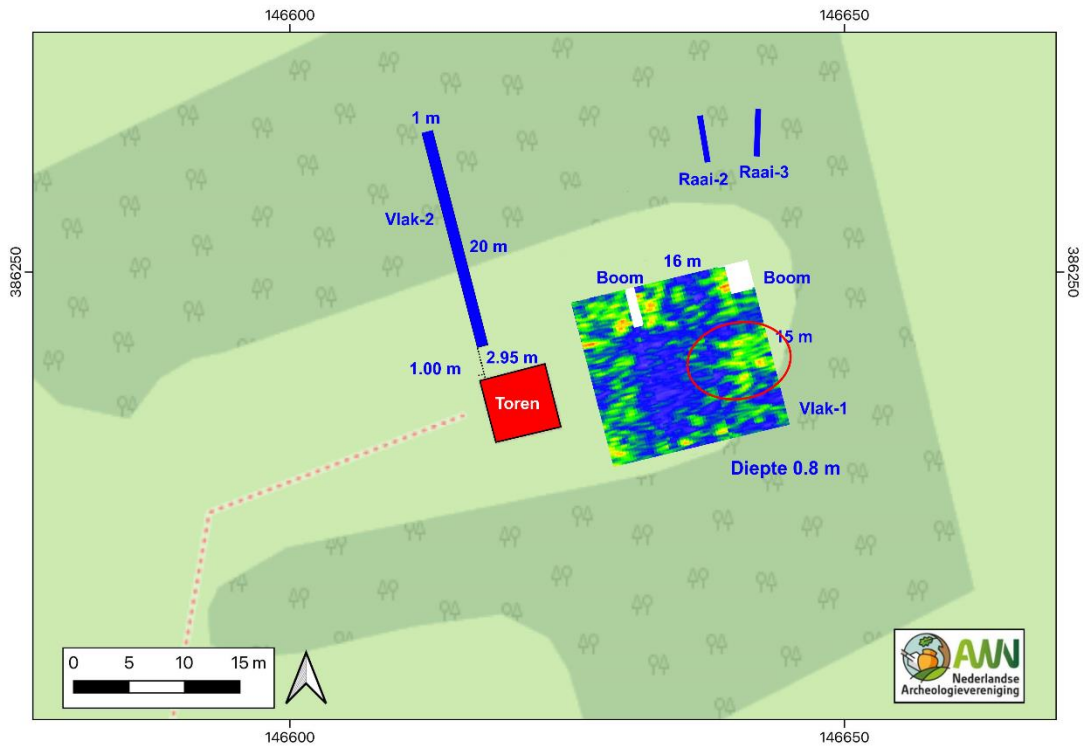
Resultaten Vlak-1

De resultaten voor Vlak-1 bij verschillende geschatte dieptes worden geprojecteerd op de kadasterkaart omdat de AHN kaart toch geen bruikbare patronen op het gebied met de veronderstelde kerkplattegrond laat zien. De reflectiepatronen, gepresenteerd in Afbeelding 9 tot en met 12, laten geen van allen een herkenbaar patroon zien. De bodemmatrix bestaat grotendeels uit zand is en is dus goed transparant voor radarstraling. Dit blijkt ook uit de meting van Vlak-2, waar de bakstenen fundering van een smal muurtje op een diepte van 0.8 m, haarscherp in beeld komt (zie Resultaten Vlak-2). De witte vlakken in het meetvlak konden niet gemeten worden door de aanwezigheid van bomen. De reflecties rond deze bomen kunnen veroorzaakt zijn door boomwortels.

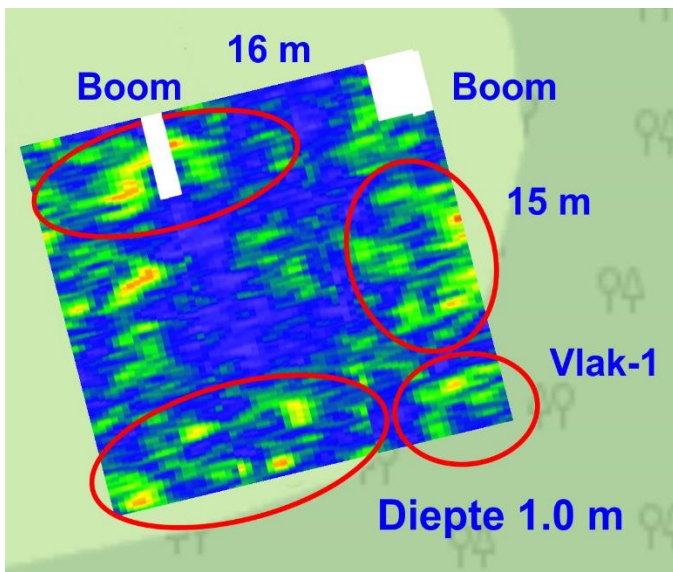
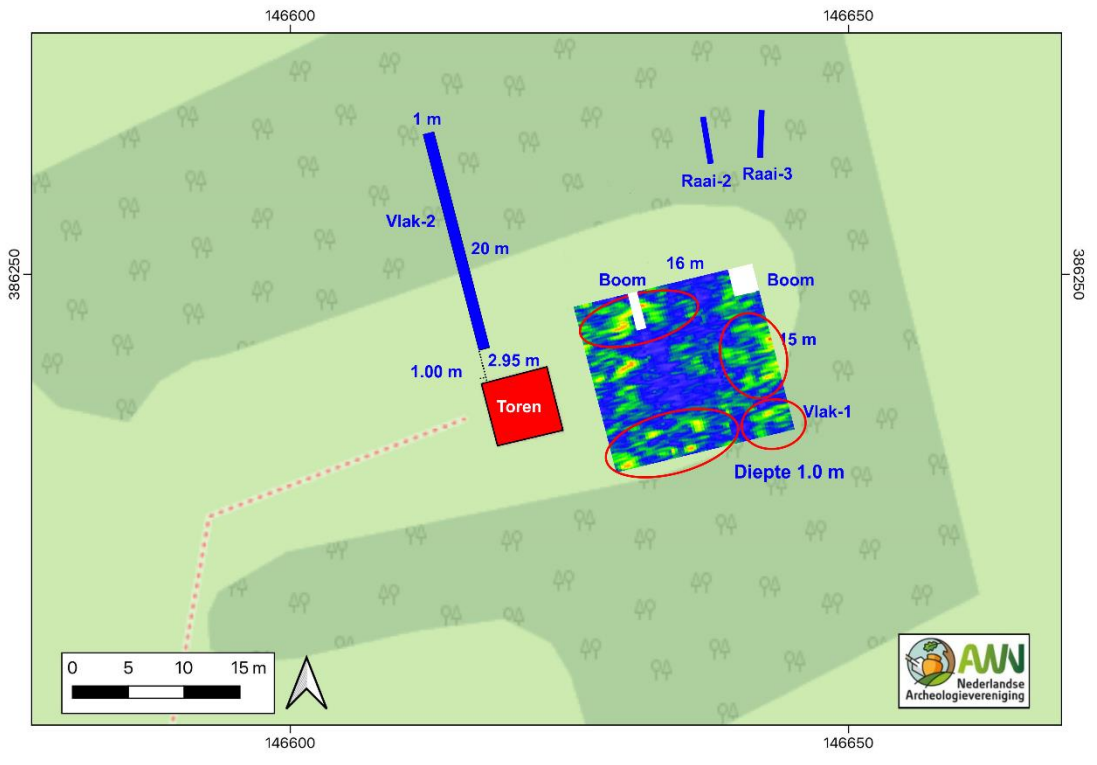
Een deel van de reflecties in Vlak-1 wordt mogelijk veroorzaakt door funderingsresten, bestaande uit intacte funderingen of bouwpuin. Een sterke reflectie kan alleen veroorzaakt worden door een groot 'materiaalcontrast' tussen bijvoorbeeld baksteen en zand. Wat identificatie lastig maakt zijn andere mogelijke bronnen voor reflecties, zoals begravingen en boomwortels. Bovendien kunnen structuren door sloop verstoord zijn en kunnen resten als puinvlakken achtergebleven zijn.



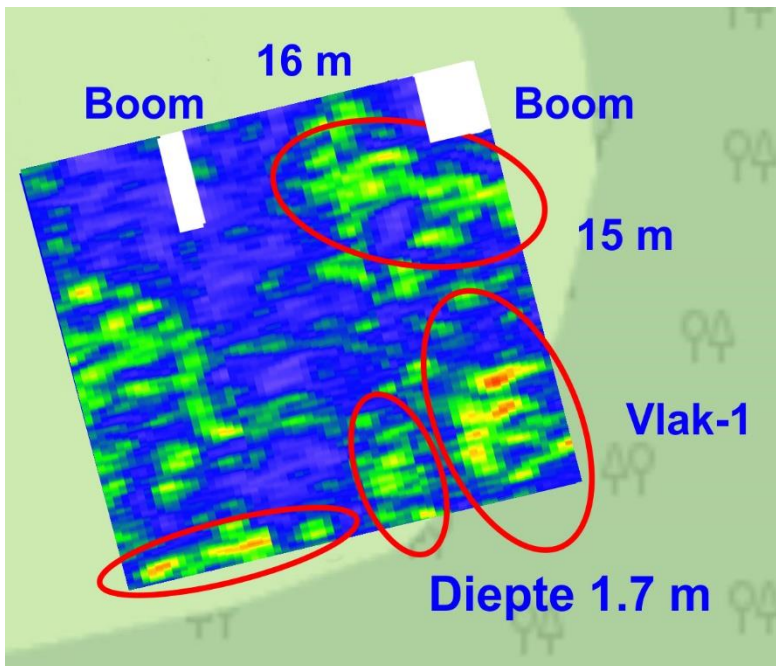
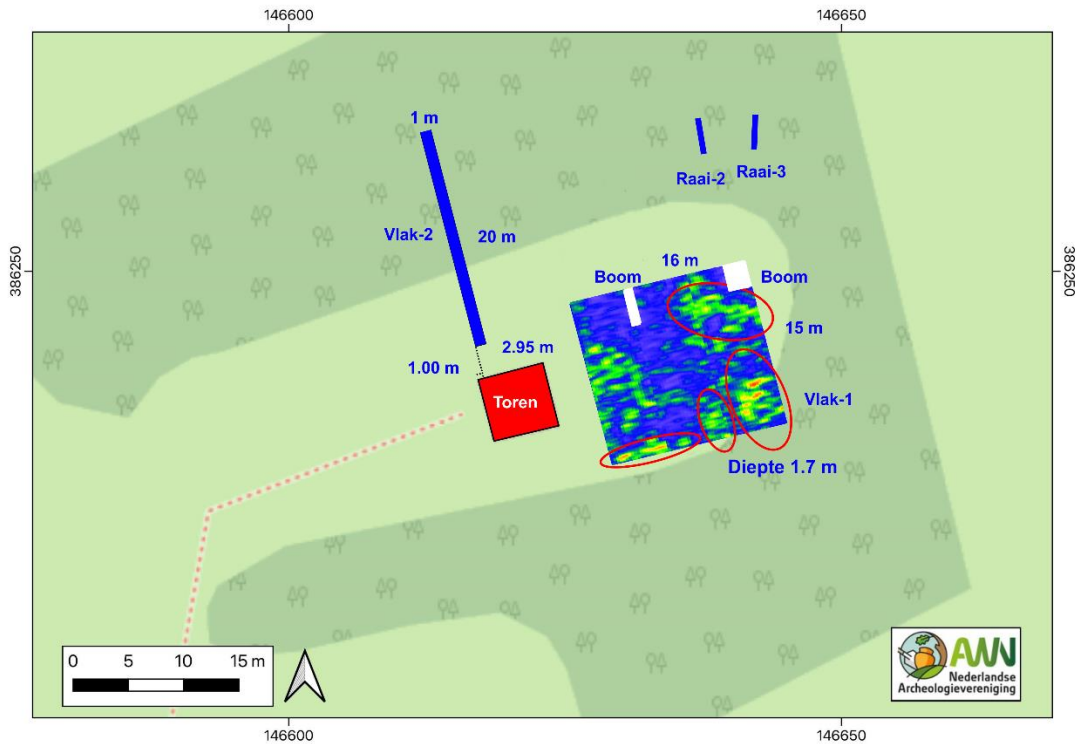
Afbeelding 9 Radarreflecties in Vlak-1 op een geschatte diepte van 0.5 m.



Afbeelding 10 Radarreflecties in Vlak-1 op een geschatte diepte van 0.8 m.



Afbeelding 11 Radarreflecties in Vlak-1 op een geschatte diepte van 1.0 m



Afbeelding 12 Radarreflecties in Vlak-1 op een geschatte diepte van 1.7 m.

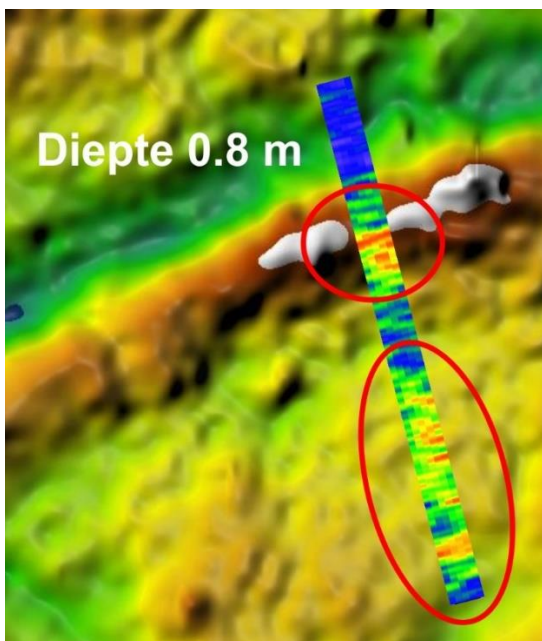
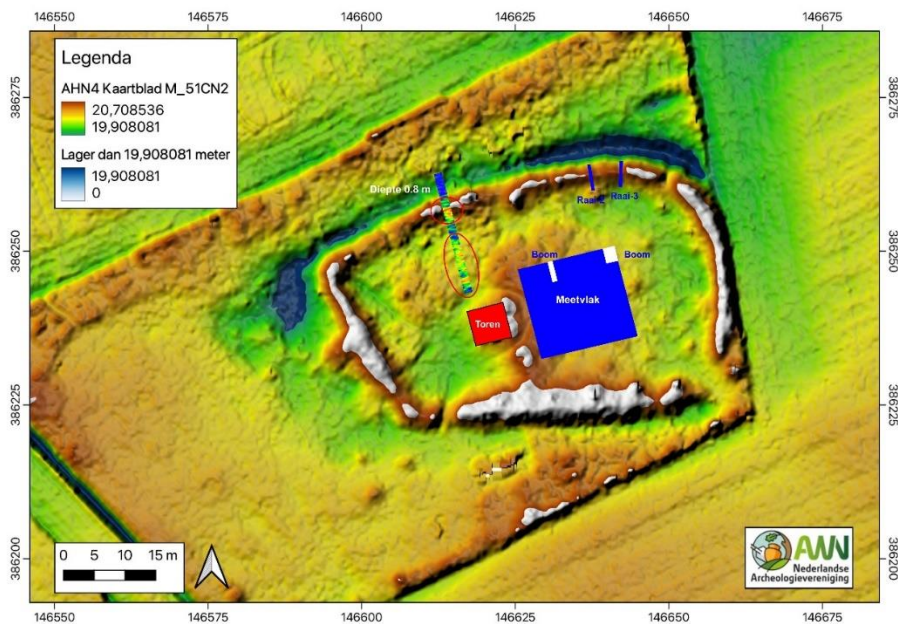
Resultaten Vlak-2

De resultaten voor Vlak-2 worden geprojecteerd op de AHN kaart omdat op deze kaart een duidelijk patroon van de omwalling rond het kerkerrein te zien geeft. Afbeeldingen 13 tot en met 15 geven de reflectiepatronen op geschatte dieptes van respectievelijk 0.8 m, 1.3 m en 1.9 m.

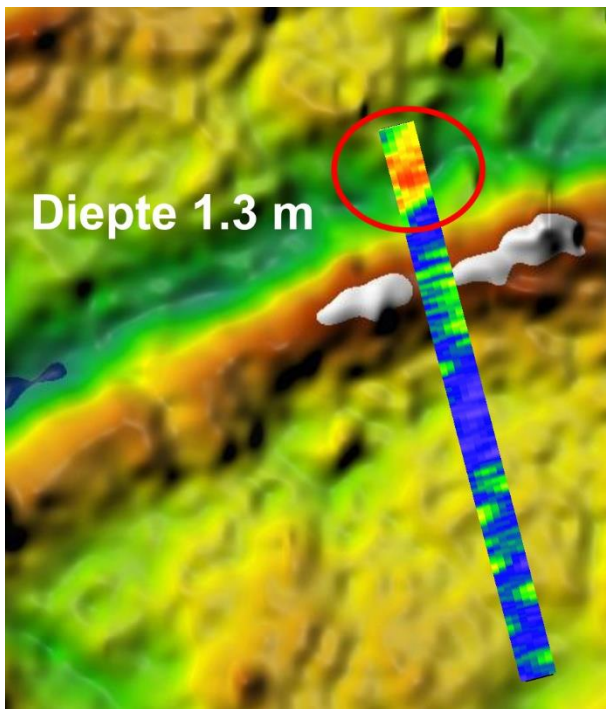
Op de geschatte diepte van 0.8 m (Afbeelding 13) worden ongeveer op de top van de wal, sterke reflecties zichtbaar. De exacte plaatbepaling, die uit een radargram afgeleid kan worden, wordt bemoeilijkt doordat de scan over een bol wallichaam werd uitgevoerd. Hierdoor maakt de bodemradar een hoek die afwijkt van de normale verticale stand. De reflectie wordt hierdoor wat breder en meer gefragmenteerd weergegeven. In de richting van de toren worden nog meer reflecties zichtbaar.

Op de geschatte diepte van 1.3 m (Afbeelding 14) wordt een sterke reflectie ten noorden van de wal zichtbaar. De reflectie direct ten zuiden daarvan, op de top van de wal, dooft enigszins uit.

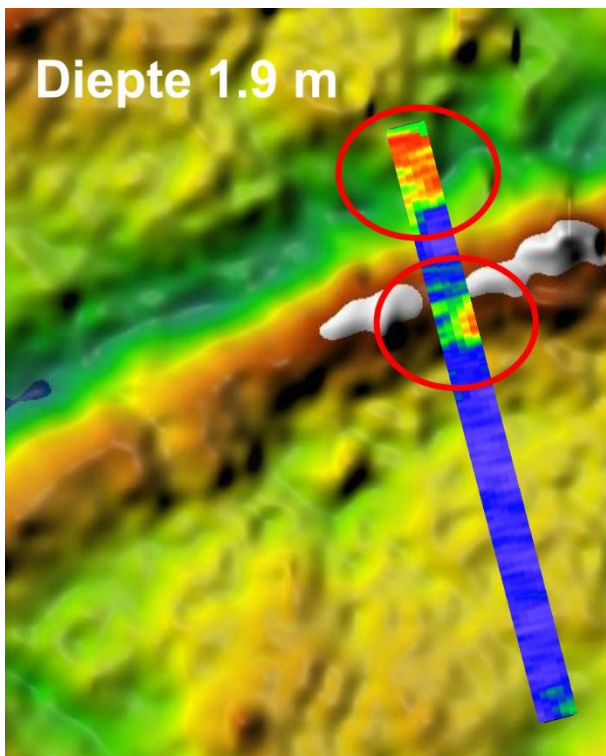
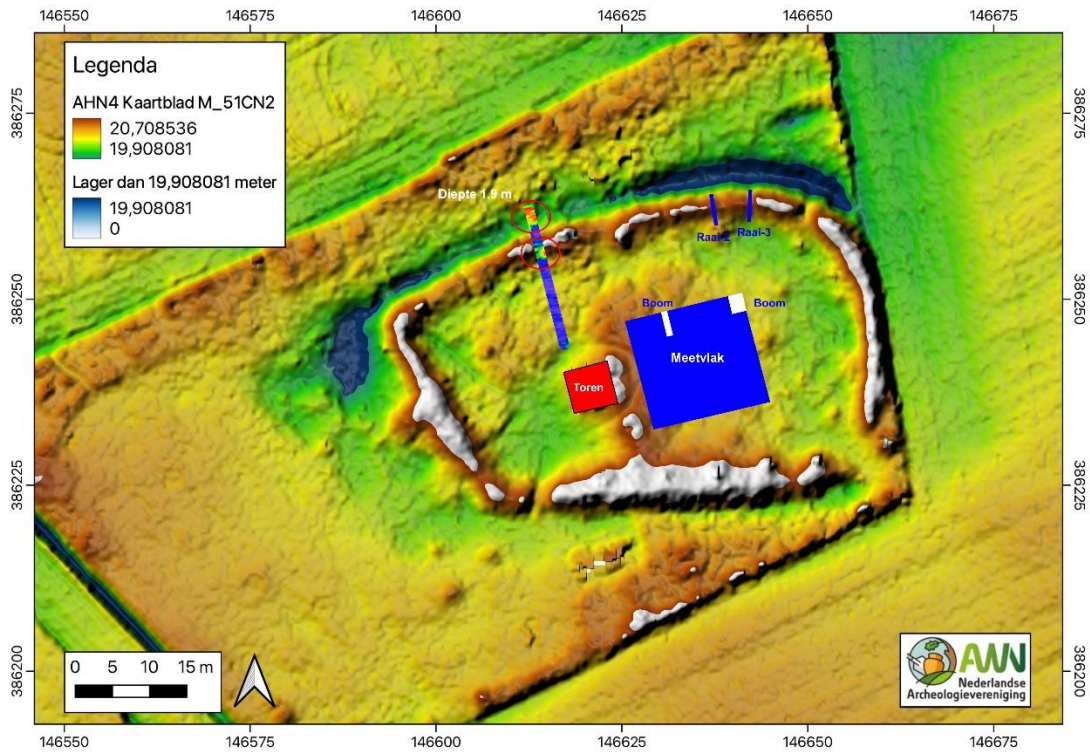
Op de geschatte diepte van 1.9 m (Afbeelding 15) neemt de reflectie ten noorden van de wal in sterkte toe. Ook de reflectie op de top van de wal herneemt in sterkte. Mogelijk wordt deze reflectie veroorzaakt door de grens van de onderzijde van het object en de natuurlijke bodem.



Afbeelding 13 Radarreflecties in Vlak-2 op een geschatte diepte van 0.8 m.



Afbeelding 14 Radarreflecties in Vlak-2 op een geschatte diepte van 1.3 m.



Afbeelding 15 Radarreflecties in Vlak-2 op een geschatte diepte van 1.9 m.

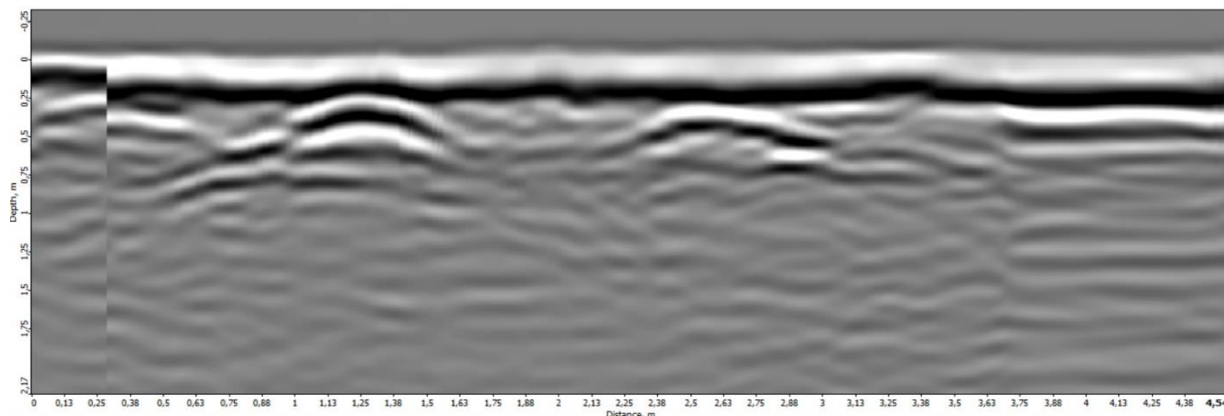
Resultaten Raai-2 en -3

De resultaten van de enkele line-scan op twee posities op de wal ten oosten van Vlak-2 worden weergegeven in Afbeeldingen 16 en 17. De scan-richting is telkens van zuid naar noord en

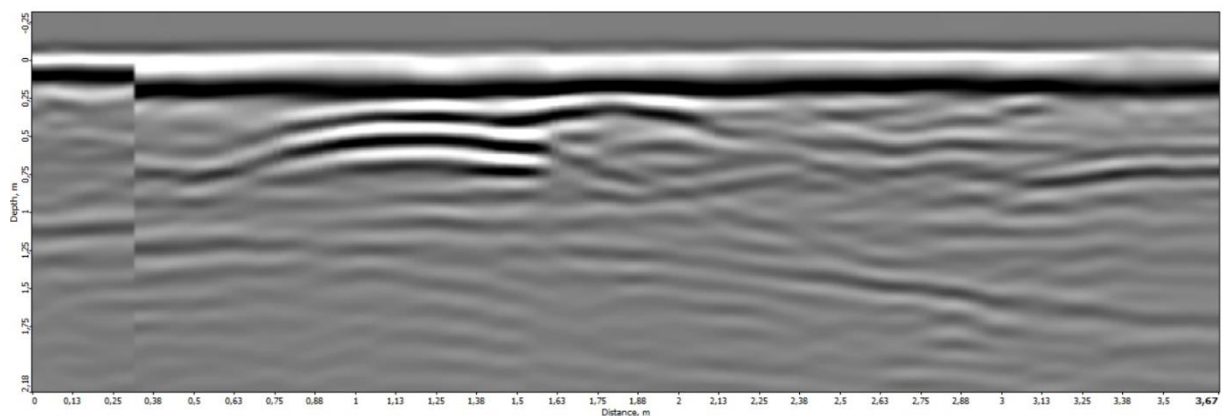
bedraagt een lengte van respectievelijk 4.5 m en 3.5 m. Het eindpunt van de scan is in beide gevallen 1 m voorbij de top van de wal.

De resultaten voor Raai-2 (Afbeelding 16) laten twee zeer ondiepe structuren zien op respectievelijk 2.3 m en 1.1 m voor de top van de wal. Onderzoek met prikstokken geeft een harde weerstand, mogelijk baksteen.

De resultaten voor Raai-3 (Afbeelding 17) suggereert dat de sporen die in Raai-2 nog los meetbaar waren, versmolten raken. Ook hier gaf onderzoek met prikstokken een harde weerstand.



Afbeelding 16 Radargram van Raai-2 (Peter Seinen).



Afbeelding 17 Radargram van Raai-3 (Peter Seinen).

5.2 Archeologische interpretatie van de bodemradarmeting

Vlak-1

Op verschillende plaatsen binnen Vlak-1, op geschatte dieptes tussen 0.5 en 1.7 m, werden reflectiepatronen waargenomen. Deze patronen vormen echter van de metingen waar het kerkgebouw moet hebben gestaan, laat op geen enkele diepte herkenbare structuren zien, die als zodanig geïnterpreteerd kunnen worden.

Vlak-2

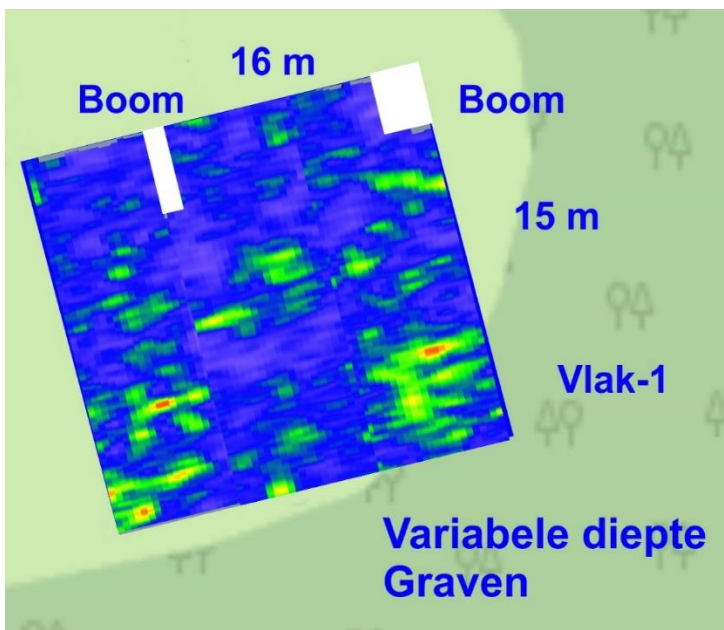
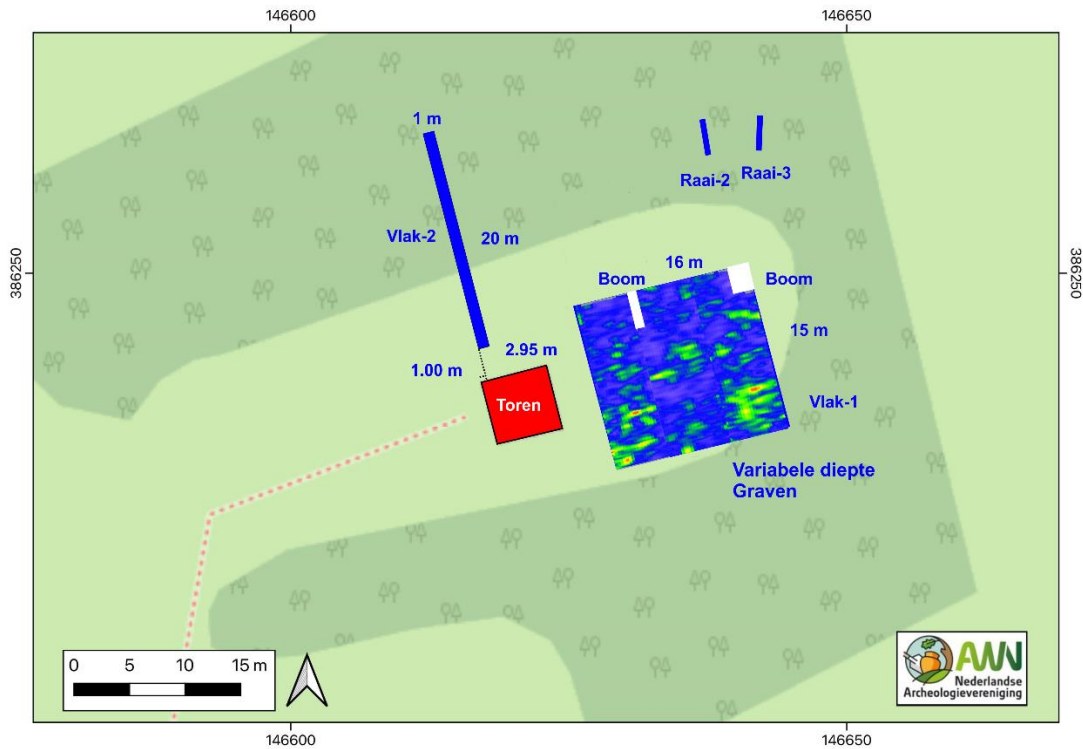
Sterke reflecties binnen Vlak-2 kunnen geïnterpreteerd als de fundering van de muur in de kerk-wal en als een diepe greppel net ten noorden van de kerkmuur.

Raai-2 en -3

Profielen gemeten over de kerk-wal laten reflecties zien die kunnen corresponderen met funderingsresten zoals in Vlak-2. Er lijkt in Vlak-2 een tweede muur (of puinvlak) te liggen.

Mogelijke graven

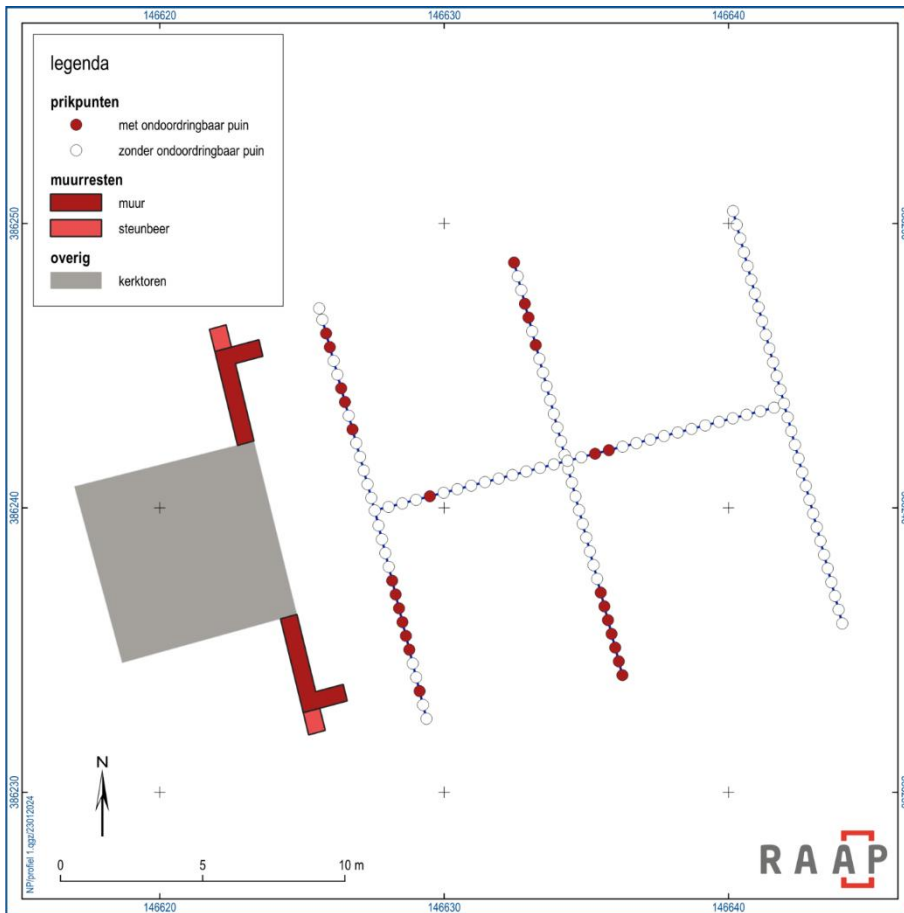
Opvallend was wel dat er tussen 1.0 en 2.0 m betrekkelijk veel langgerekte oostwest georiënteerde structuren zichtbaar zijn. Afbeelding 18 laat een selectie tussen 1.0 en 2.0 m diepte zien. Mogelijk zijn dit graven.



Afbeelding 18 Langgerekte oostwest georiënteerde structuren.

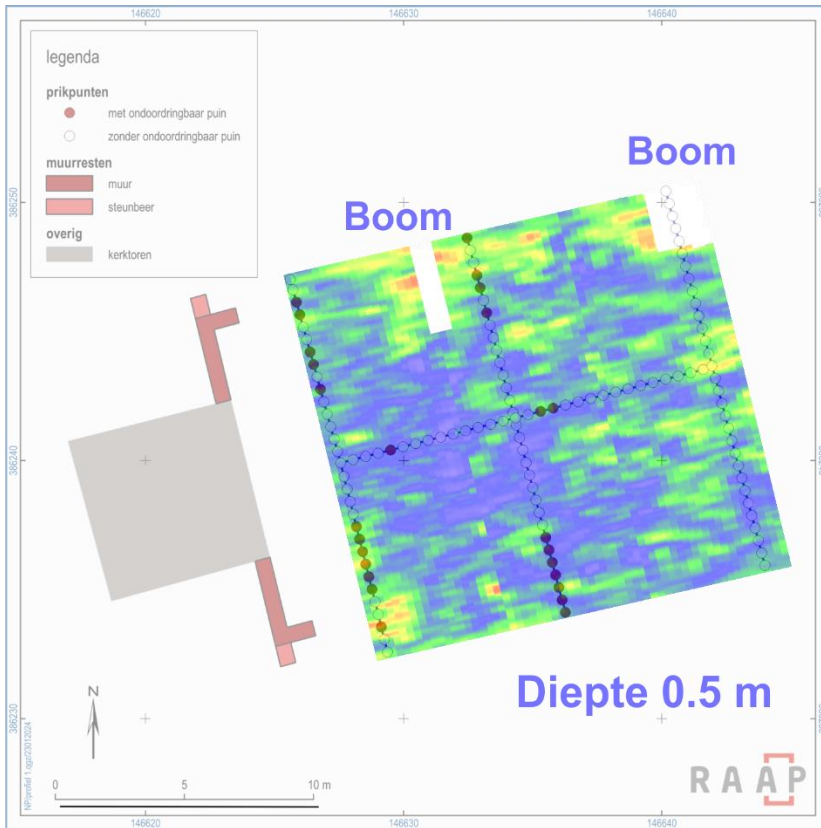
Prikstokonderzoek

Als logisch vervolg op het bodemradaronderzoek voerde RAAP een onderzoek met prikstokken uit. Afbeelding 19 laat het meetpatroon zien.

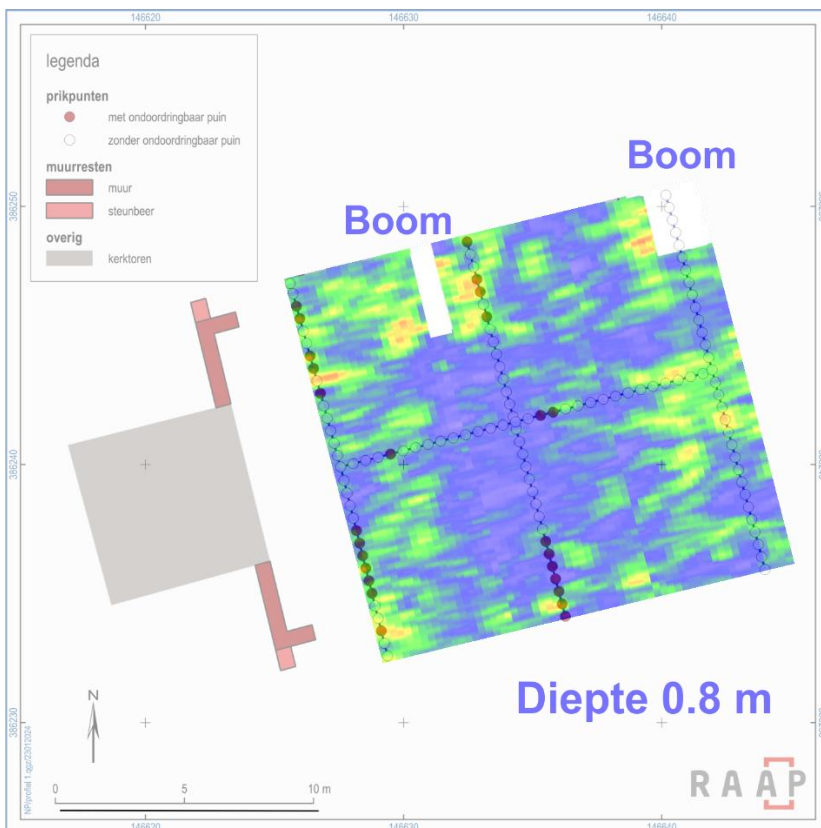


Afbeelding 19 Het meetpatroon van het prikstokonderzoek.

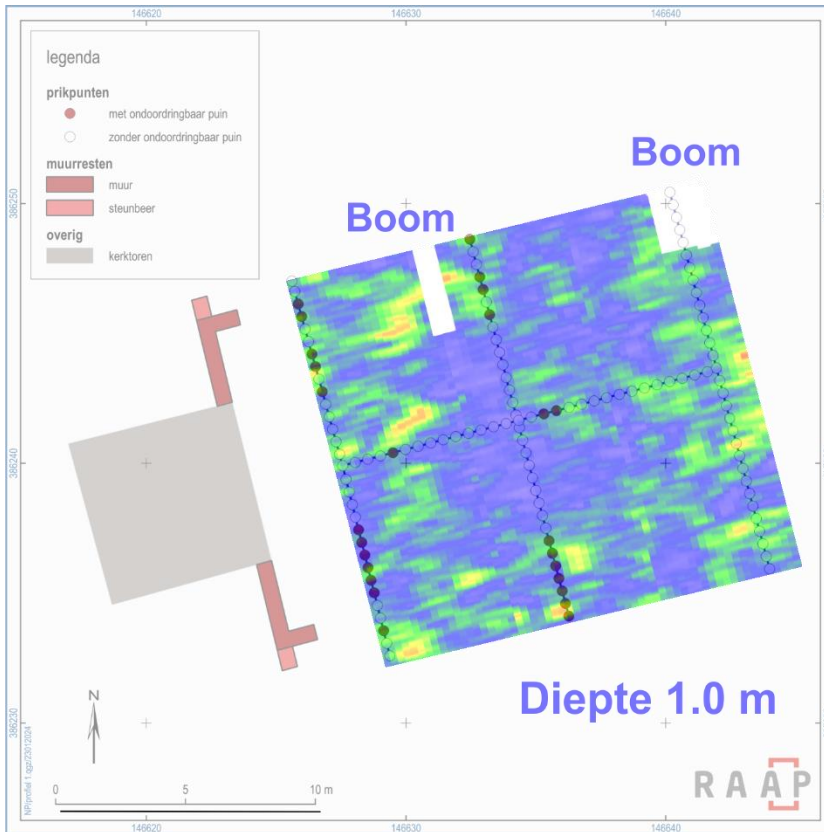
Afbeeldingen 20 tot en met 24 laten de projecties van de radarreflectie-patronen voor verschillende geschatte dieptes op het meetpatroon van het prikstokonderzoek zien.



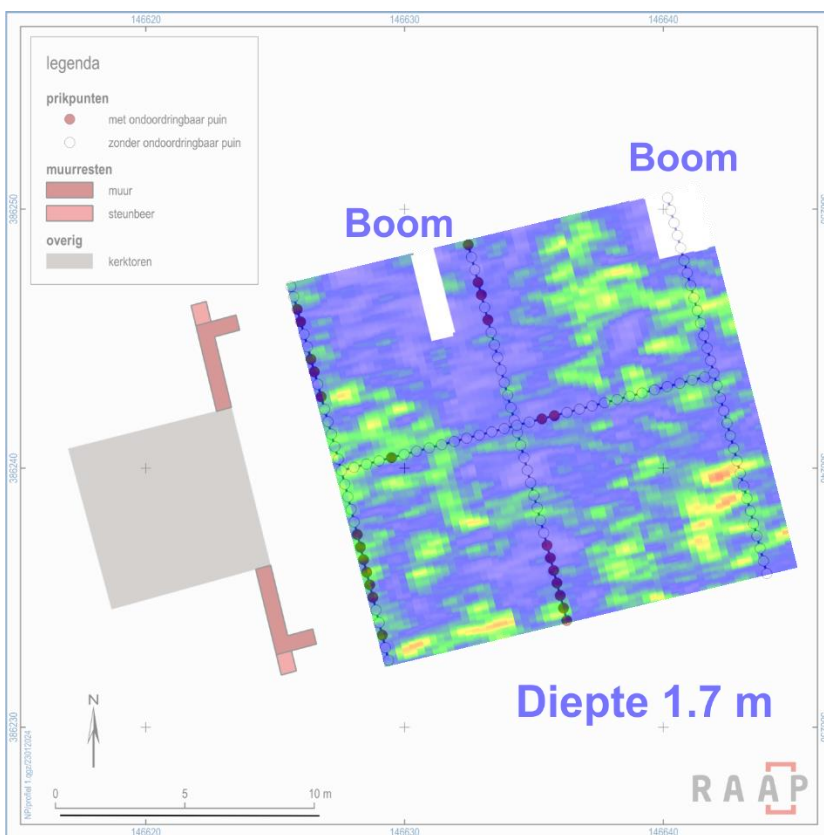
Abbeelding 20 Reflectiepatronen van een geschatte diepte van 0.5 m.



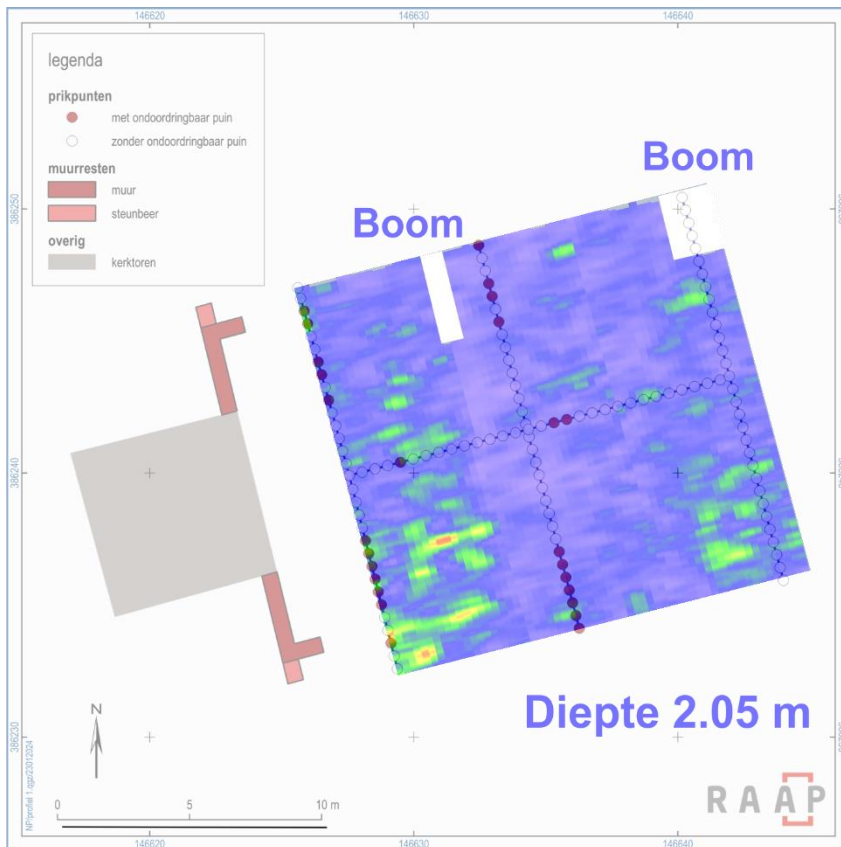
Abbeelding 21 Reflectiepatronen van een geschatte diepte van 0.8 m.



Afbeelding 22 Reflectiepatronen van een geschatte diepte van 1.0 m.



Afbeelding 23 Reflectiepatronen van een geschatte diepte van 1.7 m.



Afbeelding 24 Reflectiepatronen van een geschatte diepte van 2.05 m.

Incidenteel corresponderen de radarreflectie-patronen met de aangetroffen ondoordringbare puinresten. Er ontstaat echter geen één op één relatie met alle reflecties. Het is ook niet duidelijk waar de overige reflecties, die geen prikstok-uitslag geven, uit bestaan. Wellicht gaat het om puinvlakken.

6. Beantwoording van de onderzoeksvragen

- Het achterhalen van de contouren van het kerkgebouw waarvan de bakstenen bouw twee fasen kende in de 14e en de 15e eeuw.

Het grondradar heeft geen structuur opgeleverd die in verband gebracht kan worden met een kerkgebouw uit de 14e en de 15e eeuw.

- Opsporen van mogelijke funderingsresten in de omwalling van het kerkterrein.

De omwalling met bijbehorende greppel laten zich duidelijk lezen in het hoogtemodel. Het grondradaronderzoek heeft de aanwezigheid van een bakstenen muur in de aarden wal op een diepte van 70 cm onder het maaiveld aangetoond. De muur is circa 50 cm breed. De diepte is niet vastgesteld. De muur moet in verband gebracht worden met de kerkhofmuur die het kerkterrein begrenst.

- Zo mogelijk een impressie krijgen van omvang begravingen in en rond de kerk.

Het grondradaronderzoek heeft geen duidelijke sporen van begraving opgeleverd. Een aantal oostwest georiënteerde rechthoekige vlakken zouden begravingen kunnen zijn.

7. Conclusies

Het grondradaronderzoek heeft geen structuur opgeleverd die in verband gebracht kan worden met een kerkgebouw. Dit betekent echter niet dat er in de ondergrond geen funderingen dan wel uitbraaksleuven van de kerk aanwezig zijn. Gravend onderzoek kan hier uitsluitsel over geven. Bijzonder is dat in het talud van de aarden een fundament van een bakstenen kerkhofmuur en de greppel net ten noorden daarvan is teruggevonden. Het bestaan van deze muur was onbekend.

8. Aanbevelingen

De werkelijke omvang van de kerk is niet vastgesteld. Hierdoor is een verantwoorde historische reconstructie van de plattegrond in het veld niet mogelijk. Om deze reden wordt aanbevolen de plattegrond in het veld niet zichtbaar te maken.

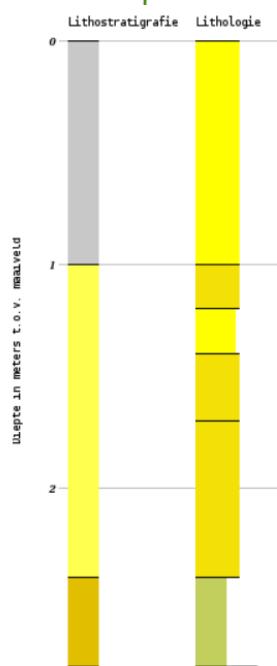
Literatuur

Conyers, L.B., 2012, Interpreting Ground-penetrating Radar for Archaeology, Left Coast Press, Walnut Creek California.

Verbeek B., Seinen, P.A., Hemelaar, R., 2018, Echo's uit het verleden, bodemradar in de archeologie: toverij of wetenschap, Boekscout.

Bijlage 1 Geologische informatie uit bodemboringen.

Boormonsterprofiel



Identificatie : B51C1656
Coördinaten : 146670 , 386280 (RD)
Maaiveld: 20.50 m t.o.v. NAP
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
Beschrijfmethode: Onbekend
Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie **Lithologie**

AAES	Leem
BXWI	Zand fijne categorie
BXML	Zand midden categorie

Geologisch boorprofiel.

Bijlage 2 Doelstelling herinrichting kerkterrein.

Gemeente Oirschot heeft besloten om het Rijksmonument De Oude Toren van Oostelbeers beter “beleefbaar” te maken voor het publiek. Hiervoor moet het muurwerk van de toren gerestaureerd en de omgeving aangepast worden. Het doel van de aanpassing is om de funderingen van het oorspronkelijke kerkgebouw weer zichtbaar te maken. Hiertoe werd het volgende plan gemaakt.

Na de restauratie beginnen werkzaamheden om de exacte locatie van de fundering van de voormalige kerkmuren in kaart te brengen. Bij de kerk worden proefsleufjes gegraven en er zal een grondradaronderzoek worden uitgevoerd om de diverse bouwperiodes beter in beeld te krijgen. Deze informatie zal in de toekomst in beeld worden gebracht, bijvoorbeeld met een informatiepaneel. Niet alleen de toren, ook de directe omgeving is een archeologisch beschermd Rijksmonument. Het terrein binnen de kerk-wal en greppel wordt om die reden opgeschoond: ontdaan van brandnetels, braamstruiken en andere opgeschoten beplanting die er niet past. De kerk-wal en greppel worden hersteld. Ze zijn aangelegd rondom de begraafplaats die eeuwenlang, tot circa 1850 in gebruik is gebleven. De kerk-wal vormt de begrenzing van de (vroegere) gewijde grond. Om die reden zal zorgvuldig en met eerbied gewerkt worden op het terrein, want er liggen in en rond de verdwenen kerk honderden graven van voorouders van huidige inwoners van Oostelbeers. Op het terrein wordt samen met een archeoloog per meter bekeken wat de originele diepte is van de greppel op basis van grondsporen en -structuren. Tot precies die diepte wordt de humus weggehaald en daarmee is gelijk ook het volume van de kerk-wal bekend. De diepte en breedte van de greppel bepaalt namelijk de hoogte van de kerk-wal

Bijlage 3 De Historische context.

“De Oude Toren, die gebouwd is op een hoge dek zandrug, stamt uit de 12e eeuw. Het gebied is al vanaf de vroege middeleeuwen, 600 na Christus, permanent bewoond. Ook uit oudere perioden zijn bewoningssporen gevonden: onder andere vanuit de prehistorie en de Romeinse tijd. De toren zoals we die nu nog kennen, is gebouwd aan het einde van de 14e eeuw of begin 15e eeuw. Bij de toren stond een houten kerk, die in het midden van de 14e eeuw vervangen is door een stenen exemplaar dat in de 15e eeuw is vergroot.” In de periode 1450-1550 bloeide de economie van de Kempen, dat deel uitmaakte van het Hertogdom Brabant. “In deze zogeheten Brabantse gouden eeuw uitte de toegenomen welvaart zich in de bouw van vele kerken die zijn uitgevoerd in de stijl van de Kempische Gotiek. Het moet een groot offer voor de bevolking zijn geweest, om dergelijke kerken te bouwen. Dat offer bestond niet alleen uit geld, de bevolking droeg daadwerkelijk meer dan een steentje bij.” Berkvens vult aan: “De bouw van kerktorens is een typisch verschijnsel van de Volle en Late Middeleeuwen. Hoewel er natuurlijk ook elders in Laatmiddeleeuws christelijk Europa kerktorens werden gebouwd, was de schaal en verspreiding van kerken en de kerktorens in Noord-Brabant voor die periode ongekend. Voor bezoekers uit het buitenland was een bezoek aan Brabant als het bezoek van een hedendaagse dorpeling aan een grote metropool met veel wolkenkrabbers. In de 19e eeuw kon men in Brabant vanaf één plek 12 imposante kerktorens tegelijk zien!” Daarmee is de vrijstaande ligging van de Oude Toren in het open veld niet verklaard. Berkvens: “Dat de dorpen Oost-, West- en Middelbeers zich elders ontwikkeld hebben, komt door de plaats van deze regio in het hertogdom Brabant. En de opkomst van de steden en daarmee samenhangend de opkomst van een marktgerichte economie. Er was grote behoefte aan eten en door de stijging van de voedselproductie verschoof de bewoning naar de beekdalen, waardoor er meer ruimte kwam voor vruchtbare hoge akkers.” Maar waarom verdween de kerk zodat alleen de toren overbleef? “In 1648, na de Tachtigjarige Oorlog, werden de kerken toegewezen aan de lokale protestantse gemeenten. De katholieken mochten hun geloof niet meer in het openbaar belijden. Na 1672 werd dit regime versoepeld en kon men in de gehuchten meer in het open een grotere schuurkerk bouwen. De katholieken namen hun toevlucht in een schuurkerk vlakbij de huidige locatie van de kerk van Oostelbeers; later werd daar een nieuwe kerk gebouwd. Voor de kleine protestantse gemeente was de oude kerk veel te groot. Dit leidde bij de Oude Toren tot gebrek aan onderhoud en uiteindelijk sloop van het kerkgebouw. De toren werd echter als dorpseigendom beschouwd en op kosten van het dorp onderhouden. Op de toren zijn de sporen van de kerken uit de verschillende bouwperiodes nog duidelijk zichtbaar.”

Ria Berkvens,
Omgevingsdienst Zuidoost Brabant

Bijlage 4 De procedure voor het uitwerken.

Bij het beschrijven van de procedure voor het uitwerken gaan we uit van handmatig meten, zonder de inzet van GPS. Het belangrijkste verschil tussen metingen met en zonder GPS is de vorm waarin de ruwe metingen, de radargrammen, worden opgeslagen. Bij metingen met GPS wordt deze in een lange ononderbroken sliert opgeslagen, waardoor een analyse van specifieke delen van een radargram heel lastig is. De relevante delen zijn moeilijk terug te vinden. Bij metingen zonder GPS worden de radargrammen in losse delen die corresponderen met de gemeten raaien opgeslagen, waardoor deze eenvoudig te analyseren zijn. Daarnaast heeft het werken zonder GPS meting nog aanvullende voordelen:

- Bij de positiebepaling met GPS treedt regelmatig storing op, die kan leiden tot gaten in de reeks meetdata
- De instelling van de geometrie (spacing) van het raster van de meetdata kan beter op de meetdichtheden van de drie dimensies (looprichting, raaienbreedte en diepte) worden afgestemd. Hierdoor gaat er minder informatie verloren.

Bovendien voor onze wijze van werken zonder mechanische aandrijving (quad) levert het meten zonder GPS nauwelijks tijdverlies op. Vandaar dat de voorkeur voor metingen zonder GPS ontstaan is.

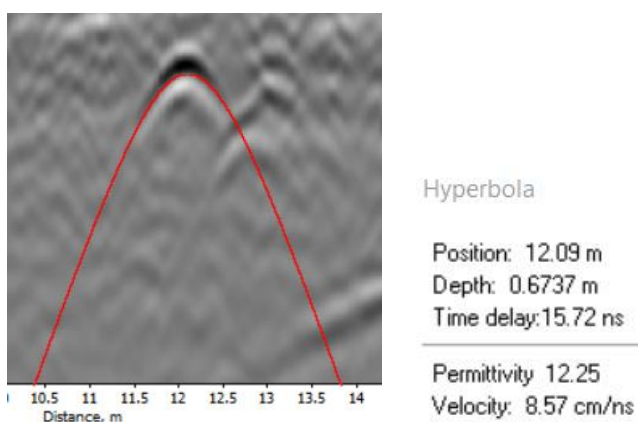
De exacte procedure voor het uitwerken met het programma Prism staat punt voor punt beschreven in de WGMA handleiding met documentnummer: WGMA-HAN-GPR-Versie-29.

Bij de uitwerking worden losse raaien van de bijbehorende Y-coördinaat voorzien. Voor de huidige raaienbreedte loopt die steeds met 0.25 m op. Omdat gemeten wordt volgens de boustrofedon methode (Grieks voor “zoals een boer ploegt”: βουστροφηδόν), moet de meetvolgorde van de even raaien (de 2^{de}, 4^{de}, et cetera) worden omgekeerd. Dit wordt na een van de laatste stappen gedaan door de tekstfiles in te lezen in EXCEL en de volgorde van de X-coördinaten aan te passen en weer weg te schrijven als tekstfile.

De overige bewerkingsstappen behelzen:

- Het filteren van de ruwe meetdata
- Het versterken van het gemeten signaal op grotere diepte (om absorptie- en verstrooiing-verliezen te compenseren)
- Het omzetten van de gemeten amplitudes van de golven in (reflectie) intensiteiten.

Voor de afschatting van de diepte waarvandaan de reflecties afkomstig zijn, is een zo goed mogelijke afschatting van de zogenaamde RDP waarde nodig. Zonder verdere gegevens wordt deze geschat op 9, maar als de meetdata geschikte hyperbool reflecties bevatten, kan met behulp van hyperbool-fitting een meer realistische schatting verkregen worden.



Hyperboolfitting wordt uitgevoerd met behulp van een functie in het programma Prism © en levert een geschatte RDP op waarmee de geschatte diepte van de reflectie kan worden berekend.

Bijlage 5 Technische specificaties apparatuur en software.

Ground Penetrating Radar (GPR):

Fabrikant: GT-Frontline B.V.
Type: InfraRadar M ZOND

Specificaties:

Frequentie: Single channel 500 MHz gemiddeld (Effectief 250 MHz)
Transmit rate: 115 KHz
Scan rate: Maximaal 56 scans per seconds
Time Range window: 50 ns
Antenne afstand: 30 cm

Global Positioning System (GNSS):

Fabrikant: Spectra Precision
Type: SP80

Specificaties:

GNSS Technology: 240 channel 6G ASIC (GPS, GLONASS, GALILEO)
Mode: RTK (Real Time Kinematic) with DGPS/SBAS back-up mode
Real-Time Accuracy (RMS): Horizontal: 8 mm + 1 ppm, Vertical: 15 mm + 1 ppm

Radar Software:

Fabrikant: GT Frontline BV / Radar Systems Incorporated
Opname software: RadarMap ©

Processing Software:

Basic Postprocessing: RadarMap ©
Conversie ruwe meetdata naar data-file: RadarMap ©
Geavanceerde Postprocessing: Prism ©

Presentatie en 3D modelling software:

Fabrikant: Golden Software
3D Modelling: Voxler ©
Final charting and mapping: Surfer©

Parameters dataverwerking

RDP bodemmatrix: 9
Signaalversterking: 10 / 20 / 30 dB
Radius: 0.3 m
Grid spacing (x / y / z): 0.05 / 0.25 / 0.05 m
Kernel-size: 3
Filtervorm: Gauss
Kleurverdeling: Rainbow