

# O10

## Kabels en leidingen detecteren zonder graven

Waartoe zijn innovatieve detectiebedrijven in staat?



# Oio

## Kabels en leidingen detecteren zonder graven

Waarom zijn innovatieve detectiebedrijven in staat?

## **Uitgave**

COB – Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik

## **Auteurs en redactie rapportage**

Ir. R.H.S. Beuken (KWR Watercycle Research Institute)

Ir. P.P. van Norden (Kiwa Gas Technology)

H.A. Ophoff M.Sc. (Kiwa Gas Technology)

M. Hommes M.Sc. (Kema)

Ing. D.J. de Bijl (Grontmij Nederland)

Ing. J.A. van Apeldoorn (IPC Groene Ruimte)

Ing. K.A. Meinen (Terra Carta)

Ing. E.-J. Achterhuis (ProRail)

T.C. Ellenbroek (Volker Wessels Telecom)

Ir. F. Geradts (Liander)

Ing. F. van Kaam (Centraal Beheer Achmea)

Ing. T. van der Nat (Ziggo Network)

Ing. E.A. Roldan Sanchez (Gemeente Rotterdam, gemeentewerken)

Ing. R.A. van Ravesteijn (COB)

## **Lay-out**

Sirene Ontwerpers

## **Auteursrechten**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de COB. Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt. 'O10\_ER\_11\_47157, Kabels en leidingen detecteren zonder graven, 2011, Stichting COB, Gouda.'

## **Aansprakelijkheid**

COB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en COB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld tijdens COB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

## **ISBNnummer**

9789077374474

Het voorliggende onderzoek is begeleid en / of uitgevoerd door projectgroep bestaande uit de onderstaande personen:

Organisatie	Naam
Centraal Beheer Achmea namens Verbond van Verzekeraars	Ing. F. van Kaam (Fred)
Gemeente Rotterdam, gemeentewerken namens GPKL	Ing. E.A. Roldan Sanchez (Edo)
Grontmij Nederland	Ing. D.J. de Bijl (Dick)
IPC Groene Ruimte	Ing. J.A. van Apeldoorn (Johan)
Kiwa Gas Technology namens Cogas Infra en Beheermaatschappij, Enexis en Liander	Ir. P.P. van Norden (Paul)
KWR Watercycle Research Institute	Ir. R.H.S. Beuken (Ralph)
Liander	Ir. F. Geradts (Frank)
ProRail	Ing. E.-J. Achterhuis (Ernst-Jan)
Terra Carta	Ing. K.A. Meinen (Karel)
Volker Wessels Telecom namens Bouwend Nederland	T.C. Ellenbroek (Theo)
Ziggo network	Ing. T. van der Nat (Teun)
COB	Ing. R.A. van Ravesteijn (Richard)

Aan de werkgroepen is naast de leden van de projectgroep door onderstaande personen meegewerkt:

Organisatie	Naam
Brabant Water	Ing. R. Cooman (Remi)
Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau	Ir. P.L.H.M. Geerts (Paul)
Gemeente Den Haag Ingenieursbureau	H.J. Hogenbirk M.Sc. (Henk)
Gemeente Rotterdam, gemeentewerken	M.A. Groothuijzen (Marja)
Gemeente Rotterdam, gemeentewerken	C. Veldhuis (Christiaan)
Grontmij Nederland	Ing. J.W. Blanksma (Jort)
Kema (namens Nederlandse Gasunie)	M. Hommes M.Sc. (Martin)
Kiwa Gas Technology	H.A. Ophoff M.Sc. (Harald)
Tablin	H.J.M. Vos (Hans)
Visser en Smit Hanab namens Bouwend Nederland	J.J. Groen (John)

Voor toetsing van de inhoud van het rapport en afstemming met de voornaamste stakeholders is een kwaliteitscommissie ingesteld:

Organisatie	Naam
Agentschap Telecom	Ing. A.C. van Emous (Arco)
CROW	L.H.A. Schouten (Ludolf)
Netbeheer Nederland	H. van Bruchem (Henk)
Staatstoezicht op de Mijnen	Ing. A.C.F. van Ginneken (Jos)
TNO Bouw en Ondergrond	Drs. A. Koopman (Arnold)

De detectiebedrijven die aan de praktijktest hebben meegedaan:

Organisatie	Organisatie
Alliander	Arcadis
Fugro Ingenieursbureau	Geofox-Lexmond
Grontmij Nederland	IGL
Medusa	MV-ingenieursbureau
Saricon	T&A Survey

Financiering voor het project is verkregen uit geldelijke en / of urenbijdragen van de volgende partijen:

Organisatie
Bouwend Nederland
Gemeente Amsterdam, Ingenieursbureau
Gemeente Den Haag, Ingenieursbureau
Gemeente Rotterdam, Gemeentewerken
Geo Business Nederland
Grontmij Nederland
Hobas BeNeLux (levering materialen)
IPC Groene Ruimte
Kiwa Gas Technology namens Cogas Infra en Beheermaatschappij, Enexis en Liander
KWR Watercycle Research Institute
Nederlandse Gasunie
Oasen
ProRail
RWS
Tablin
Terra Carta
Volker Wessels Telecom
Wavin Nederland (levering materialen)
Ziggo netwerk
Agentschap NL – Innovatievoucher
CROW – FCO subsidie
Alle deelnemende detectiebedrijven





## Voorwoord

Het opzoeken van kabels en leidingen zonder te graven is een onderwerp met maatschappelijke relevantie. Detectie kan graafwerk en schade aan kabels en leidingen beperken. Daarom is er onderzoek uitgevoerd naar de stand van de techniek voor detectie van kabels en leidingen. Deze rapportage beschrijft een onderzoek dat uniek is omdat het is gericht op de gehele detectiedienst: de combinatie van detectietechniek en het uitvoerend detectiebedrijf.

De kwaliteitscommissie heeft de kwaliteit van het onderzoek beoordeeld. De commissie heeft dat onafhankelijk kunnen doen omdat de leden niet betrokken zijn geweest bij de uitvoering van het onderzoek en geen banden hebben met de detectiebedrijven die aan het onderzoek hebben meegewerkt. De commissie heeft het projectplan beoordeeld voordat het onderzoek van start ging. Hierbij zijn aandachtspunten aangegeven die de kwaliteit van het onderzoek hebben verhoogd. Aan het eind van het onderzoek is de rapportage beoordeeld. Op- en aanmerkingen zijn gemaakt om de conclusies nog beter aan te laten sluiten op de doelstellingen van het onderzoek.

De samenwerking tussen diverse partijen heeft geresulteerd in een onafhankelijk onderzoek. Door het vooraf stellen van beoordelingscriteria is het onderzoek ook objectief geweest. Al met al is de kwaliteitscommissie van mening dat het onderzoek een goed en betrouwbaar beeld van de technieken geeft.

Het onderzoek was uitgebreid, maar niet allesomvattend. Er blijven vragen over. Kijkend naar de conclusies kan worden gesteld dat detectie van ondergrondse kabels en leidingen nog niet voldoende betrouwbaar is om het graven van proefsleuven te kunnen vervangen. Wij hopen dat dit onderzoek een nieuwe stimulans zal geven aan de verdere ontwikkeling van detectietechnieken en hun toepassing.

De kwaliteitscommissie,

Agentschap Telecom: Ing. A.C. van Emous  
CROW : L.H.A. Schouten  
Netbeheer Nederland : H. van Bruchem  
Staatstoezicht op de Mijnen: Ing. A.C.F. van Ginneken  
TNO Bouw en Ondergrond: Drs. A. Koopman



## Samenvatting

Kabels en leidingen zijn vitaal voor het leveren van basisvoorzieningen als elektriciteit, drinkwater, gas, dataverkeer en riolering. De Nederlandse ondergrond ligt er vol mee en het is de verwachting dat het aantal kabels en leidingen in de toekomst verder zal toenemen. Het maatschappelijk belang van waarborging van de levering van basisvoorzieningen leidt tot een groeiende behoefte aan betere plaatsbepaling van kabels en leidingen. Voor het verminderen van schade aan kabels en leidingen worden bij graafactiviteiten proefsleuven gegraven of leidingen aangeprikt. Omdat deze technieken tijdrovend zijn en een opname geven van een beperkt gebied, is er een opkomst van bedrijven die gebruik maken van innovatieve detectietechnieken, zoals grondradar en radiodetectie.

Het Platform Kabels en Leidingen dat deel uitmaakt van het COB heeft het initiatief genomen om de kwaliteit van innovatieve detectietechnieken en het gebruik daarvan vast te stellen. Dit heeft geresulteerd in een verkennend onderzoek waarin is vastgesteld dat er niet één techniek bestaat waarmee een volledige en juiste detecteerbaarheid van alle kabels en leidingen in iedere grondsoort mogelijk is. Daarnaast bleek dat de beschikbare tijd, de aanpak en de deskundigheid van de gebruiker van detectietechnieken van grote invloed is op de resultaten.

In navolging van dit verkennend onderzoek is een praktijktest gehouden, waarin de aandacht is gelegd op detectiebedrijven in plaats van de technieken. De praktijktest levert inzicht in de toepassing door bedrijven van innovatieve opsporingstechnieken. De praktijktest bestaat uit drie deeltesten gebaseerd op relevante praktijksituaties voor beheerders van kabels en leidingen, grondroerders en gebiedsbeheerders. De deeltesten bestaan uit het uitvoeren van vlakdekkend onderzoek voor het opsporen van ondergrondse objecten zonder kaart, het controleren en corrigeren van een kabel- en leidingtekening (as-built situatie) en het volgen van een kabel en een leiding.

De testvelden bevinden zich op het terrein van het IPC Groene Ruimte in Arnhem. Met betrekking tot de inrichting van de testvelden is erop gelet dat de testvelden representatief waren voor de Nederlandse praktijksituatie. Daarbij is gelet op inrichting, het soort kabels en leidingen in de testvelden en de grondsoort en bodembedekking. Eén testveld is specifiek voor deze proef ingericht, waarbij onder andere een kleipakket is aangebracht. Middels een Uitvraag hebben tien detectiebedrijven zich ingeschreven voor het uitvoeren van één of meerdere testen. De detectiebedrijven hebben de testen onafhankelijk van elkaar uitgevoerd. Daarbij was een waarnemer aanwezig om verslag te leggen en de randvoorwaarden te bewaken. Na het uitvoeren van de testen hebben acht detectiebedrijven meetresultaten aangeleverd.

De beoordeling van de detectiebedrijven is uitgevoerd op drie aspecten. Allereerst is gekeken naar de kwaliteit van het geleverde Plan van Aanpak en de wijze van uitvoering in relatie tot dit geleverde Plan van Aanpak. Als belangrijkste aspect is de volledigheid en de nauwkeurigheid van de meetresultaten beoordeeld.

De beoordeling van de resultaten wijst uit dat er grote verschillen zijn per detectiebedrijf in de hoeveelheid gedetecteerde kabels en leidingen. Het blijkt dat een aanzienlijk aantal kabels en leidingen gevonden kan worden, echter niet over de volledige lengte. Sommige detectiebedrijven detecteren een groot aantal kabels en leidingen die in werkelijkheid niet aanwezig zijn. Dit heeft tot gevolg dat opdrachtgevers ten onrechte

voorzorgmaatregelen zullen nemen, wat tot kostenverhoging kan leiden. De praktijkproef wijst uit dat er grote verschillen zijn tussen werkwijze van de detectiebedrijven tijdens de uitvoering, de voorbereiding en de aanlevering van resultaten.

Bij het detecteren blijkt dat verharding van het oppervlak of een bundeling van kabels een negatieve invloed heeft op de detecteerbaarheid. Ook wijzen de resultaten uit dat detectie van kabels en leidingen in klei minder nauwkeurig is dan in zavel, wat op zijn beurt minder nauwkeurig is dan in zand.

Een vergelijk tussen de meetresultaten die zijn verkregen met radiodetectie en grondradar, laat zien dat de radiodetectie meer nauwkeurige resultaten oplevert, deze techniek is echter alleen toepasbaar op metalen kabels en leidingen, waarop een signaal geplaatst kan worden.

De praktijkproef toont aan dat innovatieve detectietechnieken een grote potentie hebben voor het in kaart brengen van de kabels en leidingen en mogelijk ook andere objecten in de ondergrond. Verwacht wordt dat een verdere verbetering van de detectienauwkeurigheid mogelijk is als detectiebedrijven kwaliteitsverbeteringen doorvoeren. Het is de verwachting dat detectie zonder nagrafen of aanprikken niet mogelijk zal zijn. Door de invoering van innovatieve technieken wordt verwacht dat er minder proefsleuven gegraven hoeft te worden en dat de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling van kabels en leidingen zal toenemen.

Innovatieve detectiebedrijven wordt aanbevolen om een kwaliteitsverbetering op meerdere fronten na te streven, zoals kennisuitwisseling binnen de branche, het standaardiseren van werkprocessen, het uniformeren van het aanleveren van gegevens en het verhogen van de expertise van medewerkers. Ook wat betreft de basiskennis van kabels en leidingen zijn aanzienlijke verbeterlagen te maken.

Beheerders van kabels en leidingen en gebiedsbeheerders zullen baat hebben bij het verder ontwikkelen van de sector voor innovatieve detectietechnieken. Hen wordt aanbevolen bij te dragen aan een verdere professionalisering van deze sector, bijvoorbeeld door te streven naar uniforme aanbesteding- en besteksvoorwaarden of door aan te dringen op kwaliteitskenmerken van detectiebedrijven, zoals certificering.

Beleidsontwikkelaars en beleidsuitvoerders wordt aanbevolen om aandacht te geven aan de unieke bijdrage die innovatieve detectietechnieken kunnen hebben voor het verkrijgen en controleren van ligginggegevens van kabels en leidingen.

Verzekeraars wordt tenslotte aanbevolen de resultaten van de praktijktest te bediscussieren en een standpunt in te nemen over de effecten die de hier beschreven conclusies kunnen hebben op de verzekeringsparagraaf.

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1	Achtergrond en aanleiding onderzoek	13
1.2	Doel van het onderzoek	14
1.3	Organisatie en opzet onderzoek	16
1.4	Bij het project betrokken organisaties	17
1.5	Leeswijzer	17
<b>2</b>	<b>Opzet en structuur praktijktest</b>	<b>19</b>
2.1	Opzet van de praktijktest	19
2.1.1	Doelgroepen	19
2.1.2	Gewenste voorwaarden aan praktijktest	19
2.2	Vertaling van eisen in praktijktesten	22
2.3	Structuur van de praktijktest	23
<b>3</b>	<b>Inrichting van de testvelden</b>	<b>25</b>
3.1	Criteria voor de testlocatie	25
3.2	Keuze voor een testlocatie	25
3.3	Ontwerp en aanleg van de testvelden	26
3.4	Verwezenlijking van gestelde randvoorwaarden	32
<b>4</b>	<b>Wijze van beoordeling</b>	<b>33</b>
4.1	Beoordeling van het Plan van Aanpak	33
4.2	Beoordeling van de uitvoering van de testen	34
4.3	Beoordeling van de meetresultaten	35
4.3.1	Hits: true hit, false hit en missed hit	36
4.3.2	Vergelijkingen	38
<b>5</b>	<b>Bevindingen van de praktijktest</b>	<b>39</b>
5.1	Kwaliteit van het Plan van Aanpak	39
5.2	De uitvoering van de testen	40
5.3	Tijdigheid van aanleveren van resultaten	42
5.4	Aangeleverde meetresultaten	42
5.5	Nauwkeurigheid detectieresultaten	44
5.5.1	Aantal true hits en false hits	44
5.5.2	Percentage true hits en false hits versus de verwachte betrouwbaarheid	48
5.6	Vergelijking tussen Plan van Aanpak, uitvoering en resultaat Testveld 1	48
<b>6</b>	<b>Nadere analyse van de meetresultaten</b>	<b>51</b>
6.1	Nauwkeurigheid van de resultaten in het horizontale vlak	51
6.2	Nauwkeurigheid van de detectie van de diepte	52
6.3	Het gebruik van grondradar versus radiodetectie	54
6.4	Natte en droge weersomstandigheden	56
6.5	De invloed van grondsoort en verharding	56
6.6	Invloed van detectie-eis	64

<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>65</b>
7.1	Inleiding	65
7.2	Algemene conclusies van de praktijktest	65
7.3	Specifieke conclusies over de detectieresultaten van kabels en leidingen	66
7.4	Specifieke conclusies over de werkwijze van detectiebedrijven	67
<b>8</b>	<b>Toekomstperspectief en aanbevelingen</b>	<b>69</b>
8.1	Toekomstperspectief	69
8.2	Aanbevelingen	69
8.2.1	Aanbevelingen aan innovatieve detectiebedrijven	69
8.2.2	Aanbevelingen aan beheerders van kabels en leidingen en gebiedsbeheerders	70
8.2.3	Aanbevelingen aan beleidsontwikkelaars en beleidsuitvoerders	70
8.3	Aanbevelingen aan verzekeraars	71
<b>9</b>	<b>Referenties</b>	<b>73</b>
<b>Bijlagen:</b>		
I.	Samenvatting resultaten fase 1	75
II.	Gehanteerde definities en afkortingen	77
III.	Uitvraag aan de detectiebedrijven	79
IV.	Vastleggen werkelijke ligging in de testvelden	93
V.	Overzichten van de testvelden	95
VI.	Beoordeling van het plan van aanpak	101
VII.	Checklist voor waarnemer	103
VIII.	Foto's tijdens uitvoering test	105
IX.	Analyse van detectieresultaten	109

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en aanleiding onderzoek

In de Nederlandse ondergrond ligt een groot aantal kabels en leidingen. Deze kabels en leidingen zijn vitaal voor het leveren van basisvoorzieningen zoals elektriciteit, drinkwater, gas, dataverkeer en riolering. Daarnaast spelen leidingen een belangrijke rol bij het ondergrondse transport voor de Nederlandse industrie. Volgens schattingen van de Rijksoverheid bedraagt de totale lengte van deze ondergrondse infrastructuur zo'n 1,7 miljoen kilometer (Rijksoverheid(1), 2011). De exacte locatie van deze ondergrondse infrastructuur is niet altijd bekend. Geschat wordt dat graafwerkzaamheden jaarlijks tot circa 40.000 gevallen van graafschade leiden (Rijksoverheid(2), 2011).

De overheid heeft regels gemaakt om de schade aan kabels en leidingen en daarmee het aantal leveringsonderbrekingen te verminderen. De Wet Informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION) bevat een verplichting voor het zorgvuldig uitvoeren van machinale graafwerkzaamheden. Deze verantwoordelijkheid geldt zowel voor de opdrachtgever als voor de uiteindelijke grondroerder.

Naast de inspanningen van de Rijksoverheid komt er ook bij de beheerders van ondergrondse infrastructuur, de netbeheerders, een toenemend bewustzijn om de ondergrond beter te ordenen en de werkzaamheden aan deze infrastructuur beter op elkaar af te stemmen. Deze ontwikkelingen worden mede ingegeven door de verwachting dat in de toekomst meer activiteiten in de ondergrond zullen plaatsvinden, zoals warmte- en koudetransport en afvaltransport.

Vanwege het toenemende belang van duurzame ordening van de ondergrond in relatie tot de ondergrond en het verminderen van maatschappelijke hinder, is kennis over de locatie en de eigenschappen van kabels en leidingen van groot belang. Onder invloed van onder andere de WION groeit de vraag naar een betere plaatsbepaling van kabels en leidingen sterk. Om hier een goed beeld van te krijgen worden vaak proefsleuven gegraven of leidingen aangeprikt. De laatste jaren zijn er meerdere bedrijven die naast deze technieken voor het detecteren van kabels en leidingen ook meer innovatieve technieken inzetten zoals grondradar en radiodetectie.

Het detecteren van kabels en leidingen met grondradar en radiodetectie is een redelijk nieuw vakgebied. Diverse ontwikkelingen, zoals nieuwe wettelijke eisen voor het in kaart brengen van ondergrondse infrastructuren en verbeterde technologie, hebben tot gevolg dat een nieuwe markt ontstaat waarop detectiebedrijven van verschillende herkomst zich momenteel begeven. Deze nieuwe markt heeft als kenmerk dat sommige bedrijven zich in een opstart- en ontwikkelfase bevinden, of dat andere bedrijven hun scope verleggen. Een voorbeeld van deze laatste groep zijn detectiebedrijven die gelieerd zijn aan energie-netbeheerders en die nu ook diensten aanbieden in andere disciplines.

De laatste jaren wordt duidelijk dat voor een goede detectie van diverse soorten kabels en leidingen, ook in complexe samenstelling, naast kennis over de technieken van detectie ook specifieke praktijkkennis vereist is over de ligging van en de soorten kabels en leidingen.

Het Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB) is een kenniscentrum en netwerkorganisatie dat zich ten doel stelt partijen te verbinden om te komen tot beter ondergronds ruimtegebruik. Het Platform Kabels en

Leidingen dat deel uitmaakt van het COB heeft het initiatief genomen voor een objectieve praktijktest om de kwaliteit van innovatieve detectietechnieken en het gebruik daarvan door detectiebedrijven vast te stellen. Deze test wordt hier nader aangeduid als de "praktijktest". Om dit te verwezenlijken is het project "Innovatieve opsporingstechnieken ondergrondse Infrastructuur, COB O10" uitgevoerd. Dit project bestaat uit twee fasen:

- Fase 1: Het inventariseren en analyseren van bestaande detectietechnieken en het opstellen van een programma van eisen voor een praktijktest (uitgevoerd in 2008).
- Fase 2: De uitwerking van het programma van eisen, het ontwerpen van een testlocatie, het organiseren van de praktijktest, het analyseren van de meetresultaten en het rapporteren van de bevindingen (uitgevoerd in 2010).

Het fase 1 onderzoek is afgerond en de resultaten daarvan zijn beschreven in het tussenrapport "Innovatieve opsporingstechnieken ondergrondse infrastructuur COB O10" (COB, 2008). In het eerste deel van het onderzoek hebben vooral de ervaringen van gebruikers van grondradar en radiodetectie een centrale rol gespeeld. Dit heeft geleid tot de volgende inzichten:

- Er bestaat niet één techniek waarmee een volledige en juiste detecteerbaarheid van alle kabels en leidingen in iedere grondsoort mogelijk is. Daarom is vaak een combinatie van technieken noodzakelijk.
- De beschikbare tijd, de aanpak en de deskundigheid van het detectiebedrijf is van grote invloed op de betrouwbaarheid en de nauwkeurigheid van de resultaten.

De bevindingen van fase 1 van dit onderzoek bevestigen de noodzaak om naast inzicht in de techniek van ondergrondse detectie, de praktijkresultaten van detectiebedrijven in kaart te brengen. Hiervoor is het nodig een methode op te stellen om deze resultaten objectief vast te kunnen stellen. Bij voorkeur zal deze methode ook voor toekomstige vergelijkingen bruikbaar zijn.

Het voorliggende rapport beschrijft de activiteiten van Fase 2. Hierin zijn de resultaten van Fase 1 verwerkt zodat het rapport een complete weergave biedt van het gehele project. Voor een samenvatting van de rapportage van Fase 1 wordt verwezen naar Bijlage I.

## 1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het project COB O10, Fase 2 is:

1. Het registreren en beoordelen van de kwaliteit van de detectieresultaten van ondergrondse kabels en leidingen door innovatieve detectiebedrijven.
2. Het verzamelen van kennis en het scheppen van voorwaarden om, indien gewenst, te komen tot een verbeterde toepassing van innovatieve detectietechnieken.

Bij de onder het tweede doel genoemde scheppen van voorwaarden voor verbeterde toepassing van innovatieve detectietechnieken kan men denken aan het formuleren van aanbevelingen over een certificeringrichtlijn, een opleidingstraject voor uitvoerders, uniforme besteksvoorwaarden, etc. .

Aangetekend wordt dat de in dit onderzoek uitgevoerde praktijktest een momentopname is. Technieken en bedrijven ontwikkelen zich voortdurend en de conclusies van dit onderzoek dienen dan ook in dat licht beschouwd te worden.



Om deze doelen zo goed mogelijk te kunnen vertalen naar de belanghebbenden bij de detectie van kabels en leidingen, is in Tabel 1 een overzicht gegeven van deze doelgroepen en hun respectievelijke belangen bij dit onderwerp.

**TABEL 1. Overzicht van doelgroepen en hun belangen bij innovatieve detectietechnieken voor ondergrondse infrastructuur**

Doelgroep	Belangen doelgroep bij project
Beheerders van kabels en leidingen, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netbeheerders.</li> <li>• ProRail.</li> </ul> Daarnaast aannemers die werken voor deze beheerders uitvoeren.	Antwoord op de vragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe toepasbaar en betrouwbaar zijn de technieken en de resultaten van detectiebedrijven op dit moment?</li> <li>• Hoe kan infra beter/goedkoper in kaart worden gebracht, mbt: voorbereiden werken, opstellen beheerplannen en risicoanalyses.</li> <li>• Wat zijn gevolgen voor begeleiden van werken van derden.</li> <li>• Is het aantal breuken te verminderen als er minder proefsleuven worden gegraven?</li> </ul>
Innovatieve detectiebedrijven (deelnemers test).	Willen hun toegevoegde waarde aantonen bij de detectie van ondergrondse infrastructuur. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantonen welke kwaliteit ze kunnen leveren.</li> <li>• Leren van collega's.</li> </ul>
Gebiedsbeheerders (gemeentes, provincies, RWS, etc).	Antwoord op de vragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe betrouwbaar zijn de resultaten van detectiebedrijven op dit moment?</li> <li>• Kunnen detectiebedrijven bijdragen aan verbeterde registratie, bijv. de WION?</li> <li>• Kunnen detectiebedrijven bijdragen aan een betere ordening van de ondergrond?</li> <li>• Kunnen detectiebedrijven bijdragen aan het voorkomen van overlast.</li> </ul>
Beleidsontwikkelaars en beleidsuitvoerders (Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Agentschap Telecom, Kadaster, etc) en diverse geïnteresseerden.	Willen weten wat de mogelijke implicaties van verbeterde detectie op wet- en regelgeving zijn.
Verzekeraars.	Willen weten hoe betrouwbaar de resultaten van inspectiebedrijven voor het opstellen van verzekeringscontracten en schadeonderzoek zijn op dit moment.

Met betrekking tot dit onderwerp wordt zowel de term detectie als opsporing gebruikt. In dit rapport wordt zoveel mogelijk de naam detectie gebruikt. In Bijlage II zijn alle in dit rapport gebruikte definities en afkortingen weergegeven.

Innovatieve detectietechnieken voor ondergrondse infrastructuur wordt in dit kader omschreven als technieken voor het detecteren van objecten in de ondergrond waarbij de meting voornamelijk op het grondoppervlak plaatsvindt. Opgemerkt wordt dat een aantal technieken die hier als innovatief gekenschetst worden al meerdere jaren op de markt zijn. Dit houdt in dat, met uitzondering voor het bepalen van referentiemetingen, controlemetingen en signaalinjectie voor radiodetectie, niet in de ondergrond gegraven hoeft te worden. Dit in tegenstelling tot de conventionele technieken zoals het graven van proefsleuven en het aanprikken. Innovatieve technieken die vooral gebruikt worden zijn grondradar en radiodetectie.

Innovatieve detectiebedrijven worden in dit kader omschreven als bedrijven die voor het detecteren van objecten in de ondergrond voornamelijk gebruik maken van bovengenoemde innovatieve detectietechnieken.

Bij de beoordeling van de resultaten van deze bedrijven zijn naast het toepassen van de techniek en het vergaren van de data in het veld, ook de voorbereiding van de veldhandelingen en het verwerking en interpretatie van de data van belang.

### 1.3 Organisatie en opzet onderzoek

De organisatie van het project wordt uitgevoerd door de COB projectgroep 010.

De projectgroep is onderverdeeld in een viertal werkgroepen met de volgende taken:

- Werkgroep 1: Het opstellen van het pakket van eisen voor de praktijktest en het beoordelingskader van de meetresultaten.
- Werkgroep 2: Het inrichten van de testvelden.
- Werkgroep 3: Het uitwerken van een beoordelingssystematiek, het organiseren en begeleiden van de metingen en het analyseren en beoordelen van de meetresultaten.
- Werkgroep 4: Het opstellen van de eindrapportage.

Het onderzoek is als volgt opgezet. Na het opstellen van het pakket van eisen, het inrichten van de testterreinen en het ontwikkelen van de benodigde beoordelingssystematieken zijn innovatieve detectiebedrijven uitgenodigd om aan de drie testen deel te nemen.

Er is op verschillende wijze kenbaarheid gegeven aan de praktijktest:

- Op congressen en symposia zijn presentaties gegeven over de resultaten van fase 1 en later over de opzet van de praktijktest zelf.
- Er is contact gelegd met de in oprichting zijnde branchevereniging voor geofysica en grondradar, welke later is deze opgegaan in Geobusiness Nederland.
- Er zijn artikelen geplaatst op website COB, in het magazine 'De Onderbouwing' en in de CoBouw.
- Er zijn actief partijen benaderd om deel te nemen aan de praktijktest.

Dit heeft geresulteerd in een ruime interesse van detectiebedrijven voor deelname aan het project. Uiteindelijk hebben tien detectiebedrijven deel genomen aan de praktijktest, waarvan er acht detectieresultaten hebben aangeleverd.

Van iedere deelnemer zijn kennis, kunde en de resultaten vergeleken. Met deze opzet en de uitkomsten wordt het mogelijk om de innovatieve detectiebedrijven met elkaar te vergelijken. Ook kan op deze manier worden gekeken naar de detecteerbaarheid van verschillende kabels en leidingen onder verschillende omstandigheden, en de prestaties van de gebruikte technieken.

#### 1.4 Bij het project betrokken organisaties

De projectgroep bestaat uit vertegenwoordigers van projectfinanciers en andere deskundigen, een overzicht hiervan is opgenomen op bladzijde 3-5 van dit rapport. Bij de samenstelling is gelet op een zo goed mogelijke afvaardiging van de omschreven doelgroepen van het onderzoek. Om de specifieke kennis en kunde van het detecteren van kabels en leidingen te waarborgen, maakt een detectiebedrijf deel uit van de projectgroep. Dit detectiebedrijf heeft de aanwezige kabels en leidingen gedetecteerd en heeft zijn detecties geverifieerd door deze gericht na te graven, te discrimineren en vervolgens geconstrueerd tot ligging van de ondergrondse infrastructuur. Dit bedrijf heeft niet aan de test deelgenomen.

Het COB waakt over de onafhankelijkheid en objectiviteit van de praktijktest en de betrouwbaarheid van de verkregen informatie van de detectiebedrijven die hieraan deelnemen.

#### 1.5 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt een vertaling gegeven van de resultaten van de eerste fase van het onderzoek (uitgevoerd in 2008) naar de opzet voor een praktijktest waarin de combinatie techniek, kennis en kunde wordt getest van verschillende aanbieders van innovatieve detectietechnieken. Hiervoor wordt een aantal praktijksituaties geschetst die de basis vormen voor het ontwerpen van een testterrein. In dit hoofdstuk wordt tevens een Plan van Aanpak uitgewerkt voor de uitvoering van de praktijktest.

In hoofdstuk 3 wordt beschreven wat de criteria waren waaraan de testlocatie moest voldoen. Op de gevonden testlocatie zijn uiteindelijk de testvelden ontworpen en aangelegd. Hoofdstuk 4 beschrijft de wijze van beoordeling van de verschillende detectiebedrijven die dit onderzoek hebben meegewerkt. Hierbij is gekeken naar het ingeleverde Plan van Aanpak, de uitvoering in relatie tot het ingeleverde Plan van Aanpak en de opgeleverde resultaten.

Met deze wijze van beoordeling geeft hoofdstuk 5 een overzicht van de resultaten weer. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de analyse van detectiebedrijven. Hierbij is nader gekeken naar de invloed van verschillende grondsoorten, bodembedekkingen, materiaalsoorten en detectietechnieken op de detectieresultaten.

Op basis van de bevindingen worden in hoofdstuk 7 conclusies getrokken waarbij in hoofdstuk 8 deze conclusies zijn gebruikt om een aantal aanbevelingen te geven. Deze aanbevelingen zijn toegespitst op de eerder genoemde doelgroepen.



## 2 Opzet en structuur praktijktest

### 2.1 Opzet van de praktijktest

#### 2.1.1 Doelgroepen

In Hoofdstuk 1 is aangegeven dat meerdere doelgroepen belang hebben bij een beter inzicht in de toepasbaarheid van innovatieve detectiemethoden. Deze doelgroepen en hun specifieke belangen zijn nader toegelicht in Tabel 1. Uit dit overzicht blijken ook de verschillende invalshoeken voor dit onderwerp. Beheerders van kabels en leidingen willen in geval van reparatie of vervanging naast de locatie van een specifieke kabel of leiding ook weten welke ondergrondse objecten zich in de nabijheid bevinden. Een grondroerder zal voor de start van ontgravingwerkzaamheden zo betrouwbaar mogelijk willen weten welke kabels en leidingen hij kan verwachten. Een gebiedsbeheerder die voor een projectontwikkeling een goede kaart wil hebben met alle objecten in de ondergrond zal gefocust zijn op een hoge mate van nauwkeurigheid.

Gezamenlijk streven alle partijen naar een zo laag mogelijk aantal graafincidenten. De overheid heeft hierop beleid ontwikkeld in de vorm van de WION.

Op basis van bovengenoemde doelgroepen en hun belangen zijn onderzoeksvragen vastgesteld die zijn vertaald in testen voor detectiebedrijven. Deze testen zijn:

1. het uitvoeren van vlakdekkend onderzoek voor het opsporen van kabels, leidingen en ondergrondse objecten zonder kaart,
2. het controleren en corrigeren van een as-built situatie,
3. het volgen van een kabel en een leiding.

In de praktijk zullen aan Test 2 en 3 de hogere eisen worden gesteld met betrekking tot de nauwkeurigheid dan aan Test 1. De belangrijkste vraag bij test 2 en 3 is of de tekening klopt en waar specifieke leidingen exact liggen. Bij test 1 gaat het meer om een inventarisatie welke kabels en leidingen in een gebied aanwezig zijn en hun globale plaatsbepaling.

#### 2.1.2 Gewenste voorwaarden aan praktijktest

Om de praktijktest op een goede wijze op te zetten zijn randvoorwaarden nodig om de test zo representatief mogelijk te laten zijn voor een meetsituatie in de praktijk. Deze randvoorwaarden zijn een afgeleide van de belangen van de doelgroepen. Uit fase 1 van het onderzoek komt een drietal aandachtsvelden naar voren die daarvoor bepalend zijn. Dit zijn de gewenste resultaten van de testen, de opzet van het testvelden en de daadwerkelijke uitvoering van de testen.

##### 1. Gewenste resultaten van de praktijktest

Het resultaat van de testen dient zo representatief mogelijk te zijn om een goede vertaling te kunnen maken naar de praktijk. Daarvoor moeten de uitkomsten inzicht geven in de betrouwbaarheid, precisie, volledigheid, tijdsduur en apparatuur waarmee de metingen zijn verricht. Na analyse van de resultaten moet het mogelijk zijn uitspraken te doen over de gemiddelde kwaliteit van de metingen door innovatieve detectiebedrijven en de spreiding hiervan. Daarnaast is het gewenst dat op basis van de meetresultaten kan worden aangegeven voor welke specifieke eigenschappen van kabels en leidingen (aard, afmetingen, diepte) en liggingsomstandigheden (bodem-

samenstelling, vochtigheid en bodembedekking) innovatieve detectietechnieken inzetbaar zijn. In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de specifieke randvoorwaarden.

**TABEL 2. Randvoorwaarden met betrekking tot de gewenste resultaten van de test.**

R.1. De testen dienen de diverse situaties weer te geven waarin opsporingstechnieken worden gebruikt en daarmee zo representatief mogelijk te zijn voor de praktijk.
R.2. De testen en de beoordeling van de resultaten dienen inzicht te geven in de volgende aspecten: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. De betrouwbaarheid van de metingen.</li> <li>b. De precisie van de metingen.</li> <li>c. De volledigheid van de metingen.</li> <li>d. De tijdsduur, menskracht en apparatuur voor verrichten van metingen.</li> </ol>
R.3. De resultaten van de testen moeten het mogelijk maken nadere analyses te maken, om inzicht te verkrijgen in: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. De (gemiddelde) resultaten per detectiebedrijf, met vermelding van tijdsduur, menskracht en apparatuur.</li> <li>b. De (gemiddelde) vindbaarheid van kabels en leidingen, uitgesplitst naar eigenschappen van kabels en leidingen (aard, afmetingen, diepte) en liggingsomstandigheden (bodemsamenstelling, vochtigheid en bodembedekking)</li> <li>c. De (gemiddelde) resultaten per gebruikte techniek.</li> </ol>

## 2. Inrichting van de testvelden

De testvelden moeten op een dusdanige wijze zijn ingericht dat de metingen zo veel mogelijk representatief zijn voor praktijksituaties. De te detecteren materialen, aanwezige grondslagen en bodembedekkingen dienen een goede afspiegeling te zijn van de Nederlandse praktijksituatie. In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de specifieke randvoorwaarden.

**TABEL 3. Randvoorwaarden met betrekking tot de inrichting van het testveld.**

I.1. De testvelden dienen dusdanig te zijn ingericht dat zij representatief zijn voor praktijksituaties en deze een goede basis zijn voor het analyseren van de resultaten.
I.2. De materialen in de testvelden dienen een goede afspiegeling te zijn van de praktijksituatie, zowel wat betreft systeem, materiaalsoort, diameter, diepteligging als liggingcomplexiteit. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeem: riolering, drainage, elektra (laagspanning, middenspanning en hoogspanning), drinkwater, gas, telecom en stadsverwarming.</li> <li>• Materialen voor leidingen: staal, ijzer en gietijzer, kunststof (PE en PVC), beton, gres en GVK; inclusief mof en huisaansluitingen per systeem.</li> <li>• Materiaalsoort voor kabels: glasvezel, coax, en koper (inclusief mof met huisaansluiting).</li> <li>• Complexiteit van ondergrondse infrastructuur m.b.t. dichtheid van kabels en leidingen, onderlinge afstand of boven elkaar liggen van kabels of leidingen.</li> <li>• Indien verschillende materialen vergelijkbare detectie-eigenschappen hebben hoeft slechts één soort aanwezig te zijn.</li> </ul>

I.3. De grondslag en bodembedekking dienen een goede afspiegeling te zijn van de in Nederland voorkomende situaties.

- Grondslag: grondsoort (zand, veen of klei), aanwezigheid grondwater, mate van vochtigheid, verstoringen (bijv. kleibrokken, bomenstronken, beton, stenen, terreinafzettingen, damwanden), spanning en spanningsloos (voor elektra).
- Bodembedekking: onverhard (gras, begroeid, losse grond), verhard (betonstraatstenen, asfalt, puin, betonplaten),
- Indien bodembedekkingen op vergelijkbare wijze de detectie beïnvloeden hoeft slechts één soort aanwezig te zijn.

De randvoorwaarden die betrekking hebben op de inrichting van de testvelden zijn de basis geweest voor de selectie en inrichting van de testvelden. Dit is verder uitgewerkt in Hoofdstuk 3. In paragraaf 3.4 wordt aangegeven in hoeverre deze eisen zijn ingewilligd.

### 3. Uitvoering van de testen

Tijdens het testen geldt een aantal belangrijke limieten met betrekking tot de beschikbare tijd. Enerzijds omdat in de praktijk vaak een tijdlimiet aanwezig is, anderzijds om een eerlijke vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende deelnemende partijen. Om de uitvoering van de praktijktest zo objectief mogelijk te houden, voeren de bedrijven de test uit op verschillende dagen. In Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de specifieke randvoorwaarden. Er is de detectiebedrijven bewust gevraagd om niet te graven en te prikken, zodat de grond niet verstoord wordt en hiermee aanwijzingen worden gegeven aan navolgende bedrijven.

**TABEL 4** Randvoorwaarden met betrekking tot uitvoering van de testen.

U.1. De detectiebedrijven mogen geen informatie onderling uitwisselen. In de praktijk betekent dit dat er detectiebedrijven onafhankelijk van elkaar de test uitvoeren.

U.2. Voor de omvang van de verschillende testvelden zijn reële maximumtijden vastgesteld. De totaal tijd voor detectiebedrijven die alle testen uitvoeren is anderhalve dag (12 uur).

U.3 Een testbedrijf mag tegelijkertijd met meerdere werknemers en apparatuur bezig zijn op de diverse testvelden, tot een maximum van drie werknemers per testveld. Deze randvoorwaarde is gesteld om:

- de praktijk goed weer te geven (namelijk meerdere werknemers op één project),
- geen extreme situaties te krijgen (veel meer mensen op een project dan normaliter het geval zou zijn) waardoor de resultaten beter zouden zijn dan in de praktijk gangbaar,
- een vergelijkbaar resultaat te bereiken tussen de deelnemende partijen onderling.

## 2.2 Vertaling van eisen in praktijktesten

De combinatie van gewenste randvoorwaarden heeft geleid tot het een eisenpakket voor de volgende drie verschillende testen. Op basis hiervan zijn testvelden geselecteerd en is nagegaan in hoeverre deze eisen zijn te realiseren.

### *Test 1: Voer een vlakdekkend onderzoek uit*

Deelnemers aan deze test ontvangen een kaart met alleen de contouren van het testveld. Het doel is de niet nader geïdentificeerde objecten op te sporen en op een digitale kaart aan te geven.

De aan te leveren gegevens zijn:

- tracés (XYZ) van alle aangetroffen leidingen en objecten,
- diameters van kabels en leidingen,
- technieken waarmee is gedetecteerd,
- inschatting van de betrouwbaarheid van de gegevens (hoog, middel, laag).

### *Test 2: Controleer en corrigeer de as-built situatie*

Deelnemers aan deze test ontvangen een kaart die niet meer actueel is. Het doel is de kaart te actualiseren door de juiste positie van de op de kaart aangegeven kabels en leidingen aan te geven, alsmede de positie aan te geven van onbekende elementen die de kabels en leidingen kruisen.

De aan te leveren gegevens zijn:

- tracés (XYZ) van alle aangetroffen leidingen en objecten,
- diameters de kabel of leiding,
- leidingsoort,
- technieken waarmee is gedetecteerd,
- inschatting van de betrouwbaarheid van de gegevens (hoog, middel, laag).
- indien kabels en leidingen niet staan aangegeven maar wel de tracés van de aangegeven objecten kruisen, moeten deze 'onbekende kabels of leidingen' worden aangegeven tot 1 m vanaf de zijkant van het gekruiste object.

Aanvullende informatie:

Bedrijven geven van te voren aan welke technieken ze gaan inzetten. Op de kaart geven ze aan met welke technieken de objecten zijn gevonden.

### *Test 3: Volg de kabel of leiding*

Deelnemers aan deze test ontvangen een kaart waarop de beginpunten van een kabel en een leiding zijn aangegeven, alsmede een indicatie van de richting van de leiding. Het doel is het tracé van de kabel of leiding zo goed mogelijk te karteren.

De aan te leveren gegevens zijn:

- tracé (XY) van de te volgen kabel of leiding,
- technieken waarmee is gedetecteerd.

Aanvullende informatie:

Er zijn twee leidingen die gevolgd gaan worden: een elektriciteitskabel en een kunststof leiding.

Meer informatie over de testvelden en de inrichting is te vinden in hoofdstuk 3.

Een nadere uitwerking van de eisen aan de deelnemers is te vinden in de Uitvraag in Bijlage III.



## 2.3 Structuur van de praktijktest

De praktijktest probeert de praktijk zo veel mogelijk te benaderen. Mede hierdoor is ervoor gekozen de innovatieve detectiebedrijven uit te nodigen middels een uitvraag. De bedrijven zijn in staat gesteld te reageren op die uitvraag. Na inschrijving van de detectiebedrijven op één of meerdere testen en het aanleveren van een Plan van Aanpak zijn de testen uitgevoerd. Vervolgens hebben de bedrijven de gelegenheid gehad hun meetresultaten uit te werken en aan te leveren. Aan de hand van een kwantitatieve analyse is de kwaliteit van de detectieresultaten beoordeeld. Naast deze kwantitatieve analyse waren ten tijde van de test waarnemers aanwezig. De observaties van de waarnemers hebben tevens deel uitgemaakt van de beoordeling. Ook de ingeleverde Plannen van Aanpak zijn aan een beoordeling onderworpen.

De structuur van de praktijktesten is als volgt opgezet:

### 1. Uitvraag

De Uitvraag beschrijft de opzet van het onderzoek en welke testen er plaats vinden. De testen worden uiteengezet evenals de wijze van aanleveren van de meetresultaten en hoe de beoordeling plaats zal vinden. Naast praktische informatie staan ook de regels beschreven waaraan ieder bedrijf zich moet houden. Een kopie van de Uitvraag en bijlagen is te vinden in Bijlage III. Er is gekozen voor een zo volledig mogelijke informatievoorziening in de Uitvraag. Hiermee is beoogd de informatieverstrekking aan de bedrijven zo eenduidig mogelijk te laten zijn.

### 2. Inschrijven op één of meerdere testen

Bedrijven kunnen inschrijven op één of meerdere testen. Bij het inschrijven moeten de bedrijven een Plan van Aanpak aanleveren. Hiermee wordt een deel van de kennis en kunde van het bedrijf vastgelegd en beschikbaar gesteld voor het onderzoek. Bij de beoordeling van de bedrijven wordt de kwaliteit van het Plan van Aanpak meegenomen.

### 3. Testen

Het uitvoeren van de testen vindt plaats op de deels geprepareerde testvelden en een aantal reeds bestaande situaties. Voor de uitvoering wordt aan ieder detectiebedrijf een korte uitleg gegeven. Deze uitleg is voor ieder bedrijf hetzelfde. Tijdens het testen is geen informatie meer verstrekt. De verrichtingen van ieder bedrijf worden vastgelegd middels observatieformulieren. Per testveld is een maximum tijdsduur gegeven.

### 4. Meetresultaten

Na afloop van de testen krijgen de bedrijven 10 werkdagen de tijd om de meetresultaten te analyseren. De bedrijven is gevraagd de bestandsformaten aan te leveren op een uniforme en vooraf door het COB aangegeven wijze. Voor een meer gedetailleerdere omschrijving zie de Uitvraag die is opgenomen in Bijlage III.

Voor een uniforme wijze van beoordelen zijn voor alle testen beoordelingscriteria en protocollen opgesteld. Op basis van het aangeleverde Plan van Aanpak, de daadwerkelijke uitvoering en de opgeleverde meetresultaten zijn conclusies getrokken over de kwaliteit van de detectie. Enerzijds is hiermee beoogd een algemene beschrijving te geven van de huidige kwaliteit van de Nederlandse innovatieve detectiebedrijven. Anderzijds is gepoogd een dwarsdoorsnede te maken van de opsporingsresultaten in relatie tot eigenschappen van kabels en leidingen, liggingsomstandigheden en detectietechnieken.



## 3 Inrichting van de testvelden

### 3.1 Criteria voor de testlocatie

Essentieel voor het project zijn de testvelden waar de praktijktest wordt uitgevoerd. Hiervoor is een locatie nodig die zo veel mogelijk representatief is voor omgevingen waar men overweegt innovatieve detectietechnieken in te zetten. Dit zal moeten worden afgewogen ten opzichte van de beschikbare middelen voor het inrichten van testvelden.

In dit project zijn criteria vastgesteld voor het selecteren van een locatie voor de testvelden. Deze zijn:

1. representativiteit,
2. faciliteiten,
3. mogelijkheden voor aanpassen locatie,
4. neutrale uitstraling,
5. toekomstvastheid.

De representativiteit van de testvelden is vervat in de eisen zoals beschreven in Hoofdstuk 2. Dit geeft richting aan de benodigde typen en ligging van de kabels en leidingen, de netwerkcomplexiteit en de omgevingsfactoren (zoals bodemsoort, bodemvochtigheid en bodembedekking).

Onder faciliteiten wordt verstaan de aanwezigheid van een toegankelijke en te beschermen meetlocatie, met de mogelijkheid om testvelden naar wens in te richten, waarbij de testomstandigheden voor de detectiebedrijven zoveel mogelijk gelijkwaardig zijn en met voorzieningen voor het ontvangen van detectiebedrijven. Hierbij speelt ook dat tijdens het meten de overlast voor derden minimaal moest zijn.

Onder neutrale uitstraling wordt verstaan dat de beheerder van de testvelden een onafhankelijke partij is.

De toekomstvastheid van de testvelden sluit aan op de tweede doelstelling van dit project, te weten het verzamelen van kennis en het scheppen van voorwaarden om te komen tot het formuleren van aanbevelingen over een eventuele certificeringrichtlijn en opleiding voor innovatieve detectiebedrijven. Het wordt daarbij als een meerwaarde gezien als het terrein ook in de toekomst beschikbaar is voor testen.

### 3.2 Keuze voor een testlocatie

In het project zijn voor- en nadelen van verschillende locaties afgewogen. Uit deze afweging bleek dat de faciliteiten van het Innovatie Praktijk Centrum Groene Ruimte in Arnhem (verder in dit rapport aangeduid als IPC) het beste aansluiten op de gestelde eisen. Deze locatie biedt ook de mogelijkheid tot toekomstige ontwikkeling op het gebied van certificering en opleiding.

Nadere verkenning van het terrein wees uit dat er zich al een groot aantal kabels en leidingen in de grond liggen die goed detecteerbaar zijn. Er zijn ook mogelijkheden om waar nodig aanvullende kabels en leidingen aan te brengen. In het beschikbare terrein komen verschillende typen bodembedekking voor. De grondslag van het terrein bestaat voornamelijk uit zand. Om een voldoende representatieve ondergrond te krijgen is het noodzakelijk om andere grondsoorten aan te brengen.

### 3.3 Ontwerp en aanleg van de testvelden

In Hoofdstuk 2 is weergegeven waaraan de testvelden moeten voldoen. Op basis hiervan heeft een inventarisatie plaatsgevonden van de meetlocatie met betrekking tot de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bijbehorende liggingssomstandigheden. Deze inventarisatie is uitgevoerd met behulp van beschikbaar kaartmateriaal, het graven van proefgaten en detectie van kabels en leidingen. De aanwezige kabels en leidingen zijn in kaart gebracht en digitaal weergegeven. Al deze ondergrondse objecten worden in dit project verder aangeduid als as-built objecten. De inventarisatie van de ligging van kabels en leidingen is uitgevoerd met een maximale afwijking van 0,2 m aan weerszijden.

De conclusie van deze inventarisatie is:

- De meeste kabels en leidingen zoals genoemd in de gestelde eisen komen voor op het terrein, met uitzondering van stadsverwarming.
- Dat niet alle gewenste liggingssomstandigheden op het terrein voorkomen, dit geldt met name voor kabels en leidingen onder asfalt.
- De ondergrond bestaat alleen uit zand.

Op basis van deze inventarisatie is besloten twee testvelden aan te wijzen waarin een groot deel van de gewenste materialen en liggingssomstandigheden voorkomen. Deze zijn hierna beschreven als de Testvelden 2 en 3. Er zal een testveld speciaal worden ingericht om zo veel als mogelijk die situaties na te bootsen die niet worden gedekt door deze velden. Dit wordt hierna omschreven als Testveld 1.

Bij de grootte van het testveld, de hoeveelheid kabels en leidingen en de complexiteit van de ondergrondse infrastructuur is rekening gehouden met wat een detectiebedrijf in de beschikbare tijd kan uitvoeren. In de Uitvraag is een weergave van de testvelden opgenomen, zie hiervoor Bijlage III. Daarnaast is in Bijlage V een overzicht gegeven van de testvelden en de verschillende typen grondslag en bodembedekking.

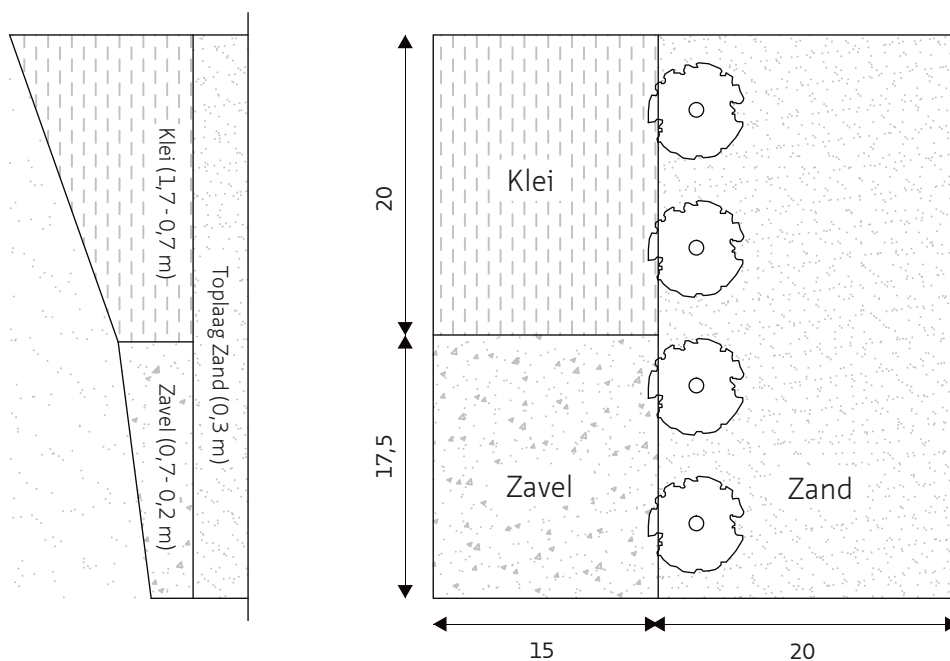
In de Uitvraag zijn drie verschillende testen omschreven, deze zijn:

- Test 1: Uitvoeren van vlakdekkend onderzoek, deze test wordt uitgevoerd op testveld 1.
- Test 2: Controleer en controleer de as-built situatie, deze test wordt uitgevoerd op testvelden 2A en 2B.
- Test 3: Volg de kabel of leiding, deze test wordt uitgevoerd op respectievelijk testveld 3A en testveld 3B.

Bij de testen 2A en 3A kan radiodetectie het meest efficiënt worden ingezet, bij de testen 2B en 3B geldt dit voor grondradar.

#### *Testveld 1*

Dit testveld is nieuw aangelegd en bestaat uit een terrein met een afmeting van 30 x 30 m, zie Figuur 1. Een deel hiervan met een oppervlak van 15 x 20 m bestaat uit een kleipakket dat speciaal voor de praktijktest is aangebracht. De onderzijde van dit pakket ligt op een diepte variërend van 2,0 tot 1,0 m. Direct aangrenzend aan dit kleipakket, is een pakket zavel aangebracht van 15 x 10 m. De onderzijde hiervan varieert van 1,0 tot 0,5 m. Beide pakketten zijn afgedekt met een toplaag van zand van 0,3 m. Het resterende deel van het testveld met een afmeting van 15 x 30 m bestaat uit de oorspronkelijke grondsoort zand. De begroeiing van het testveld bestaat uit gras. Binnen de contouren van het testveld staan vier bomen waarvan de wortels tot circa 2 m diep reiken.



**FIGUUR 1.** Lay-out en afmetingen van Testveld 1. De doorsnede aan de linkerzijde geeft de diepte van het klei en zavel pakket weer.

In de klei- en zavelpakketten zijn diverse kabels en leidingen aangelegd. De aanlegdiepte van de kabels en leidingen varieert van 0,5 tot 1,75 m.

Op de locatie met alleen zand zijn ook diverse kabels en leidingen aangelegd. Hierbij is rekening gehouden met verschillende omstandigheden zoals verschillende parallelleggingen, schaduw- en weesleidingen. Daarnaast zijn er objecten aangelegd, te weten twee trottoirbanden, een boomstam, twee handholes en een verbindingmof.



**FIGUUR 2.** Aanleg van een pvc leiding in Testveld 1.



**FIGUUR 3.** Aanbrengen van een kleilaag in Testveld 1.



**FIGUUR 4.** Kruisende kabels en leidingen in Testveld 1.



**FIGUUR 5.** Testveld 1 gereed voor testen.



**FIGUUR 6.** In Testveld 1 zijn metalen kabels tot boven de grond uitgevoerd om signaal te kunnen plaatsen voor radiodetectie.

### *Testveld 2A en 2B*

Voor de Testvelden 2A en 2B wordt gebruik gemaakt van een bestaande situatie met reeds aanwezige kabels en leidingen. Testveld 2A is specifiek gekozen voor radiodetectie. De test bestaat uit het nameten van een as-built situatie van kabels voor openbare verlichting. De bodembedekking is zand.

Testveld 2B is specifiek ingericht voor grondradar. De test bestaat uit het inmeten van een complexe situatie met een groot aantal kabels en leidingen. De bodembedekking bestaat uit betontegels en klinkers, met daarnaast een groenstrook van gras.

Een gedeelte van de klinkerverharding heeft een zware puinbaan onder die verharding die het radarsignaal negatief zal beïnvloeden.



**FIGUUR 7.** Testveld 2A.



**FIGUUR 8.** Testveld 2B.



### Testveld 3A en 3B

Voor de Testvelden 3A en 3B wordt gebruik gemaakt van een bestaande situatie. Ter plaatse van Testveld 3A is de beginpositie aangegeven van een 10kV elektriciteitskabel. Het testbedrijf krijgt de opdracht om de kabel in kaart te brengen. Voor testveld 3B geldt dit voor een PE gasleiding met een diameter van 110 mm.



**FIGUUR 9.** Testveld 3A, op het bord staat “pas op hoogspanning!” wat duidt op de aanwezigheid van een kabel.



**FIGUUR 10.** Testveld 3B, startpunt bij het gasstation links op de foto.

### Referentiepunten.

Op elk testveld zijn in de nabije omgeving referentiepunten aangebracht met een vastgelegde X, Y en Z positie. Deze punten kunnen gebruikt worden voor positiebepaling.

*Faciliteiten.*

Op de testlocatie is een speciale ruimte ingericht ('de chalet'), van waaruit gewerkt kan worden tijdens uitvoering van de test. De testbedrijven kunnen hier ook gegevens uitwerken. De waarnemer van het project heeft een aparte ruimte voor verwerking van zijn gegevens.

### 3.4 Verwezenlijking van gestelde randvoorwaarden

In Hoofdstuk 2 zijn eisen weergegeven waar het testvelden aan moeten voldoen. De meerderheid van deze eisen is ingewilligd, dit was echter niet in alle gevallen mogelijk. Voor een overzicht, zie Tabel 5.

**TABEL 5. Overzicht van verwezenlijking van randvoorwaarden voor de inrichting van de testvelden.**

I.1. De testvelden dienen dusdanig te zijn ingericht dat zij representatief zijn voor praktijksituaties en deze een goede basis zijn voor het analyseren van de resultaten. <ul style="list-style-type: none"><li>• Vijf testvelden zijn ingericht die representatief zijn voor diverse praktijksituaties.</li></ul>
I.2. De materialen in de testvelden dienen een goede afspiegeling te zijn van de praktijksituatie. <ul style="list-style-type: none"><li>• Alle genoemde systemen zijn aanwezig, met uitzondering van stadsverwarming.</li><li>• Alle genoemde materialen voor kabels en leidingen zijn aanwezig.</li><li>• De testvelden bevatten gecompliceerde liggingssituaties.</li></ul>
I.3. De grondslag en bodembedekking dienen een goede afspiegeling te zijn van de in Nederland voorkomende situaties. <ul style="list-style-type: none"><li>• De bodem bij IPC bestaat uit zand, in Testveld 1 zijn om die reden zand- en zavelpakketten aangebracht.</li><li>• De grondwaterspiegel bij IPC bevindt zich op meer dan 1,5 meter, zodat het niet mogelijk is een testveld in te richten met kabels en leidingen in het grondwater. Tijdens de testen worden de luchtvochtigheid, temperatuur, en eventuele neerslag gemeten. Op basis van deze waarnemingen kan worden aangegeven of regen de meetresultaten beïnvloedt.</li><li>• Op de testvelden is geen asfalt aanwezig. Testveld 2B bevat een deel met klinkers met daaronder een puinbaan. Deze situatie komt redelijk overeen met asfalt.</li></ul>

## 4 Wijze van beoordeling

In de voorgaande hoofdstukken is beschreven welke testen en testvelden er ontworpen zijn voor dit onderzoek. Hiermee is het mogelijk om het in kaart brengen van de testvelden door de detectiebedrijven te kunnen beoordelen.

Het beoordelen vindt plaats op drie aspecten:

1. de kwaliteit van het aangeleverde Plan van Aanpak,
2. de wijze van uitvoering van de testen in relatie tot het Plan van Aanpak,
3. de nauwkeurigheid en volledigheid van de meetresultaten.

De beoordeling vindt plaats door een Beoordelingscommissie die is samengesteld uit leden van Werkgroep 3. Het doel van deze praktijktest is registreren en beoordelen van de kwaliteit van de detectieresultaten en het verzamelen van kennis over dit onderwerp. Er wordt niet beoogd een bepaald bedrijf als beste aan te wijzen, maar aan te geven welke resultaten men nu van de huidige detectiebedrijven kan verwachten. Om die reden zijn de detectiebedrijven en hun beoordelingsresultaten anoniem beschreven.

### 4.1 Beoordeling van het Plan van Aanpak

In de Uitvraag (zie Bijlage III) is aangegeven wat van de detectiebedrijven wordt verwacht en waarop ze worden beoordeeld. Als onderdeel daarvan is aan ieder bedrijf gevraagd een Plan van Aanpak aan te leveren dat betrekking heeft op de voorbereiding en uitvoering van de testen, de verwerking van de data en het opleveren van het eindresultaat.

Om een zo realistisch mogelijk beeld te krijgen van de praktijk situatie is gekozen niet tot in detail uit te werken wat van een Plan van Aanpak verwacht wordt.

Voor de beoordeling van het Plan van Aanpak zijn acht criteria opgesteld:

1. blijk van begrip van de aanvrager, dat zijn weerslag vindt in de vraagspecificatie,
2. beschrijving van de inzet van het personeel,
3. beschrijving van de gebruikte technologie,
4. beschrijving van de kwaliteitsborging,
5. beschrijving van de verwachte uitvoering van de testen,
6. beschrijving hoe de dataprocessing na de testen verloopt,
7. beschrijving hoe de resultaten worden aangeleverd na de dataprocessing,
8. beschrijving van de planning.

Zie Bijlage VI voor een beschrijving van de beoordeling en de definitie van deze criteria.

Uitgangspunt voor de waardering van het Plan van Aanpak is de Uitvraag en de mate waarin het detectiebedrijf hierop aansluit in termen van volledigheid en kwaliteit van de uitwerking. Voor ieder criterium is een score mogelijk van 1 tot 3. De waardering vindt plaats op basis van het onderling vergelijken van de ingediende Plannen van Aanpak. Hierbij heeft een vergelijking plaatsgevonden, op basis waarvan een gemiddelde kwaliteitsnorm is vastgesteld. Dit gemiddelde krijgt de score 2. Een score 3 betekent een bovengemiddelde uitgewerkte beschrijving terwijl een score van 1 staat voor een ondergemiddelde beschrijving. Wordt een criterium niet ingevuld dan volgt de score 0. Voor een zo representatief mogelijke vergelijking worden alle plannen beoordeeld door dezelfde afgevaardigde van de Beoordelingscommissie.

Niet ieder van de acht criteria is even belangrijk voor de eindbeoordeling van het Plan van Aanpak. Het belang wordt aangeduid met een wegingsfactor. Door de score en de wegingsfactor per criterium met elkaar te vermenigvuldigen en dit voor alle acht criteria op te tellen ontstaat een eindscore. Afhankelijk van de eindscore volgt er een waardering die aangeeft of een Plan van Aanpak in zijn geheel als uitgebreid, gemiddeld of summier wordt beoordeeld.

#### 4.2 Beoordeling van de uitvoering van de testen

De beoordeling van de uitvoering van de testen is gedaan op basis van het aangeleverde Plan van Aanpak, waarbij er op is gelet of het Plan van Aanpak werd gevolgd of dat hier van werd afgeweken.

In deze fase speelt de waarnemer een cruciale rol. De taak van de waarnemer is als volgt:

- het begeleiden van de aannemer naar de testvelden, waarbij tijdens de veldtesten inhoudelijke vragen niet worden beantwoord,
- het registreren van de tijd en weersomstandigheden,
- het waarnemen van de activiteiten van de detectiebedrijven,
- het optreden als scheidsrechter bij calamiteiten en/of veranderende omstandigheden,
- het beoordelen of de bedrijven conform het geleverde Plan van Aanpak werken.

De waarnemer voert de waarnemingen en/of registraties uit te voeren die in Tabel 6 zijn weergegeven.

**TABEL 6. Waarnemingen en registraties van de waarnemer tijdens de veldtest.**

Waarneming/registraties	Commentaar
Detectie- en meetsnelheid	Indicatie snelheid bij veldstrekking, duur per raai en duur bepaalde test per testveld
Gebruik van apparatuur en detectiemethodes	Inzet van apparatuur en detectiemethodes, zoals grondradar, radiodetectie, gebruik omgevingsparameters etc.
Vergelijken Plan van Aanpak en werkelijke uitvoering	Het wel of niet volgen van het plan, het anticiperen op omstandigheden of het uitvoeren van extra werkzaamheden
Inzet van personeel	Vergelijking tussen aangegeven bemensing in Plan van Aanpak en werkelijk ingezet personeel

Om het waarnemen eenduidig te maken is een checklist ontwikkeld die is opgenomen in Bijlage VII. Naast de aspecten zoals genoemd in Tabel 6 worden ook zaken als temperatuur, luchtvochtigheid en weersomstandigheden vermeld. Figuur 11 toont twee foto's genomen tijdens de uitvoering van de test. Beide foto's betreffen Testveld 1 waarbij de linkerfoto het gebruik van radiodetectie laat zien en de rechterfoto een grondradarset.



**FIGUUR 11.** Uitvoering van de test met radiodetectie (links) en grondradar (rechts).

Aan de hand van deze waarnemingen heeft de Beoordelingscommissie bekeken of er is gehandeld conform het aangeleverde Plan van Aanpak, of dat er meer of minder handelingen zijn verricht. Deze beoordeling van de uitvoering is als volgt:

- een bedrijf dat meer activiteiten uitvoert dan in het Plan van Aanpak omschreven, ontvangt drie punten;
- een bedrijf dat conform het Plan van Aanpak werkt, ontvangt twee punten;
- een bedrijf dat minder activiteiten uitvoert dan in het Plan van Aanpak omschreven, ontvangt één punt.

Daarnaast leverden de waarnemingen aanvullende waardevolle informatie op over hoe men nu daadwerkelijk te werk is gegaan. Ook de omstandigheden die tijdens de testen heersten zijn geregistreerd. Deze informatie kan helpen bij het analyseren van de gebruikte werkmethodes en testresultaten.

### 4.3 Beoordeling van de meetresultaten

De bedrijven hebben de meetresultaten geanalyseerd en aangeleverd. Zoals in de Uitvraag aangegeven zijn deze resultaten digitaal aangeleverd. Voor testveld 3A en 3B zijn de resultaten ook op een analoge kaart ingetekend. Voor het analyseren van de meetgegevens zijn door de beoordelingscommissie de volgende handelingen verricht op de aangeleverde digitale gegevens:

1. conversie van meetgegevens,
2. inlezen en voorbewerken meetgegevens,
3. verwijderen van alle kabels of leidingen die zich buiten de testvelden bevinden,
4. koppelen meetgegevens aan de werkelijke ligging zoals vooraf vastgelegd,
5. aangeven welk deel van de gedetecteerde ligging zich bevindt binnen 1 meter van de werkelijke ligging,
6. vaststellen van de nauwkeurigheid in het XY-vlak,
7. vaststellen van de nauwkeurigheid in het Z-vlak,
8. controleren van de opgegeven attributen (materiaalsoort en diameter),
9. analyseren of relaties kunnen worden gevonden tussen de meetresultaten en factoren die het niveau van detectiebedrijven overstijgen.

Bovenstaande analyses zijn uitgevoerd met behulp van ArcGIS en MS-Excel.

Sommige bedrijven hebben resultaten toegestuurd waar in de Uitvraag niet om was gevraagd, zoals een 3D grondradarkaart. Deze resultaten zijn in de beoordeling niet meegenomen.

In onderstaande paragrafen wordt beschreven hoe de meetresultaten van de bedrijven zijn gekoppeld aan de werkelijke ligging van de kabels en leidingen. Dit is de basis voor de beoordeling van de kwaliteit van de detectieresultaten.

#### 4.3.1 Hits: true hit, false hit en missed hit

De meetresultaten zijn handmatig gekoppeld aan de werkelijke ligging van de kabels en leidingen in de testvelden. Dit is een handmatige bewerking die voor alle resultaten is uitgevoerd. Om de koppeling zo uniform mogelijk uit te voeren is dat door dezelfde persoon uitgevoerd.

Koppeling is voornamelijk uitgevoerd op basis van de afstand van het gedetecteerde object tot aan de werkelijke ligging, tenzij herkenbare attributen zoals diameter of materiaalsoort een betere aanwijzing geven. Daar waar sprake was van twijfel heeft overleg plaatsgevonden met leden van Werkgroep 3.

Om te kunnen beoordelen of een kabel of leiding die door een detectiebedrijf is ingemeten ook als gedetecteerd kan worden beschouwd, is een criterium nodig voor de vereiste nauwkeurigheid. Het IMKL model (Kadaster, 2008) hanteert een geonauwkeurigheid in het XY-vlak van 1 meter aan weerszijden van de leiding. Dit wil zeggen dat binnen een afstand van 1 meter van de werkelijke ligging van een leiding een gemeten leiding hier aan gekoppeld mag worden. Ook de WION kent t.a.v. de ligging van kabels en leidingen een grens van 1 m van de op tekening aangegeven locatie waarbuiten er sprake is van een zgn. "afwijkende ligging".

Voor de beoordeling van de meet-nauwkeurigheid van de ligging is elke aanwezige kabel of leiding in stukken geknipt van 0,5 meter. Van elk meetpunt (overgang tussen geknipte stukjes) is de kortste afstand berekend tot de werkelijke ligging van de gekoppelde kabel of leiding. De hiermee berekende afstanden zijn de basis voor de berekening van de liggingsnauwkeurigheid in het XY-vlak en het Z-vlak. Bij de beoordeling van de meetresultaten voor de liggingsnauwkeurigheid zijn de volgende begrippen gehanteerd:

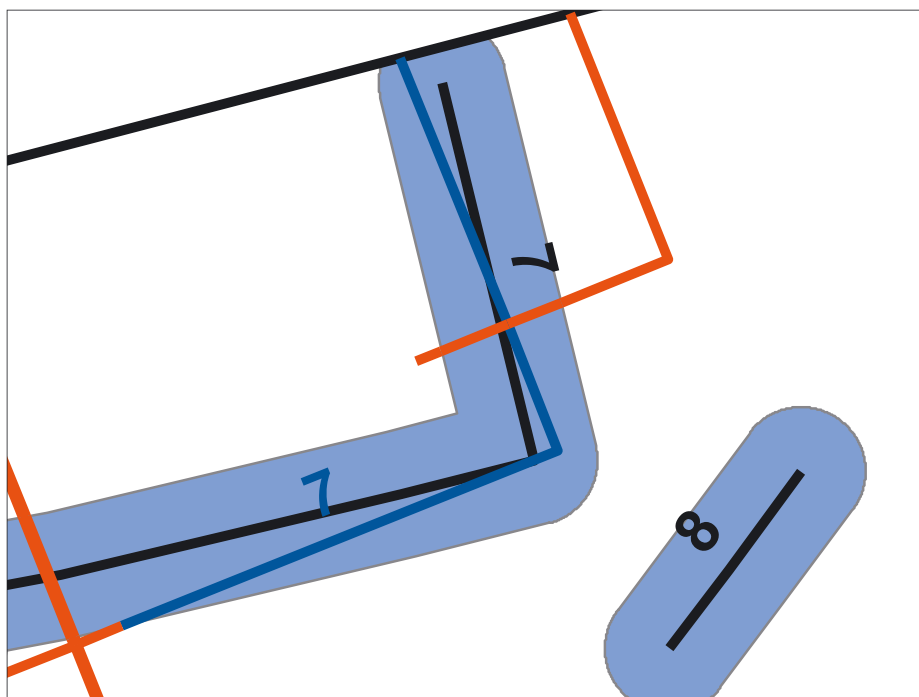
**Hit:** elk door een bedrijf gedetecteerde kabel en leiding of ander ondergronds object.

**True hit:** een gedetecteerde kabel of leiding waarvan de hartlijn maximaal 1,0 m afwijkt van de werkelijke ligging.

**False hit:** een gedetecteerde kabel of leiding die niet in het testveld aanwezig is of waarvan de hartlijn meer dan 1,0 m afwijkt van de werkelijke ligging.

**Missed hit:** werkelijk aanwezige kabel of leiding die niet aan een gedetecteerde kabel of leiding is te koppelen, omdat de detectieleiding op meer dan 1,0 m afstand ligt of omdat die binnen 1,0 m afstand al aan een andere gedetecteerde kabel of leiding gekoppeld is.

Voor ieder detectiebedrijf zijn per testveld de gedetecteerde leidingen gekoppeld aan de werkelijk aanwezige leidingen. Een voorbeeld daarvan is weergegeven in Figuur 12.



**FIGUUR 12.** Koppeling van gemeten ligging kabels en leidingen en de werkelijke ligging.

In Figuur 12 is de werkelijke ligging van de kabel of leiding zwart met daarbij een identificatienummer, de gestippelde lijn geeft de rand van het testveld weer. Rondom de werkelijke ligging van de kabel of leiding is een buffer aangegeven van 1 meter die de vereiste nauwkeurigheid aangeeft. Gemeten leidingen die daar buiten vallen zijn per definitie een false hit. De waarde van 1 m is gebaseerd op de WION.

De gedetecteerde ligging van kabels of leidingen is aangegeven in rood en blauw. Blauw betekent een true hit is, terwijl rood een false hit is. In geval van een true hit krijgt de gemeten leiding ook hetzelfde nummer als de werkelijk ligging van de kabel of leiding. Dit is in Figuur 12 te zien voor leiding nummer 7. Lijn 8 geeft een ondergronds object weer, in dit geval een boomstam. In dit voorbeeld is dit object niet gedetecteerd, wat betekent dat dit object als missed hit wordt aangemerkt.

In de Uitvraag is aangegeven dat bedrijven de te verwachten betrouwbaarheid van detectiegegevens dienen aan te geven, volgens de indeling hoog, midden en laag. Immers andere structuren in de ondergrond kunnen door grondradarapparatuur worden gedetecteerd. De verwachting is dat ervaren technici deze signalen kunnen onderscheiden van signalen die afgegeven worden door kabels en leidingen. False hits die zijn aangemerkt met een lage of middelmatige betrouwbaarheid zullen apart worden beoordeeld.

In de resultaten die door de detectiebedrijven zijn aangeleverd, wordt deze indeling meestal niet gehanteerd. Bedrijven geven de nauwkeurigheid aan in termen als zeker, vrij zeker, twijfelachtig, etc. Om deze termen eenduidig te beoordelen, is voor de nauwkeurigheid van de detectieresultaten onderstaande indeling aangehouden (tussen haakjes de termen zoals aangegeven door de detectiebedrijven):

- zeker (zeker + vrij zeker),
- onzeker (onzeker + twijfelachtig + middel),
- overige gegevens (bijzondere structuren, obstakels).

De totale lengte aan aanwezige kabels en leidingen in de testvelden is weergegeven in Tabel 7. In Testveld 1 zijn tevens enkele ondergrondse objecten aangebracht, te weten:

- een boomstam met een diameter van ongeveer 0,2 m en een lengte van 3,5 m,
- twee trottoirbanden met een lengte van elk 0,8 m,
- een verbindingsmof,
- twee handholes een ondergrondse doos waarin kabels onderling verbonden kunnen worden met een afmeting van 0,4 m breed en 1,0 m lang.

**TABEL 7. Lengte van de aanwezige kabels en leidingen in de testvelden.**

	Lengte (meter)
Testveld 1	305 (inclusief ondergrondse objecten)
Testveld 2A	143
Testveld 2B	790
Testveld 3A	243
Testveld 3B	74
Totaal	1555

#### 4.3.2 Vergelijkingen

##### *Afwijking X-Y coördinaten*

De werkelijke gelegen kabels en leidingen zijn om de halve meter gemerkt met meetpunten. Bij ieder meetpunten is de kortste afstand van de werkelijk gelegen leiding naar de gekoppelde gemeten leiding berekend.

Per gekoppelde leiding is van alle meetpunten de gemiddelde afstand en de standaarddeviatie berekend.

##### *Afwijking Z coördinaat*

De afwijking van de diepte (Z coördinaat) is op dezelfde manier per punt op de werkelijk gelegen kabel of leiding bepaald. In het geval detectiebedrijven aangeven dat de diepte varieert is voor de beoordeling de gemeten leiding "in stukken geknipt" met gelijke waarden voor de diepte. De diepte van deze stukken is dan vergeleken met de diepte van de gekoppelde stukken leidingen die werkelijk in het testveld liggen.

Per gekoppelde leiding is van alle meetpunten zijn de gemiddelde afwijking van diepte en de standaarddeviatie berekend.

##### *Afwijking diameter*

Aan de detectiebedrijven is gevraagd per gedetecteerde kabel of leiding een diameter op te geven. Deze wordt vergeleken met de diameter van de aanwezige kabel of leiding.

##### *Materiaal*

Aan de detectiebedrijven is gevraagd per gedetecteerde kabel of leiding een materiaalsoort op te geven. Deze wordt vergeleken met het materiaal van de werkelijk aanwezige kabel of leiding.



## 5 Bevindingen van de praktijktest

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de praktijktest besproken. De beoordeling van de resultaten heeft plaatsgevonden op de volgende aspecten:

1. de kwaliteit van het Plan van Aanpak,
2. uitvoering van de testen in relatie tot het Plan van Aanpak,
3. de nauwkeurigheid en volledigheid van de meetresultaten.

Er is in brede kring kenbaarheid gegeven aan de praktijktest. Er hebben tien detectiebedrijven aan deelgenomen, waarvan er acht detectieresultaten hebben aangeleverd.

### 5.1 Kwaliteit van het Plan van Aanpak

In paragraaf 4.1 is aangegeven op welke wijze de plannen van aanpak zijn beoordeeld. Getracht is met de Uitvraag de praktijksituatie zoveel mogelijk te benaderen. De detectiebedrijven zijn in de gelegenheid gesteld bij vermeende onduidelijkheden aanvullende informatie te verkrijgen. Van deze gelegenheid is beperkt gebruik gemaakt. In een praktijksituatie zal bij het opstarten van een project de interactie tussen de opdrachtgever en opdrachtnemer intensiever zijn. De praktijktest is op dit punt anders omdat beïnvloeding van de uit te voeren testen voorkomen moet worden,

In Tabel 8 is een beoordeling van de Plannen van Aanpak gegeven. Opgemerkt dient te worden dat de hier gepresenteerde beoordeling is uitgevoerd binnen het kader van deze praktijktest. De beoordeling is gebaseerd op een onderlinge vergelijking van de aangeleverde Plannen van Aanpak. Er is hier niet beoogd een generieke beoordelingsmaatstaf te ontwikkelen voor een Plan van Aanpak.

Bedrijf G heeft expliciet in het Plan van Aanpak aangegeven gespecialiseerd te zijn in de ondergrondse detectie van eenvoudige objecten voor archeologie en geologie en beperkte ervaring te hebben met kabels en leidingen. Dit bedrijf neemt vooral deel om na te gaan of de bestaande expertise ook voor de detectie van kabels en leidingen toepasbaar is.

Geconcludeerd kan worden dat:

- Er een grote verscheidenheid is in de kwaliteit van de Plannen van Aanpak. Twee plannen zijn beoordeeld als bovengemiddeld, vijf als gemiddeld en drie als onder het gemiddelde.
- Er een grote verscheidenheid is in de inhoud van de Plannen van Aanpak. Deze varieert van een uitgebreide omschrijving tot een mondelinge toelichting bij de start van de werkzaamheden (Bedrijf I).

**TABEL 8.** Beoordeling Plan van Aanpak per bedrijf,  
waardering kwaliteit: U = uitgebreid; G = gemiddeld; S = summier.

Criteria beoordeling	Max. score	Bedrijven									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Blijk van begrip aanvrager - terugkomen op vraagspecificatie	45	45	45	15	0	45	45	0	45	0	30
Beschrijving inzet van personeel	45	45	30	30	0	45	15	15	45	0	30
Beschrijving gebruikte technologie	45	45	0	45	15	45	30	15	30	0	45
Beschrijving kwaliteitsborging	45	45	0	0	0	15	0	0	15	0	0
Beschrijving verwachte resultaten onderzoek en hoe op te leveren	30	30	10	10	0	10	30	0	10	0	10
Beschrijving verloop dataprocessing	30	30	10	0	10	10	0	10	0	0	10
Beschrijving hoe resultaten worden aangeleverd	30	30	20	10	10	30	30	20	10	0	10
Beschrijving van planning	30	30	30	10	0	30	30	0	30	10	0
<b>Totaal</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>145</b>	<b>120</b>	<b>35</b>	<b>230</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>185</b>	<b>10</b>	<b>135</b>
Waardering kwaliteit		U	G	G	S	U	G	S	G	S	G

## 5.2 De uitvoering van de testen

Op basis van de checklist die de waarnemer ingevuld heeft en de foto's die gemaakt zijn door de waarnemer is een beeld verkregen van de werkwijze van detectiebedrijven.

Op basis hiervan zijn onderstaande algemene observaties te maken.

- Er is een grote variatie in ervarings- en opleidingsniveau van het personeel van detectiebedrijven.
- In Testveld 1 was de mogelijkheid geboden om in een aangrenzende strook na te graven. Dit is door enkele bedrijven gedaan. Dit bedrijf heeft echter geen detectie-resultaten aangeleverd.
- Voor een aantal kabels en leidingen was het mogelijk om een signaal aan te brengen voor radiodetectie. Bijvoorbeeld in Testveld 1 was hiervoor een speciale voorziening getroffen (zie ook Figuur 6). Niet alle bedrijven hebben gebruik gemaakt van mogelijkheden voor het aanbrengen van een signaal voor radiodetectie.
- In en rond de testvelden zijn enkele aanwijzingen te vinden over de ligging van kabels of leidingen, bijvoorbeeld aanwijsbordjes of afsluiterpotten. Ter illustratie hiervan, Figuur 13 geeft een foto weer waarop een bord is te zien die de ligging van een kabel aangeeft. Deze aanwijzingen worden in veel gevallen niet opgemerkt of gebruikt.
- Detectiebedrijven B, D en G hadden last van regen en/of natte testvelden.
- Op testveld 2B hadden veel detectiebedrijven last van geparkeerde auto's.
- De testvelden zijn in goede conditie achtergelaten.



**FIGUUR 13.** Detectie van een kabel naast een bord waarop staat aangegeven waar de hoogspanningkabel gelegen is. Uit de rapportage valt niet op te maken dat deze aanwijzing is opgemerkt.

Vergelijking van de Plannen van Aanpak met de wijze van uitvoering van de detectie, levert onderstaande conclusies op:

- zes bedrijven voeren de activiteiten uit conform het Plan van Aanpak,
- drie detectiebedrijven voeren minder activiteiten uit dan zij aangeven in het Plan van Aanpak,
- één detectiebedrijf voert meer activiteiten uit dan zij aangeeft in het Plan van Aanpak.

Uit het bovenstaande kan worden opgemaakt dat de meeste detectiebedrijven doen wat ze aangeven in hun plan van aanpak. Tabel 9 geeft een overzicht van de waardering van de uitgevoerde werkzaamheden per detectiebedrijf, in relatie tot de Plannen van Aanpak.

**TABEL 9.** Beoordeling uitgevoerde activiteiten t.o.v. de beschreven activiteiten in Plan van Aanpak.

Detectiebedrijf	Waardering Plan van Aanpak	Waardering uitvoering in relatie tot Plan van Aanpak
A	Uitgebreid	Conform
B	Gemiddeld	Conform
C	Gemiddeld	Meer
D	Summier	Minder
E	Uitgebreid	Conform
F	Gemiddeld	Conform
G	Summier	Conform
H	Gemiddeld	Conform
I	Summier	Minder
J	Gemiddeld	Minder

Ter illustratie zijn in Bijlage VIII foto's opgenomen van de uitvoering door detectiebedrijven.

### 5.3 Tijdigheid van aanleveren van resultaten

Het tijdig aanleveren van informatie is een belangrijk aandachtspunt van opdrachtgevers. Om hiervan een beeld te krijgen, wordt in Tabel 10 een overzicht gegeven van de tijdigheid van opleveren. Hoewel de praktijktest geen commerciële opdrachtgeving betreft, kan hieruit wel een beeld worden afgeleid.

**TABEL 10.** Tijdigheid van aanleveren van resultaten.

Detectie-bedrijf	PVA binnen 10 werkdagen aangeleverd	Werkdagen te laat	Resultaten binnen 10 werkdagen aangeleverd	Werkdagen te laat
A	ja		ja	
B	ja		nee	5
C	ja		nee	16
D	nee	8	nee	16
E	nee	8	ja	
F	nee	6	nee	12
G	nee	5	nee	51
H	nee	2	nee	4
I	geen PVA, mondelinge toelichting		Geen aanlevering	
J	nee	3	Geen aanlevering	

In de Uitvraag is gevraagd om tien werkdagen voor de geplande uitvoering van de detectiewerkzaamheden een Plan van Aanpak aan te leveren en in tien werkdagen na uitvoering de detectieresultaten aan te leveren. Uit het overzicht in Tabel 10 blijkt dat de meerderheid van de bedrijven niet aan deze vraag kon voldoen.

Er is regelmatig contact geweest met de bedrijven om het Plan van Aanpak en de detectieresultaten aan te leveren. De bedrijven gaven aan dat het tijdig aanleveren moeilijk was in verband met de drukke werkzaamheden. Bedrijf E heeft aangegeven dat, om de resultaten binnen de gestelde termijn van 10 werkdagen aan te leveren, er geen gegevens over de diameters konden worden verstrekt.

### 5.4 Aangeleverde meetresultaten

De meeste detectiebedrijven leveren digitale tekeningen aan er wordt niet consequent gebruik gemaakt van een lagenstructuur. Slechts één bedrijf past een lagenindeling toe, waarbij een duidelijke verwijisstructuur wordt gehanteerd. In de meeste gevallen moet dus binnen één laag naar kleuren of verklaringen worden gezocht, of is het nodig een "hardkopie" van de tekening te raadplegen.

Detectiebedrijven kregen de mogelijkheid aan te geven aan welke test ze wilden deelnemen. Per test is in de Uitvraag aangegeven welke resultaten aangeleverd moesten worden. In Tabel 11 is een overzicht gegeven welke testvelden de verschillende detectiebedrijven hebben ingemeten en welke datasets zijn aangeleverd.

**TABEL 11.** Overzicht uitgevoerde metingen en aangeleverde data. V staat voor uitgevoerd of aangeleverd; X staat voor uitgevoerd en niet aangeleverd; n.v.t. wil zeggen dat het bedrijf niet heeft ingemeten of aangeleverd.

	Detectiebedrijf									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Testveld 1</b>										
Meting uitgevoerd	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Data: Ligging XY	V	V	V	V	V	V	V	V	X	X
Data: Ligging Z	V	V	V	X	V	V	V	V	X	X
<b>Testveld 2A</b>										
Meting uitgevoerd	V	n.v.t.	V	V	V	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.
Data: Ligging XY	V	n.v.t.	V	V	V	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.
Data: Ligging Z	V	n.v.t.	V	X	V	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.
Data: Diameter	X	n.v.t.	X	X	X	n.v.t.	n.v.t.	X	n.v.t.	n.v.t.
Data: Materiaal	V	n.v.t.	V	V	V	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.
<b>Testveld 2B</b>										
Meting uitgevoerd	V	V	V	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	V
Data: Ligging XY	V	V	V	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	X
Data: Ligging Z	V	V	V	X	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	X
Data: Diameter	X	X	X	X	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	X	n.v.t.	X
Data: Materiaal	V	X	V	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.	X
<b>Testveld 3A</b>										
Meting uitgevoerd	V	n.v.t.	V	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	n.v.t.
Data: Ligging XY	V	n.v.t.	V	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	X	n.v.t.
Data: Ligging Z	X	n.v.t.	V	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	X	n.v.t.
<b>Testveld 3B</b>										
Meting uitgevoerd	V	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	V	V
Data: Ligging XY	V	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	X	X
Data: Ligging Z	X	n.v.t.	V	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	X	X

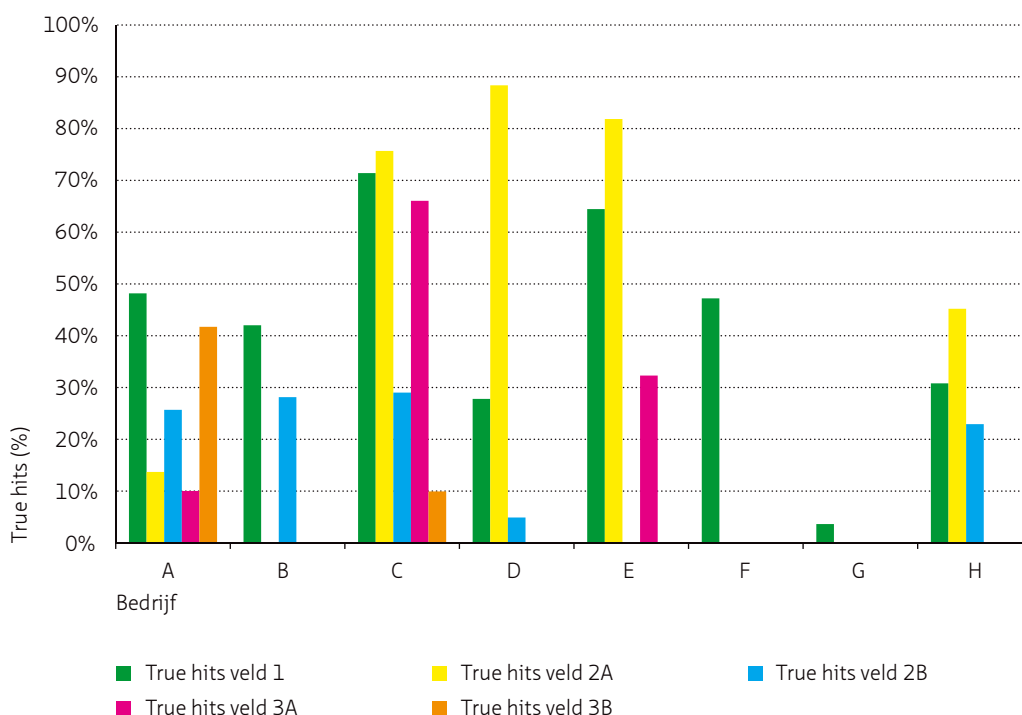
Van de testvelden 2A en 2B is gevraagd de materiaalsoort en de diameter aan te geven. Geen van de bedrijven heeft de diameter van de kabels en leidingen vermeld bij de detectieresultaten. De aangegeven informatie over materiaalsoort was summier. Twee bedrijven gaven aan in een beperkt aantal gevallen aan dat de gedetecteerde objecten, OV-kabels betroffen. Deze informatie is waarschijnlijk verkregen doordat deze kabels gebruikt werden voor aarding van radiodetectie.

## 5.5 Nauwkeurigheid detectieresultaten

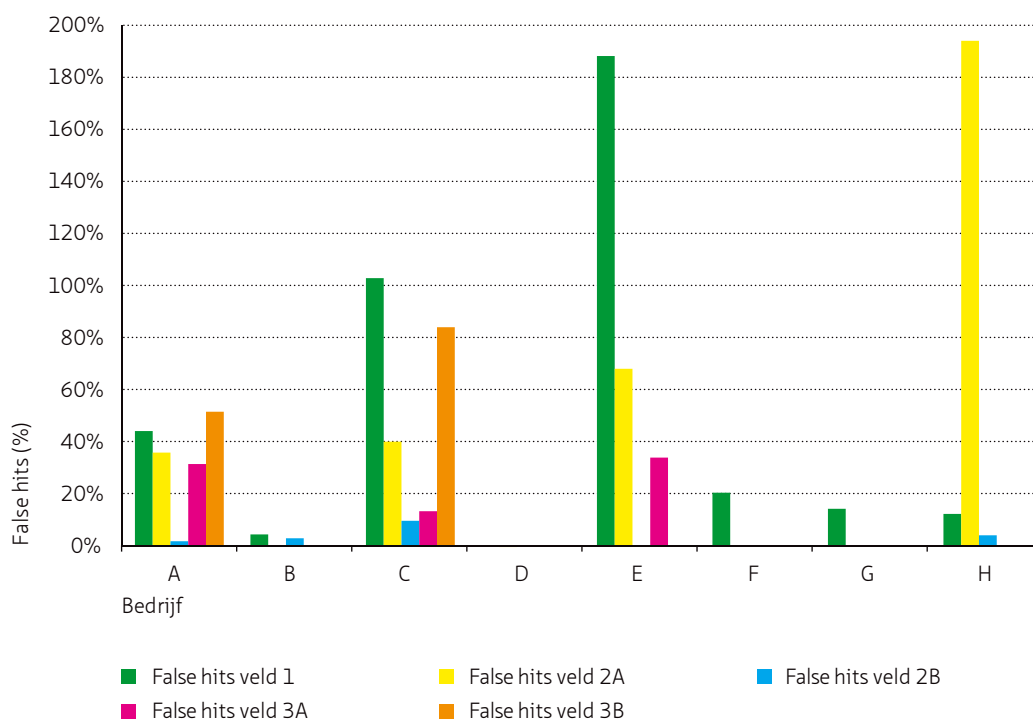
### 5.5.1 Aantal true hits en false hits

De aangeleverde meetgegevens zijn geanalyseerd volgens de in paragraaf 4.3 aangegeven methode. Op basis van de werkelijke ligginggegevens is nagegaan hoeveel kabels en leidingen door de detectiebedrijven zijn gevonden. Hierbij is het aantal true hits in kaart gebracht, dit zijn de gedetecteerde kabels of leidingen waarvan de hartlijn maximaal 1,0 m afwijkt van de werkelijke ligging. In Figuur 14 is voor de verschillende detectiebedrijven en per testveld het aantal true hits aangegeven.

De resultaten van de detectiebedrijven bevatten ook false hits, dit zijn aanduidingen van kabels en leidingen die niet in het testveld aanwezig zijn of waarvan de hartlijn meer dan 1,0 m afwijkt van de werkelijke ligging. In Figuur 15 is per testveld het aantal false hits aangegeven.



**FIGUUR 14.** Overzicht van percentage gedetecteerde lengte (true hits) per testveld en bedrijf.



**FIGUUR 15.** Overzicht van percentage ten onrechte gedetecteerde lengte (false hits) per testveld en bedrijf.

Testveld 1 is door alle detectiebedrijven ingemeten. Dit veld is speciaal voor de testen ingericht en bevat glasvezel-, coax- en elektriciteitskabels, PVC, PE en stalen leidingen. Daarnaast zijn er een aantal extra objecten aangebracht - te weten een boomstam, trottoirbanden en handholes - die ook in de praktijk voorkomen en het opgeleverde meetresultaat kunnen beïnvloeden. De totale lengte van de aanwezige kabels en leidingen in dit veld bedroeg 305 meter. De gemiddelde detectie bedroeg 42%, waarbij de best presterende bedrijven (C en E) 71% en 64% van de aanwezige kabels en leidingen detecteerden en het minst presterende bedrijf 4% (Bedrijf G).

Het aantal false hits dat werd aangegeven, bedroeg gemiddeld 49% van de totale lengte van de aanwezige kabels en leidingen. Opvallend hierbij is dat de twee bedrijven (C en E) een extreem hoog aantal false hits heeft, namelijk 103% en 188% van de aanwezige lengte.

Bedrijf G, dat heeft aangegeven weinig ervaring te hebben met het detecteren van kabels en leidingen, heeft een score van het aantal true hits van 4%. Wanneer de resultaten van dit bedrijf buiten beschouwing worden gelaten, bedraagt de gemiddelde detectie 47% (in plaats van 42%).

Testveld 2A is door vijf detectiebedrijven ingemeten. Dit veld bevat diverse elektriciteitskabels met een totale lengte van 143 meter. De gemiddelde detectie bedroeg 61%, waarbij het best presterende bedrijf 88% van de aanwezige kabels detecteerde en het minst presterende bedrijf 14%. Het aantal false hits dat werd aangegeven, bedroeg gemiddeld 67% van de totale lengte van de aanwezige kabels. Opvallend hierbij is dat één bedrijf (H) hier een extreem hoog aantal false hits heeft, namelijk 194% van de aanwezige lengte.

Testveld 2B is door vijf detectiebedrijven ingemeten. Dit veld bevat een grote verscheidenheid aan ondergrondse infra in een complexe ligging. Er ligt een groot aantal elektriciteitskabels en daarnaast een coaxkabel, een AC leiding, een gres leiding en diverse PVC leidingen. De totale lengte van de aanwezige kabels en leidingen bedraagt 790 meter. De gemiddelde detectie bedroeg 22%, waarbij het best presterende bedrijf 29% van de aanwezige kabels en leidingen detecteerde en het minst presterende bedrijf 5%. Het aantal false hits dat werd aangegeven, bedroeg gemiddeld 4% van de totale lengte van de aanwezige kabels en leidingen.

Testveld 3A is door drie detectiebedrijven ingemeten. De meting bestond uit het in kaart brengen van een elektriciteitskabel met een lengte van 243 meter. De gemiddelde detectie bedroeg 36%, waarbij het best presterende bedrijf 66% van de aanwezige kabel detecteerde en het minst presterende bedrijf 10%. Het aantal false hits dat werd aangegeven, bedroeg gemiddeld 26% van de totale lengte van de aanwezige kabel.

Testveld 3B is door twee detectiebedrijven ingemeten. De meting bestond uit het in kaart brengen van een kunststof leiding (PE) met een diameter van 110 mm en lengte van 74 meter. De bedrijven detecteerden 10% en 42% van de aanwezige leiding. Het aantal false hits dat werd aangegeven, bedroeg respectievelijk 84% en 51% van de totale lengte van de aanwezige leiding.

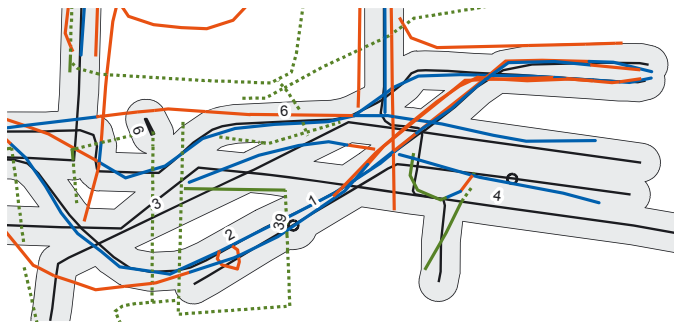
Van alle gezamenlijke testvelden waarvoor detectieresultaten zijn aangeleverd, bedraagt het gemiddeld aantal true hits 33% van de totaal aanwezige lengte aan kabels en leidingen, zie Tabel 12. Het best presterende bedrijf detecteert 57%, dit bedrijf heeft echter maar van 3 van de 5 testvelden resultaten aangeleverd. Van de twee bedrijven die van alle testvelden resultaten hebben aangeleverd bedraagt het gemiddeld aantal true hits 27% en 47%.

In Figuur 16 is een voorbeeld gegeven van aangeleverde detectieresultaten in vergelijking met de werkelijke ligging van kabels en leidingen.

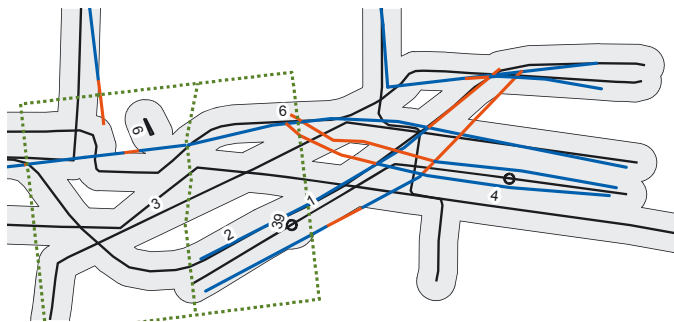
**TABEL 12.** Aantal true hits per testveld.

Bedrijf	A	B	C	D	E	F	G	H	Gem.	Totaal
Gemeten velden	5	2	5	3	3	1	1	3		
Aantal punten op gemeten velden	3157	2225	3157	2517	1414	449	633	2517		16069
True hits Tv 1	48%	42%	71%	28%	64%	47%	4%	31%	42%	
True hits Tv 2A	14%	-	76%	88%	82%	-	-	45%	61%	
True hits Tv 2B	26%	28%	29%	5%	-	-	-	23%	22%	
True hits Tv 3A	10%	-	66%	-	32%	-	-	-	36%	
True hits Tv 3B	42%	-	10%	-	-	-	-	-	26%	
True hits, gewogen gemiddelde	27%	32%	47%	20%	57%	47%	4%	27%		33%

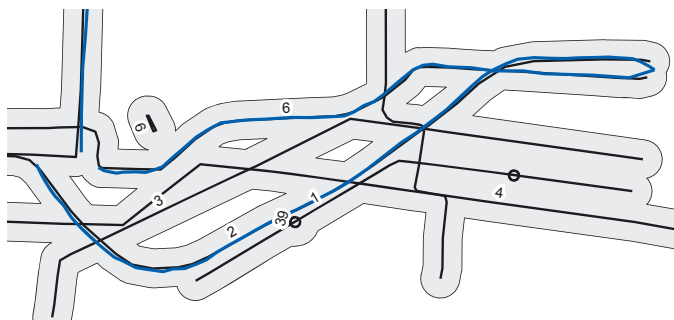




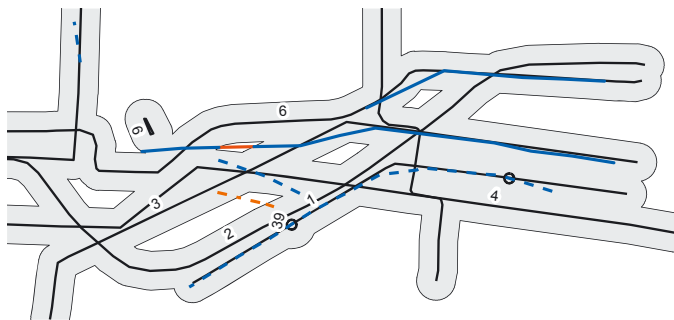
Een groot aantal true hits, echter ook een aanzienlijk aantal false hits.



Een beperkter aantal true hits.



Een beperkt aantal true hits met hoge nauwkeurigheid. Hier is radiodetectie ingezet.



Een beperkt aantal true hits, dit bedrijf heeft aangegeven niet zeker te zijn van een aantal metingen.

**juistheid detectie (hit) en vermoeden volgens detectiebedrijf**

- juist, zeker
- - - juist, onzeker
- juist, overig
- onjuist, zeker
- - - onjuist, onzeker

..... onjuist, overig

**informatie werkelijke ligging**

- werkelijke ligging met nummer
- buffer werkelijke ligging (1m)

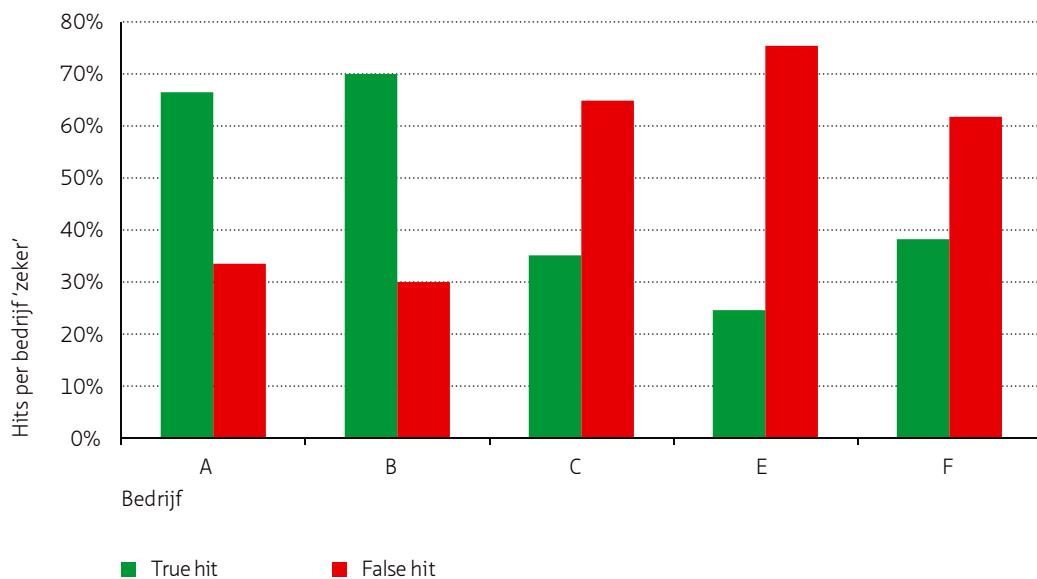


**FIGUUR 16.** Voorbeelden van aangeleverde detectieresultaten van Testveld 1.

### 5.5.2 Percentage true hits en false hits versus de verwachte betrouwbaarheid

In de Uitvraag is aangegeven dat bedrijven de te verwachten betrouwbaarheid van de detectiegegevens dienen aan te geven. Dit is vertaald in de termen zeker, onzeker en overige waarnemingen (zie ook paragraaf 4.3.1). De bedrijven A, B, C, E en F hebben informatie verschaft over de mate van betrouwbaarheid.

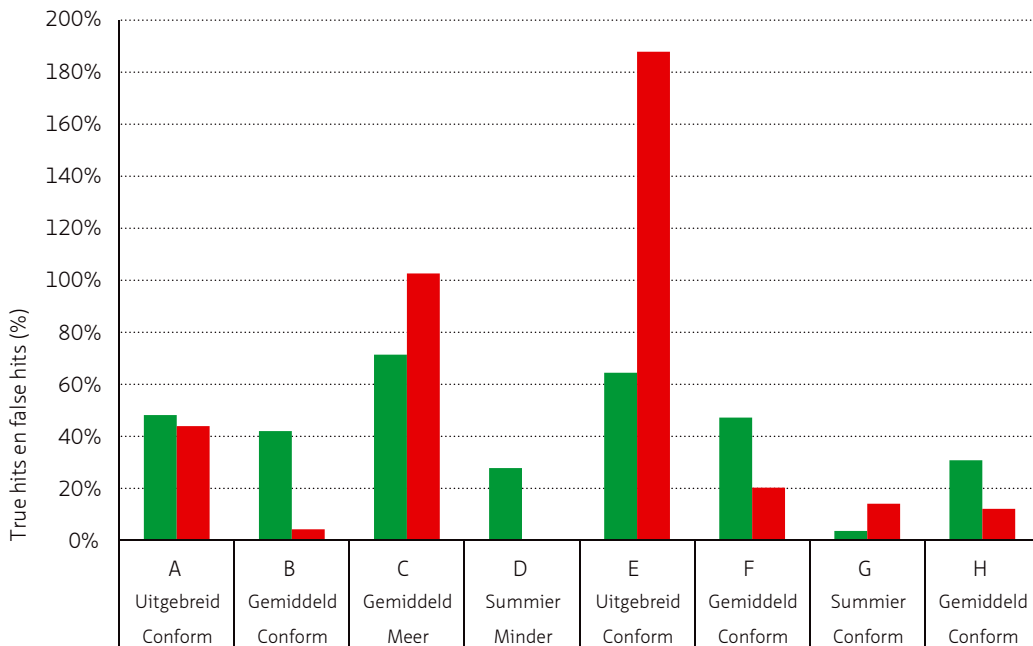
In Figuur 17 zijn de aangeleverde hits waarvan het bedrijf aangeeft 'zeker' te zijn onderverdeeld in true hits en false hits. Bij drie van de vijf bedrijven (C, E en F) blijkt dat meer dan 60% van het aantal hits, waarvan de betrouwbaarheid met 'zeker' werd aangeduid, in werkelijkheid false te zijn. Bij de overige twee bedrijven lag dit percentage op ongeveer 30%. Het aangeven van een verwachte betrouwbaarheid blijkt dus in de meeste gevallen geen verbeterde informatie op te leveren.



**FIGUUR 17.** Overzicht van true hits en false hits bij de door de bedrijven aangegeven betrouwbaarheid 'zeker'.

### 5.6 Vergelijking tussen Plan van Aanpak, uitvoering en resultaat Testveld 1

Alle detectiebedrijven hebben resultaten aangeleverd voor Testveld 1. Daardoor kan er voor dit veld een vergelijking worden gemaakt tussen de detectieresultaten, het Plan van Aanpak en de waardering van de wijze van uitvoering. In Figuur 18 is deze vergelijking weergegeven, waarbij het aantal true hits en false hits is gecombineerd met het gegeven oordeel over het Plan van Aanpak en de wijze van uitvoering.



Bedrijf, Plan van Aanpak en Werkwijze conform Plan van A

**FIGUUR 18.** Vergelijking per detectiebedrijf van het aantal true hits en false hits, in combinatie met de beoordeling van het Plan van Aanpak en de beoordeling van de wijze van uitvoering.

In Figuur 18 blijkt dat er geen eenduidig verband valt te leggen tussen de mate van uitwerking van het Plan van Aanpak en de true hit score. In algemene zin kan gesteld worden dat bedrijven met een relatief hogere true hit score ook een uitgebreid Plan van Aanpak hadden en conform dit plan werkten, of een gemiddeld Plan van Aanpak hadden waarvan meer werd uitgevoerd. Bedrijven met een summier Plan van Aanpak scoorden relatief laag terwijl bedrijven met een gemiddeld Plan van Aanpak zowel hoog als laag scoorden.



## 6 Nadere analyse van de meetresultaten

Om beter inzicht te krijgen in de prestatie van innovatieve detectiebedrijven in verschillende omstandigheden, is een nadere vergelijkende analyse gemaakt van de aangeleverde detectiegegevens.

### 6.1 Nauwkeurigheid van de resultaten in het horizontale vlak

In de analyse naar de nauwkeurigheid in het horizontale vlak is gekeken naar het aantal true hits van de aanwezige kabels en leidingen. De hits met een afwijking groter dan 1,0 m (false hits) zijn niet meegenomen; deze hebben dus ook geen invloed op het analyseresultaat. In Figuur IX.2 (zie Bijlage IX) zijn de afwijkingen in het horizontale vlak weergegeven van de verschillende kabels en leidingen in de Testvelden 1, 2A, 2B.

Omdat maar een beperkt aantal detecties zijn uitgevoerd in de Testvelden 3A en 3B, zijn deze hier buiten beschouwing gelaten. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 13. In deze analyse wordt betrouwbaarheid en de precisie van de resultaten geanalyseerd, waarbij de volgende definities zijn gehanteerd:

- Betrouwbaarheid van de resultaten = gemiddelde afwijking van alle true hits
- Precisie van de resultaten = standaarddeviatie van de afwijkingen van alle true hits

**TABEL 13.** Gemiddelde absolute afwijking in het horizontale en verticale vlak, van de true hits in de testvelden 1, 2A en 2B.

Testveld	Gem. aantal true hits	Horizontale afwijkingen		Verticale afwijkingen	
		Gemiddelde afwijking	Standaarddeviatie	Gemiddelde werkelijke diepte	Gemiddelde afwijking
1	42%	0,28 m	0,20 m	0,9 m	0,45 m
2A	61%	0,23 m	0,14 m	0,49 m	0,19 m
2B	22%	0,37 m	0,17 m	-	-

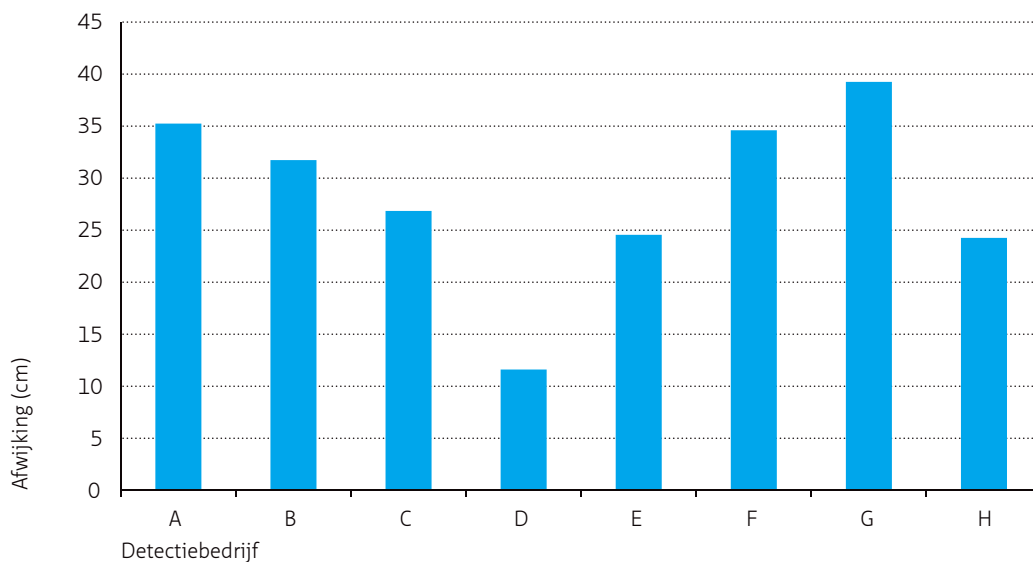
**NB** De nauwkeurigheid van de brongegevens bedraagt 0,2 m. Een gem. afwijking van 0,28 m met een standaarddeviatie van 0,20 m, betekent dat 68,2% van de waarnemingen zich op een afstand bevindt tussen 0,08 en 0,48 m van de werkelijke ligging.

De betrouwbaarheid en de precisie van de uitkomsten voor het detecteren van kabels en leidingen in het horizontale vlak is voor Testveld 2A beter dan voor Testveld 1. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat Testveld 1 complexer van opzet was en dat hier meer kabels en leidingen liggen. Tevens liggen in Testveld 2A aardbare elektriciteitskabels die zijn op te sporen met radiodetectie.

Vooraf voor de Testvelden 2A en 2B is de nauwkeurigheid belangrijker dan in Testveld 1 omdat hier de opdracht was de as-built situatie in kaart te brengen.

In Figuur 19 is per detectiebedrijf de afwijking in het horizontale vlak weergegeven voor de Testvelden 1 en 2a. Hieruit blijkt dat de gemiddelde betrouwbaarheid in het horizontale vlak voor deze testvelden varieert van 0,12 m (Bedrijf D) tot 0,39 m (Bedrijf G).

Opgemerkt wordt dat deze betrouwbaarheid wordt gemeten over het aantal true hits, met andere woorden onnauwkeurigheden groter dan 1,0 m zijn niet meegenomen.



**FIGUUR 19.** Gemiddelde afwijking van de detectieresultaten in het horizontale vlak per bedrijf voor de Testvelden 1 en 2A.

## 6.2 Nauwkeurigheid van de detectie van de diepte

Om een beeld te krijgen van de nauwkeurigheid van de diepte van de gedetecteerde kabels en leidingen, zijn deze vergeleken met de van tevoren ingemeten diepte van de aanwezige kabels en leidingen. In Figuur IX.1 (zie Bijlage IX) zijn de afwijkingen van de gedetecteerde diepte weergegeven van de verschillende kabels en leidingen in de Testvelden 1, 2A. In deze grafiek is ook de grondsoort en bodembedekking aangegeven. In Tabel 13 is de werkelijke gemiddelde diepte van de aanwezige kabels en leidingen en de gemiddelde afwijking van de detectie weergegeven. In Tabel 14 is een aantal typerende voorbeelden gegeven van de gedetecteerde diepte van de van de kabels en leidingen in de Testvelden 1 en 2A.

**TABEL 14.** Voorbeelden van detectieresultaten van de diepte van kabels en leidingen in Testvelden 1 en 2A.

Meetlijn	Eigenschappen	Werkelijke diepte	Door hoeveel bedrijven gedetecteerd	Gemiddelde waarde	Min. waarde	Max. waarde
3	250 mm PVC, klei zavel	0,69	5	0,76	0,57	1,00
12	200 mm PVC, zand	0,93	5	1,02	0,96	1,06
14	200 mm PVC, zand	0,52	5	0,87	0,70	1,04
7	160 mm staal, zand klei	1,75	5	0,80	0,43	1,19
5	Coax, zand zavel	0,74	5	0,61	0,24	0,85
6	E-kabel, klei zavel	0,94	5	0,81	0,58	1,13
18	E-kabel, zand	0,49	3	0,51	0,47	0,60
19	E-kabel, verharding	0,49	3	0,45	0,35	0,60

Op basis van deze detectieresultaten in Tabel 14 is niet eenduidig vast te stellen of kabels en leidingen op grotere diepte minder goed te detecteren zijn.

Uit de vergelijking van de gedetecteerde diepte van de kabels en leidingen komt een divers beeld naar voren.

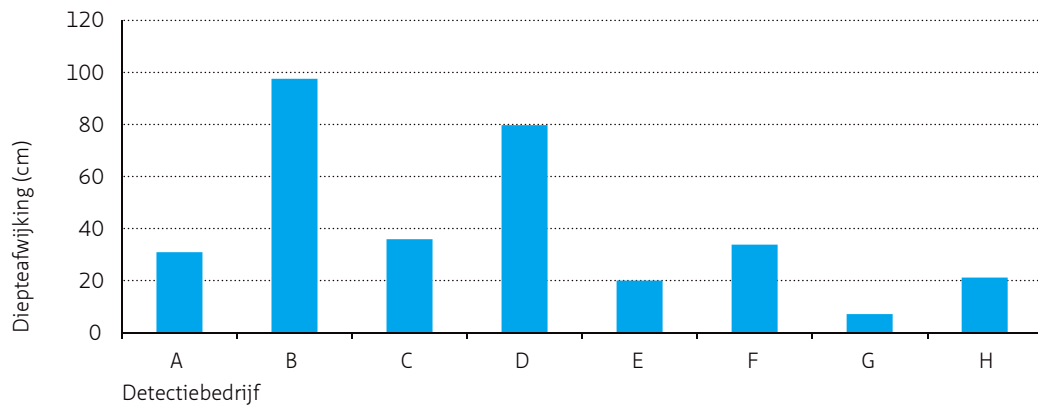
- Meetlijn 12 en 14 betreffen beide een 200 mm PVC leiding in zand. Meetlijn 12 ligt op een diepte van 0,93 m en wordt gedetecteerd tussen 0,96 en 1,06 m. Meetlijn 14 ligt ondieper op een diepte van 0,52 m en wordt gedetecteerd tussen 0,70 en 1,04 m.
- Meetlijn 3, van 250 mm PVC, ligt in een gemengd pakket van klei en zavel en ligt dieper dan meetlijn 14, toch heeft het een kleinere gemiddelde afwijking.
- De stalen leiding met een diameter van 160 m op een diepte van 1,75 m wordt gedetecteerd tussen 0,43 en 1,19 m, met een gemiddelde gedetecteerde diepte van 0,80 m.
- Ook de detectie van de diepte van een coaxkabel laat grote afwijkingen zien. De kabel ligt op 0,74 m, maar wordt gedetecteerd tussen 0,24 en 0,85 m.
- De diepteligging van elektriciteitskabels lijkt een stuk nauwkeuriger. Dit geldt met name voor meetlijn 18.

Voor Testveld 1 waar geen bodembedekking aanwezig is, kan grofweg worden gesteld dat voor kabels en leidingen tot 1,0 m diepte de detectieresultaten zich bevinden binnen een bandbreedte van 40% rondom de werkelijke diepte. Dit geldt zowel voor de ligging in zand als voor de ligging in klei. Op een diepte groter dan 1,0 meter worden de afwijkingen groter.

Voor testveld 2A waarin vier elektriciteitskabels liggen op een diepte van ongeveer 0,5 meter waarvan twee in zand onder een verharding, is een zelfde relatie te vinden. De gevonden waarden liggen binnen een bandbreedte van circa 40% om de werkelijke diepte heen.

In Figuur 20 is per detectiebedrijf de afwijking in het verticale vlak weergegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde betrouwbaarheid in het verticale vlak voor de testvelden 1 en 2A

varieert van 0,07 m (Bedrijf G) tot 0,98 m (Bedrijf B). Bedrijf G heeft de hoogste betrouwbaarheid in het verticale vlak, maar heeft zij slechts 4% van de kabels en leidingen in Testveld 1 gedetecteerd. Ook had dit bedrijf de laagste betrouwbaarheid in het horizontale vlak.



**FIGUUR 20.** Gemiddelde afwijking van de detectieresultaten in het verticale vlak per bedrijf voor de Testvelden 1 en 2A.

Er is per bedrijf geen duidelijk verband tussen de nauwkeurigheid in het horizontale vlak en in het verticale vlak. De nauwkeurigheid in het horizontale vlak lijkt over het algemeen beter te zijn dan in het verticale vlak, maar hierbij dient bedacht te worden dat een onnauwkeurigheid in het horizontale vlak groter dan 1 meter niet wordt meegerekend (bij de true hits), terwijl in het verticale vlak geen grens wordt gesteld aan een gemeten afwijking.

### 6.3 Het gebruik van grondradar versus radiodetectie

Bedrijven voerden detectie uit met grondradar en/of met radiodetectie. Bij metingen met grondradar interpreteert de veldwerker radarpatronen op een beeldscherm, zie Figuur 21. Radiodetectie is toepasbaar op metalen kabels of leidingen waarop een signaal kan worden geplaatst, zie Figuur 22.



**FIGUUR 21.** Radarpatronen die de veldwerker moet interpreteren bij grondradaronderzoek. De parabolen op het scherm zijn gevonden objecten.





**FIGUUR 22.** Het aansluiten van radiodetectie op een lantaarnpaal, zodat een uniek signaal op de te zoeken kabel wordt geplaatst. Op deze wijze kan een metalen kabel eenvoudig worden teruggevonden, zelfs wanneer deze zich in een bundel bevindt.

Het verschil in nauwkeurigheid tussen grondradar en radiodetectie kan onderzocht worden aan de hand van de meetresultaten. Een scherp onderscheid is echter moeilijk te maken omdat een aantal bedrijven beide technieken tegelijkertijd heeft gebruikt. Er is echter één bedrijf dat alleen radiodetectie heeft gebruikt (Bedrijf D). Voor Testveld 1 zijn de resultaten van dit bedrijf vergeleken met die van de overige bedrijven die altijd grondradar hebben gebruikt, soms in combinatie met radiodetectie.

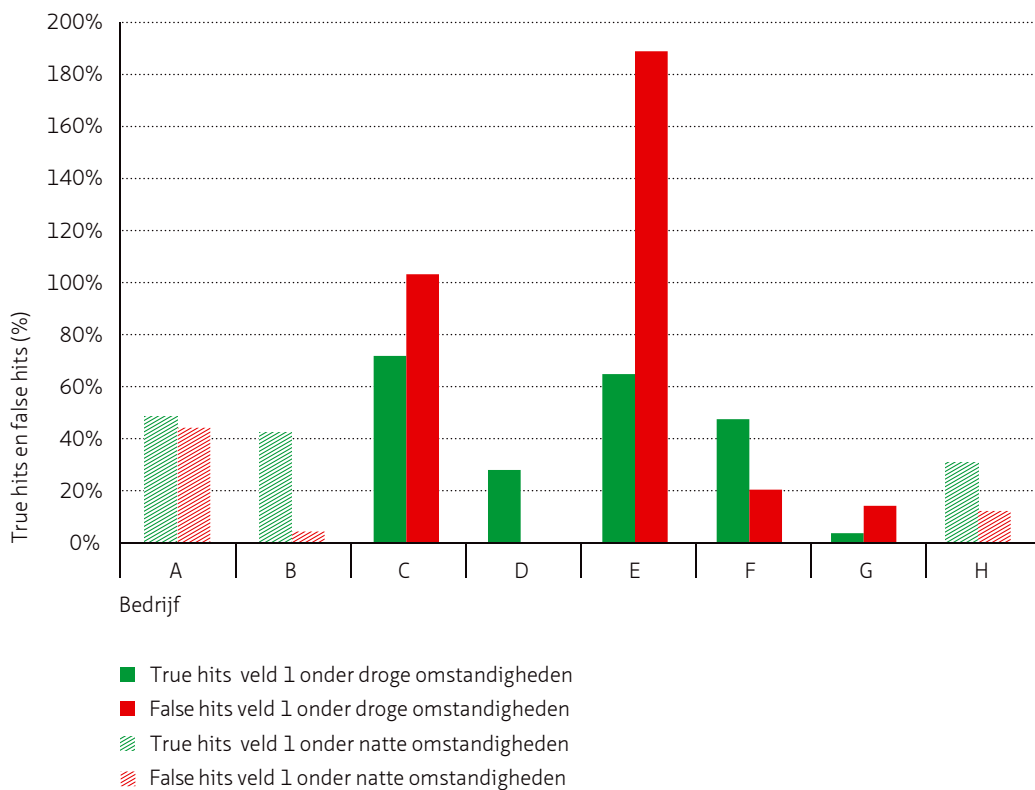
De gemiddelde afwijking van de true hits in Testveld 1 van Bedrijf D bedraagt 0,11 m, terwijl die van de overige bedrijven 0,28 m bedraagt. De standaarddeviatie van de true hits van Bedrijf D bedraagt 0,11 m, die van de overige bedrijven 0,20 m. Dit geeft aan dat de nauwkeurigheid aanmerkelijk hoger is van Bedrijf D, dat alleen radiodetectie heeft gebruikt.

In Testveld 2A, dat bestaat uit vier elektriciteitskabels waarop signaal voor radiodetectie gezet kan worden, blijkt Bedrijf D ook het hoogst aantal true hits te hebben (88%). Opgemerkt wordt dat radiodetectie alleen kan worden ingezet als er sprake is van metalen kabels of leidingen, waarop signaal gezet kan worden. Bedrijf D heeft een hoge nauwkeurigheid van de kabels en leidingen waarop radiodetectie is toegepast. Dit betrof echter drie van de elf kabels of leidingen. Het totaal aantal true hits van Bedrijf D over het gehele testveld bedraagt 28%.

## 6.4 Natte en droge weersomstandigheden

Bij drie bedrijven (A, B en H) is door de waarnemers aangegeven dat zij te maken hadden met regen en/of zeer natte testvelden. In Figuur 23 is voor Testveld 1 per bedrijf het aantal true hits en false hits uitgezet. De twee bedrijven die in droge omstandigheden hebben gewerkt scoren met het hoogst aantal true hits, maar ook het hoogst aantal false hits. De bedrijven D, F en G die in droge omstandigheden hebben gemeten, scoren vergelijkbaar met of lager dan de bedrijven A, B en H.

De omvang van deze vergelijking is te beperkt om aan te geven dat bedrijven een lager aantal true hits scoren als ze meten in natte omstandigheden.



**FIGUUR 23.** Vergelijking tussen het aantal true hits en false hits in Testveld 1, in combinatie met de weersomstandigheden.

## 6.5 De invloed van grondsoort en verharding

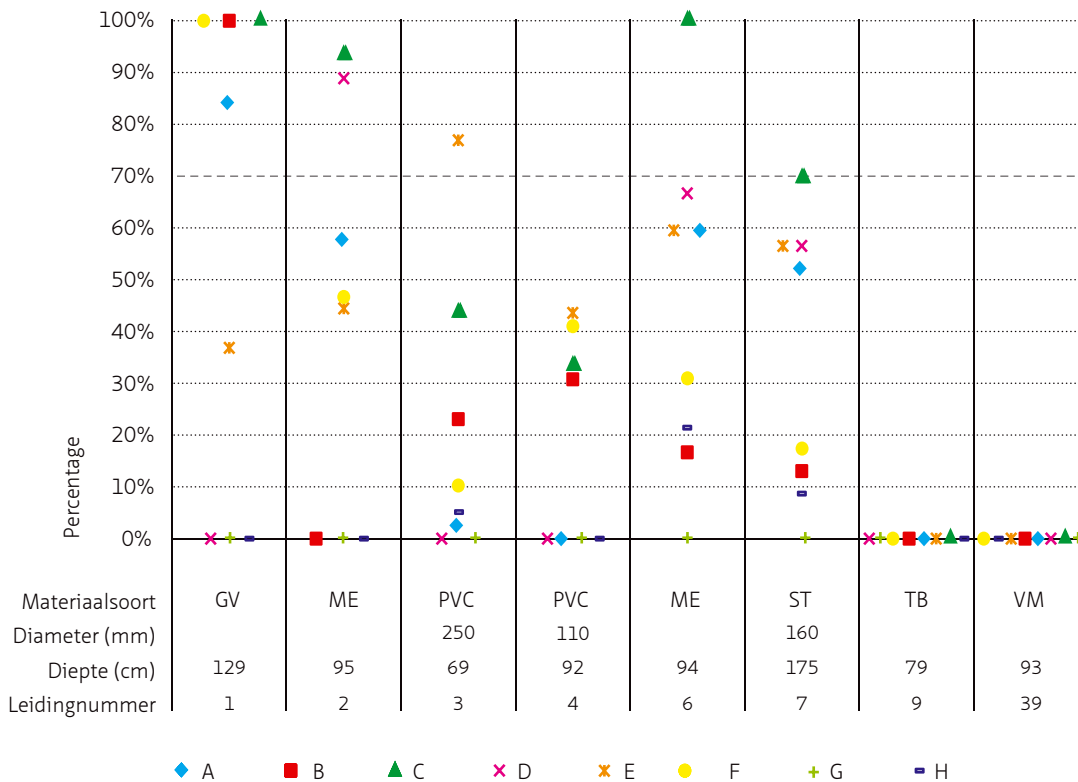
Zoals eerder in dit rapport is beschreven, zijn slechts in enkele gevallen kabels of leidingen in hun geheel gedetecteerd. In de praktijk is het echter niet nodig om een 100% true hits score te hebben om de ligging te kunnen bepalen. Dit geldt met name voor de meetopdracht in Testveld 1 die betrekking had op het in kaart brengen van de ondergrond.

Voor de hier uitgevoerde analyse is gesteld dat een kabel of leiding als detecteerbaar wordt beschouwd als één of meer bedrijven voor minimaal 70% van de lengte true hits heeft.

Testveld 1 is door alle detectiebedrijven onderzocht. Om die reden worden de resultaten van Testveld 1 met name geanalyseerd. De analyses van de overige testvelden dient hierbij als ondersteuning. Van Testveld 1 is per grondsoort een analyse gemaakt. In Figuur 1 (blz. 23) is de ligging van de grondsoorten klei, zand en zavel aangegeven.

*Testveld 1 - klei*

Deze analyse heeft betrekking op de (delen van) kabels en leidingen die zijn gelegen in klei. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 24.



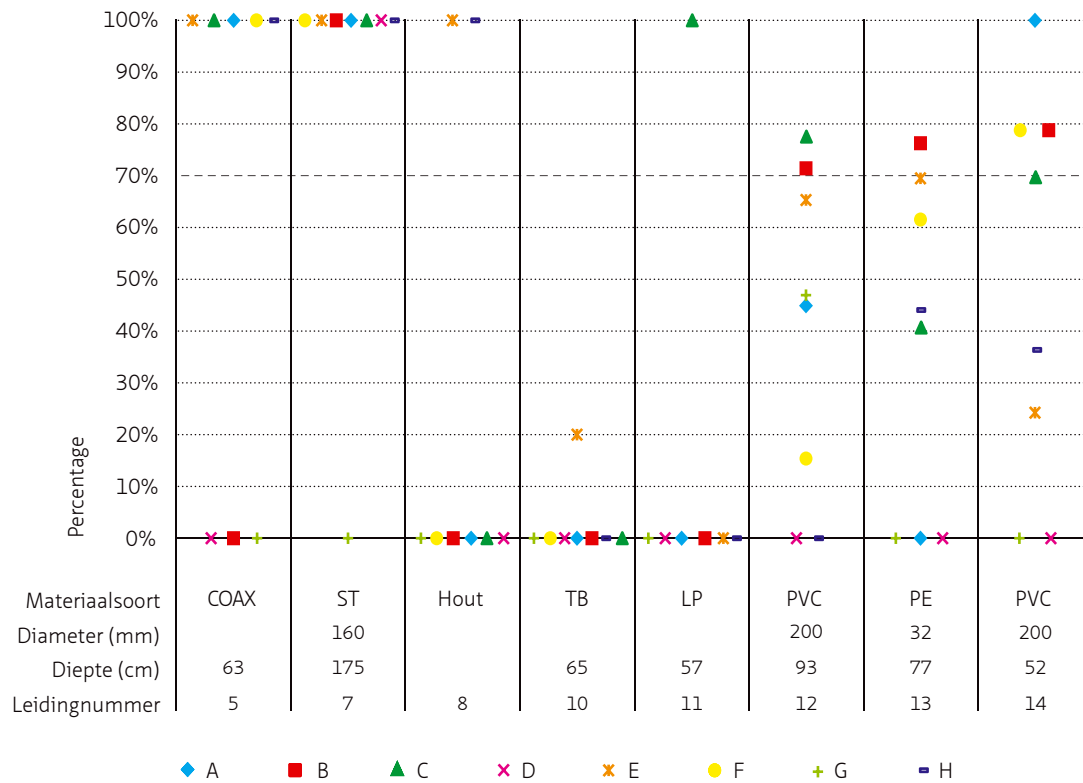
**FIGUUR 24.** Detectieresultaten voor Testveld 1 in klei (GV = glasvezel, ME = middenspanning elektriciteit, PVC = PVC leiding, ST = stalen leiding, TB = trottoirband, VM = verbindingsmof).

Uit de detectieresultaten volgen onderstaande conclusies.

- Van de zes kabels en leidingen zijn er vijf detecteerbaar, te weten een stalen leiding (160 mm), een PVC leiding (250 mm), twee elektriciteitskabels en een glasvezelkabel.
- De verbindingsmof en de trottoirband zijn door geen van de detectiebedrijven gevonden.
- De stalen leiding die is gelegen op en diepte van 1,75 m is gedetecteerd door bedrijf C, dat gebruik maakte van grondradar.
- Een 250 mm PVC leiding op een diepte van 0,69 m is detecteerbaar, in tegenstelling tot de 110 mm PVC leiding op 0,92 m. Het gemiddeld aantal true hits voor alle bedrijven is echter gelijk en bedraagt respectievelijk 20% en 19%.
- Het gemiddelde true hit score, uitgezonderd de verbindingsmof en de trottoirband, bedraagt 35%.

### Testveld 1 - zand

Deze analyse heeft betrekking op de (delen van) kabels en leidingen die zijn gelegen in zand. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 25.



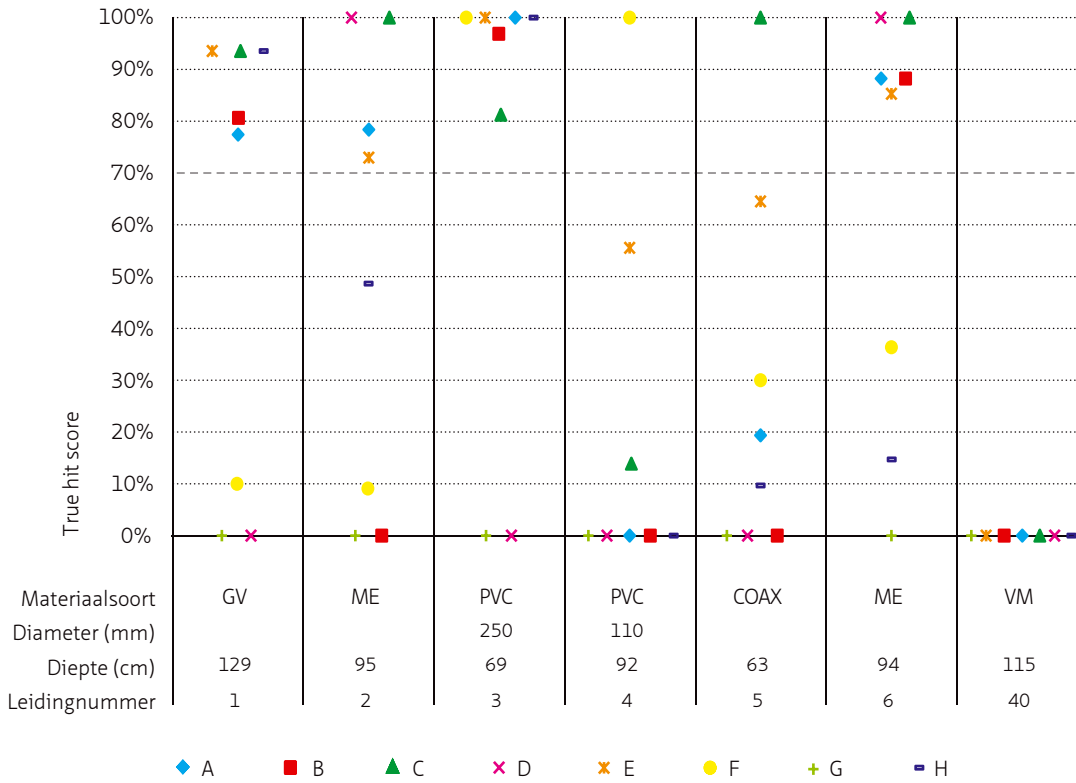
**FIGUUR 25.** Detectieresultaten voor Testveld 1 in zand (COAX = coaxkabel, ST = stalen leiding, Hout = boomstam, TB = trottoirband, LP = handhole, PVC = PVC leiding, PE = PE leiding ).

Uit de detectieresultaten volgen onderstaande conclusies.

- Alle vijf de kabels en leidingen zijn detecteerbaar.
- De boomstam is door twee bedrijven volledig gedetecteerd en de handhole door één bedrijf. De trottoirband is slechts door één bedrijf met een beperkt aantal true hits gedetecteerd.
- De stalen leiding die is gelegen op en diepte van 1,75 m is door zeven van de acht bedrijven volledig gedetecteerd.
- De coaxkabel is door vijf van de acht bedrijven volledig gedetecteerd.
- Van de twee 200 mm PVC leidingen wordt de leiding op een diepte van 0,52 m beter gedetecteerd dan de leiding op een diepte van 0,93 m. De eerste wordt door vier bedrijven gedetecteerd met een true hit score van >70% en het gemiddeld aantal true hits bedraagt 48%. Voor de tweede bedraagt dit respectievelijk twee bedrijven en 40%.
- De 32 mm PE leiding op een diepte van 0,77m is door één bedrijf gedetecteerd met een true hit score van >70%. Het gemiddeld aantal true hits bedraagt 37%.
- Het gemiddelde true hit score, uitgezonderd de boomstam, de trottoirband en de handhole, bedraagt 55%.

Testveld 1 - zavel

Deze analyse heeft betrekking op de (delen van) kabels en leidingen die zijn gelegen in zavel. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 26.



**FIGUUR 26.** Detectieresultaten voor Testveld 1 in zand (GV = glasvezel, ME = middenspanning elektriciteit, PVC = PVC leiding, COAX = coaxkabel, VM = verbindingsmof).

Uit de detectieresultaten volgen onderstaande conclusies.

- Alle zes de kabels en leidingen zijn detecteerbaar.
- De verbindingsmof is door geen van de bedrijven gedetecteerd.
- De glasvezelkabel op een diepte van 1,29 m is in klei door vier bedrijven gedetecteerd met een true hit score van >70%. In zavel gold dit mogelijk voor vijf bedrijven.
- De coaxkabel die in zand door vijf van de acht bedrijven volledig werd gedetecteerd, is in zavel door slechts één bedrijf volledig gedetecteerd. De overige vier bedrijven halen in dit deel slechts een gemiddelde true hit score van 31%.
- Er zijn twee elektriciteitskabels, beiden op een diepte van 0,95 m. In klei hebben respectievelijk twee en één bedrijf deze kabels gedetecteerd met een true hit score van >70%. In zavel bedroeg dit respectievelijk vier en vijf bedrijven.
- De 250 mm PVC leiding op een diepte van 0,69 m is in klei door één bedrijf gedetecteerd met een true hit score van >70%. In zavel was dit mogelijk voor zes bedrijven.
- De 110 mm PVC leiding op een diepte van 0,92 m is in klei door geen van de bedrijven gedetecteerd met een true hit score van >70%. In zavel was dit mogelijk door één bedrijf.
- Het gemiddelde true hit score, uitgezonderd de trottoirband, bedraagt 49%.

#### *Testveld 2A*

Testveld 2A bestaat uit zand waarbij een deel van de bodem is bedekt met een verharding van klinkers. Zoals te zien is in de Figuur IX.3 (zie Bijlage IX) liggen er vier elektriciteitskabels, allen op een diepte van circa 0,50 m. Deze kabels zijn goed detecteerbaar en hebben een gemiddeld true hit score van 61%.

#### *Testveld 2B*

In Testveld 2B heeft een complexe ondergrondse situaties. Er bevinden zich 38 verschillende kabels en leidingen. De grondsoort is zand en er zijn verschillende typen bodembedekking. De bodembedekkingen zijn combinaties van; zand, bosjes, gras, parkeerplaats, plantvak, stoep en weg. De bodembedekking zand is een zanderig oppervlak waarover nog niet van gras kan worden gesproken. Van de kabels en leidingen in dit veld zijn geen dieptegegevens bekend. In figuur IX.3 (zie Bijlage IX) zijn de detectieresultaten per bedrijf weergegeven.

Uit de detectieresultaten volgen onderstaande conclusies.

- De resultaten in Testveld 2B laten een zeer divers beeld zien. Er zijn in totaal 38 verschillende kabels en leidingen, hiervan zijn er veertien detecteerbaar.
- In totaal zijn er in Testveld 2B negentien elektriciteitskabels, waarvan er acht detecteerbaar zijn. Deze liggen onder bijna alle soorten bodembedekking. De detecteerbaarheid van deze kabels onder de verschillende bodembedekkingen is zeer divers. Alle vier de elektriciteitskabels onder de bedekking 'gras, plantvak, stoep, weg' zijn volgens de definitie niet te detecteren. De vijf elektriciteitskabels onder de bodembedekking 'gras en stoep' weer wel. Onder bedekking 'gras' is maar één van de drie elektriciteitskabels te vinden.
- De coaxkabel onder de bodembedekking 'bosje, gras, parkeerplaats en plantvak' is niet detecteerbaar.
- In de ondergrond 'gras, stoep' is een 200mm PVC leiding niet detecteerbaar, terwijl een 25 mm PVC leiding dat wel is.
- In het algemeen kan gesteld worden dat kabels en leidingen die onder een weg of parkeerplaats liggen minder goed detecteerbaar zijn dan overige kabels of leidingen.

#### *Testveld 3A*

In Testveld 3A bevindt zich een elektriciteitskabel die niet detecteerbaar was, d.w.z. de true hit score was lager dan 70%. Van de drie bedrijven die detectieresultaten hebben aangeleverd, scoorde het best presterende bedrijf 66%, gevolgd door 32% en 14%, zie Figuur IX.3 (zie Bijlage IX)

#### *Testveld 3B*

In Testveld 3B bevindt zich een gasleiding die niet detecteerbaar was, d.w.z. de true hit score was lager dan 70%. Van de twee bedrijven die detectieresultaten hebben aangeleverd hebben, scoorde het best presterende bedrijf 42%, gevolgd door 10%, zie Figuur IX.3 (zie Bijlage IX)

*Invloed grondsoort*

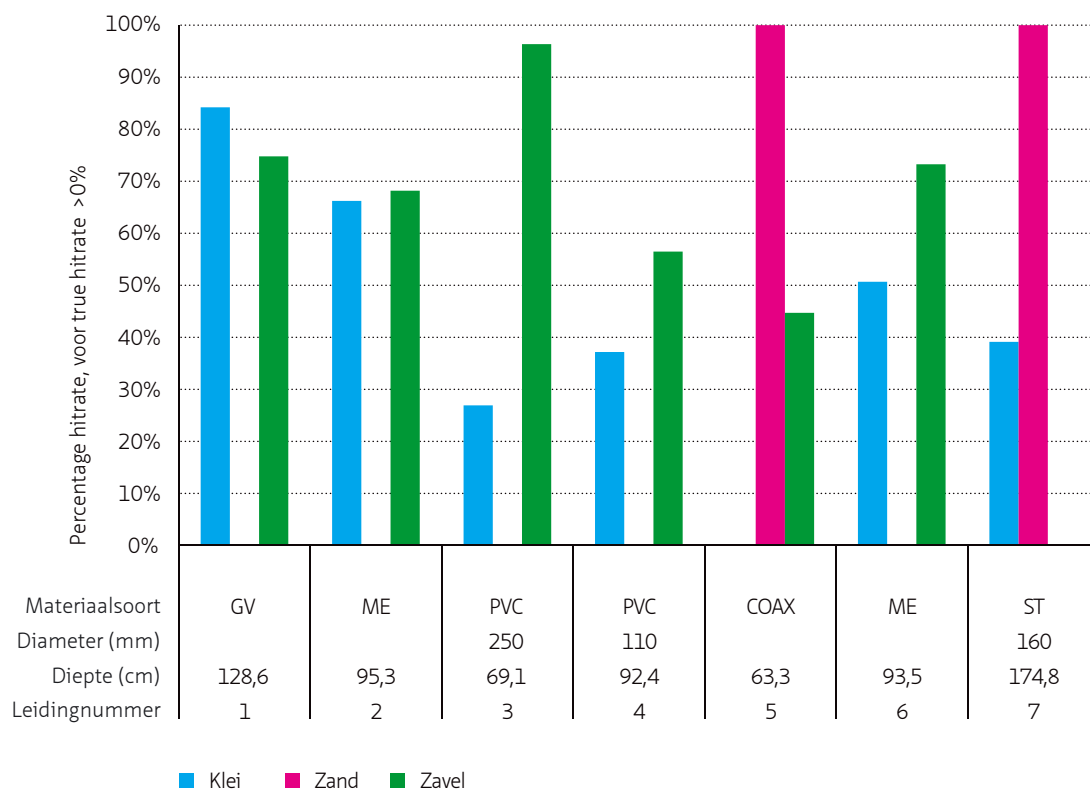
In Testveld 1 bevinden zich tien verschillende kabels en leidingen, deze liggen in één of meerdere grondsoorten. In Testveld 1 zijn 17 verschillende combinaties (kabel/leiding – grondsoort), zie ook Tabel 15. Omdat alle acht bedrijven hier hebben gemeten zijn er 136 metingen uitgevoerd.

1. Van deze 17 combinaties zijn er 16 detecteerbaar. De niet detecteerbare leiding is een 110 mm PVC leiding in klei.
2. In klei wordt in 17% van de testen een true hit score >70% behaald. Voor zand en zavel is dit in 45% en 46%.
3. Het gemiddeld aantal true hits is het hoogste in zand (55%), gevolgd door zavel (49%) en het laagste in klei (35%).

**TABEL 15. Overzicht van de detectieresultaten in Testveld 1, per grondsoort.**

Grondsoort	Aantal combinaties kabel/leiding en grondsoort	Aantal detecteerbaar	Aantal metingen per combinatie	Aantal testen met een true hit rate >70%	Gem. true hit rate
klei	6	5 (84%)	48	8 (17%)	35%
zand	5	5 (100%)	40	18 (45%)	55%
zavel	6	6 (100%)	48	22 (46%)	49%
	17	16	136		

Uit Tabel 15 komt het beeld naar voren dat in zand de beste detectieresultaten worden bereikt, gevolgd door respectievelijk zavel en klei. Dit blijkt ook uit Figuur 27, waar de gemiddelde true hit score is vergeleken voor kabels en leidingen in verschillende grondsoorten. De vergelijking is gemaakt voor de bedrijven die ten minste één punt van de kabel of leiding hebben gedetecteerd. Hiermee worden die resultaten uitgefilterd van bedrijven die om wat voor reden dan ook maar een beperkt aantal true hits scoorden. Kabels en leidingen in zavel zijn een enkele keer minder goed te vinden dan in klei, maar voor de meesten geldt dat ze in zavel beter tot veel beter te vinden zijn dan in klei. De coaxkabel is veel beter vindbaar in zand dan in zavel; de stalen leiding is veel beter vindbaar in zand dan in klei.

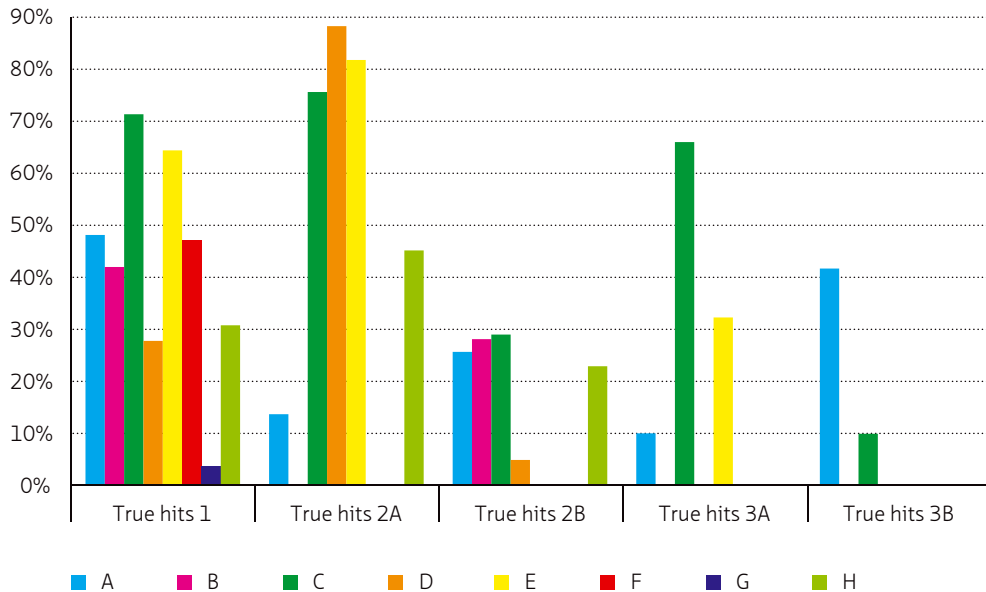


**FIGUUR 27.** Vergelijking van de detectieresultaten van kabels en leidingen die in verschillende grondsoorten liggen. De true hit score is bepaald over de groep bedrijven die minimaal één punt op de kabel of leiding hebben gedetecteerd.

#### Vergelijking testvelden

De vijf testvelden zijn erg verschillend in opzet en complexiteit. Met name Testveld 2B is complex. Hoewel er sprake is van één grondsoort (zand) zijn er een groot aantal soorten grondbedekkingen aanwezig en liggen er veel kabels en leidingen dicht bij elkaar. In het algemeen kan gesteld worden dat bedrijven het best scoren op Testveld 1, gevolgd door Testveld 2A en 2B, zie ook Figuur 28.





**FIGUUR 28.** Gemiddeld aantal true hits per testveld.

#### *Invloed van verharding*

Er zijn drie kabels of leidingen die gedeeltelijk onder verharding liggen, waarvan twee elektriciteitskabels in testveld 2A (ME leidingen) en de stalen leiding in veld 3B.

Vijf bedrijven hebben aan testveld 2A mee gedaan. Eén vindt de twee elektriciteitskabels niet, de andere bedrijven vinden één of beide kabels, variërend van 29% van het leidingdeel tot het gehele leidingdeel. Drie keer worden leidingdelen onder verharding voor meer dan 70% gevonden.

De stalen leiding wordt ter plekke van de verharding door één van de twee detectiebedrijven die meedoen aan test 3B gevonden, voor 33% van het leidingdeel.

Het totale aandeel van leidingen onder verharding is erg klein ten opzichte van het totaal. Voorzichtig kan geconcludeerd worden dat verharding geen significante verslechtering van de detecteerbaarheid op deze elektriciteitskabels en stalen leiding laat zien. Hierbij is gebruikt gemaakt van radiodetectie en grondradar.

## 6.6 Invloed van detectie-eis

In paragraaf 6.5 is gesteld dat een kabel of leiding als detecteerbaar wordt beschouwd als één of meer bedrijven een true hit score heeft van minimaal 70% van de aanwezige lengte. Deze grens is arbitrair. In het ideale geval wordt een kabel of leiding volledig gedetecteerd, gezien de resultaten in de praktijkproef zal dit in het algemeen niet het geval zijn. Volledige detectie is echter ook niet in alle gevallen noodzakelijk. Bij het controleren van de exacte ligging zal een hogere detectie-eis worden gesteld dan wanneer men wil weten welke verschillende kabels en leidingen in een bepaald veld aanwezig zijn.

Op basis van de detectieresultaten is bepaald hoeveel kabels en leidingen gedetecteerd worden bij verschillende detectie-eisen, zie Tabel 16. Hier blijkt dat als 70% wordt aangehouden als detectie-eis 48% van de kabels, leidingen en overige objecten gedetecteerd kunnen worden. Als 30% wordt aangehouden als detectie-eis, dan wordt 72% gedetecteerd.

**TABEL 16.** Aantal gedetecteerde kabels, leidingen en objecten bij verschillende detectie-eisen.

Testveld	Aantal kabels, leidingen en objecten (som = 60)	Detectie-eis				
		90%	70%	50%	30%	10%
1	16	44%	69%	69%	75%	81%
2a	4	75%	100%	100%	100%	100%
2b	38	29%	37%	50%	66%	71%
3a	1			100%	100%	100%
3b	1				100%	100%
Gewogen gemiddelde		35%	48%	58%	72%	77%

## 7 Conclusies

### 7.1 Inleiding

In het project "Innovatieve opsporingstechnieken ondergrondse Infrastructuur, COB O10" is een praktijktest uitgevoerd met als doel:

1. Het registreren en beoordelen van de kwaliteit van de detectieresultaten van ondergrondse kabels en leidingen door innovatieve detectiebedrijven.
2. Het verzamelen van kennis en het scheppen van voorwaarden om, indien gewenst, te komen tot een verbeterde toepassing van innovatieve detectietechnieken.

De praktijktest is dusdanig opgezet dat deze zo goed mogelijk aansluit op de praktijk-situatie. Dit is onder andere gedaan door uit te gaan van concrete vragen van opdrachtgevers die zijn vertaald naar testen, te weten:

1. het uitvoeren van vlakdekkend onderzoek voor het opsporen van kabels, leidingen en ondergrondse objecten zonder kaart,
2. het controleren en corrigeren van een as-built situatie,
3. het volgen van een kabel en een leiding.

Door de beantwoording van deze vragen geeft de praktijktest een goed beeld van de huidige kwaliteit van de dienstverlening van innovatieve detectiebedrijven voor het opsporen van kabels en leidingen. Opgemerkt wordt dat de sector en de techniek zich voortdurend ontwikkelen, wat betekent dat de hier gepresenteerde resultaten van de praktijktest een momentopname zijn.

Op een aantal punten was het niet mogelijk de praktijksituatie geheel na te bootsen.

- Er is bewust gekozen om de bedrijven niet te laten graven of prikken, omdat dit sporen nalaat wat een kennisvoordeel kan opleveren voor navolgende bedrijven. Een uitzondering hierop is een calibratiestrook in Testveld 1 waar wel gegraven mocht worden.
- In een praktijksituatie zal bij het opstarten van een project de interactie tussen de opdrachtgever en opdrachtnemer intensiever zijn.

Deelnemende detectiebedrijven hebben zich kwetsbaar opgesteld. Door het ter beschikking stellen van meetresultaten hebben zij een groot vertrouwen gegeven aan de projectgroep. De projectgroep spreekt daarvoor uitdrukkelijk haar waardering uit.

De conclusies die hieronder zijn weergegeven komen voort uit de bevindingen van de praktijktest.

### 7.2 Algemene conclusies van de praktijktest

Op basis van de praktijktest worden, met betrekking tot het detecteren van kabels en leidingen door innovatieve detectiebedrijven, onderstaande algemene conclusies getrokken.

1. Uit de resultaten van de praktijktest blijkt dat er een grote variatie is in de hoeveelheid gedetecteerde kabels en leidingen. In het testveld waar door alle bedrijven is gemeten (Testveld 1) variëren de resultaten van 71% tot 4% (zie blz 45).
2. Uit de resultaten van de praktijktest blijkt dat een beperkte lengte van de aanwezige kabels en leidingen wordt gedetecteerd. De twee bedrijven die van alle testvelden

resultaten hebben aangeleverd, detecteren respectievelijk 47% en 27% (zie blz 46). Opgemerkt wordt dat deze testen zijn uitgevoerd zonder nagraven (proefgaten of proefsleuven) of aanprikken.

3. Uit de resultaten van de praktijktest blijkt dat een aantal bedrijven een groot aantal false hits detecteert, dit betekent dat ten onrechte wordt aangegeven dat een kabel of leiding aanwezig is. In Testveld 1 bedraagt het gemiddeld aantal false hits 49%. Eén bedrijf detecteert bijna twee keer zo veel kabels en leidingen als dat er daadwerkelijk liggen (zie blz 45).
4. Uit de analyse blijkt dat een aanzienlijk deel van de aanwezige kabels en leidingen gedetecteerd kan worden. Als 70% wordt aangehouden als detectie-eis, dan wordt 48% van de kabels, leidingen en overige objecten gedetecteerd. Als 30% wordt aangehouden als detectie-eis, dan wordt 72% gedetecteerd (zie blz 64). Onder detectie-eis wordt verstaan, het percentage van de lengte van een kabel of leiding dat gevonden moet worden (met een nauwkeurigheid van maximaal 1 meter) om een kabel of leiding als gedetecteerd te beschouwen.
5. Uit de observaties blijkt dat er geen eenduidige werkwijze bestaat. De detectiebedrijven gaan verschillend te werk bij het detecteren, het voorbereiden en het aanleveren van resultaten.
6. Gegeven de beperkte lengte van kabels en leidingen die worden gedetecteerd, en de grote variatie in de detectieresultaten, wordt geconcludeerd dat aanzienlijke verbeteringen bij innovatieve detectiebedrijven wenselijk en mogelijk zijn. Aandachtspunten voor verbetering zijn:
  - het op een meer gestructureerde wijze uitvoeren van de metingen en verwerken van de gegevens,
  - het op een meer gestandaardiseerde wijze van aanleveren van detectieresultaten,
  - het verhogen van de algemene kennis over kabels en leidingen in de ondergrond.

### 7.3 Specifieke conclusies over de detectieresultaten van kabels en leidingen

1. Met betrekking tot de gedetecteerde ligging in het XY-vlak wordt geconcludeerd dat:
  - A. Ongeveer driekwart van alle kabels en leidingen wordt door minimaal één bedrijf op één of meerdere punten gevonden, oftewel minimaal één true hit. Dit geeft aan dat de gebruikte technieken (grondradar en radiodetectie) in staat zijn kabels en leidingen in de ondergrond waar te nemen.
  - B. De gemiddelde detectiegraad van alle bedrijven over alle gemeten testvelden bedraagt 33%. Er is echter een grote verscheidenheid tussen de resultaten van de verschillende bedrijven. Onderstaand overzicht geeft de variatie van het laagste tot de hoogste detectiegraad in relatie tot de aanwezige lengte van de kabels en leidingen.

Testveld 1: van 4% tot 71%	Testveld 2A: van 14% tot 88%	Testveld 2B: van 5% tot 29%
Testveld 3A: van 10% tot 66%	Testveld 3B: van 10% tot 42%	

- C. Eén bedrijf kon in Testveld 1 slechts één van de zestien leidingen vinden, deze leiding werd voor 50% goed ingetekend. Dit bedrijf had in het Plan van Aanpak aangegeven geen specifieke ervaring te hebben met detectie van kabels en leidingen.
- D. Over het algemeen worden een groot aantal foutieve meldingen ('false hits') op de kaarten aangegeven. Het aantal false hits varieert van 0% tot 188% van de totale lengte van gemeten testvelden. Opgemerkt wordt dat juist de bedrijven die het hoogst aantal correcte resultaten ('true hits') hebben, ook het hoogst aantal false hits aangeven. Verwacht mag worden dat als nagraven op grotere schaal was

- toegestaan, het aantal false hits aanmerkelijk lager was uitgevallen.
- E. Een kwart van de kabels en leidingen wordt door geen van bedrijven gevonden, ook niet gedeeltelijk. Dit treedt met name op bij bundelingen van kabels en bij objecten met een geringe diameter.
  - F. De inzet van radiodetectie leidt tot goede detectieresultaten voor metaalbevattende kabels en leidingen. Het bedrijf dat alleen radiodetectie gebruikte in testveld 1 en testveld 2A vond 92% van de lengte van de elektriciteitskabels. Het bedrijf dat alleen grondradar gebruikte vond hiervan 58%. Detectiebedrijven met combinaties van technieken zaten hier tussenin.
  - G. Uit de resultaten blijkt dat de grondsoort invloed heeft op de detectieresultaten. Betere resultaten worden verkregen in zand, gevolgd door zavel. In klei worden minder goede detectieresultaten behaald.
  - H. Op basis van de meetresultaten, lijken verhardingen een negatief effect te hebben op de detectie van de meeste kabels en leidingen. Dit geldt echter in mindere mate voor elektriciteitskabels en een stalen leiding die meestal met radiodetectie gedetecteerd worden.
  - I. In Testveld 1 zijn tot een diepte van 1,75 m kabels en leidingen te detecteren. Het aantal true hits is lager bij een diepte groter dan 1,0 m. Hierbij speelt ook de combinatie van grondsoort en materiaal van de kabel of leiding een rol.
  - J. In het project zijn ook objecten zoals een trottoirband, een boomstam, een verbindingsmof en een handhole in de bodem aangebracht. Deze objecten worden door de detectiebedrijven doorgaans niet op tekeningen aangegeven. Dit kan betekenen dat ze niet zijn gevonden of dat ze bij de verwerking van de resultaten zijn weggelaten.
2. Het lijkt alsof de resultaten in het XY-vlak nauwkeuriger zijn dan in het Z-vlak (diepteligging). Hierbij wordt opgemerkt dat er geen grens is gesteld aan de maximale afwijking van de aangegeven diepte terwijl in het XY vlak een maximum afwijking van 1 m is gehanteerd.
  3. Op basis van de aangeleverde resultaten blijkt dat het moeilijk is om de materiaalsoort en de diameter van de kabel en leidingen vast te stellen.
  4. Uit dit onderzoek blijkt dat de betrouwbaarheid die detectiebedrijven aan hun resultaten meegeven vaak niet overeenkomt met de daadwerkelijke nauwkeurigheid van de detectieresultaten.
  5. Op grond van de detectieresultaten is geen duidelijk verschil te zien tussen de metingen in natte of in droge omstandigheden.

#### 7.4 Specifieke conclusies over de werkwijze van detectiebedrijven

1. Er zijn grote verschillen waargenomen tussen werkwijze van de detectiebedrijven. Dit geldt vanaf het opstellen van het Plan van Aanpak tot het opleveren van het eindrapport.
2. De aanlevering van het Plan van Aanpak en de meetresultaten vindt in de meeste gevallen plaats na de gestelde termijn van 10 werkdagen.
3. Twee bedrijven hebben een detectie uitgevoerd maar hebben geen resultaten aangeleverd.
4. De expertise van de detectiebedrijven die aan de praktijkproef deelnamen ligt in veel gevallen op geofysica en geodesie. Kennis van ondergrondse infrastructuur lijkt bij een aantal bedrijven minder sterk aanwezig te zijn.
5. De wijze waarop detectieresultaten worden aangeleverd is zeer divers. De meeste bedrijven maken in hun digitale bestanden geen gebruik van een lagenstructuur.



## 8 Toekomstperspectief en aanbevelingen

### 8.1 Toekomstperspectief

Steeds meer bedrijven houden zich bezig met de detectie van kabels en leidingen met behulp van georadar en radiodetectie. Onder invloed van een vraag naar een betere informatie-uitwisseling over de ondergrond en een aanwezigheid van innovatieve detectietechnieken, ontwikkelt zich een markt die sterk in beweging is. Dit blijkt ook door de grote belangstelling voor deelname aan deze praktijkproef vanuit opdrachtgevers, innovatieve detectiebedrijven, aannemers, verzekeraars, overheden en kennisinstituten.

In deze ontwikkelende markt vragen detectiebedrijven zich af in hoeverre zij diensten kunnen aanbieden voor het beter in kaart brengen van de ondergrond. Opdrachtgevers vragen zich af hoe betrouwbaar deze nieuwe technieken zijn.

Uit de praktijkproef blijkt dat innovatieve detectietechnieken een grote potentie hebben voor het in kaart brengen van de kabels en leidingen en mogelijk ook andere objecten in de ondergrond. Detectiebedrijven kunnen een aanzienlijk aantal kabels en leidingen zonder graven vinden, maar er zijn ook nog een flink aantal verbeteringen door te voeren om de kwaliteit te verhogen.

Verwacht wordt dat naast de kwaliteitsverbeteringen ook het slim combineren van innovatieve detectietechnieken met op beperkte schaal nagraven of aanprikken een verbetering van de detectienauwkeurigheid zal opleveren. Detecteren en navragen of aanprikken zijn namelijk in hoge mate complementair:

- Innovatieve technieken in korte tijd een groot gebied in kaart brengen, met als aandachtspunt de nauwkeurigheid van detectie.
- Nagraven en aanprikken geeft een nauwkeurige weergave van de ligging, voor echter maar een beperkt gebied.

Op basis van de ervaringen van de praktijkproef worden in onderstaande paragrafen aanbevelingen gedaan ter verwezenlijking van het geschetste toekomstperspectief.

### 8.2 Aanbevelingen

#### 8.2.1 Aanbevelingen aan innovatieve detectiebedrijven

Om de potentie van het opsporen van kabels en leidingen waar te maken wordt de detectiebedrijven aanbevolen ontwikkeling en professionalisering nadrukkelijk ter hand te nemen. Hierbij is het belangrijk goed aan te sluiten op de behoefte van opdrachtgevers. Op basis van de bevindingen van de praktijktest worden de volgende aanbevelingen gedaan aan innovatieve detectiebedrijven:

1. Streef naar kwaliteitsverbetering over de breedte om de geconstateerde grote verschillen in werkwijze en resultaten van de detectiebedrijven te verkleinen. Een dergelijke kwaliteitsverbetering kan plaatsvinden door:
  - kennisuitwisseling tussen detectiebedrijven;
  - opleiden en verhogen van expertise van medewerkers, met speciale aandacht voor basiskennis over kabels en leidingen;
  - verbeteren en standaardiseren van werkprocessen op bedrijfsniveau;
  - uniformeren van het aanleveren van gegevens en projectbeschrijvingen.

2. Ga in een later stadium over tot certificering. Er valt nog een groot aantal verbeteringen te behalen met het opleiden van medewerkers en het verbeteren van de werkwijze. Als deze verbetering bereikt is zal een algemeen aanvaarde normstelling ontwikkeld moeten worden als leidraad voor certificering.

### 8.2.2 Aanbevelingen aan beheerders van kabels en leidingen en gebiedsbeheerders

Beheerders van kabels en leidingen en gebiedsbeheerders zijn partijen die opdracht verstrekken aan innovatieve detectiebedrijven. Daarnaast zijn er ook aannemers die detectiewerk uitbesteden en hierdoor als opdrachtgever fungeren.

Innovatieve detectietechnieken hebben een groot potentieel om bij te dragen aan het voorkomen van hinder, met name op maatschappelijk gevoelige locaties. De resultaten van deze praktijkproef wijzen echter uit dat sommige detectiebedrijven een aanzienlijk aantal kabels en leidingen kunnen detecteren, terwijl andere bedrijven nog maar weinig in kaart kunnen brengen.

Op basis van de bevindingen van de praktijktest worden de volgende aanbevelingen gedaan aan opdrachtgevers van innovatieve detectiebedrijven:

1. Zowel opdrachtgevers als opdrachtnemers hebben belang bij een volwassen sector. Opdrachtgevers wordt aanbevolen bij te dragen aan een verdere professionalisering van de sector door:
  - uniformering van aanbestedings- en besteksvoorwaarden;
  - aan te dringen op kwaliteitskenmerken van detectiebedrijven, zoals opleidingscertificaten en referenties van voorgaande projecten;
  - in een later stadium te streven naar certificering van detectiebedrijven
2. Het gebruik van innovatieve opsporingstechnieken is (nog) niet een ultiem middel dat al de 'oude' detectie technieken overbodig maakt. Aanbevolen wordt om bij het formuleren van opdrachten na te gaan in hoeverre innovatieve detectiemethoden toepasbaar zijn. Hierbij kan ook gedacht worden aan het combineren van innovatieve detectietechnieken met een beperkte inzet van graafwerkzaamheden. Als voorbeeld, voor het opsporen van signaaldragende kabels en leidingen is radiodetectie goed toepasbaar. Aanbevolen wordt om radiodetectie voor opsporen van deze objecten in te zetten.
3. Aanbevolen wordt om detectiebedrijven zoveel mogelijk vooraf informatie over de ondergrond (type grondsoorten, laagdikten, detailtekeningen, etc) te verstrekken.

### 8.2.3 Aanbevelingen aan beleidsontwikkelaars en beleidsuitvoerders

Deze praktijkproef toont aan dat innovatieve detectietechnieken een belangrijke rol kunnen spelen in het bevorderen van de ordening in de ondergrond. Aanbevolen wordt om het gebruik van de innovatieve detectietechnieken niet uit te sluiten in beleidsontwikkelingen en vertalingen van beleid naar regelgeving, maar juist te kijken waar deze een bijdrage of versterking hebben in het verkrijgen en controleren van ligginggegevens van kabels en leidingen. Een voorbeeld van het inzetten van innovatieve detectiebedrijven kunnen de inventarisaties zijn die uitgevoerd worden aan het begin van een project.

Het detecteren van kabels en leidingen met innovatieve technieken zal dan ook bijdragen aan het voorkomen van maatschappelijke overlast, doordat er minder gegraven zal moeten worden.



### 8.3 Aanbevelingen aan verzekeraars

Kennis van zo exact mogelijke ligging van ondergrondse kabels en leidingen is nodig om het risico van het manifesteren van graafschaden zoveel mogelijk te beperken. Verzekeraars spelen in dit proces van risicobeperking een specifieke rol. Enerzijds kunnen de (financiële) risico's van graafschaden – en de gevolgen ervan – (meestal) worden verzekerd. Aan de andere kant kunnen verzekeraars via randvoorwaarden aanvullende eisen stellen om dergelijke risico's te verzekeren of om dergelijke risico's voor de toekomst verzekerbare te houden. De toenemende drukte en complexiteit van de infrastructuur in onze ondergrond maakt dit belang voor de toekomst alleen maar groter. Vanuit de verzekeraars worden alle ontwikkelingen toegejuicht die kunnen bijdragen aan een betere en nauwkeuriger detectie van ondergrondse kabels en leidingen.

Het onderzoek en de uitgebreide praktijktest van dit project geeft aan dat innovatieve opsporingsmethoden een goede ondersteuning en toegevoegde waarde kunnen opleveren. Op basis van de huidige bevindingen moet echter worden vastgesteld dat de traditionele opsporingsmethoden (onder meer proefsleuven en prikken) voorlopig onontbeerlijk zijn voor het bereiken van nauwkeurige en betrouwbare resultaten.

Verzekeraars wordt aanbevolen de resultaten van de praktijkproef te bediscussiëren en een standpunt in te nemen welke effecten de hier beschreven conclusies hebben op de verzekeringsparagraaf.



## 9 Referenties

COB, 2008: "Innovatieve opsporingstechnieken ondergrondse infrastructuur COB O10, FASE 1: Inventariseren en analyseren van technieken en het opstellen van een programma van eisen", O10-08-01, Gouda.

Kadaster, 2008: "IMKL, Beschrijving van het model, versie 1.1"

Rijksoverheid(1), 2011: website Rijksoverheid  
<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ondergrondse-kabels-en-leidingen>, geraadpleegd 1-2-2011.

Rijksoverheid(2), 2011: website Rijksoverheid  
<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/ondergrondse-kabels-en-leidingen/voorkomen-van-graafschade>, geraadpleegd 1-2-2011.



# I Samenvatting resultaten fase 1

In fase 1 van dit onderzoek heeft de nadruk gelegen op het inventariseren en analyseren van bestaande detectietechnieken en het opstellen van een programma van eisen voor een praktijktest. De mogelijkheden van beschikbare detectietechnieken zijn beschreven op basis van bevindingen van reeds uitgevoerde onderzoeken en van kennis van diverse experts. Grondradar en radiodetectie komen uit deze inventarisatie naar voren als de meest gebruikte en de meest geschikte innovatieve detectietechnieken.

Op basis van de kennis en ervaring van detectiedeskundigen zijn mogelijkheden en beperkingen van diverse detectietechnieken overzichtelijk samengebracht in een matrix. Deze matrix is een goed hulpmiddel bij het selecteren van een techniek.

Fabrikanten van detectiesystemen proberen het onderscheidend vermogen van detectie-apparatuur te verbeteren door nieuwe antennesystemen en door betere en makkelijker bedienbare software.

Uit gesprekken met gebruikers van grondradar en radiodetectie blijkt dat, net als bij het graven van proefsleuven, volledige detectie van alle ondergrondse infrastructuur niet mogelijk is met één methode. In de praktijk wordt daarom meestal gebruik gemaakt van een combinatie van technieken, zoals grondradar, radiodetectie, proefsleuven, deksels lichten en prikstokken. Hierbij is voorkennis van de ondergrondse infrastructuur een belangrijk gegeven. Het blijkt dat de detectie- en meetsnelheid sterk afhangen van de complexiteit van het kabel- en leidingstelsel en van de aard van de kabels en leidingen (diepte, diameter, materiaalsoort).

Betrokkenen geven ook aan dat, geheel in lijn met het graven van proefsleuven, de deskundigheid en ervaring van degene die de techniek toepast grote invloed heeft op de betrouwbaarheid en snelheid waarmee resultaten verkregen kunnen worden. Dit onderschrijft de conclusie dat voor een realistisch beeld van de toepasbaarheid van detectietechnieken inzicht nodig is in de combinatie van techniek, deskundigheid van operators en beschikbare tijd.

De belangrijkste conclusies zijn:

1. De belangstelling voor en de vraag naar detectietechnieken is groot.
2. Reeds verrichte onderzoeken geven een goed beeld van de mogelijkheden van diverse detectietechnieken, zoals grondradar en radiodetectie.
3. Verbeteringen van deze technieken zijn noodzakelijk en mogelijk. Hieraan wordt voortdurend gewerkt door fabrikanten en door diverse onderzoekers.
4. Innovatieve detectietechnieken kunnen succesvol worden toegepast, mits ze op deskundige wijze worden gebruikt. Het resultaat wordt daarnaast bepaald door de kwaliteit van de voorbereiding en van de beschikbare tijd.
5. Voor een goed resultaat zal in de meeste gevallen een combinatie van technieken ingezet dienen te worden.

Er wordt aanbevolen om een test uit te voeren waarin ook de aspecten techniek, deskundigheid en tijd worden meegenomen. De aanbieders van ondergrondse detectietechnieken kunnen in de test demonstreren wat zij kunnen opsporen met de hun beschikbare innovatieve technieken. Door niet primair naar technieken an-sich te kijken maar naar

de kwaliteit van de uitvoerders wordt een zo realistisch mogelijk beeld verkregen van de mogelijkheden en beperkingen van deze technieken in de praktijk. Hiermee kunnen verschillende belanghebbenden een goed inzicht vormen in hoeverre en in welke situaties innovatieve detectietechnieken voor hen inzetbaar zijn. De ervaringen die tijdens de praktijktest opgedaan worden, geven informatie die nuttig kan zijn als men in de toekomst besluit over te gaan tot certificatie van aanbieders.

Voor meer informatie over fase 1 van het onderzoek wordt verwezen naar het rapport Innovatieve opsporingstechnieken ondergrondse infrastructuur COB O10, FASE 1: Inventariseren en analyseren van technieken en het opstellen van een programma van eisen.

## II Gehanteerde definities en afkortingen

Overzicht van in dit rapport gebruikte terminologie en afkortingen:

As-built objecten: de kabels of leidingen zoals die in de ondergrond zaten en ingetekend op kaart waren aangeleverd aan de detectiebedrijven.

Betrouwbaarheid van de resultaten: gemiddelde afwijking van alle true hits

Bodembedekking: bedekking die op de ondergrond ligt

Beplanting: struiken en bomen in borders zoals die aangetroffen zijn op de testlocatie.

Detecteerbaar: een leiding is in dit onderzoek als detecteerbaar beschouwd als een of meer bedrijven voor minimaal 70% van de lengte een true hit heeft

False hit: een gedetecteerde kabel of leiding die niet in het testveld aanwezig is of waarvan de hartlijn meer dan 1,0 m afwijkt van de werkelijke ligging

Grondroerder: degene onder wiens verantwoordelijkheid of leiding graafwerkzaamheden worden uitgevoerd

Hit: alle gedetecteerde kabels of leidingen die een detectiebedrijf aanlevert.

Innovatieve detectiebedrijven: detectiebedrijven die voor het detecteren van objecten in de ondergrond voornamelijk gebruik maken van innovatieve detectietechnieken

Innovatieve detectietechnieken: Innovatieve detectietechnieken voor ondergrondse infrastructuur wordt in dit kader omschreven als technieken voor het detecteren van objecten in de ondergrond waarbij de meting voornamelijk op het grondoppervlak plaatsvindt

Kabels en leidingen: de in de ondergrond van de testvelden aanwezige kabels en leidingen die als input voor de testen hebben gediend. De volgende selectie van kabels en leidingen was aanwezig:

- PVC (Polyvinylchloride) - leidingen van kunststof voor het transport van gas of water
- PE (Polyeethyleen) – Kunststofleidingen voor transport van gas of water
- ME (Middenspanning Elektricitetskabel) - elektricitetskabel
- GV (glasvezel) – kabel van optische vezel gebruikt in de telecommunicatie
- ST (staal) – stalen buizen voor transport van gas of water
- COAX (coaxiaal) – kabel voor geleiden van hoogfrequente signalen
- Gres – leidingen van keramisch materiaal voor riolering
- AC (asbestcement) – leidingen voor transport van gas of water

Kabelbundel: bundel van kabels in de ondergrond

Klei: grondsoort met een aandeel lutum meer dan 25%.

Missed hit: deel van de aanwezige kabel of leiding dat niet gedetecteerd is

Ondergrond: de grondsoort waarin de kabel of leiding gelegd is.

Ondergrondse objecten: objecten in de ondergrond anders dan kabels of leidingen.

De volgende selectie van ondergrondse objecten was aanwezig in testveld 1:

- Hout – houten biels.
- TB (trottoirband) – betonnen biels voor de afscheiding van stoep en straat.
- VM (verbindingsmof) – mof voor het verbinden van kabels.
- LP (Handhole) - een kunststofopbergdoos voor ondergrondse toepassing die wordt gebruikt om de verdeling in ondergrondse glasvezelnetwerken tot stand te brengen. De dozen worden met deksels op straatniveau of net onder straatniveau afgesloten zodat de kabelverbindingen te allen tijde goed bereikbaar blijven.

Precisie van de resultaten: standaarddeviatie van de afwijkingen van alle true hits

Testlocatie: IPC de Groene Ruimte

Testvelden: De velden 1, 2A, 2B, 3A en 3B op de testlocatie waarop de verschillende testen zijn uitgevoerd.

Waarnemer: lid of afgevaardigde van Werkgroep 3 die bij de test aanwezig was.

WION: Wet Informatie-uitwisseling ondergrondse netten

True hit: een gedetecteerde kabel of leiding die aan een aanwezige kabel of leiding gekoppeld kon worden

Zavel: grondsoort voornamelijk bestaande uit zand, met als toevoeging 8% tot 25% lutum (kleideeltjes kleiner dan 0,002 mm).



### III Uitvraag aan de detectiebedrijven

Datum 6 augustus 2010

Ons kenmerk O10\_C\_10\_42534

Contactpersoon de heer ing. R.A. van Ravesteijn

Uw kenmerk

Betref Toelichting onderzoek "Innovatieve opsporingsmethoden kabels en leidingen"

Het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) heeft het kennisontwikkelingsproject 'innovatieve opsporingstechnieken kabels en leidingen' opgestart en het verheugt ons dat u als detectiebedrijf hebt aangegeven medewerking aan dit project te willen verlenen. Het doel van het kennisproject is inzichtelijk te maken wat de mogelijkheden van detectiebedrijven zijn bij het opsporen van kabels en leidingen met behulp van innovatieve opsporingstechnieken. Opdrachtgevers kunnen op deze wijze kennis nemen wat op dit moment de mogelijkheden zijn bij het in kaart brengen van de ondergrondse infrastructuur, zonder dat de openbare ruimte opengedoken wordt. De verwachting is, dat dit onderzoek een stimulans zal geven aan innovatieve opsporingsmethoden.

In deze brief wordt toegelicht wat het onderzoek concreet inhoudt en wat uw bijdrage is aan het onderzoek. Om de praktijksituatie zoveel mogelijk te benaderen, is deze brief opgesteld in de vorm van een 'uitvraag' waarin de verschillende opdrachten beschreven worden.

**Plan van Aanpak:**

Voordat u aan de uitvoering van een of meerdere onderzoeken deelneemt, vragen wij om een plan van aanpak op te stellen. Dit plan heeft betrekking op de voorbereiding, uitvoering, processing en het opleveren van het eindresultaat. Dit plan levert u minimaal 10 werkdagen voor de uitvoeringsdatum bij het projectsecretariaat van het COB in.

**Onderzoekopdracht:**

In het kader van dit kennisontwikkelingsproject kunt u meewerken aan maximaal drie verschillende onderzoeken, afhankelijk van de mogelijkheden van uw bedrijf maakt u een keuze. De verschillende onderzoeken worden op verschillende testvelden uitgevoerd. De testvelden zijn op bijgaande tekeningen (bijlage 1) weergegeven.

De verschillende onderzoeken worden hierbij toegelicht:

**Detectie onderzoek 1: VLAKDEKKEND ONDERZOEK**

Van deze locatie zijn geen ligginggegevens bekend van de aanwezige kabels en leidingen. Het resultaat van uw onderzoek is een tekening, waarop de door u opgespoorde kabels en leidingen zijn weergegeven.

● **partner curnet**

Groningenweg 10  
2803 PV Gouda  
The Netherlands

P.O. Box 420  
2800 AK Gouda  
The Netherlands

T +31 (0)182 - 540 660  
F +31 (0)182 - 540 661

info@cob.nl  
www.cob.nl

ABN AMRO Bank Gouda AN 40.87.02.435  
CoC 41174235  
VAT NL804319431801



Nederlands kenniscentrum  
voor ondergronds bouwen en  
ondergronds ruimtegebruik

**Gegevens van de testlocatie:**

- Bovengronds is een aantal bomen aanwezig;
- Diepteligging van de kabels en leidingen : 0 – 3 m beneden maaiveld;
- Bodemopbouw : deels zand (geroerd) en ander deel klei;
- Diepte grondwaterstand : ca 16 m beneden maaiveld;
- Verharding : geen.

**Detectie onderzoek 2: CONTROLEER EN CORRIGEER DE AS-BUILT SITUATIE**

Bij dit onderzoek zijn de ligging van de kabels en leidingen bekend op basis van de KLIC-melding. Het resultaat van uw werkzaamheden bij dit onderzoek is een tekening met de actuele stand/- ligging van de ingetekende kabels en leidingen. Indien leidingen, die niet op de tekening zijn ingetekend, de ingetekende leidingen kruisen, vragen we u deze leidingen 1 m links en rechts van de ingetekende leidingen aan te geven.

**Gegevens van de testlocatie:**

- Diepteligging van de kabels en leidingen : 0 – 2m beneden maaiveld;
- Bodemopbouw : deels zand (geroerd) en ander deel puin- en zandmengsel (ter plaatse van wegen)
- Diepte grondwaterstand : ca 16 m beneden maaiveld;
- Verharding : betonnen klinkers

**Detectie onderzoek 3: VOLG DE KABEL OFLEIDING**

Bij dit onderzoek verzoeken wij u de ligging van een kabel en/of een leiding in kaart te brengen. De indicatieve breedte van het zoekgebied is circa 3 m. Een onderdeel van dit onderzoek is om de ligging van de kabel en leiding op het onderzoeksterrein te markeren.

NB: Op de onderzoekslocaties mag niet gegraven worden. Op de tekening is aangegeven waar u indien gewenst wel kunt graven.

In bijlage 2 worden deze onderzoeken verder toegelicht

**Wijze aanleveren resultaten van de detectie onderzoeken**

De resultaten van uw onderzoek moeten minimaal voldoen aan:

1. Bestandsformaat kaart: DWG (AutoCad) of SHP (ArcGis).
2. Vastleggen meetgegevens (x,y,z) in RD-stelsel en conform IMKL. Tevens verzoeken wij u bij de leidingattributen de volgende punten aan te geven: materiaalsoort, diameter, en in hoeverre u de meting (ligging) betrouwbaar vindt. De betrouwbaarheid aangeven met: hoog, middel, laag.
3. De tekening bestaat uit polylines.
4. Gestructureerde laagopbouw van de tekening, waarbij de aangeleverde topografie als onderlaag dient en elke leiding op een aparte laag wordt weergegeven.
5. De onderzoeksresultaten rapporteren, zowel in digitale als analoge vorm.
6. Deze resultaten worden gebruikt om eenvoudig vergelijkingen te kunnen maken.

**Wijze van beoordeling van de testen:**

Er vindt feitelijk geen beoordeling van de resultaten plaats. De resultaten van alle detectiebedrijven worden naast elkaar gelegd en er wordt een volgorde van de resultaten voor de volgende punten bepaald:



1. De gemeten waarden ten opzichte van de waarden van de aanwezige objecten. Hierbij wordt per detectiebedrijf de nauwkeurigheden van de meetgegevens bepaald. Ook worden de 'vind-kans' en de 'kans op valse meldingen' geregistreerd. Tevens wordt per leiding, per diepteligging en grondsoort de gemiddelde nauwkeurigheid van alle detectiebedrijven bepaald. Zo wordt inzicht verkregen in de mogelijkheden van de detectiebedrijven om kabels en leidingen op een bepaalde diepte en grondsoort op te sporen.
2. Opzet van het plan van aanpak
3. De uitvoering al dan niet conform het Plan van Aanpak

Het bepalen van de volgorde wordt door een werkgroep uitgevoerd aan de hand van een vooraf vastgestelde procedure.

#### **Uitvoeringsperiode test**

De test wordt uitgevoerd van 20 september tot en met 15 oktober 2010 (weken 38 t/m 41).

#### **Locatie testterrein:**

De testlocatie is gelegen op het terrein van IPC Groene Ruimte te Arnhem  
Koningsweg 35  
6816 TG Arnhem

#### **Spelregels en procedure**

- U kunt uw voorkeursdata aangeven voor het uitvoeren van de test. Om dit mogelijk te maken krijgt u na uw schriftelijke ontvangstmelding van deze brief een mail toegezonden met een elektronisch datumreserveringssysteem. U kunt uw voorkeuren voor een aantal bepaalde data kenbaar maken. Nadat wij alle reacties hebben verwerkt, krijgt u een brief met een uitnodiging. In deze brief staat tevens vermeld op welk tijdstip bij wie u zich kunt melden. Bij uw ontvangst op het terrein van het IPC krijgt u ook een briefing met alle belangrijke informatie en worden de testvelden aangewezen.
- Per onderzoek is een vastgestelde tijd beschikbaar. Deze tijd is vermeld in bijlage 2.
- Aangeven/markeren van de liggingen van kabels en leidingen mag alleen met direct te verwijderen objecten/stoffen.
- Aan de onderzoeken mogen maximaal drie personen deelnemen.
- Verkenning van de testterreinen bij IPC voorafgaand aan de testen is niet toegestaan.
- Het Plan van Aanpak levert u minimaal 10 werkdagen voor de aanvang van het onderzoek bij het projectsecretariaat aan.
- U krijgt een ontvangstbevestiging als het plan binnen is ter controle van ontvangst.
- Wij zien het eindresultaat van uw onderzoek uiterlijk 10 werkdagen na het uitvoeren van het onderzoek tegemoet. U kunt uw onderzoeksresultaat zenden aan het COB, t.a.v. R.A. van Ravesteijn.
- De wijze van verrekening van de kosten van uw participatie in het onderzoek zal geheel in natura plaatsvinden. Dit betekent dat de door uw bestede tijd en ingezet materieel voor uw eigen rekening komen.
- Wij stellen het in het kader van de kennisontwikkeling erg op prijs, als u wilt aangeven hoeveel tijd u denkt te besteden aan het onderzoek en wat de financiële waarde is van uw bijdrage.
- Uw naam zal opgenomen worden in de rapportage als participant aan het onderzoek.
- De gegevens en uitkomsten worden geanonimiseerd weergegeven.
- Ieder detectiebedrijf ontvangt wel haar eigen 'beoordelings' resultaten als meerwaarde voor de deelname en ter verbetering van de bedrijfsprocessen.
- Indien u nog inhoudelijke vragen hebt ten aanzien van deze test, kunt u tot en met week 33 schriftelijk stellen aan ons projectsecretariaat. Het adres is hierna vermeld. Deze schriftelijke vragen en de beantwoording worden uiterlijk week 34 aan alle deelnemers gemaild.



Uw schriftelijke ontvangstmelding kunt u per post of per mail richten aan het projectsecretariaat:

Centrum Ondergronds Bouwen (COB)  
Onder vermelding van de projectcode O10.  
Postbus 420  
2800 AK Gouda  
e-mailadres: [info@COB.nl](mailto:info@COB.nl)

Ook voor andere zaken tijdens de loop van het project kunt u dit correspondentieadres gebruiken.  
Uw aanspraakpunt voor dit project is Richard van Ravesteijn, coördinator van het COB. Richard is bereikbaar op nummer: 06 - 52.46.29.88 en per mail op mailadres [richard.vanravesteijn@cob.nl](mailto:richard.vanravesteijn@cob.nl).

Wij wensen u veel succes toe met uw voorbereiding.

Hoogachtend,

ing. R.A. van Ravesteijn  
Programmacoördinator COB

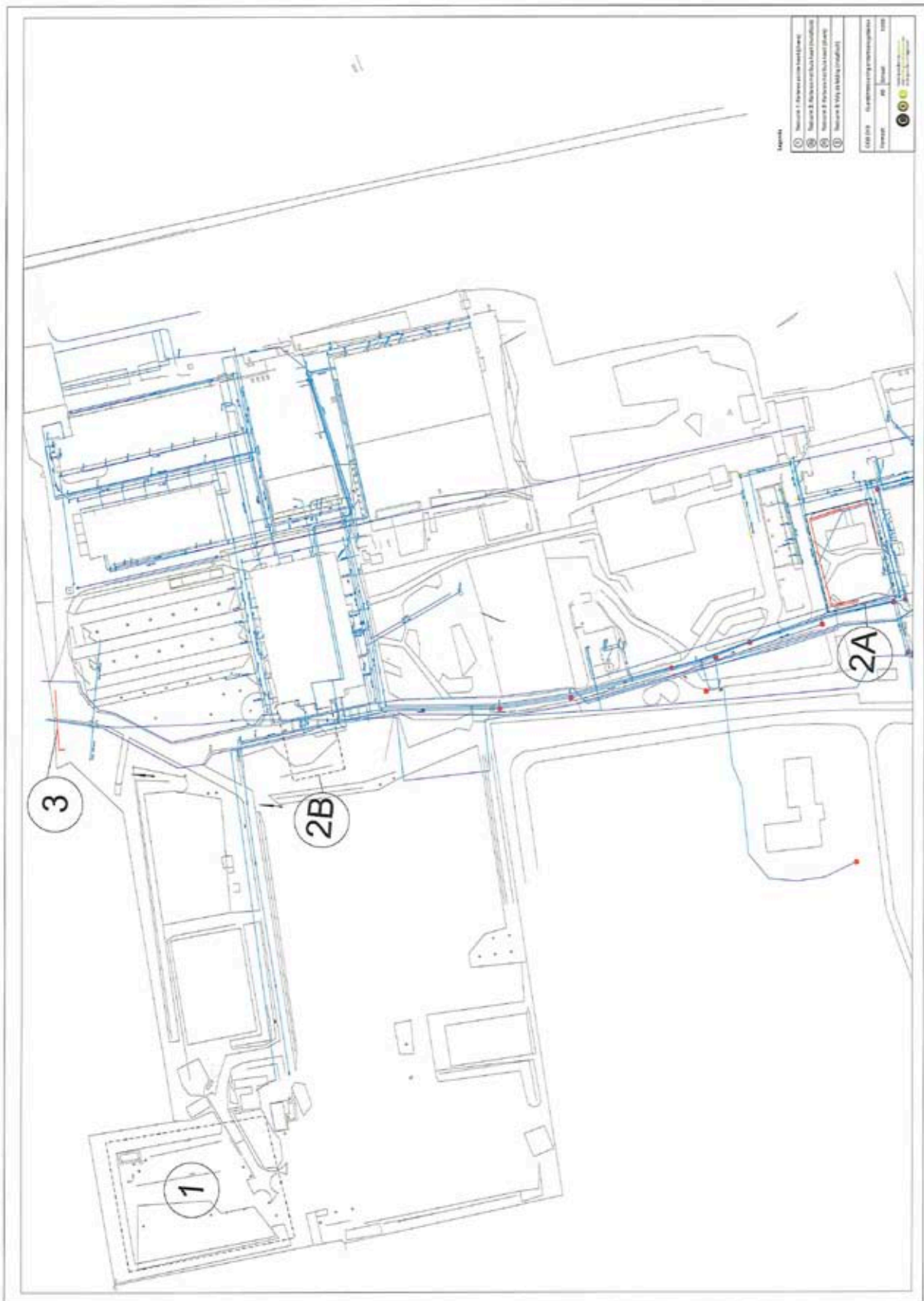
Bijlagen:

1. tekeningen met de testvelden
2. toelichting uit te voeren onderzoeken

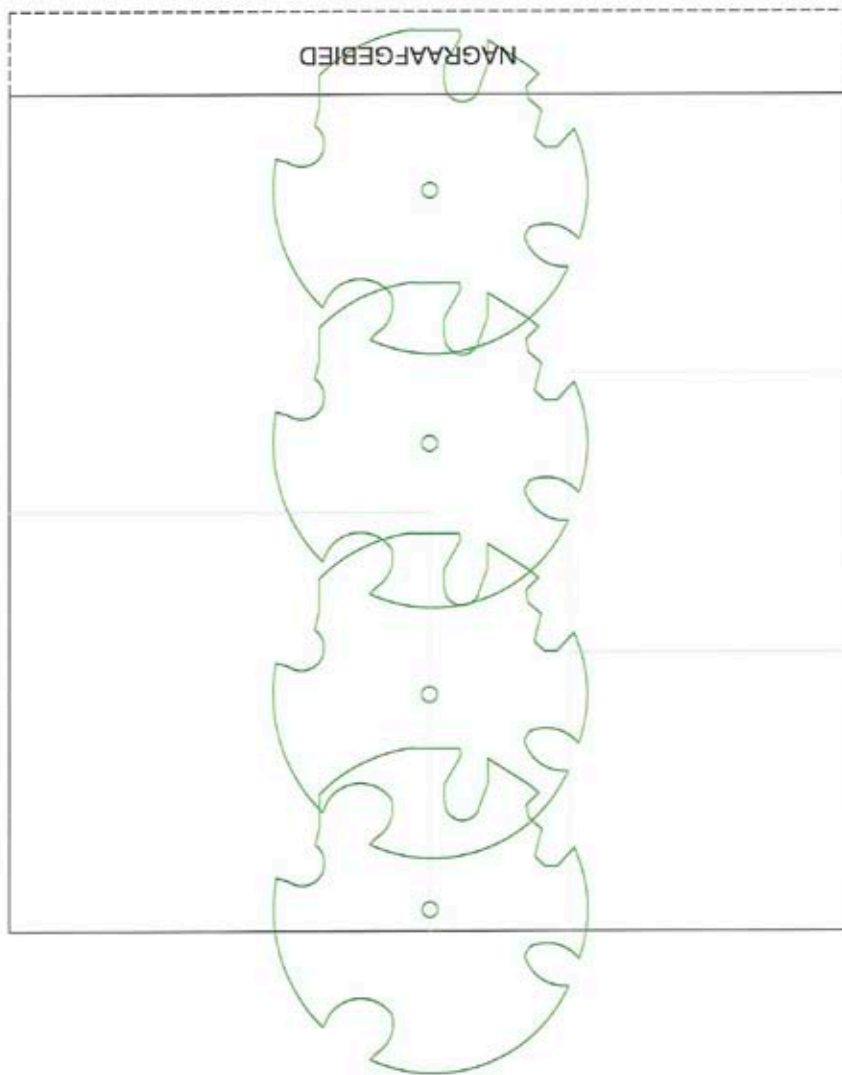
## **Bijlage 1 van de Uitvraag: Tekeningen testvelden**

**Deze bijlage bevat de onderstaande tekeningen:**

- Overzichtstekening onderzoeksgebieden
- Testveld 1, Testvorm 1
- Testveld 2a, Testvorm2
- Testvorm2b, Testvorm2
- Testveld 3, Testvorm 3



Inmeten onbekende ondergrondse  
K & L situatie

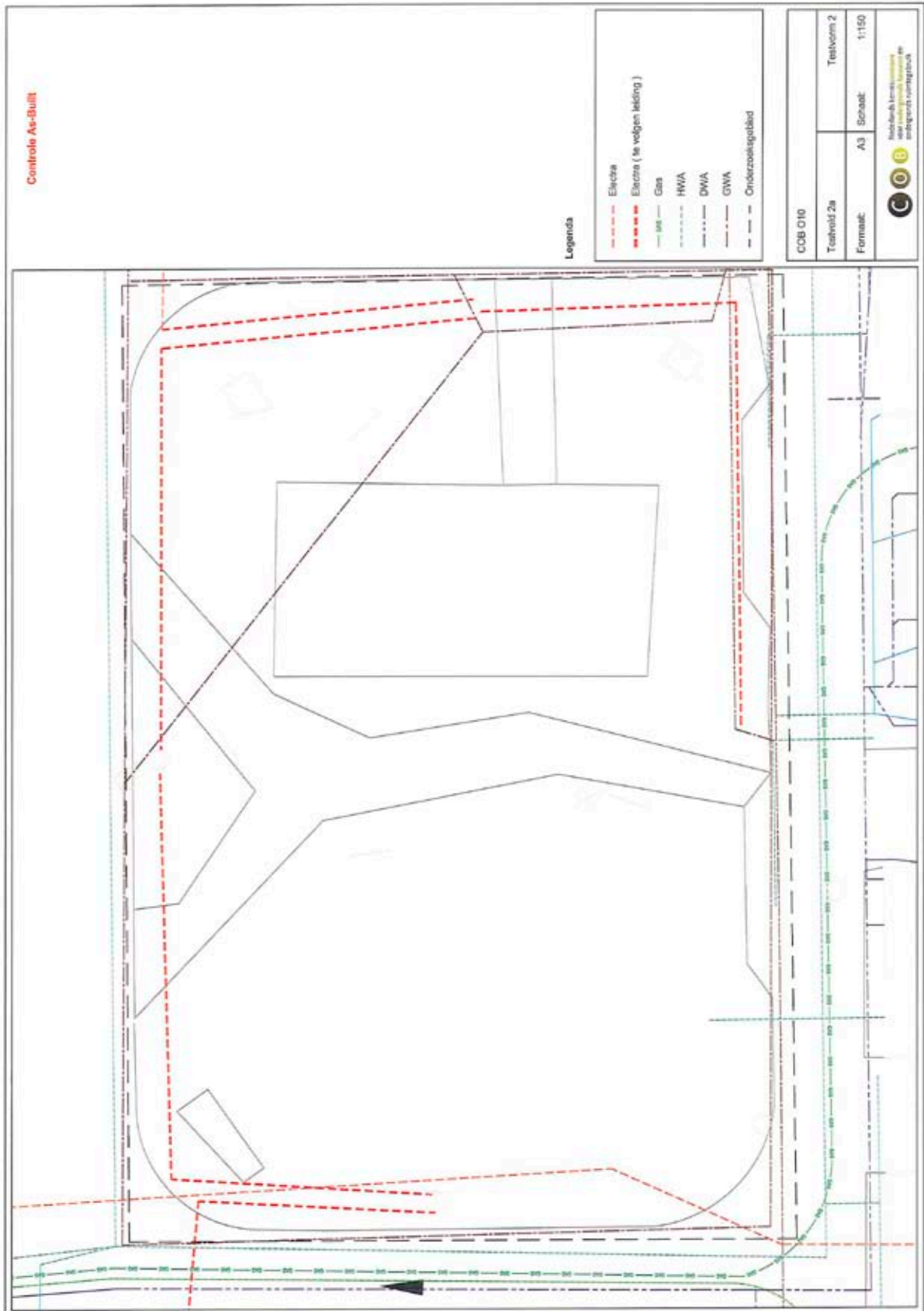


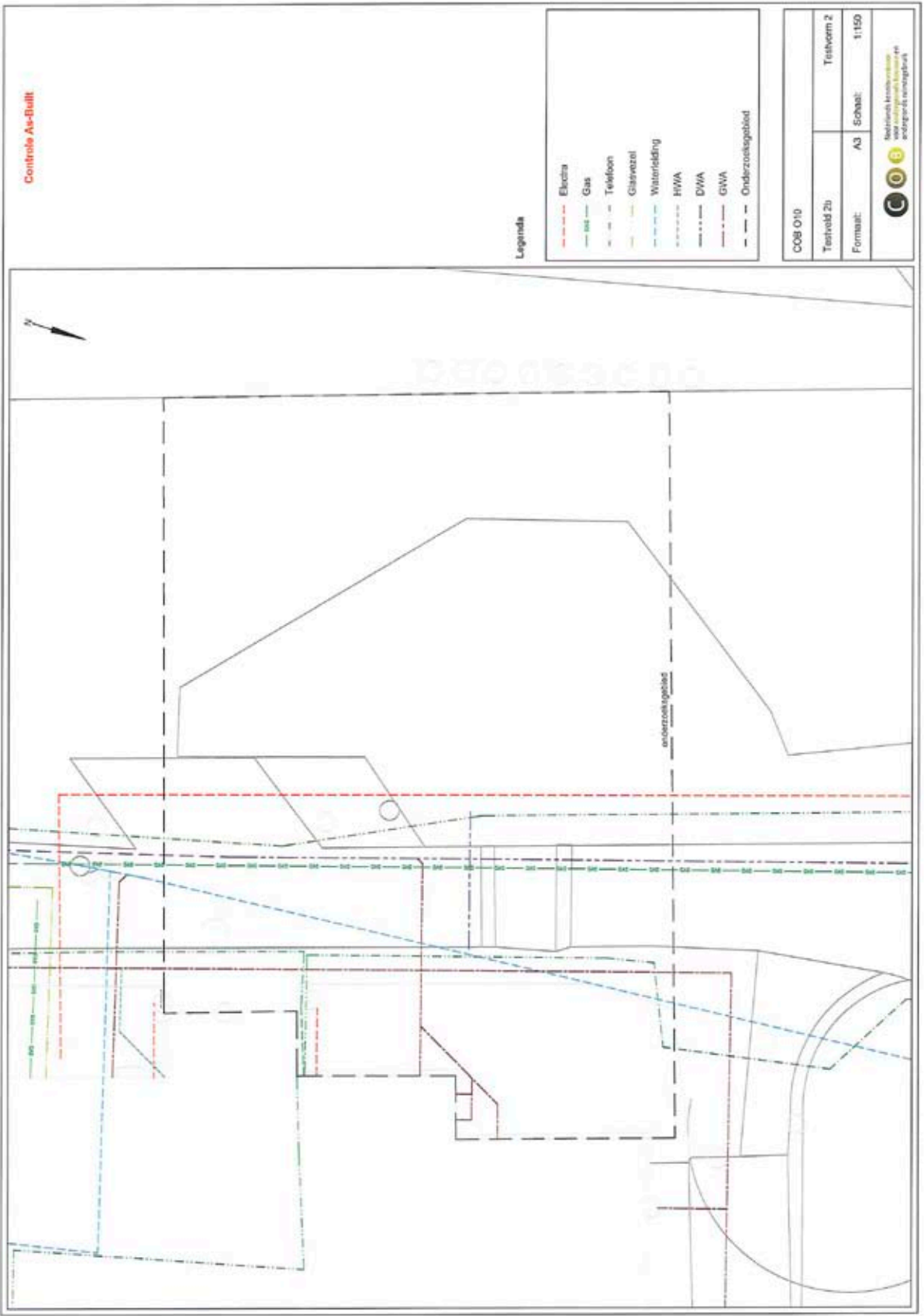
COB 010

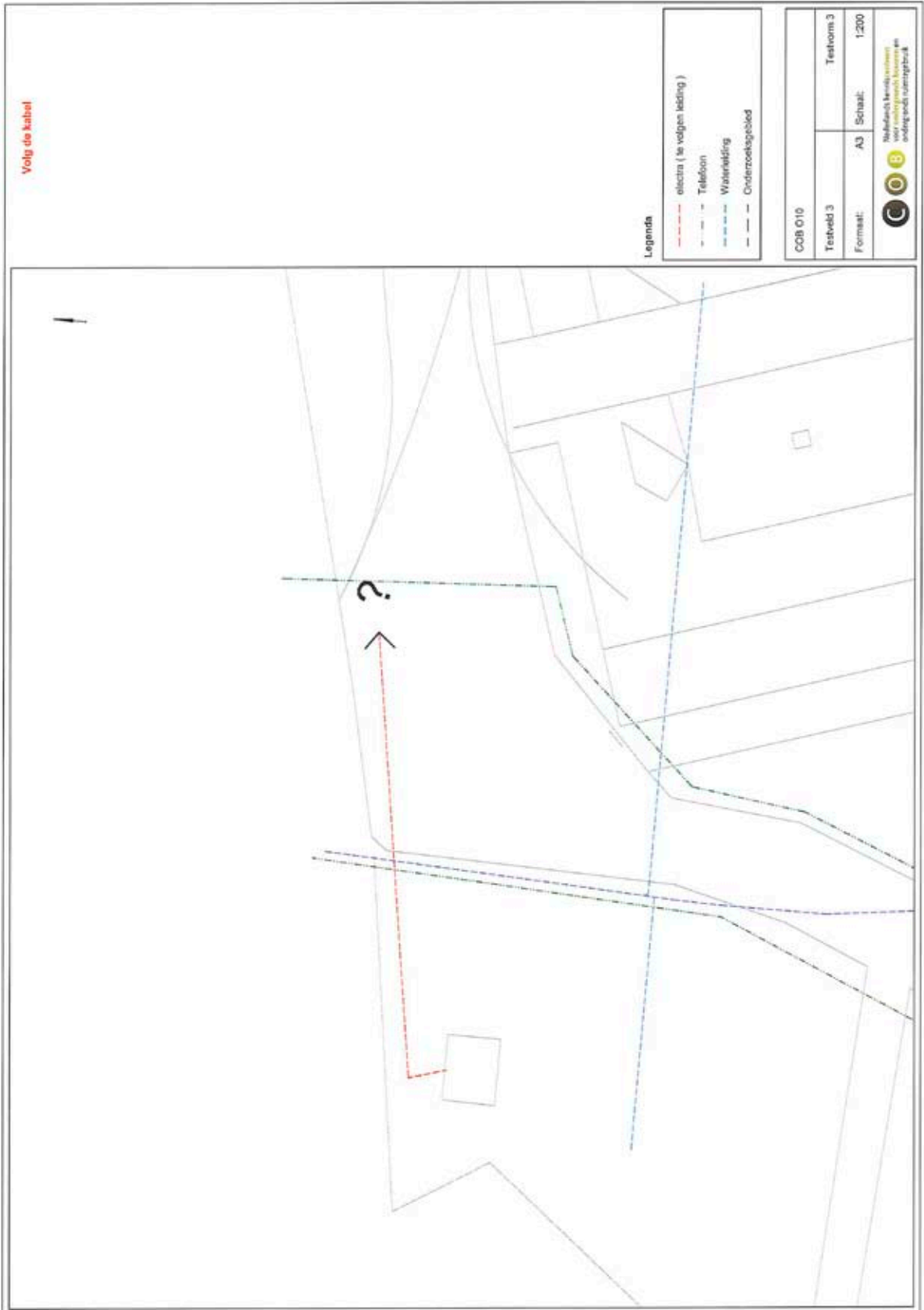
Teekind 1	Testvorm 1
Formaat: A3	Schaal: 1:150

 **C O B**  
Middelink heren & vromen  
voor ontwerp en bouw van  
ondergrondse ruimtes









## Bijlage 2 van de Uitvraag: Toelichting uitvoeringen onderzoeken



# Bijlage 2: Toelichting uitvoering onderzoeken

## Toelichting op de testen

### Drie soorten testen

De detectiebedrijven kunnen kiezen uit drie soorten testen (combinaties zijn mogelijk voor bedrijven die geen grondradar inzetten)

TEST 1: Opsporen van objecten zonder kaart

TEST 2: Karteren van objecten met behulp van een kaart die beschikbaar wordt gesteld.

TEST 3: Volg de leiding

Afhankelijk van de testvelden (3, 2 of 1) kan de volgorde van de testen gewijzigd worden.

### 1. Toegestane technieken

De detectiebedrijven mogen gebruik maken van de volgende technische hulpmiddelen

- Gebruikmaken van omgevingsparameters (afsluiters, deksels e.d.)
- Detecteren door middel van radiodetectie (met of zonder signaal op de kabel te zetten). Bij een aantal kabels worden punten aangewezen waar een signaal op de kabel gezet kan worden. Bij de overige kabels mag geen signaal op de kabel gezet worden.
- Detecteren door middel van grondradar
- Detectie door andere technische middelen (niet-destructief)

De volgende technieken mogen slechts gebruikt worden, in een klein gedeelte van het testveld, om apparatuur te kalibreren:

- Detecteren/verifiëren door middel van proefsleuven en andere graaftechnieken.
- Detecteren/verifiëren door middel van prikstokken, omdat de kans op beschadiging van leidingen bestaat en niet de normale procedure van KLIC meldingen gevolgd kan worden.

Niet toegestaan zijn:

- Gebruikmaken van historische informatie (oud werknemers e.d.).
- Raadplegen van kaarten.
- Metafysische methoden, zoals wichelroedes.

### 2. Snelheid beschikbaarheid resultaten

TEST 1, 2 en 3

Oplevering papieren en digitale kaarten gewenst binnen 10 dagen. Indien dit een te kort tijdsbestek is dienen de bedrijven dit aan te geven.

TEST 3

De detectiebedrijven wordt gevraagd om op een achttal 'markante' plaatsen (4 per leiding) piketpaaltjes te slaan, en de coördinaten van de piketpaaltjes ter plekke op te schrijven. Hierdoor wordt een beeld verkregen van hoe goed de detectiebedrijven de leidingen ter plekke (dus niet op kantoor) kunnen localiseren. Dit wordt door de begeleider namens het COB op de foto gezet. De coördinaten worden aangeleverd met GPS (RTK), RD (voor X-Y)+diepte t.o.v. maaiveld (voor Z).



Nederlands kenniscentrum  
voor ondergronds bouwen en  
ondergronds ruimtegebruik

### 3. Testduur

De tijd die de detectiebedrijven krijgen bedraagt maximaal:

- voor testveld 1: 4 uur;
- voor testveld 2a: 2 uur;
- voor testveld 2b: 4 uur;
- voor testveld 3: 2 uur.

De testduur begint op het moment dat men begint te detecteren.

Indien men eerder klaar is met meten, is deze tijd niet extra beschikbaar voor een ander testveld.

De tijd die men neemt voor pauzes e.d. gaat niet af van de tijd die beschikbaar is.

### 4. Uitleg aan de detectiebedrijven ter plaatse

- De detectiebedrijven krijgen de uitleg zoals hiervoor beschreven.
- De detectiebedrijven krijgen digitale tekeningen waarop de contouren van testveld 1 staan aangegeven (bij de uitvraag).
- De detectiebedrijven krijgen een digitale tekening waarop de contouren van testvelden 2a en 2b staan aangegeven, inclusief een deel van de aanwezige leidingen, foutief ingetekend (bij de uitvraag).
- De detectiebedrijven krijgen een digitale tekening waarop de beginpunten van de twee leidingen in testveld 3 staan aangegeven (bij de uitvraag).
- De begeleider namens het COB geeft een korte mondelinge toelichting (max. 5 minuten). Hij wijst de contouren van testvelden 1, 2a en 2b aan.
- De begeleider wijst aan waar de baken staan voor de ijking van de positiebepaling.
- De begeleider geeft geen enkele informatie over het aantal en soort leidingen/objecten.
- De begeleider observeert de handelingen van het detectiebedrijf.
- De begeleider vult de omstandigheden van de proef in (tijdstip aanvang, tijdstip einde, weersomstandigheden, vochtigheid grond, en meetapparaat)
- Het detectiebedrijf ondertekent dit formulier.

## Verwacht resultaat van detectiebedrijven

#### TEST 1

De detectiebedrijven geven op een digitale kaart aan welke leidingen en objecten ze hebben gedetecteerd.

Waarbij de volgende informatie op de tekening wordt gezet:

- Horizontale ligging (X-Y)
- Diepte (Z)
- Diameter
- Technieken waarmee de leiding is gedetecteerd.
- Betrouwbaarheid van gegevens (hoog, middel, laag.)

#### TEST 2

De detectiebedrijven geven op een digitale kaart aan welke leidingen en objecten ze hebben gedetecteerd.

Waarbij de volgende informatie op de tekening wordt gezet:

- Horizontale ligging (X-Y)
- Diepte (Z)
- Diameter
- Technieken waarmee de leiding is gedetecteerd.
- Leidingsoort/materiaal. Oftewel keuze uit deze vijf begrippen:
  - beton of vergelijkbaar (buis)
  - metaal (buis)
  - kunststof (buis)



- kabel
- los object
- Indien leidingen niet staan aangegeven maar wel de tracés van de aangegeven leidingen doorkruisen, moeten deze 'onbekende leidingen' ook worden aangegeven (tot 1 m naast de aangegeven leidingen)
- Betrouwbaarheid van gegevens (hoog, middel, laag.)

#### TEST 3

De detectiebedrijven geven op een digitale kaart aan hoe de twee leidingen liggen. Waarbij de volgende informatie op de tekening wordt gezet:

- Horizontale ligging (X-Y)
- Diepte (Z)
- Technieken waarmee de leidingen zijn gedetecteerd.
- Aanvullend plaatsen de detectiebedrijven op een achttal 'markante' plaatsen (vier per leiding) piketpaaltjes, en schrijven de coördinaten van de piketpaaltjes ter plekke op. Markante plaatsen zijn plaatsen waar de leidingen een bocht maken o.i.d.

De papieren tekening waarop de coördinaten van de piketpaaltjes staan, moet direct na de test worden ingeleverd. De papieren tekening heeft een schaal 1:200.

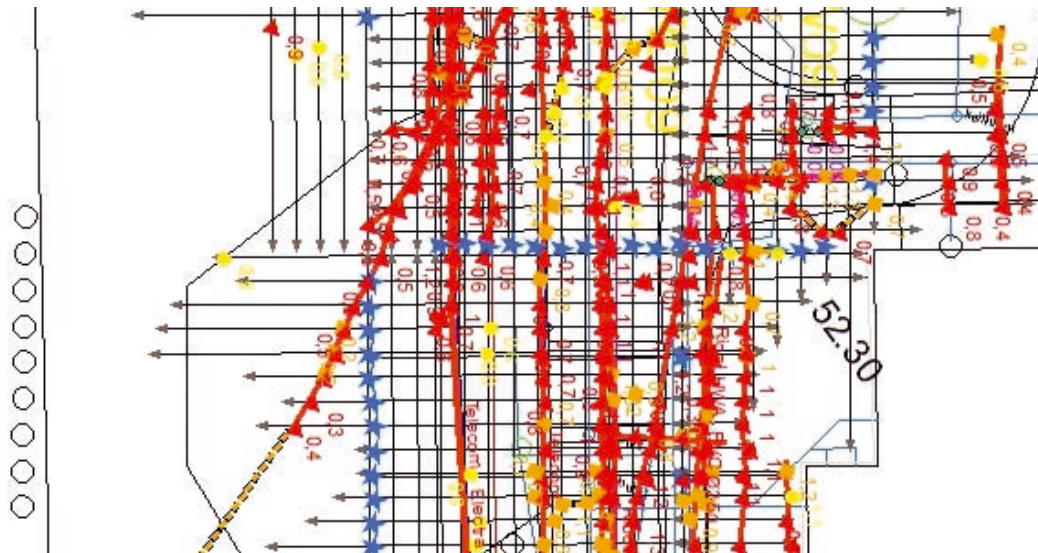
### Aanvullend voor alle testen

- Detectiebedrijven geven van te voren aan welke technieken ze gaan inzetten. Op de kaart geven ze aan met welke technieken de objecten zijn gevonden. Op deze manier wordt ook inzichtelijk wat de mogelijkheden zijn van minder gebruikte technieken, zoals akoestische detectie.
- De bedrijven leveren het digitale bestand aan in DWG (AutoCad) of SHP (ArcGis). Als onderlaag gebruiken ze de digitale kaart die bij de uitvraag door het COB is aangeleverd. Deze dient als referentiekader.
- Er wordt niet gevraagd om een 3D weergave omdat dit moeilijk te verwerken is door de beoordelingssoftware
- De coördinaten worden aangeleverd in RD (voor X-Y)+diepte t.o.v. maaiveld (voor Z).

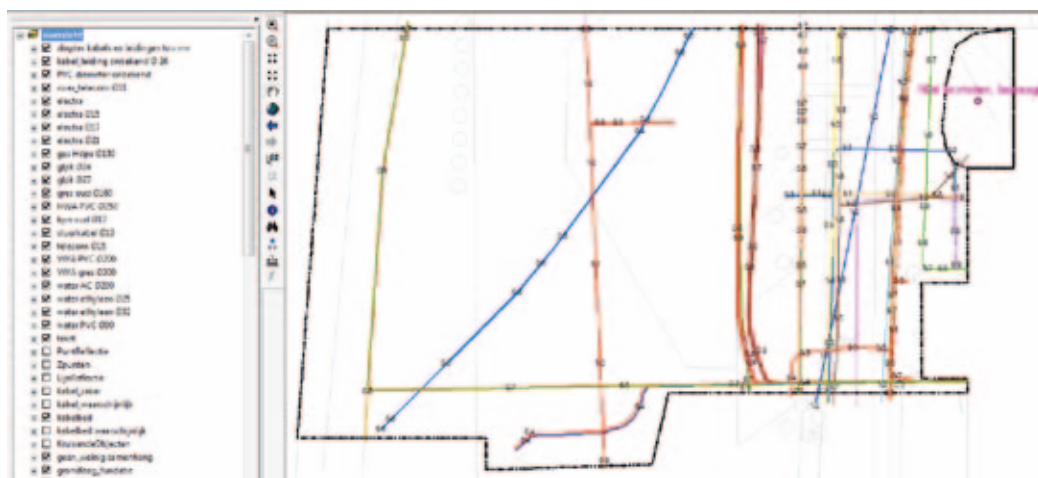
## IV Vastleggen werkelijke ligging in de testvelden

Het meetbedrijf dat de as-built situatie heeft ingemeten heeft hiervoor de volgende stappen doorlopen:

1. Opname van meetlijnen (1x1m grid)
2. Data verwerken tot reflectiekaart (losse puntjes)
3. Reflecties aan elkaar koppelen tot lintvormige elementen
4. Waar mogelijk de bovengrondse elementen benutten voor het plaatsen van radiodetectie signalen.
5. Onbekende gegevens valideren door het gericht graven van proefgaten



Resultaat grondradar as-built situatie



Eindresultaat na meten/detecteren en graven as-built situatie

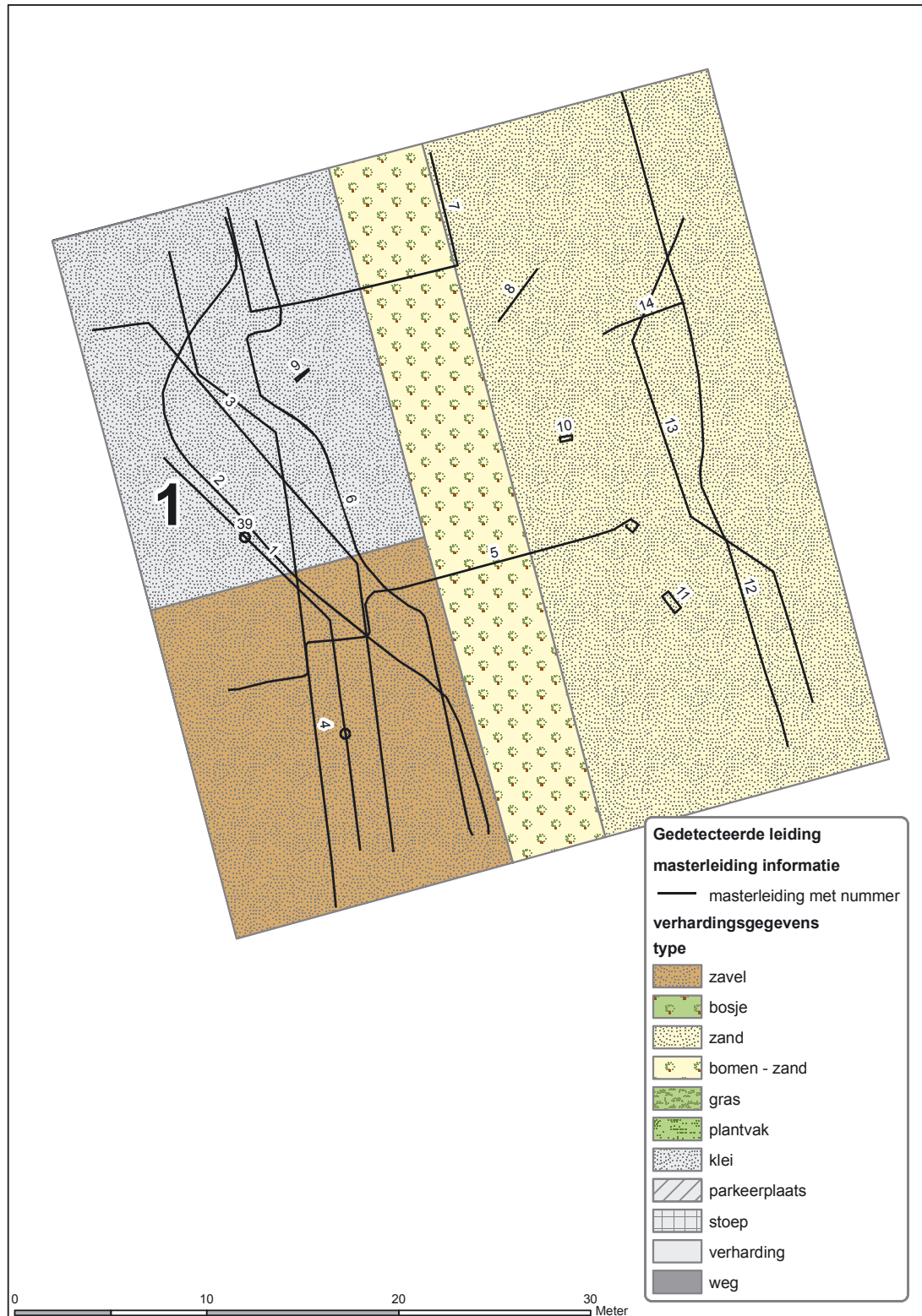


Proefgat voor het verkrijgen van aanvullende informatie.

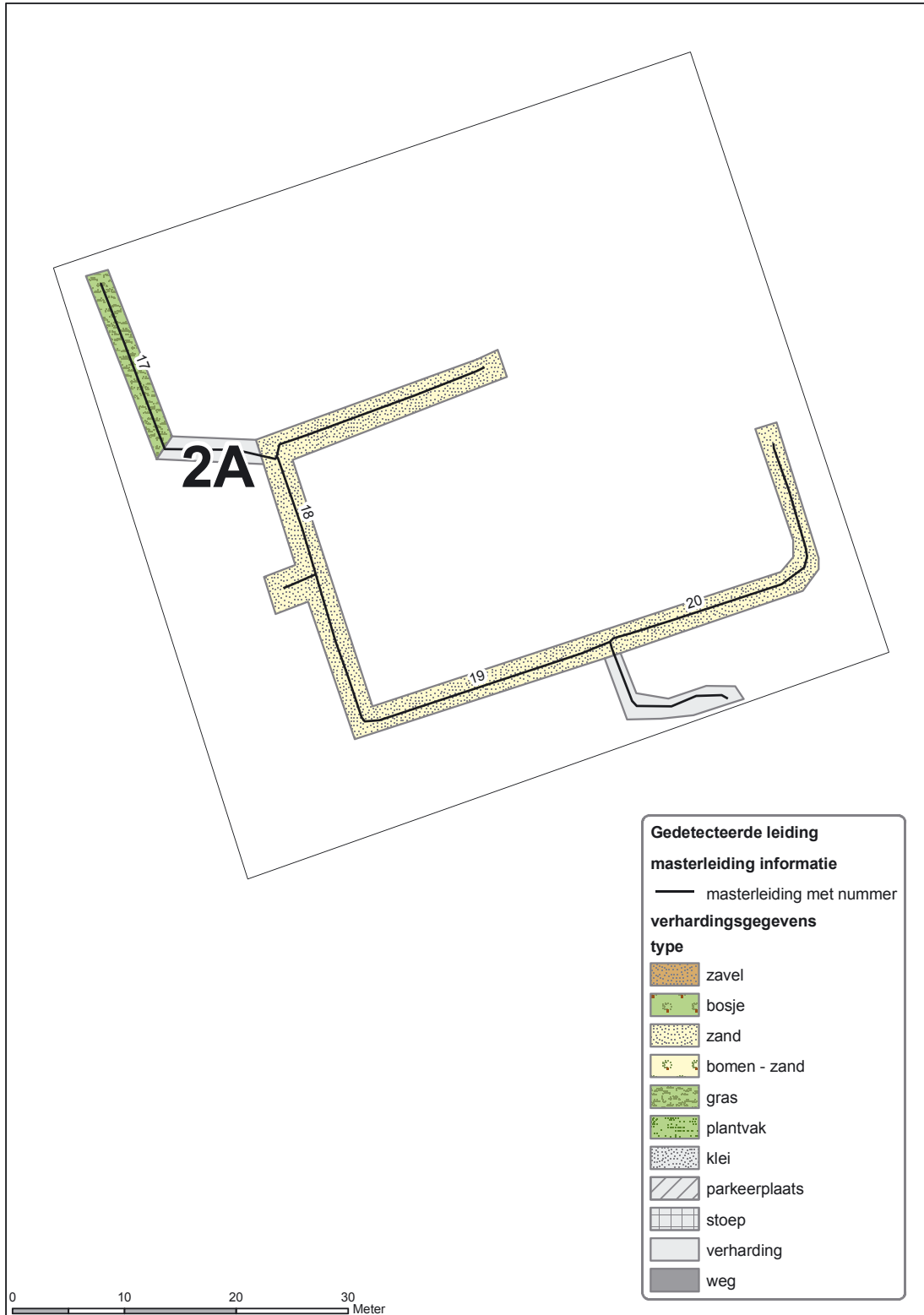


# V Overzichten van de testvelden

Testveld 1



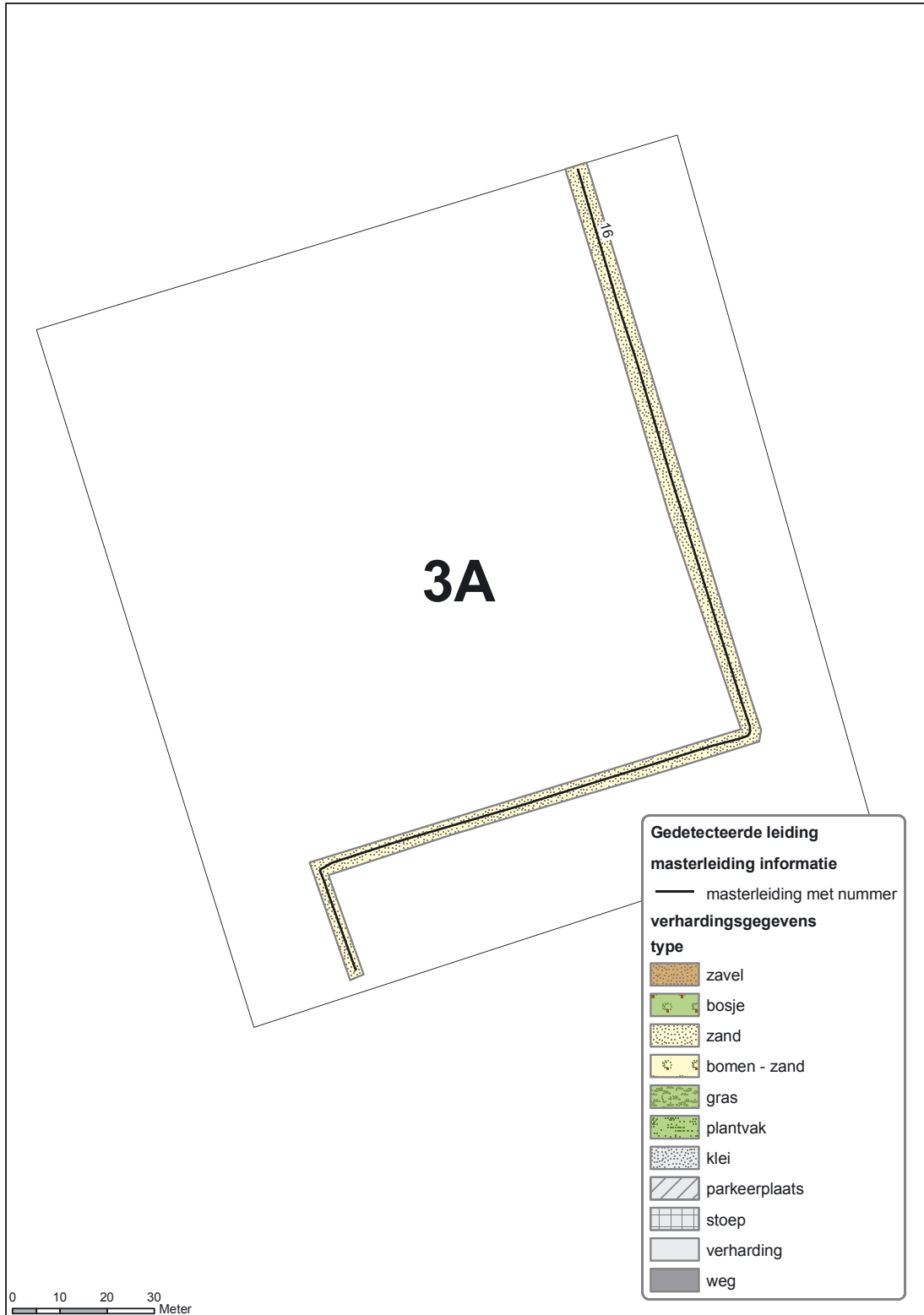
Testveld 2A



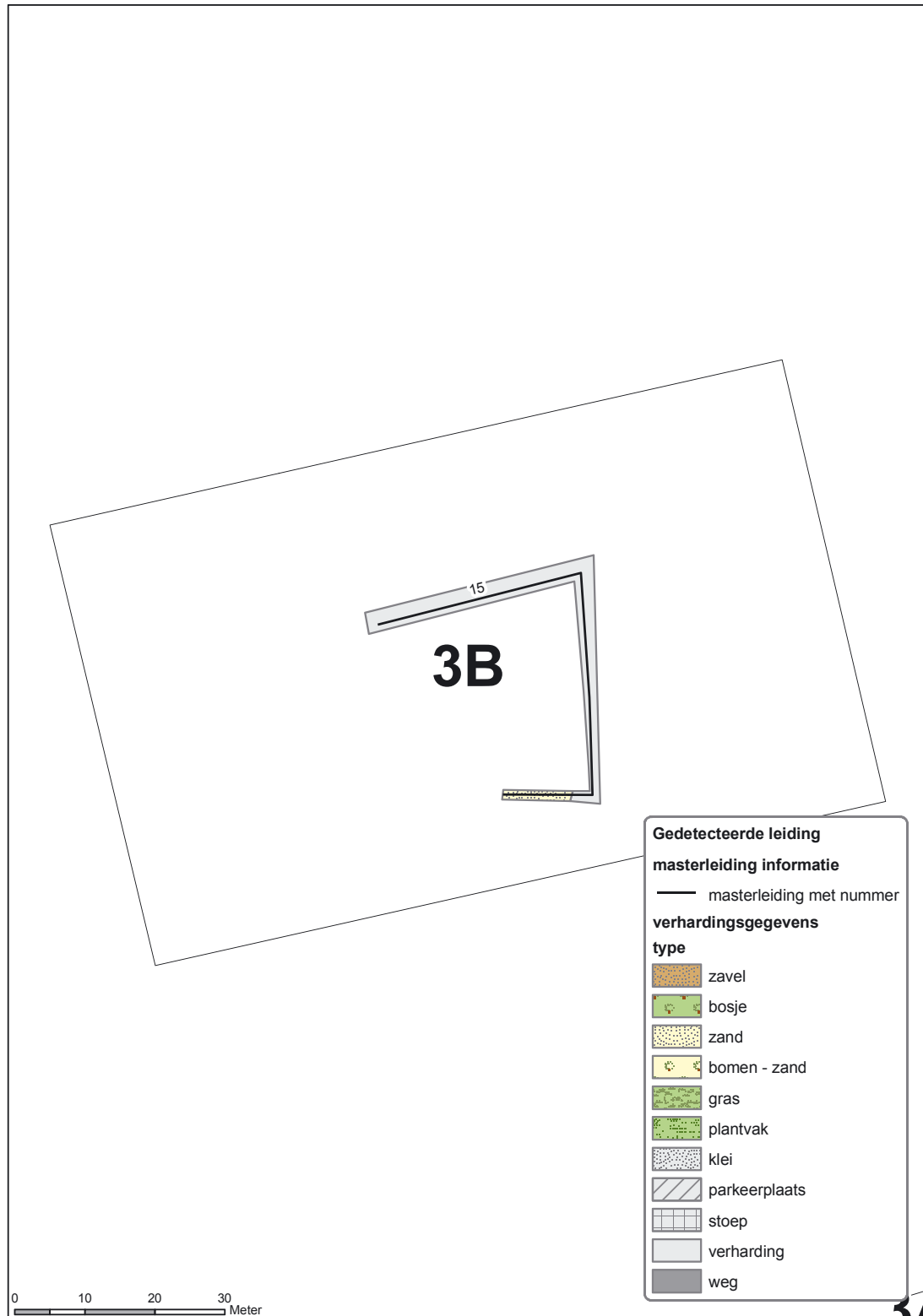
Testveld 2B



Testveld 3A



Testveld 3B





## VI Beoordeling van het plan van aanpak

	Ranking Plan van Aanpak	Schaal 1 t/m 3	Gewicht in %	schaal x gewicht
	<b>Criteria beoordeling Plan van Aanpak</b>			
1	blijk van begrip aanvrager - terug- komen op vraagspecificatie		15%	
2	beschrijven activiteiten buiten : inzet personeel		15%	
3	idem: inzet technologie		15%	
4	beschrijven kwaliteitsborging		15%	
5	vaststellen resultaten		10%	
6	beschrijven activiteiten dataprocessing		10%	
7	aanleveren van de resultaten onderzoek		10%	
8	planning		10%	
	<b>Rankingsysteem</b>	<b>waardering</b>		
	inhoud PvA : bovengemiddeld	> 200 < 300		
	idem : gemiddeld	> 100 < 200		
	idem : ondergemiddeld	> 0 < 100		
			100%	totaal score

Uitleg van criteria:

### 1. Vraagspecificatie

Hierin wordt gevraagd terugkoppeling te geven op de uitvraag. Wanneer in het Plan van Aanpak alle aspecten waren genoemd van de uitvraag had dit een score 3. Verhoudingsgewijs verloopt te score tot 1 voor een summiere opsomming. Bij geen terugkoppeling is score 0 gegeven.

### 2. Beschrijving van de inzet van het personeel

Geen van de partijen heeft een omschrijving gegeven voor personeelsinzet. Voor de score is dan uitgegaan van de beschrijving van activiteiten om de proef uit te voeren. Voor de score is 3 toegekend voor zeer gedetailleerd tot 1 summier. Score 0 voor het geheel niet noemen van de uitvoeringsmethodiek.

3. Beschrijving van de gebruikte technologie  
Voor de score is gekeken naar het noemen van de te gebruiken technologie. Hierbij maakt in de score het verschil of merk en type genoemd worden en onderbouwd is wanneer welke apparatuur toegepast zal gaan worden voor de verschillende proeven. Een score van 3 voor het gedetailleerd omschrijven van de technologie, doel en toe te passen apparatuur. Score 1 voor een summier omschrijving. Score 0 voor het in zijn geheel niet noemen van inzet technologie/apparatuur.
4. Beschrijving van de kwaliteitsborging  
Voor dit onderdeel is gekeken of de deelnemende partijen melding maken van mogelijke fouten of onmogelijkheden. Ook is daarbij gekeken naar mogelijk aan te dragen herstelmaatregelen of aanbevelingen. Het noemen van aanbevelingen of adviezen voor de opdrachtgever verhoogt de score.  
Een score van 3 voor een goed onderkend risicomanagement en bijbehorende kwaliteitsborging. Een score van 1 bij het zeer summier aantippen. Score 0 voor in het geheel niet noemen van de kwaliteitsborging.
5. Beschrijving van de resultaten en hoe deze opgeleverd worden  
Bij dit onderdeel is gekeken naar de omschrijving van uitvoering. De verschillende proeven vereisen elk een andere aanpak voor het traceren van de kabels en leidingen. Voor de score is gekeken naar de mate van detail in het omschrijven van de uitvoeringsmethodiek. Score 3 is zeer gedetailleerd tot summier met score 1. Score 0 voor het in het geheel niet noemen van de methodiek.
6. Beschrijving van hoe de dataprocessing na het inmeten verloopt  
Voor dit onderdeel is gekeken naar de mate van detail en weergave van toe te passen soft- en hardware. Score 3 voor een gedetailleerde omschrijving en score 1 voor een summier weergave. Score 0 voor het in het geheel niet noemen van dit onderdeel.
7. Beschrijving hoe de resultaten van het onderzoek worden aangeleverd  
In de uitvraag is omschreven wat van de deelnemende partijen verwacht wordt als product. Dit zijn de minimumeisen gesteld aan de opdracht. In de uitvraag is dit eindproduct met opzet niet uitputtend gedetailleerd omschreven.  
Een score van 3 wanneer de omschrijving aansloot of beter was als de uitvraag en score 1 bij een summier omschrijving van het product. Een score 0 bij het in zijn geheel niet noemen van het eindproduct.
8. Beschrijving van de planning  
Onderdeel van de COB-uitvraag was een vereiste maximale periode van verwerken meetgegevens en aanbieden producten.  
Voor de score is gekeken naar het noemen van deze vereisten. Tevens is gekeken of de deelnemende partijen de datum van uitvoering hadden genoemd.  
Score 3 is het overnemen van de minimale eisen voor aanlevering, weergeven van de uitvoeringsduur en bevestigen van de afspraak datum uitvoering, score 2 voor het niet weergeven van de uitvoeringsduur en het bevestigen van de afspraak en score 1 voor alleen afspraakbevestiging uitvoering. Score 0 voor het in geheel niet weergeven van uitvoering, opleveringsplanning of bevestiging.



## VII Checklist voor waarnemer praktijktest

Datum:				Tijdstip:			
Naam detectiebedrijf:			Naam waarnemer:				
Weersomstandigheden (beschrijving) Geef omschrijving, temperatuur en luchtvochtigheid aan.							
Metingen (voor en na de test)							
Temperatuur	Voor		Luchtvochtigheid	Voor		Grondvochtigheid	Voor
	Na			Na			Na
Welke testvelden worden getest			Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3	
Waren de testvelden in uitgangspositie? (aangeharkt en zonder markeringen testers)			Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3	
Geef perioden van regen aan		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Zijn de huisregels IPC en werktijden bij het detectiebedrijf bekend?							<input type="checkbox"/>
Is aan het detectiebedrijf een korte introductie gegeven? Is de detectiebedrijf verteld welke rol de toezichthouder heeft?							<input type="checkbox"/>
Aanwijzing inmeetbaken en welke kabels en leidingen middels signaal gedetecteerd mogen worden (zie tekening van het testveld).							<input type="checkbox"/>
Toegepaste apparaten		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Inzet van personeel? Wie en waar		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Geef de werktijden aan		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Welke hulpmiddelen worden/zijn ingezet tijdens de metingen		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Wordt het Plan van Aanpak gevolgd voor de testvelden en waarin kijkt het af		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Orde en netheid van werken (systematisch werken, netheid op het testveld, piketten opgeruimd, etc..)		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Zijn de meetgegevens voor test 3 in ontvangst genomen (als het bedrijf hieraan deelneemt)?						Ja <input type="checkbox"/>	Nee <input type="checkbox"/>
Wordt het testveld weer klaargemaakt voor het volgende detectiebedrijf door IPC?		Veld 1	Veld 2a	Veld 2b	Veld 3		
Neerslag		8u	12u	17 u	totaal		
Algemene opmerkingen testveld 1 (b.v defect raken van materieel, etc.)							
Algemene opmerkingen testveld 2a (b.v defect raken van materieel, etc.)							
Algemene opmerkingen testveld 2b (b.v defect raken van materieel, etc.)							
Algemene opmerkingen testveld 3 (b.v defect raken van materieel, etc.)							



## VIII Foto's tijdens uitvoering test



Meting met grondradar middels een meer-kanaalsysteem waarbij over de volle breedte 3D-data wordt verkregen.



Meting met grondradar met een enkel-kanaalsysteem, het meten van afzonderlijke meetlijnen.



Weergave van een radiodetectiesysteem.



Grondradar (groundtracer) gecombineerd met GPS.



Onderzoek met radiodetectiesysteem waarbij de detectiemarkeringen direct worden vastgelegd door een landmeter.



Schermweergave tijdens het opsporen.



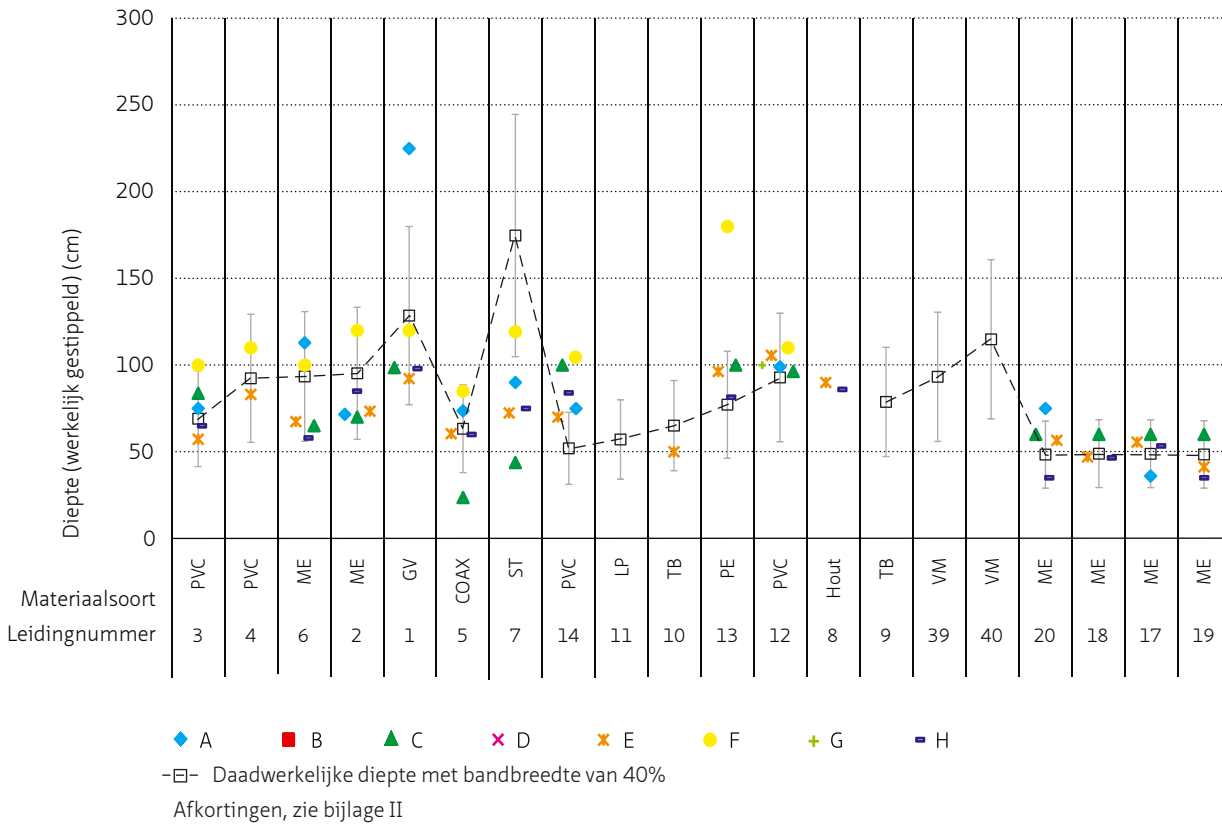
Weergave van een grondradar-kart.



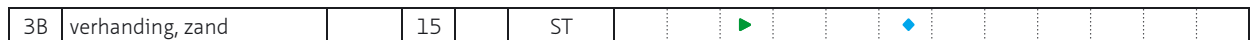
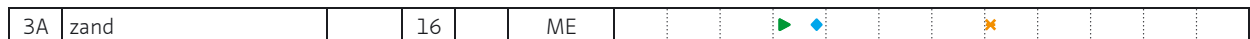
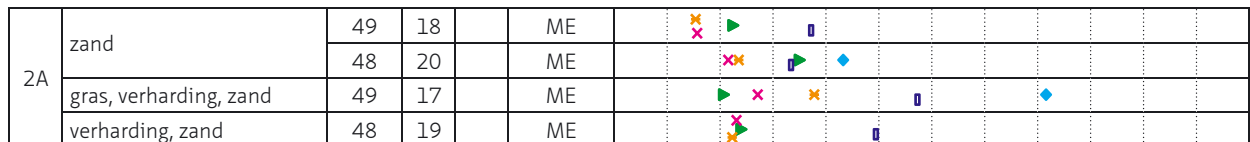
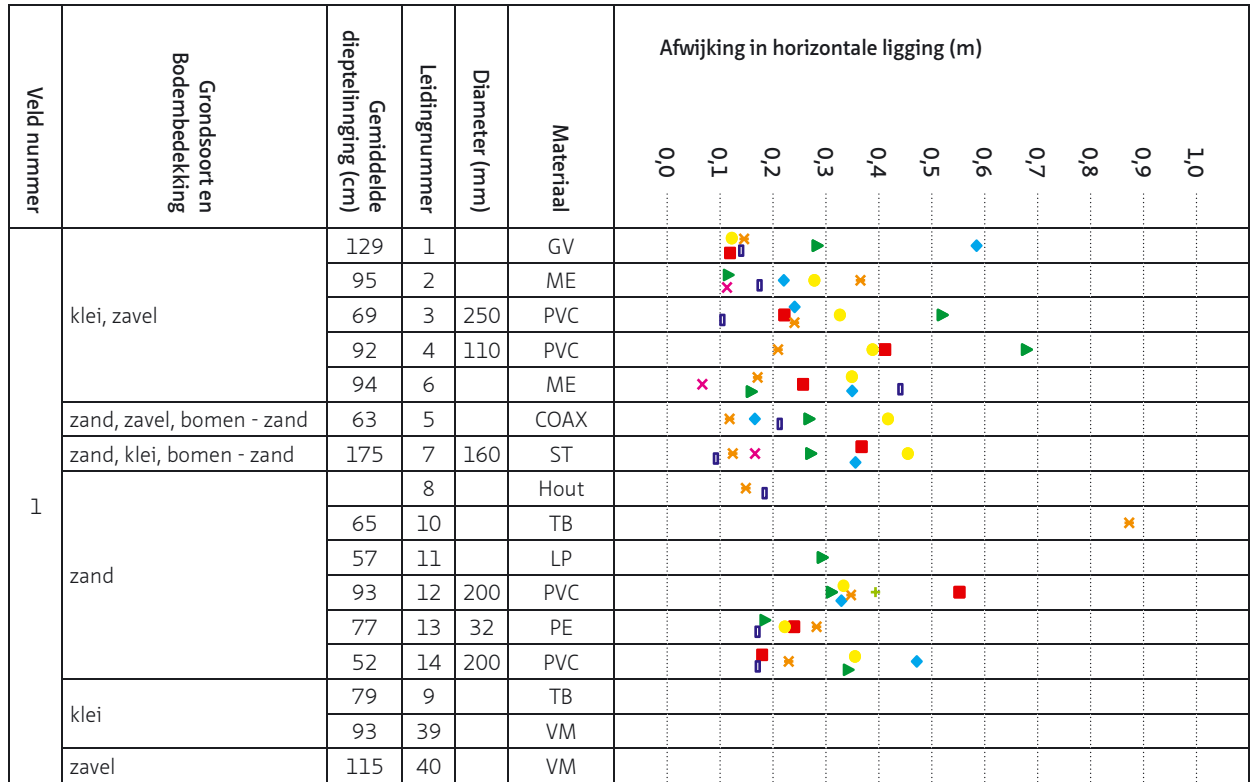
Het meten met grondradar (groundtracer) gecombineerd met GPS.

## IX Analyse van detectieresultaten

**FIGUUR IX.1** Verticale nauwkeurigheid per bedrijf per kabel/leiding.



**FIGUUR IX.2** Horizontale nauwkeurigheid per bedrijf per kabel/leiding.



◆ A      ■ B      ▲ C      × D      ✗ E      ● F      + G      - H

Afkortingen, zie bijlage II

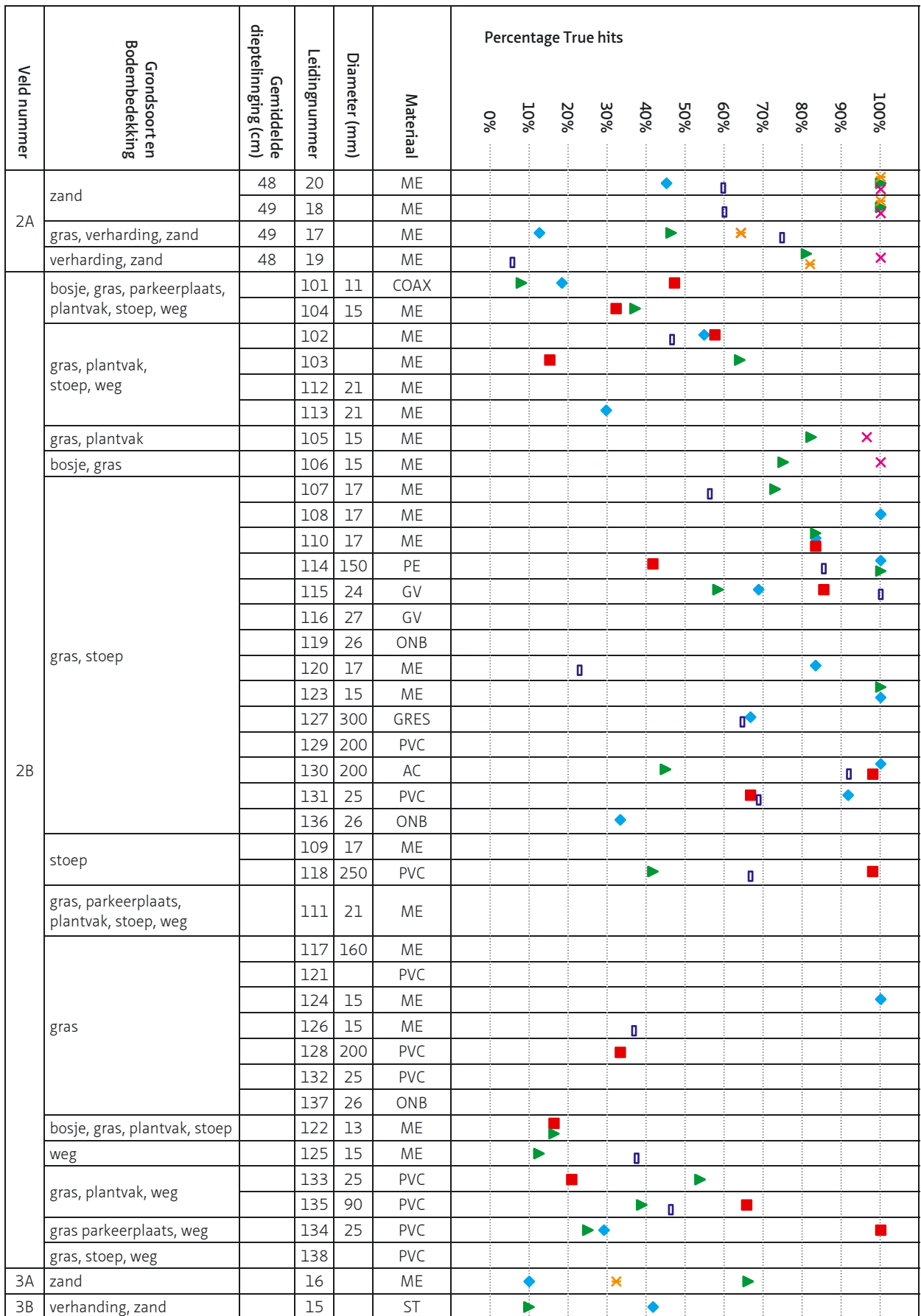


Veld nummer	Grondsoort en Bodembedekking	Gemiddelde dieptelinning (cm)	Leidingnummer	Diameter (mm)	Materiaal	Afwijking in horizontale ligging (m)																	
						0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0							
2B	bosje, gras, parkeerplaats, plantvak, stoep, weg		101	11	COAX			◆			▶	■											
			104	15	ME		■		▶														
	gras, plantvak, stoep, weg		102		ME		▣		■	◆													
			103		ME				■	▶													
			112	21	ME																		
			113	21	ME						◆												
	gras, plantvak		105	15	ME			▶	×														
	bosje, gras		106	15	ME			▶	×														
			107	17	ME				▶	▣													
	gras, stoep		108	17	ME		◆																
			110	17	ME						■		◆	▶									
			114	150	PE			▣	◆	■		▶											
			115	24	GV				▶		▣	■									◆		
			116	27	GV																		
			119	26	ONB																		
			120	17	ME				▣			◆											
			123	15	ME							▶		◆									
			127	300	GRES				▣													◆	
			129	200	PVC																		
			130	200	AC				▣	◆	■											▶	
			131	25	PVC			■	▣			◆											
			136	26	ONB																		◆
	stoep		109	17	ME																		
			118	250	PVC				▶		▣	■											
	gras, parkeerplaats, plantvak, stoep, weg		111	21	ME																		
	gras		117	160	ME																		
			121		PVC																		
			124	15	ME							◆											
		126	15	ME																			
		128	200	PVC																	■		
		132	25	PVC																			
		137	26	ONB																			
bosje, gras, plantvak, stoep		122	13	ME																	■		
weg		125	15	ME				▣		▶													
gras, plantvak, weg		133	25	PVC				▶		■													
		135	90	PVC							▣	▶											
gras parkeerplaats, weg		134	25	PVC				■	◆												▶		
gras, stoep, weg		138		PVC																			

◆ A    ■ B    ▲ C    × D    × E    ● F    + G    ▣ H

Afkortingen, zie bijlage II

**FIGUUR IX.3** Veld 2A, 2B, 3A, 3B: Percentage gevonden leiding - per bedrijf.



◆ A    ■ B    ▲ C    × D    ✗ E    ● F    + G    - H

Afkortingen, zie bijlage II







Kabels en leidingen zijn vitaal voor het leveren van basisvoorzieningen als elektriciteit, drinkwater, gas, dataverkeer en riolering. De Nederlandse ondergrond ligt er vol mee en het is de verwachting dat het aantal kabels en leidingen in de toekomst verder zal toenemen. Het maatschappelijk belang van waarborging van de levering van basisvoorzieningen leidt tot een groeiende behoefte aan betere plaatsbepaling van kabels en leidingen. Voor het verminderen van schade aan kabels en leidingen worden bij graafactiviteiten proefsleuven gegraven of leidingen aangeprikt. Omdat deze technieken tijdrovend zijn en een opname geven van een beperkt gebied, is er een opkomst van bedrijven die gebruik maken van innovatieve detectietechnieken, zoals grondradar en radiodetectie.

Het Platform Kabels en Leidingen dat deel uitmaakt van het COB heeft het initiatief genomen om de kwaliteit van innovatieve detectietechnieken en het gebruik daarvan vast te stellen. Dit heeft geresulteerd in een verkennend onderzoek waarin is vastgesteld dat er niet één techniek bestaat waarmee een volledige en juiste detecteerbaarheid van alle kabels en leidingen in iedere grondsoort mogelijk is. Daarnaast bleek dat de beschikbare tijd, de aanpak en de deskundigheid van de gebruiker van detectietechnieken van grote invloed is op de resultaten.

In navolging van dit verkennend onderzoek is een praktijktest gehouden, waarin de aandacht is gelegd op detectiebedrijven in plaats van de technieken. De praktijktest levert inzicht in de toepassing door bedrijven van innovatieve opsporingstechnieken. De praktijktest bestaat uit drie deeltesten gebaseerd op relevante praktijksituaties voor beheerders van kabels en leidingen, grondroerders en gebiedsbeheerders. De deeltesten bestaan uit het uitvoeren van vlakdekkend onderzoek voor het opsporen van ondergrondse objecten zonder kaart, het controleren en corrigeren van een kabel- en leidingtekening (as-built situatie) en het volgen van een kabel en een leiding.

De beoordeling van de detectiebedrijven is uitgevoerd op drie aspecten. Allereerst is gekeken naar de kwaliteit van het geleverde Plan van Aanpak en de wijze van uitvoering in relatie tot dit geleverde Plan van Aanpak. Als belangrijkste aspect is de volledigheid en de nauwkeurigheid van de meetresultaten beoordeeld. De beoordeling van de resultaten wijst uit dat er grote verschillen zijn per detectiebedrijf in de hoeveelheid gedetecteerde kabels en leidingen. Het blijkt dat een aanzienlijk aantal kabels en leidingen gevonden kan worden, echter niet over de volledige lengte.

Sommige detectiebedrijven detecteren een groot aantal kabels en leidingen die in werkelijkheid niet aanwezig zijn.

De praktijkproef wijst uit dat er grote verschillen zijn tussen werkwijze van de detectiebedrijven tijdens de uitvoering, de voorbereiding en de aanlevering van resultaten.

Bij het detecteren blijkt dat verharding van het oppervlak of een bundeling van kabels een negatieve invloed heeft op de detecteerbaarheid. Ook wijzen de resultaten uit dat detectie van kabels en leidingen in klei minder nauwkeurig is dan in zavel, wat op zijn beurt minder nauwkeurig is dan in zand.

Een vergelijk tussen de meetresultaten die zijn verkregen met radiodetectie en grondradar, laat zien dat de radiodetectie meer nauwkeurige resultaten oplevert, deze techniek is echter alleen toepasbaar op metalen kabels en leidingen, waarop een signaal geplaatst kan worden.

De praktijkproef toont aan dat innovatieve detectietechnieken een grote potentie hebben voor het in kaart brengen van de kabels en leidingen en mogelijk ook andere objecten in de ondergrond. Verwacht wordt dat een verdere verbetering van de detectienauwkeurigheid mogelijk is als detectiebedrijven kwaliteitsverbeteringen doorvoeren. Het is de verwachting dat detectie zonder nagrafen of aanprikken niet mogelijk zal zijn. Door de invoering van innovatieve technieken wordt verwacht dat er minder proefsleuven gegraven hoeft te worden en dat de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling van kabels en leidingen zal toenemen.