

GEOFYSISCH ONDERZOEK

'KLINGELENBERG', HAARSTRAAT

TE TUIL

Rapportnummer: 20150665/rap01
Status rapport: Versie 1
Datum rapport: 26 juni 2015

Auteur: S. Ramaker
Projectleider: S. Ramaker
Kwaliteitscontrole: J. Ampt

Opdrachtgever: Bouwkundig Tekenburo D. van Ballegooij
Koningsstraat 7
4175 AE Haaften

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	1
2 ONDERZOEKSOPZET	3
3 UITVOERING EN RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	5
3.1 Uitvoering en resultaten van het meetplan	5
3.2 Interpretatie van de meetgegevens	6
4 CONCLUSIES EN EVALUATIE	10

BIJLAGEN

- Bijlage 1. Surveylijnen van de radar
- Bijlage 2. Resultaten tekening met positieve hits
- Bijlage 3. Achtergronden grondradaronderzoek



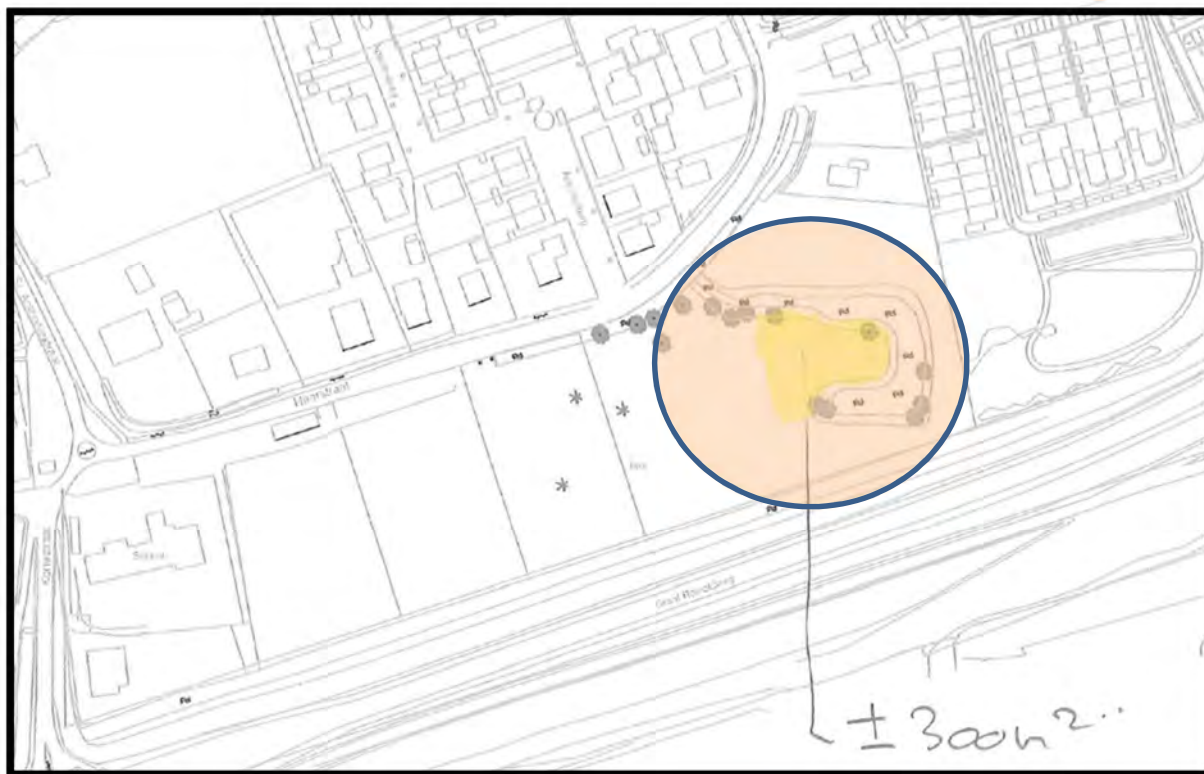
1 INLEIDING

In opdracht van Bouwkundig Tekenburg Van Ballegooij is door AquaTerra – KuiperBurger BV (ATKB BV) met behulp van een grondradar (GPR) een non-destructief bodemonderzoek uitgevoerd, aan de Haarstraat te Tuil (bekend als terrein Klingelenberg).

Locatiegegevens

- Locatie : Haarstraat ong. te Tuil
- Kadastrale aanduiding : N.v.t.
- Oppervlakte : Ca 300 m²
- Aard maaiveld : Onverhard
- Huidig locatiegebruik : Groenstrook, begroeid
- Omgeving : Provinciale weg, woonkern Tuil

Op onderstaande kaart is de ligging van de onderzoekslocatie weergegeven.



Aanleiding en doel

De aanleiding voor het geofysisch onderzoek vormen de resultaten van een archeologisch bureauonderzoek, uitgevoerd door Transect met kenmerk 15050012, d.d. 1 juni 2015, rapport nr. 671. De conclusies uit dit rapport luiden:

In het oostelijke deel van het plangebied liggen zoals bekend de resten van Het huis Klingelenburg bij Thuijl. Deze resten bevinden zich in de ondergrond van het plangebied en worden direct vanaf maaiveld verwacht. Het kasteel, dat ook wel het kasteel – Nieuw – Klingelenburg of kasteel Tuil wordt genoemd, bestond uit een omgracht complex, bestaande uit een versterkt huis met voorburg. Het kasteel wordt in historische bronnen voor het eerst in het begin van de 14e eeuw genoemd. Het complex is later voorzien van bijgebouwen, die op het kadastrale minuutplan als 'schuren' worden aangeduid en naar alle waarschijnlijkheid uit de Nieuwe Tijd dateren. De ondergrondse resten van het kasteel zijn van zeer groot archeologisch belang voor de (begin-)datering van het kasteel, de ontwikkeling van het kasteelterrein, de datering van de verschillende bouwfasen en het gebruik van

het kasteel. In het westelijke deel van het plangebied worden bovendien de resten verwacht van een historische boerderij.

In het westelijke deel van het plangebied zijn bovendien aanwijzingen voor de mogelijke aanwezigheid van een nederzettingsterrein uit de laat-romeinse tijd gevonden. Deze kunnen zich manifesteren in de vorm van een oude woongrond.

Zowel het kasteelterrein, als de resten van de historische boerderij en eventuele nederzittingsresten uit de laat-romeinse tijd liggen landschappelijk gezien op een rivieroeverwal van de Waal.

Advies.

Geadviseerd wordt om het ontwerp van de nieuwbouw optimaal af te stemmen op de archeologische verwachting van de ondergrond. In dit kader wordt geadviseerd om de ondergrondse funderingsresten en muurresten, dan wel de sporen hiervan in de vorm van uitbraaksleuven, in eerste instantie met grondradar in kaart te brengen. Met behulp van grondradar, al dan niet in combinatie met andere remote sensing technieken, kunnen met name de ondergrondse structuren in kaart worden gebracht. Deze kunnen als input voor de nieuwe inrichting en het ontwerp van eventuele nieuwe bebouwing c.q. reconstructie dienen. Wij adviseren tevens om in aanvulling op een dergelijk onderzoek, boringen te zetten om feitelijke informatie te verzamelen over de bodemopbouw, archeologische gelaagdheid en bodemverstoringen in het oostelijke deel van het plangebied.

Ondanks dat in het kader van dit bureauonderzoek de gangbare informatiebronnen intensief zijn nagelopen op informatie over het kasteel, blijkt deze nauwelijks of zeer spaarzaam voorhanden te zijn. Wellicht dat archiefbezoek nieuwe informatie naar voren kan brengen. Daarom wordt, afhankelijk van de informatiebehoefte, geadviseerd om een archiefonderzoek uit te voeren om uit te sluiten dat waardevolle informatie over het hoofd wordt gezien.

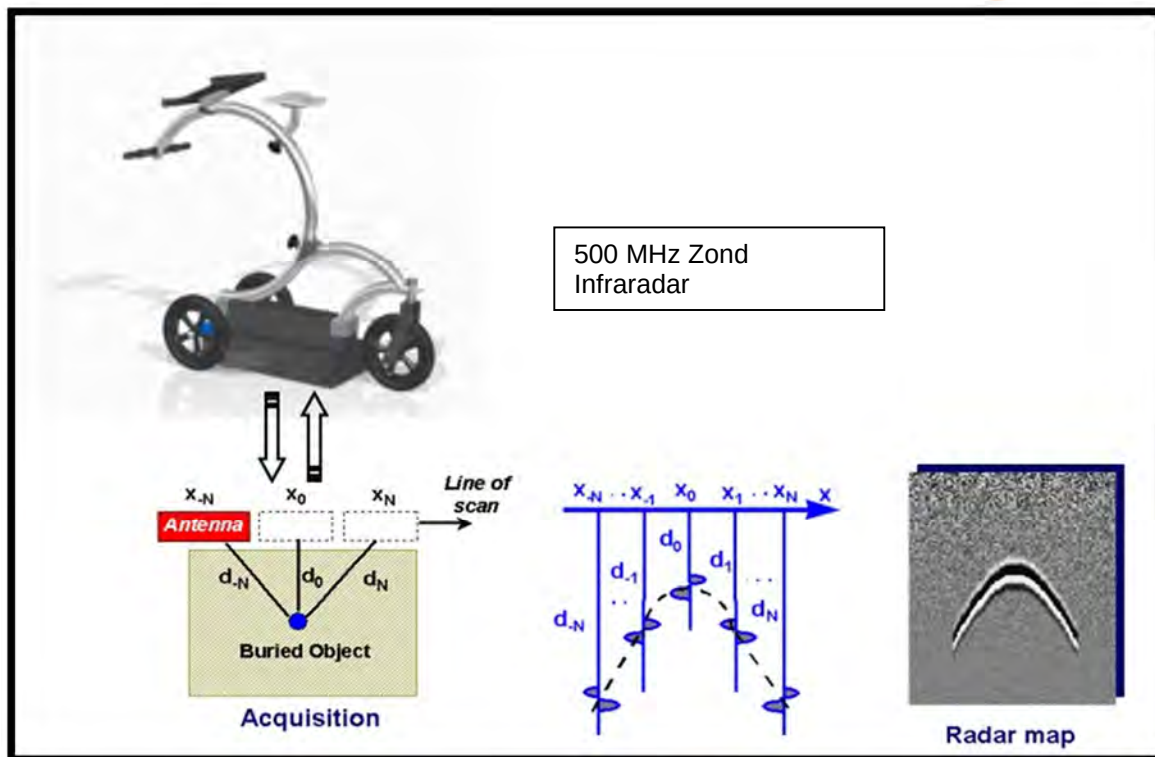
Het doel van het geofysisch onderzoek is het kaart brengen van ondergrondse funderingsresten.

2 ONDERZOEKSOPZET

De onderzoekslocatie betreft de bodem ter plaatse van het voormalige kasteel terrein Klingelenberg aan de Haarstraat te Tuil. Het gebied heeft een oppervlakte van circa 300 m². De scans worden in raaien met een dichtheid van 1,0 m uitgevoerd (zodat een 'vlakdekkende' scan wordt verkregen).

Het onderzoeks raster wordt uitgezet met 3G RTK-apparatuur (5 centimeter nauwkeurigheid in x,y,z-vlak). Het raster bestaat uit raailijnen over de lengte-as van het tracé en haakse raailijnen over de breedte van het tracé. Langs de raailijnen van het raster wordt de bodem gescand met de grondradar. Doordat de bodem in twee richtingen wordt gescand, kan een 3D-model van de ondergrond worden vervaardigd. De rasters zijn gekoppeld aan de RD-coördinaten en de maaiveldhoogte in meter NAP.

De reguliere configuratie van de meetapparatuur bestaat uit een afgeschermd 500 MHz antenne (Zond Infraradar). Het radarsysteem is 0,3 meter breed en is dus makkelijk te manoeuvreren (zie afbeelding).



De werking van de grondradar en de beperkingen zijn verder uitgelegd in bijlage 3.

De werkzaamheden bestaan in hoofdlijn uit:

1. Opstellen van een raaienplan en voorbereiding (zoals voorgaand omschreven), uitzetten van de raaien geschiedt met kegels en meetbanden en 3G-RTK-apparatuur;
2. Aan-/afvoeren en verrichten van metingen met de grondradar 500 MHz;
3. Interpretatie van de gegevens en vervaardigen van een rapport. Bij de interpretatie van de onderzoeksgegevens worden de radarbeelden van de individuele raaien met behulp van Radarmap software samengevoegd tot het complete onderzoeks raster. De obstakels worden in beeld gebracht en gekoppeld aan een 3D-Autocad-file. De gemeten objecten worden in drie richtingen vastgesteld ((x, y, z) ligging en diepte). De software die hiervoor wordt gebruik is Autocad CIVIL 3D. De onderzoeksgegevens worden gepresenteerd in een rapportage. Tevens zullen digitale exemplaren (tekeningen) worden aangeleverd.

Door een rastermatige radarsurvey uit te voeren wordt een goed beeld gevormd van de opbouw van de bodem. Voor onderhavig locaties is gekozen voor een 1,0 x1,0 meter raster, wat een voldoende intensieve onderzoeksdichtheid oplevert.



3 UITVOERING EN RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

3.1 Uitvoering en resultaten van het meetplan

Op juni 2015 is op de locatie een grondradaronderzoek verricht. Het meetgebied is in haakse raaien verdeeld (een meetraster). De meetrasters zijn zoveel mogelijk volledig gescand in twee richtingen. Op onderstaande foto's is de locatie weergegeven.

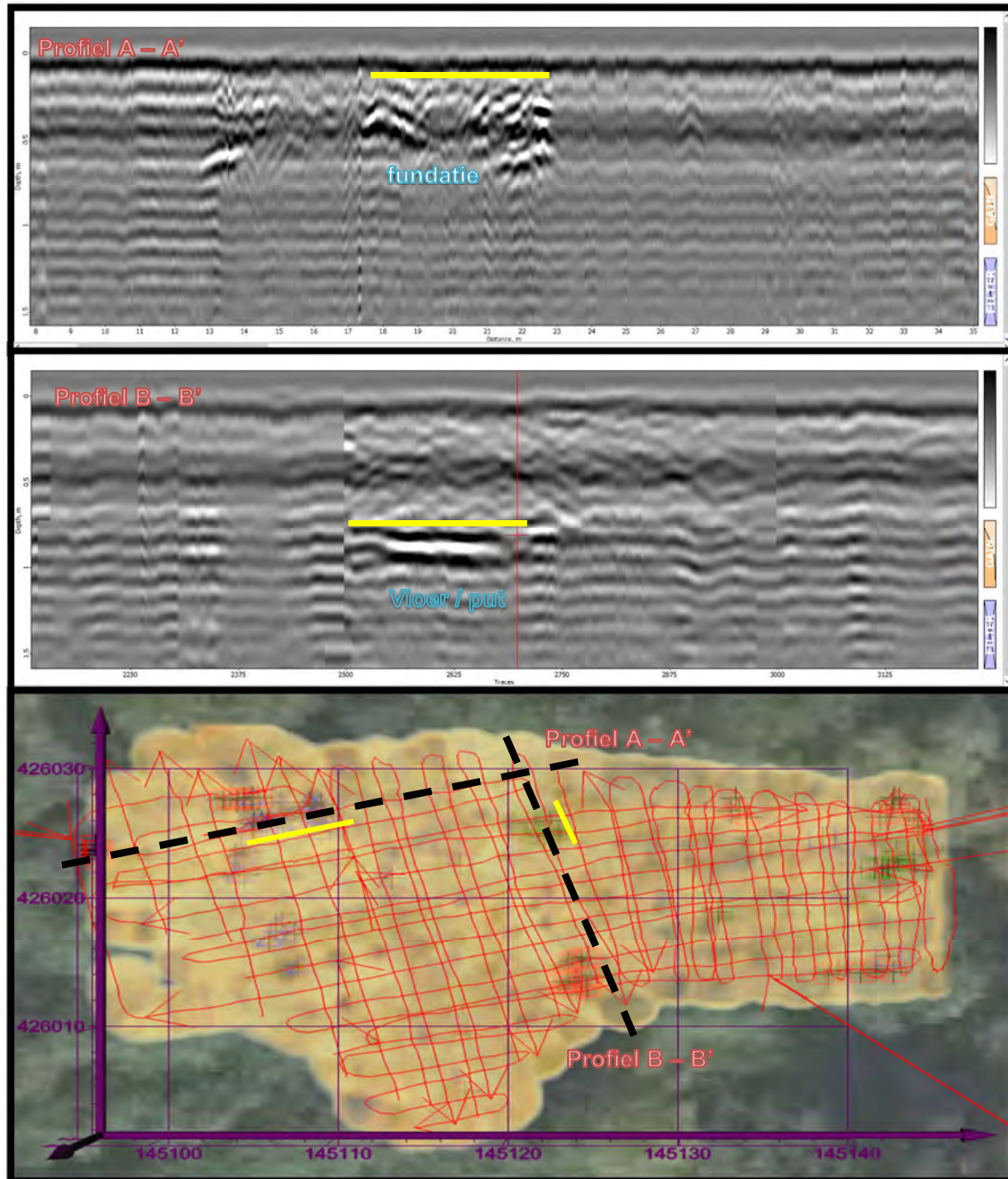


Verspreid over het maaiveld ligt 'geschredderd' hout, afkomstig van de voormalige boomgaard. Dit hout bemoeilijkt het radaronderzoek. Doordat de radar over deze houtrestanten moest worden gemanoeuvreerd is een luchtlaagje tussen de radar en het maaiveld gekomen. Dit veroorzaakt velocity pull ups (luchtpulsen), die de interpretatie van de radar beelden bemoeilijken. De grove stukken hout zijn voor de radar uit verwijderd.

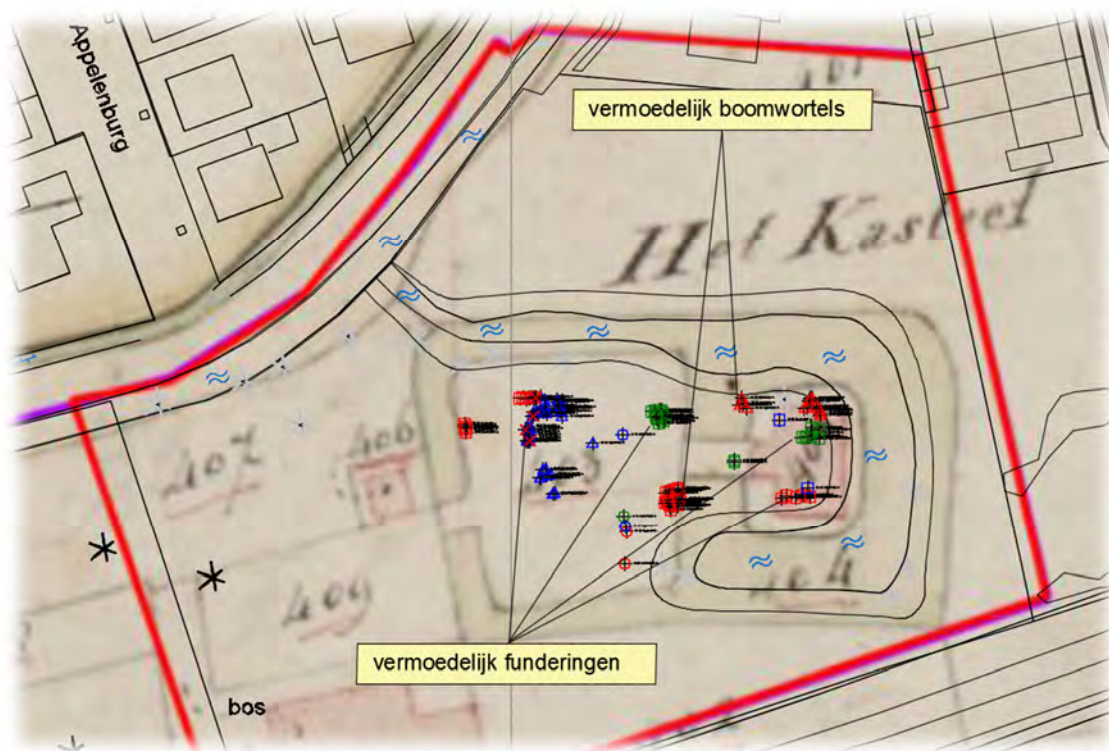
De uitgevoerde radarlooplijnen zijn weergegeven in bijlage 1.

3.2 Interpretatie van de meetgegevens

Alle punt- en vlakreflecties met zijn op de radargrammen opgezocht, gemarkeerd en beoordeeld en aan elkaar verbonden. Uiteindelijk zijn de verkregen gegevens op een tekening verwerkt (bijlage 2[JA1]). Op de tekening zijn de posities van de waargenomen objecten op werkelijke diepte (m-mv) ingetekend. In onderstaande radargrammen zijn enkele interpretaties weergegeven.

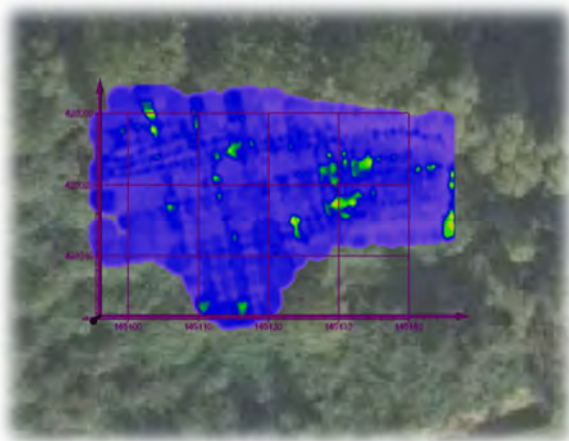


Onder andere de op de voorgaande bladzijde weergegeven reflecties zijn weergegeven op een kaart in bijlage 2. In bijlage 2 is tevens een oude kaart geprojecteerd onder de onderzoeksdata, zodat een globale vergelijking kan worden gemaakt. (zie voorbeeld hieronder).

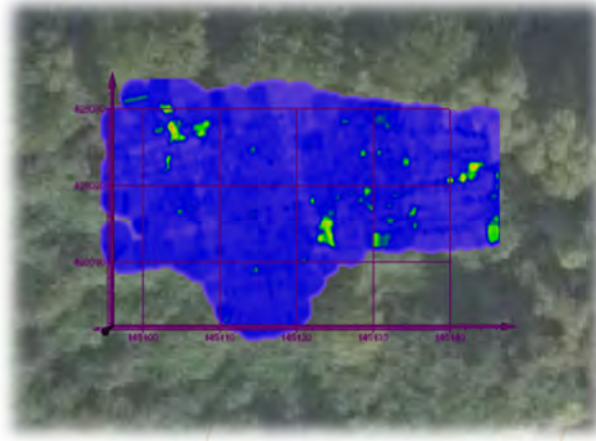


Aanvullend is de radardata geïnterpoleerd in Voxler. Objecten zoals kabels, leidingen maar ook puin, funderingen en andere bodemvreemde materialen en laagovergangen in de bodem geven sterke reflecties van het radarsignaal. De gemeten amplitude van het gereflecteerde signaal kan worden gebruikt als maat voor de heterogeniteit in de ondergrond en geven ook data over de positie van objecten. In onderstaande figuren zijn hoog contrastkaarten van de bovenste meter van de bodem weergegeven.

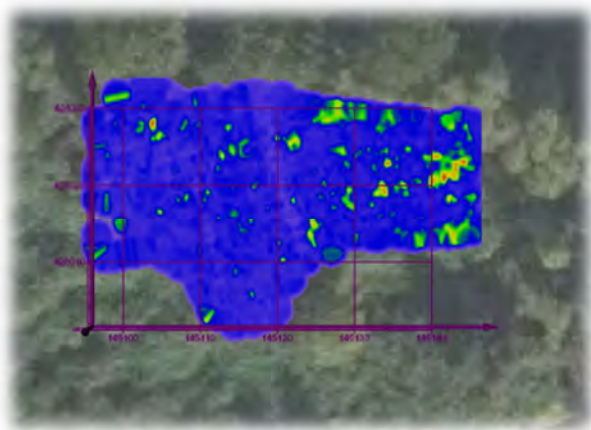
Diepte 0,4 m-mv



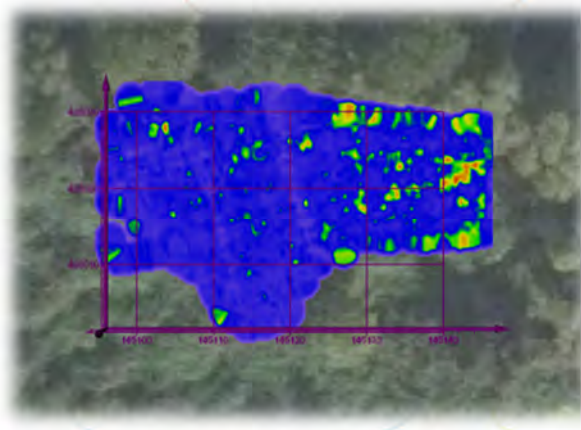
Diepte 0,5 m-mv



Diepte 0,8 m-mv



Diepte 1,0 m-mv



Uit de kaarten blijkt dat op enkele punten sprake is van hoogcontrasten (groen tot rood). Op basis van de contrastkaarten samen met de radarbeelden en het voorgaande archeologisch onderzoek kan worden gesteld dat in enkele gevallen sprake is van fundamente. Funderingen kunnen al vanaf 0,3 m-mv worden aangetroffen.

Een 3D-model is in onderstaande figuur weergegeven.



4 CONCLUSIES EN EVALUATIE

Uit het radaronderzoek is naar voren gekomen dat op de locatie vermoedelijk funderingen aanwezig zijn in de ondergrond. Enkele locaties met hoge contrasten zijn mogelijk veroorzaakt door boomwortels en/of luchtpulsen. Dit is vooral aan de randen van het onderzoeksgebied. Op een drie- tot viertal locaties zijn duidelijk zichtbare objecten aanwezig die funderingsrestanten doen vermoeden.

Door gericht graafonderzoek kan de exacte aard van de gedetecteerde objecten worden vastgesteld.

Beperkingen in het radaronderzoek zijn:

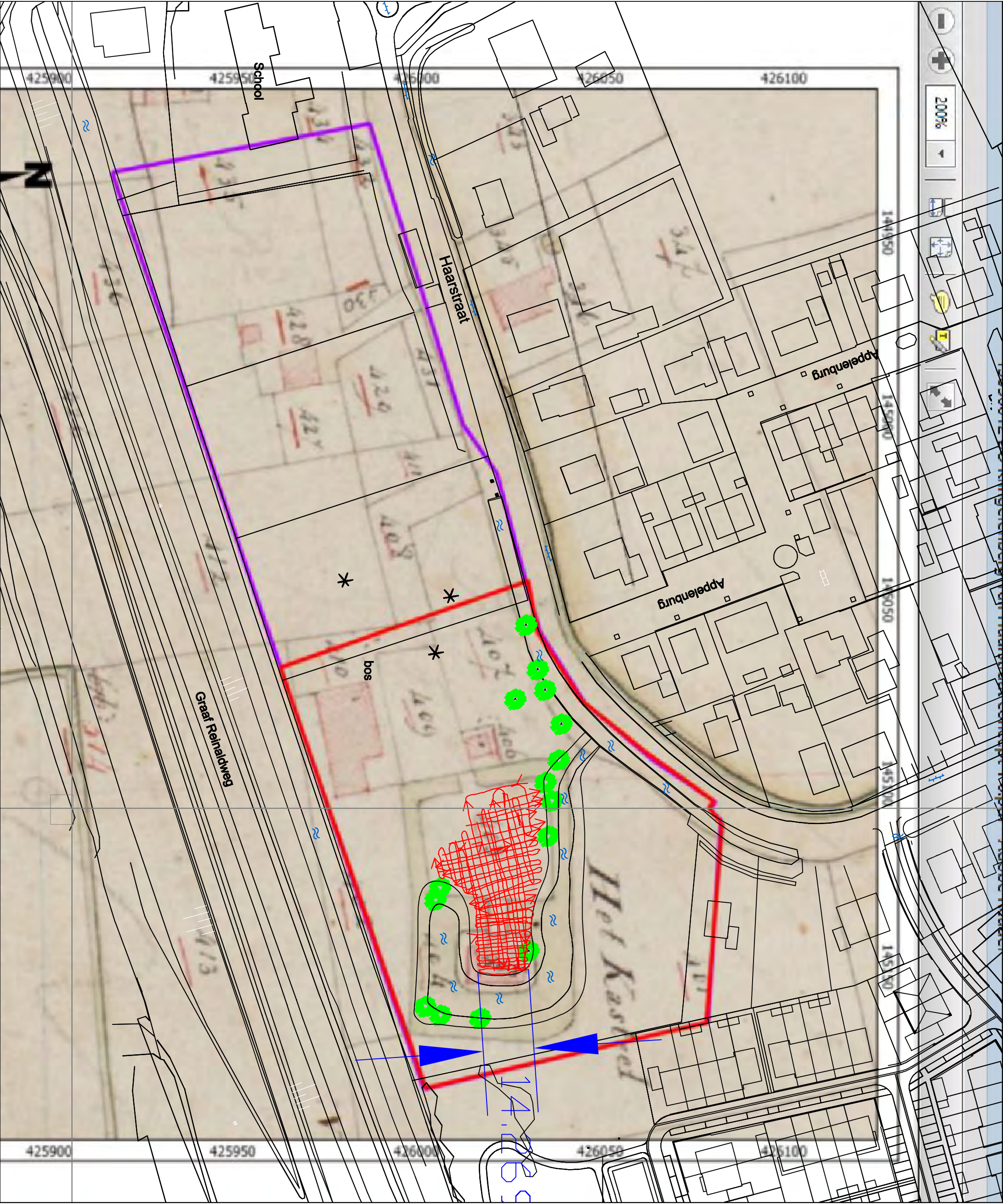
- het diepte bereik als gevolg van de grondwaterstand en afscherming radar. De radar heeft uiteindelijk een onderzoeksdiepte bereikt van 2,2 m-mv;
- Identificatie van de waargenomen objecten en het onderscheid in verschillende materialen is niet mogelijk.
- Verstoringen in het radarbeeld door houtsnippers op maaiveld waardoor veel luchtpulsen aanwezig zijn in het beeld. Hierdoor kunnen kleinere objecten niet opgemerkt zijn.

Geadviseerd om in overleg te bepalen welke vervolg acties noodzakelijk worden geacht. Op basis van de radarbeelden kan ATKB binnen 10 cm nauwkeurig x-y coördinaten aanleveren van de positie van de gedetecteerde objecten. Desgewenst kunnen deze punten door middel van piketpalen in het veld worden gemarkeerd.

Het onderhavige grondradaronderzoek is op zorgvuldige wijze verricht volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden. Opgemerkt wordt dat ATKB niet kan instaan voor de juistheid en volledigheid van door derden verstrekte informatie en van eventueel door derden uitgevoerd (voor)-onderzoek. Naarmate er een langere tijd is verlopen na uitvoering van het onderzoek, dient meer voorzichtigheid te worden betracht bij het gebruik van de onderzoeksresultaten.

BIJLAGE 1

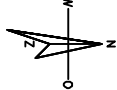


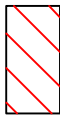


Geofysisch onderzoek
Klingelberg, Haarstraat Tuil

Bijlage: 1
Leidingskaart

Legenda



 Looplijnen GPR

Historische kaart als ondergrond, op
kadastrale kaart. Surveylijnen zijn x
en y gereferereerd. De andere kaarten
zijn verschaald en ingepast op
verwachte ligging.



Datum: 25-06-2015
Projectnummer: 20150665
Opdrachtgever: Ballegooij BV
Tekeningnummer: TEK.01
Schaal: ca. 1: 1000
Papierformaat: A3
Tekenaar: Sra

Telefoon: 088-1153200
Email: info@atkb.nl
www.atkb.nl



BIJLAGE 2



BIJLAGE 3

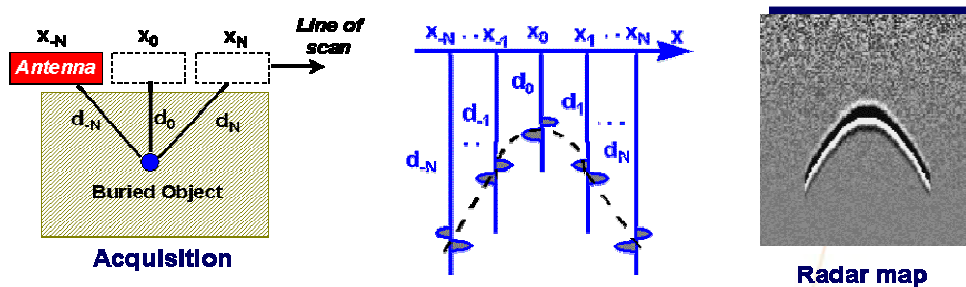


Bijlage 3: Techniek en werking grondradar

Techniek en werking grondradar

Ground Penetrating Radar (GPR), ofwel grondradar of georadar, is een geofysische techniek gebaseerd op de voortplanting van kortstondige hoogfrequente elektromagnetische pulssignalen (100 tot 2000MHz). Deze signalen worden uitgezonden door een zender (transmitter, Tx) en nadat ze door structuren (obstakels) in de ondergrond zijn gereflecteerd, worden ze gedetecteerd door de ontvanger (receiver, Rx). De transmitter en de receiver zijn geïntegreerd in het radarsysteem.

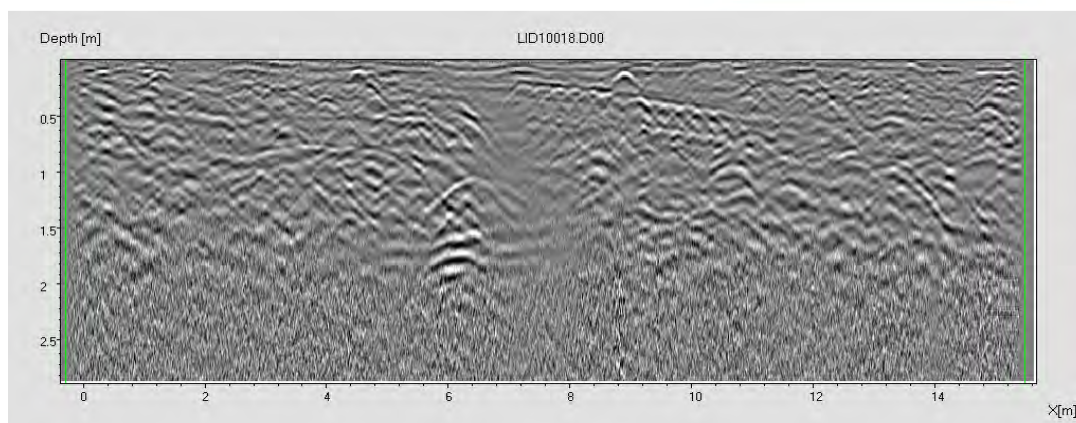
De radar beweegt zich in de richting van de pijl tijdens de uitvoering. Doordat objecten haaks worden gekruist ontstaat er een parabool vorm. Recht boven het object is de reflectie het kortst hetgeen de top van de parabool is. De reflectie zal een rechte lijn vertonen indien een object parallel aan de scan richting is gelegen.



De volgende lokale objecten kunnen worden waargenomen:

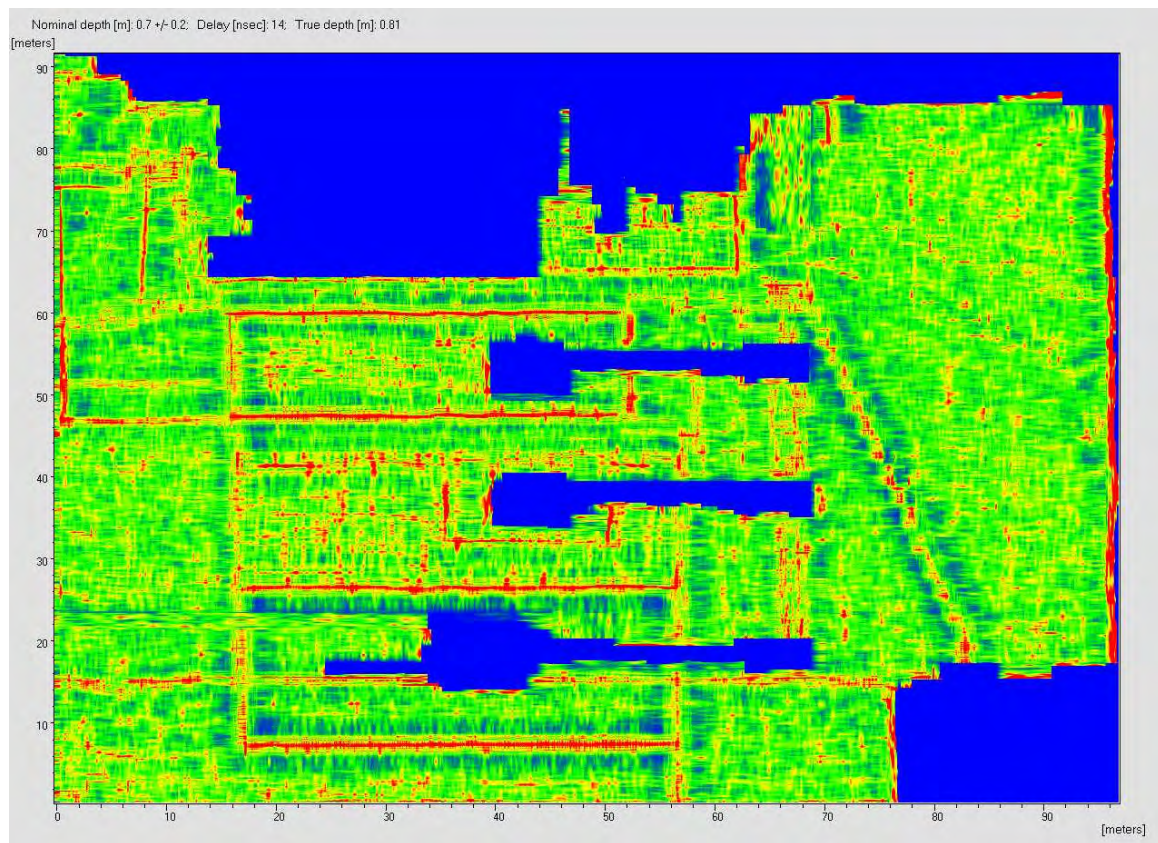
- Kabels en leidingen;
- Keien, funderingen, holle ruimtes en/of sterk samengeperste grond;
- Lagen in de grond;
- Grondwaterspiegel;

Elke verandering van aard van het aangetroffen materiaal in de bodem heeft als gevolg dat de radargolven worden gereflecteerd, gereflecteerd ("buiging" zoals licht) en/of gediffracteerd ("breking" zoals licht). Alle objecten, behalve lagen, in de grond hebben hetzelfde hyperbolisch spoor. Lagen behouden dezelfde vorm in het radarbeeld. Door minimaal **twee** profielen naast elkaar te meten, kan er onderscheid gemaakt worden tussen een kabel of leiding en een lokaal object, zoals een kei of een holte. 1-Dimensionale infrastructuur (kabels en leidingen) laat een zelfde hyperbolische spoor zien in de naastgelegen profielen, terwijl lokale objecten (puin/keien) voorkomen in slechts een of twee profielen (afhankelijk van de omvang en de situering van het object in de bodem). In het volgende figuur is een voorbeeld opgenomen van een radarbeeld.



Figuur radarbeeld.

Door verschillende profielen zoals hier voor weergegeven (de zgn B-scans) naast elkaar te plaatsen kan software matig een bovenaanzicht worden gegenereerd van iedere willekeurige diepte. Deze zogenaamde C-scan is weer gegeven op de volgende figuur. De rode lijnen/markeringen vormen de objecten in de ondergrond.



Belangrijke parameters

De zogenaamde “diëlektrische constante” (permittiviteit) van het materiaal in de ondergrond bepaalt de voortplanting-snelheid van de radargolven in het materiaal (zie tabel hieronder). Het is een evenredigheidsconstante dat een verband maakt tussen de elektrische verplaatsing en de kracht van het toegepaste elektrische veld. De diëlektrische constante wordt voor een groot deel bepaald door het volume van het watergehalte in de bodem. Het verschil in de diëlektrische constante ofwel het elektrische verplaatsingsvermogen tussen de verschillende materialen onderling veroorzaakt de reflectie. De grondwaterspiegel geeft dan ook vaak een sterke reflectie.

De ondergrondse structuren die de reflectie veroorzaken, kunnen zijn:

- geologische structuren
- laagovergangen tussen verschillende media (geldt ook voor lucht en water)
- ondergrondse objecten (kabels, leidingen, funderingen, kelders, duikers)
- grondwaterstand
- puin.

De grondradar meet vanaf de antenne in een kegelvorm naar beneden, de diameter van de basis van deze denkbeeldige kegel bedraagt op een diepte van 1,5 meter, 0,8 meter. De elektrische weerstand van het materiaal bepaald de penetratiediepte van de radargolven. Een lage weerstand van het materiaal betekent in het algemeen een geringe doordringdiepte. Droog zand heeft bijvoorbeeld een relatief hoge indringings- weerstand en dus een relatief grote penetratiediepte. In de praktijk is de grondradar minder bruikbaar in gebieden waar de elektrische weerstand van de ondergrond lager is

dan 100 Ω m, dit is bijvoorbeeld het geval in kleiige en siltige formaties en in gebieden met brak en/of zout grondwater.

Tabel: Voortplantingsnelheid van de radargolven in verschillende media.

Medium / materiaal	diëlektrische constante	Snelheid [m/ μ s]
Lucht	1	300
Zoetwater	81	33
Graniet	5 - 7	113 - 134
Beton	6 - 12	87 - 122
Klei	4 - 16	74 - 150
Slib	9 - 23	63 - 100
Zand	4 - 30	55- 150

Nauwkeurigheid meettechniek

Het succes van radaronderzoek is afhankelijk van het contrast in de elektrische eigenschappen van de ondergrond; de diëlektrische constante en de elektrische weerstand, beiden zijn hiervoor toegelicht.

De diepte bepaling zal nauwkeuriger zijn dan de laterale plaatsbepaling, aangezien de diepte wordt berekend naar aanleiding van de snelheid waarmee het radarsignaal door de ondergrond verplaatst. Deze snelheid wordt bepaald aan de hand van een aantal referentiemetingen (boringen). Daarnaast kunnen indien sprake is van een sterke laterale inhomogeniteit van de bodem, afwijkingen optreden in de diepte ligging van de objecten. Omdat de snelheid van de radargolven in de afwijkende bodem ten opzichte van een enkele referentiemeting afwijkt.

Beperkingen van de techniek

Grondradar kent een aantal beperkingen. Metingen in gronden met een hoge elektrische geleidbaarheid (veen en klei met hoge grondwaterstand) en zout/brakwater is grondradar slecht tot niet toepasbaar, omdat de elektromagnetische puls op de grondwaterspiegel verspreidt. De indringingsdiepte in de bodem is onder andere afhankelijk van de golflengte en de bodemsoort. Hoge frequenties leveren scherpe beelden en een hoge nauwkeurigheid maar dringen niet diep in de bodem en worden vooral gebruikt bij oppervlakkige metingen (zoals bijvoorbeeld het meten van asfaltdiktes). Lage frequenties dringen dieper in de bodem maar vertonen minder scherpe beelden.

Daarnaast zijn kleine puinfragmenten (in granulaire vorm) in de bodem slecht waarneembaar. Grote brokken zoals opsluitbanden (of funderingsresten) zijn wel waarneembaar mits de grondradar het object kruist. Overgangslagen zijn daarentegen goed waarneembaar. Daarnaast is het maaiveldtype van belang oppervlakte dienen egaal en vlak te zijn en normaal met de voet te betreden. IJzersegmenten aan het oppervlakte (stelcon, stalen rijplaten, rails) vormen een mogelijke belemmering voor het grondradar-onderzoek. De radarbeelden worden verstoord door de ijzersegmenten, bij oudere stelconplaten is vaak minder wapening toegepast waardoor de verstoring minder voorkomt.

Daarnaast zijn tegen en onder elkaar gelegen objecten niet als afzonderlijke objecten waarneembaar.