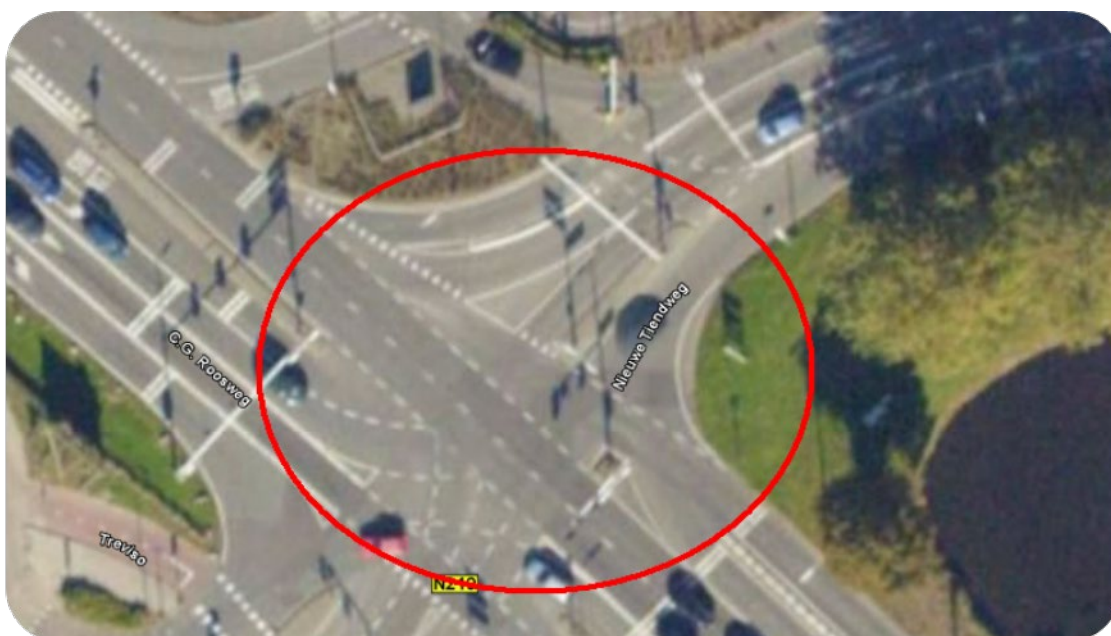


Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek

Adviesrapport: C.G. Roosweg - Gemeente Krimpen aan
den IJssel



Opdrachtgever

Gemeente Krimpen a/d IJssel
Dhr. J. Kalkman

Movares Nederland B.V.

Ondertekenaar

Kenmerk D90-RST-KA-1200153 - Versie 2.0

Utrecht, 4 mei 2012
Vrijgegeven

© 2012, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Inhoudsopgave

1	Toelichting inhoudsopgave	2
2	Inleiding	3
2.1	Aanleiding Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek	3
2.2	Probleemstelling	3
2.3	Doelstelling	4
3	Voorgeschiedenis C.G. Roosweg	5
4	Onderzoek verzakking N210 (<i>Onderzoek naar de fundering en advies oplossing (d.d. 26 mei 2009)</i>)	6
4.1	Aanleiding onderzoek	6
4.2	Advies, conclusies en bevindingen	6
4.2.1.	<i>Advies 2009</i>	6
4.2.2.	<i>Conclusies en bevindingen</i>	7
4.2.3.	<i>Aanbevelingen</i>	7
5	Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek C.G. Roosweg – Gemeente Krimpen aan den IJssel	8
5.1	Inleiding	8
5.2	Onze aanpak	9
5.3	Het resultaat van de pilot	9
6	Conclusies & Aanbevelingen naar aanleiding van het Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek	10
6.1	Conclusies	10
6.2	Aanbevelingen	15
6.2.1.	<i>Aanbeveling vanuit het onderzoek uitgevoerd in 2009</i>	15
6.2.2.	<i>Aanbevelingen naar aanleiding van het grondradaronderzoek</i>	15
7	Integraal advies	17
	Colofon	19

Bijlage I *Grondradaronderzoek op de kruising van N210 en Nieuwe Tiendweg te Krimpen aan den IJssel*

Bijlage II *Tekening Boorlocaties*

1 Toelichting inhoudsopgave

In deze adviesrapportage treft u:

- In **hoofdstuk 2** de Voorgeschiedenis van de C.G. Roosweg
- In **hoofdstuk 3** het Onderzoek naar de fundering en advies oplossing (d.d. 26 mei 2009)
- In **hoofdstuk 4** het Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek C.G. Roosweg.
- In **hoofdstuk 5** de conclusies & aanbevelingen naar aanleiding van het Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek.
- In **hoofdstuk 6** een Integraal Advies naar aanleiding van de resultaten, conclusies en aanbevelingen.

De resultaten van het grondradaronderzoek, de asfaltboringen en de peiling van de grondwaterstand zijn bijgesloten in **bijlage I**.

Voor de locatie van de uitgevoerde asfaltboringen, zie **bijlage II**.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek

In 2009 is reeds door Movares een advies geleverd voor nader onderzoek naar de fundering van de C.G. Roosweg. Mede door de aanleg van de N210 en daarbij opgetreden incidenten met de fundering, is groeiende bezorgdheid over de staat van de fundering van de weg ontstaan.

De C.G. Roosweg is van essentieel belang voor Krimpen aan den IJssel en vormt één van de belangrijkste aan- en afvoerroutes naar de Rotterdams regio. Veilige berijdbaarheid en beschikbaarheid van de weg zijn dus zeer belangrijk!

2.2 Probleemstelling

De weg is gefundeerd op een draagconstructie op palen onder het maaiveld. Uw grootste zorg is het plotseling falen (bijvoorbeeld door zettingsverschillen) van een deel van de weg, waardoor primair fatale ongevallen het gevolg kunnen zijn en secundair (en niet minder belangrijk) dat grote hinder voor het verkeer optreedt. Er is dus sprake van zowel een veiligheidsrisico alsmede een beschikbaarheidsrisico. Er zijn geen of weinig gegevens bekend van de fundering van de weg, zowel qua gebouwde toestand als in de huidige conditie. Maatregelen om het risico in kaart te brengen c.q. te verminderen variëren van monitoring tot en met gehele vervanging van de constructie. Deze bandbreedte is op dit moment te groot om een beslissing te kunnen nemen. Essentieel is het vergaren van meer informatie om het mogelijk te maken gerichte maatregelen te nemen.

2.3 Doelstelling

Het doel van de gemeente Krimpen aan den IJssel is om het risico op falen van het wegdeel te verminderen, door:

- a) Meer informatie te verkrijgen over de huidige staat, zodat het risico beter ingeschat kan worden;
- b) Maatregelen te benoemen om het risico te verminderen.

Om aan deze doelstelling te voldoen zijn een aantal onderzoeken noodzakelijk. In grote lijnen komt dat overeen met de aanbevelingen uit onze rapportage van 2009.

Deze aanbevelingen zijn in een vrijblijvend advies (augustus 2011) verwoord met een (globale) indicatie van het kostenniveau.

Het bereiken van de tweede doelstelling is echter pas mogelijk als de eerste is bereikt en kunnen wij nog niet specificeren.

De volgende potentiële faalmechanismen vormen de basis voor de zoekrichting naar meer informatie:

- Falen van de “voegovergangen” c.q. dilataties tussen de constructiedelen, met als gevolg wegspoelen van zand;
- Falen van de palen onder de constructie;
- Zijdelings wegzakken van de constructiedelen;
- Wegspoelen grond onder de fundering.

De volgende onderzoeken bevelen wij u aan om meer informatie te verkrijgen omtrent de staat van de fundering:

- Het meten van de verplaatsingen van de weg over langere tijd geeft informatie over zettingen op lange termijn en geeft ook informatie over verplaatsingen in de grond;
- Het in kaart te brengen wat de situatie is van de kabels en leidingen en aanwezige ondergrondse infrastructuur onder en rond de C.G. Roosweg;
- Een milieukundig bodemonderzoek in verband met risico's op verontreinigingen;
- Grondmechanisch onderzoek: sonderingen en boringen en een geotechnisch advies;

- Grondradaronderzoek: Inventarisatie holtes (weggelopen zand) en in kaart brengen van de constructie;

- Inspectie van de palen/dilataties voor het bepalen van de onderhoudstoestand van de palen en dilataties;
- Het opstellen van een risico-inventarisatie en op basis van de dan beschikbare informatie evaluatie waarvan een gericht plan van aanpak is, met prioriteitstelling en planning.

3 Voorgeschiedenis C.G. Roosweg

De N210, ook wel bekend als de C.G. Roosweg, van Krimpen aan den IJssel tot Bergambacht is een provinciale weg die dwars door de Krimpenerwaard loopt en deze ontsluit. In het kader van de Wet Herverdeling Wegen (WHW) is de oorspronkelijke eigendom- en beheersituatie opgesplitst en onderverdeeld naar gemeenten en provincie. De weg kent dus meerdere wegbeheerders. Zo is de gemeente Krimpen aan den IJssel verantwoordelijk voor het wegvak vanaf de Algerabrug tot en met het kruispunt met de Industrieweg-Nieuwe Tiendweg. Vanaf het kruispunt richting Bergambacht - Schoonhoven is het beheer bij de Provincie Zuid-Holland ondergebracht.

In een eerder stadium zijn ter plaatse van het provinciale deel verzakkingen van de weg geconstateerd en zijn hiervoor in eerste instantie (tijdelijke) maatregelen getroffen. Uiteindelijk is door Gedeputeerde Staten besloten tot hernieuwbouw van de N210. De uitvoering van de nieuwbouwwerkzaamheden is door de provincie opgedragen aan Ballast Nedam Infra. Dit project is uitgevoerd in 2010. Het wegvak grenst aan de beheergrens met de gemeente Krimpen aan den IJssel.

This technical drawing illustrates a proposed roundabout (Rondweg) at the intersection of Rotterdamseweg and Nieuwe Rotterdamseweg. The drawing shows the layout of the roads, including the roundabout itself, and labels various features such as 'Nieuwe Rotterdamseweg', 'Rotterdamseweg', and 'Rondweg'. It also indicates existing infrastructure like 'Nieuwe Rotterdamseweg' and 'Rotterdamseweg'.

Voor de gemeente Krimpen aan den IJssel zijn de geconstateerde verzakkingen in het provinciale deel aanleiding geweest het gemeentelijk wegvak nadrukkelijker te monitoren. In dit gemeentelijk wegvak zijn nu eveneens verzakkingen geconstateerd.

4.2 Advies, conclusies en bevindingen

Hieronder hebben wij het advies en de belangrijkste conclusies, bevindingen en aanbevelingen vanuit het onderzoek in 2009 beschreven, die een relatie (kunnen) hebben met het grondradaronderzoek.

- Vervang de originele bakconstructie. (Dus geen versterkingsmaatregelen aan de bestaande constructie uitvoeren).
- Vervang de uitbreiding uit 1960.
(Door de toename van de verkeersbelasting voldoet de constructie niet meer. Een aanwijzing vormt het aantal palen onder de plaat. Er zijn 2 paalrijen aanwezig, tegenover 3 paalrijen onder de plaat van 1998. Eventuele schade aan de betonplaat treedt op aan de onderzijde en is dus niet zichtbaar).
- Vervang de uitbreiding welke is aangebracht tussen 1960 en 1998.
- Overweeg om tevens het onderheide deel van de busbaan uit 1973 te vervangen. Van belang is de vraag of hier reeds schade is geconstateerd.
- Handhaaf de uitbreiding uit 1998.

- Zorg voor een goede afstemming met de provincie ten aanzien van de werkzaamheden die zij verrichten aansluitend op het kruispunt C.G. Rooseweg / Tiendweg. Dit is noodzakelijk uit technisch oogpunt (invloed van

werkzaamheden provincie op de stabiliteit van de constructie onder het kruispunt, alsmede aansluiting van de nieuwe constructie van het kruispunt op het aansluitende wegvak) en uit planningstechnisch oogpunt.

- Overweeg om een groter deel van het kruispunt te onderheien, opdat de in-en uitvoegstroken goed -en zonder zettingsverschillen- aansluiten.
- Overweeg of wegafsluitingen en –omleidingen mogelijk zijn. Dit heeft namelijk invloed op de technische oplossing en daarmee de bouwkosten.

4.2.2. Conclusies en bevindingen

- De bestaande constructie (N210) breed monitoren om tekens van eventueel bezwijken tijdig te herkennen.
- Monitoring is uit technisch oogpunt noodzakelijk in verband met de stabiliteit van de constructie onder het kruispunt, alsmede aansluiting van de nieuwe constructie van het kruispunt op het aansluitende wegvak.
- Restlevensduur van met name de originele constructie is beperkt;
- Palen zijn (bewust) onderste boven geheid;
- Bodemopbouw varieert;
- Houten palen zijn natuurproduct;
- Toename verkeersbelasting in de tijd;
- Toename negatieve kleef als gevolg van activiteiten in omgeving (bemalingen, grondaanvullingen)

Het is met de huidige gegevens niet mogelijk om een weging uit te voeren. Gesteld kan worden dat een oplossing van een betonplaat op palen voor het gehele wegvak een goede oplossing is, maar dat nader onderzoek in een vervolgfase mogelijk tot een geschikt alternatief kan leiden. Er moeten dan wel meer gegevens bekend zijn.

4.2.3. Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling peilbuizen te plaatsen en te monitoren of dit in ieder geval te doen bij verwachte (locale) wijzigingen in de grondwaterstand.

Indien het wegvak in de toekomst nog verder wordt uitgebreid adviseren wij gebruik te maken van betonnen palen.

Geadviseerd is om de plaat uit 1998 te handhaven maar de overige constructies te vervangen. Het deel van de busbaan dat onderheid is kan hierbij eventueel meegenomen worden. Een en ander is mede afhankelijk van het schadebeeld. Er zijn geen gegevens van de constructie bekend.

Voor het kruispunt is geadviseerd om een draagconstructie op palen boven de grondwaterstand aan te brengen. In de keuze voor het type draagconstructie spelen eventuele toekomstige uitbreidingsplannen en faseringsmogelijkheden een rol. Vooral nog lijkt een betonplaat op palen de meest flexibele oplossing.

Bij de oplossing van een betonplaat op palen binnen de huidige betonnen bak is een fasering van werkzaamheden, waarbij het verkeer doorgang vindt, mogelijk.

5 Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek C.G. Roosweg – Gemeente Krimpen aan den IJssel

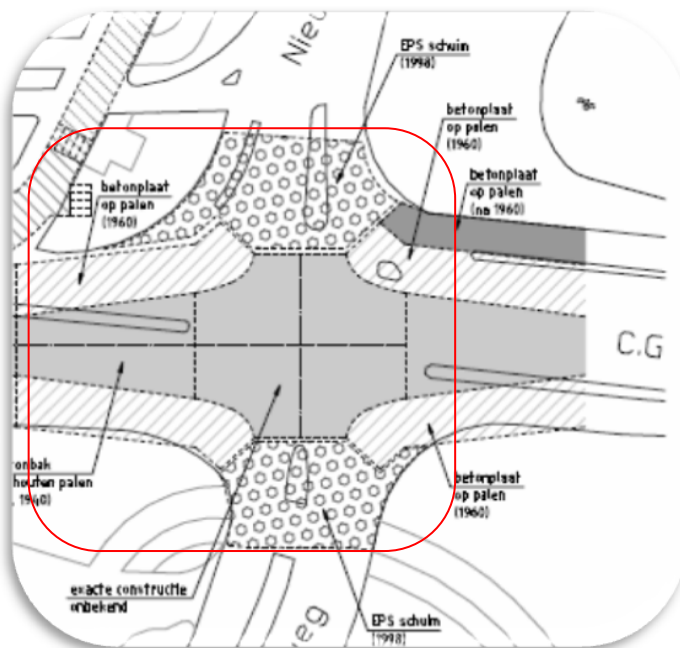
5.1 Inleiding

Om de risico's beter te kunnen inschatten zijn onderzoeken noodzakelijk. Deze noodzakelijke onderzoeken hebben wij middels een vrijblijvend advies in augustus 2011 voor de gemeente Krimpen aan den IJssel inzichtelijk gemaakt.

Naar aanleiding van ons advies heeft de gemeente ons gevraagd een vooronderzoek (Pilot) uit te voeren naar de haalbaar- en toepasbaarheid van grondradartechnologie voor het karteren van de wegopbouw.

Door het gebruik van deze technologie is het in eerste instantie het van belang om te weten waar de palen zich bevinden en of er zich holtes onder de grond bevinden. De grondradar lijkt hiervoor veelbelovend, maar deze techniek geeft niet gegarandeerd de juiste uitkomsten. Het waterniveau, bestanddelen van het asfalt etc. kunnen er voor zorgen dat de resultaten slechts beperkt bruikbaar zijn.

Om de haalbaarheid te kunnen toetsen is er op een beperkt oppervlak de ondergrond onderzocht met de grondradar (zie figuur 1). Op basis van dit beperkte onderzoek kunnen conclusies worden getrokken ten aanzien van de haalbaarheid voor het totale wegoppervlak.



Figuur 1 Beperkt oppervlak wordt onderzocht met grondradartechnologie

5.2 Onze aanpak

Met het uitvoeren van de pilot, met behulp van grondradartechnologie, hebben wij de ondergrond in kaart gebracht, inclusief het bepalen van het grondwaterniveau ten opzichte van NAP. Bij het in kaart brengen is gekeken naar de aanwezigheid van eventuele holle ruimtes in de eerste grondlaag (onder het asfalt) en hebben dit aangegeven.

Middels asfaltboringen (11 stuks) is de constructieopbouw van het asfalt en de bovenkant van de betonnen bakconstructie bepaald.

De grondradarresultaten zijn geïnterpreteerd, en de zichtbaarheid van de volgende objecten is beoordeeld:

- Lagen in de grond, inclusief grondwaterniveau;
- Holle ruimtes in de eerste grondlaag (onder asfalt);
- (Eventueel): de tussenwanden van de wegconstructie;
- (Eventueel): de holle ruimtes onder de bak- c.q. wegconstructie;
- (Indien zichtbaar): funderingspalen.

5.3 Het resultaat van de pilot

Het resultaat van de pilot is een conclusie ten aanzien van de toepasbaarheid van de grondradartechnologie voor het gehele traject. Verder levert het onderzoek op zich ook resultaten op ten aanzien van de onderzochte locatie.

De uit de pilot voortvloeiende resultaten zijn verwoord in deze rapportage, waarin wij u adviseren met betrekking tot de haalbaar- en toepasbaarheid van het vooronderzoek op het gehele traject en aanvullend een doorkijk maken naar de mogelijke vervolgstappen.

6 Conclusies & Aanbevelingen naar aanleiding van het Vooronderzoek (Pilot) Funderingsproblematiek

6.1 Conclusies

1. Werking en haalbaarheid grondradartechnologie

Op basis van de resultaten vanuit het grondradaronderzoek (de pilot) kan gesteld worden dat het grondradaronderzoek, met betrekking tot de C.G. Roosweg, geschikt is voor het (non-destructief) in kaart brengen van de ondergrond, de eventuele verzakkingen, betonnen platen en holtes onder maaiveld. Ook voor het verder in kaart brengen van het gemeentelijk deel van de C.G. Roosweg.

De grondradartechnologie is niet geschikt voor het in kaart brengen van de funderingspalen daar zij niet zichtbaar zijn als gevolg van de aanwezigheid van de betonnen bak c.q. betonnen platen. Onderzoek naar diepere grondlagen dient te worden uitgevoerd met behulp dieptebooringen en sonderingen.

De onderhoudstoestand van de houten palen is met de grondradartechnologie vooralsnog niet vast te stellen. Nader onderzoek is hiervoor noodzakelijk (= aanbeveling).

Verdere analyse van de ingewonnen grondradardata levert de volgende conclusies op:

2. Dieptebereik

- a. In algemeen, de penetratiediepte van grondradar golven (600 MHz) in het weglichaam varieert rondom 120 cm.
- b. Op sommige locaties zijn aparte objecten en/of lagen te zien op de dieptes tussen 160 en 200 cm.
- c. De laagfrequent golven creëren resonanties in de bovenste 80 cm van het weglichaam, waardoor het nuttige gebruik van deze golven is beperkt.

3. Holtes

- a. Er zijn geen holtes geconstateerd onder het asfalt geconstateerd.
- b. Het dieptebereik is onvoldoende om uitspraak te doen over de situatie onder de betonnen bakken. Funderingspalen zijn derhalve niet zichtbaar. De grondradar is niet in staat om onder bakconstructie de palen te registreren.
- c. Er zijn aantal locaties, waar de radarbeelden meerdere lagen in de ondergrond suggereren. Het kan zijn, dat deze lagen in feite door een andere funderingsopbouw worden veroorzaakt. Mogelijk is dit asfalt of hoogovenslakken. Dit is met asfaltboringen vastgesteld worden.

4. Funderingspalen

Funderingspalen zijn niet zichtbaar, in het beeld van de grondradar. Funderingspalen zitten diep en zijn daarom niet zichtbaar met de grondradar. Indien aanwezig,

bevinden ze zich buiten het dieptebereik van de grondradar. De grondradar is niet in staat om onder bakconstructie de palen te registreren.

5. Betonnen plaat

Betonnen platen zijn zichtbaar en deels toegepast in de verschillende delen van de wegconstructie.

- a. Delen van de weg hebben betonnen platen onder het asfalt.
- b. Andere delen van de weg hebben geen betonnen platen onder het asfalt.
- c. Uit de boringen blijkt dat de betonnen bak ca. 20 cm onder het maaiveld ligt.
- d. Om vast te kunnen stellen wat de exacte locatie en de vorm van de betonnen bakconstructie is een vervolgonderzoek noodzakelijk.

6. Verzakkingen

Grondradaronderzoek

Er is een aantal verzakte lagen geconstateerd. Meestal, zien wij de verzakte lagen (lagen die schuin aan de lijn van maaiveld lopen) daar, waar geen gewapende platen liggen.

De geconstateerde verzakkingen zijn vermoedelijk als gevolg van ongelijke zettingen tussen de bakconstructie en de aangrenzende funderingen, deels bestaande uit EPS.

Wij gaan er vanuit, daar er geen informatie beschikbaar is over het toegepaste EPS, dat er in het verleden een goed type is toegepast. Bij een juist toegepast EPS-type kan er vanuit gegaan worden dat deze niet tot nauwelijks samendrukbaar is.

Gezien de geconstateerde verzakkingen wordt dit eerder veroorzaakt door seculiere zetting (gemiddeld 1 – 3 mm per jaar) dan door de eventuele samendrukbaarheid van het EPS.

Andere risico's van de verzakkingen zijn:

- Toename van de belasting als gevolg van de overlaging (zie voorgeschiedenis);
- Toename verkeersbelasting;
- Onvoldoende dikte van het EPS
- Geen of onvoldoende aansluiting tussen bakconstructie en EPS fundering;

Meetspijkers juni 2011

In de periode van september 2009 en juni 2011 zijn meetspijkers ingemeten en periodiek gecontroleerd op mogelijke verzakkingen. Uit de gegevens, versterkt door de gemeente Krimpen aan den IJssel, zijn geen bijzonderheden en grote afwijkingen te zien. Hier en daar is wel een uitschieter, maar is waarschijnlijk een meetfout geweest, daar de volgende meting weer op de te verwachte hoogte gemeten is. Opmerkelijk is wel dat er in het verleden verzakkingen geconstateerd zijn en dit blijkt niet uit de resultaten van de meetspijkers.

We adviseren wel te monitoren om eventuele verzakkingen te zien 'aankomen', opdat adequaat de nodige beheersmaatregelen kunnen worden getroffen.

7. Leidingen

- a. In het algemeen, in grondradar beelden komen de leidingen naar voren als hyperbolen. Er zijn een aantal van dit soort hyperbolen geconstateerd.
- b. Sommige van deze hyperbolen komen overeen met de KLIC melding en de tekening afkomstig van de gemeente.
- c. Wij hebben de ervaring, dat dit soort hyperbolen een oude wegconstructie aangeven. Het kan dus zijn, dat de hyperbolen, die niet overeen komen met de KLIC en de tekening, de wanden van de betonnen bakken aangeven.

8. Grondwaterstand

In de gemeente Krimpen aan den IJssel, maar ook landelijk, wordt in toenemende mate onderkend dat hoge grondwaterstanden leiden tot overlast. In de gemeente Krimpen aan den IJssel is in 2004 grondwateroverlast gesignaleerd. Om mogelijke overlast tijdig te kunnen signaleren en hier passende maatregelen op te kunnen treffen is inzicht gewenst in de werking van het grondwatersysteem.

Naar aanleiding van het voorgaande heeft de gemeente Krimpen aan den IJssel een grondwatermeetnet laten aanleggen.

Inmiddels is er een grondwaterzorgplan gemaakt. Hierin zijn de beleidsdoelen vastgelegd om aan de wettelijke inspanningsverplichting te voldoen met betrekking tot het beheersen van de grondwaterstanden.

Sinds het jaar 2005 wordt de grondwaterstand gemeten en jaarlijks een meetrapport opgesteld. Tevens zijn in de periode van 2 september 2009 tot 30 juni 2011 is ieder kwartaal de meetspijkers ingemeten om mogelijke zakkingen inzichtelijk te maken.

Voor het bepalen van de grondwaterstand (ter plaatse van de kruising C.G. Roosweg – Industrieweg – Nieuwe Tiendweg) is dit op 2 van de 11 boorlocaties gepeild. Bij de overige 9 boorlocaties was het peilen van de grondwaterstand door de aanwezigheid van beton, niet mogelijk.

Waar het wel mogelijk was, namelijk bij locatie 1 en D, zijn de volgende waarden gepeild ten opzicht van NAP:

Peiling (1) = 1.100 mm = -1.842 NAP (berekend op basis van de
asfaltheogte -0.743 NAP)
Peiling (D)= 1.500 mm = -2.225 NAP (berekend op basis van de
asfaltheogte -0.725 NAP)

Op basis van het meetrapport 8 (Grondwatermeetnet Krimpen aan den IJssel) en het onderzoeksrapport van Movares (IN162830 Kenmerk BRV-IBM-090009899), kan worden gesteld dat de palen onder de bakconstructie onder water staan en dit geen risico is. Bij deze conclusie hebben wij gerekend met meest nabije peilbuizen, te weten peilbuis 03, 04, 06, 31 en 35 (gemiddeld peil – 2.428 NAP).

Wel attenderen wij u erop dat een (tijdelijke) verlaging van de grondwaterstand risico's initieert voor de fundering van de bakconstructie. Hierbij kunt u denken aan het rotten van de paalfundering en zettingsproblemen.

Verder kan geconcludeerd worden, dat:

- Waar de betonnen constructie aanwezig is, kan de grondwaterstand gemeten worden.
- De grond waterstand is zo laag, dat het grondwater in dit geval geen belemmering voor de grondradar.
- Er is geen grondwater aangetroffen (bij de overige 9 locaties) in de betonnen bak. Vastgesteld kan worden dat de betonnen bak waterdicht is.

9. Asfaltboringen

- Met de asfaltboringen kan de grondwaterstand bepaald worden, de dikte van het asfalt, de bovenkant van de betonnen constructie, de verzakkingen en de aanwezigheid van gewapende betonnen platen.
- De constatering uit het grondradaronderzoek is dat er meerdere lagen (asfalt, ongebonden betongranulaat, gebonden slakken, zand en lava) in de funderingsopbouw zijn, wordt met de asfaltboringen bevestigd.
- Holtes onder het asfalt kunnen met asfaltboringen niet bepaald worden.

In onderstaand overzicht treft u de resultaten van de elf boringen. Genoemde afmetingen zijn t.o.v. maaiveld, niet ten opzichte van NAP. Onderzoek is gedaan tot 2,0 meter onder maaiveld. De grondwaterstand is ten opzichte van NAP.

Nr.	Verharding	mm	Fundering	mm	Fundering	mm	Fundering	mm	Opmerking	Grondwater-stand (NAP)*
1	Asfalt	245	Ongebonden betongranulaat	675	Zand				Geen beton	-1,842 m.
2	Asfalt	225	Beton						X	X
3	Asfalt	260	Gebonden slakken	45	Lava	130	Beton		X	X
4	Asfalt	270	Gebonden slakken	45	Beton				X	X
A	Asfalt	210	Beton						X	X
B	Asfalt	230	Beton						X	X
C	Asfalt	225	Gebonden slakken	45	Lava	150	Beton		X	X
D	Asfalt	395	Gebonden slakken	135	Zand				Geen beton	-2,225 m.
E	Asfalt	250	Beton						X	X
F	Asfalt	185	Beton						X	X
G	Asfalt	125	Beton						X	x

Tabel 1 Resultaten funderingsopbouw uit asfaltboringen

X = geen grondwaterstand gemeten door de aanwezigheid van beton.

* Berekening ten opzichte van NAP is gedaan op basis van een asfaltheogte -0.743 NAP.

Op 9 locaties is de bovenkant van de betonnen constructie gemeten.

Op 2 locaties (1 en D) is geen beton aangetroffen en is de grondwaterstand gemeten.

Bij locatie A, B, E, F en G zijn betonnen platen gemeten met de grondradar. Op deze locaties is met de asfaltboringen inderdaad beton aangetroffen direct onder het asfalt.

Bij locatie A, C en D zijn verzakkingen gemeten met de grondradar. Bij C en D zijn met de asfaltboringen gebonden slakken aangetroffen onder het asfalt. De gebonden slakken kunnen ofwel de oorzaak kan zijn voor de verzakkingen of juist een herstelmaatregel na de verzakkingen.

Op locatie D werd ook het beton van de constructie verwacht, maar dit is niet aangetroffen. Ook is bij D het asfalt 395 mm. dik, wat ca. 150 mm. dikker dan gemiddeld. Mogelijk is hier geen beton aanwezig, wat de verzakking bij locatie D kan veroorzaken. Of de betonnen constructie ligt hier dieper dan 2,0 meter onder maaiveld en is daarom niet aangetroffen met de asfaltboring.

Bij locatie A, B, E, F en G zijn meerdere lagen gemeten met de grondradar. Op deze locaties zijn met de asfaltboringen onder het asfalt geen meerdere lagen geconstateerd, maar is beton aangetroffen direct onder het asfalt. Mogelijk is het beton uit meerdere lagen opgebouwd, wat kan verklaren dat er met de grondradar meerdere lagen worden geconstateerd.

Met de asfaltboringen is de grondwaterstand bepaald worden, de bovenkant van de betonnen constructie, de verzakkingen en de aanwezigheid van gewapende betonnen platen.

10. Overige conclusies

Het kruispunt C.G. Roosweg – Nieuwe Tiendweg – Industrieweg bestaat uit twee globale opbouwmethodes. Het hart van de industrieweg op de zuidelijke kant van de N210 is afwijkend van de rest van de kruising.

Onder de kruising nabij de Industrieweg zijn objecten aangetroffen op een diepte van 60 – 80 cm. Mogelijk zijn dit trottoirbanden, tussenwanden en/of verlaten leidingen. Echter, ten hoogte van de Industrieweg komt een aantal lijnvormige objecten op de zuidelijke helft van de weg, niet overeen met KLIC melding en met de tekening van de gemeente Krimpen aan den IJssel. Ons inziens lijkt het geen logische locatie voor kabels en leidingen.

6.2 Aanbevelingen

6.2.1. Aanbeveling vanuit het onderzoek uitgevoerd in 2009

Het verdient aanbeveling peilbuizen te plaatsen en te monitoren of dit in ieder geval te doen bij verwachte (locale) wijzigingen in de grondwaterstand.

6.2.2. Aanbevelingen naar aanleiding van het grondradaronderzoek

Risico-Inventarisatie (Risico-Analyse)

Een eerstvolgende stap na het uitvoeren van het grondradaronderzoek en het bepalen van de conditie van de (houten) funderingspalen in relatie tot de geconstateerde verzakking is het noodzakelijk om alle risico's in kaart te brengen. Zowel voor het gemeentelijk deel, alsook het provinciale deel van de N210.

De risico's kunnen in kaart gebracht worden op basis van het uitgevoerde grondradaronderzoek, het funderingsonderzoek, het onderzoek uitgevoerd in 2009 en alle overige informatie (bv. Grondwaterstand).

Aanvullend kunnen de beheersmaatregelen worden vastgesteld waarbij de C.G. Roosweg risico gestuurd onderhouden en beheerd kan worden.

(Vervolg) grondradaronderzoek

Voor het verder in kaart brengen van de ondergrond tussen de kruising C.G. Roosweg – Industrieweg en de Algerabrug kan de grondradartechnologie worden toegepast en combinatie met asfaltboringen en bepaling van de grondwaterstand.

(Vervolg)inspectie funderingspalen

Met hulp van de grondradartechnologie is het ter hoogte van de C.G. Roosweg niet mogelijk de funderingspalen in kaart te brengen en een uitspraak te doen over de huidige conditie van de palen. Geadviseerd wordt om aanvullende inspecties uit te voeren.

De aanvullende inspectie betreft het aanbrengen van 1 à 2 inspectieputten naast het wegdek. Tevens kan er mogelijk iets gezegd worden over de dilataties.

Monitoring Grondwaterstand

Een van de grootste risico's voor de fundering van de C.G. Roosweg is het dalen van het grondwaterpeil. Wij stellen dan ook voor op diverse locaties peilbuizen te plaatsen nabij de N210 en deze frequent te monitoren in combinatie met aanvullend grondradaronderzoek voor de vaststelling van de onderliggende grondlagen onder het gehele tracé N210.

6.2.3. Overige aanbevelingen

Nader onderzoek locatie betonnen bak

In het verleden is reeds geconstateerd dat de bij vergelijking van tekeningen er onduidelijkheden zijn over de locatie, mede door aangeven van de provincie dat de situatie na 1960 aangepast is.

Om een uitspraak te kunnen doen over de locatie en vorm van de betonnen bak is het noodzakelijk om een nader onderzoek uit te voeren.

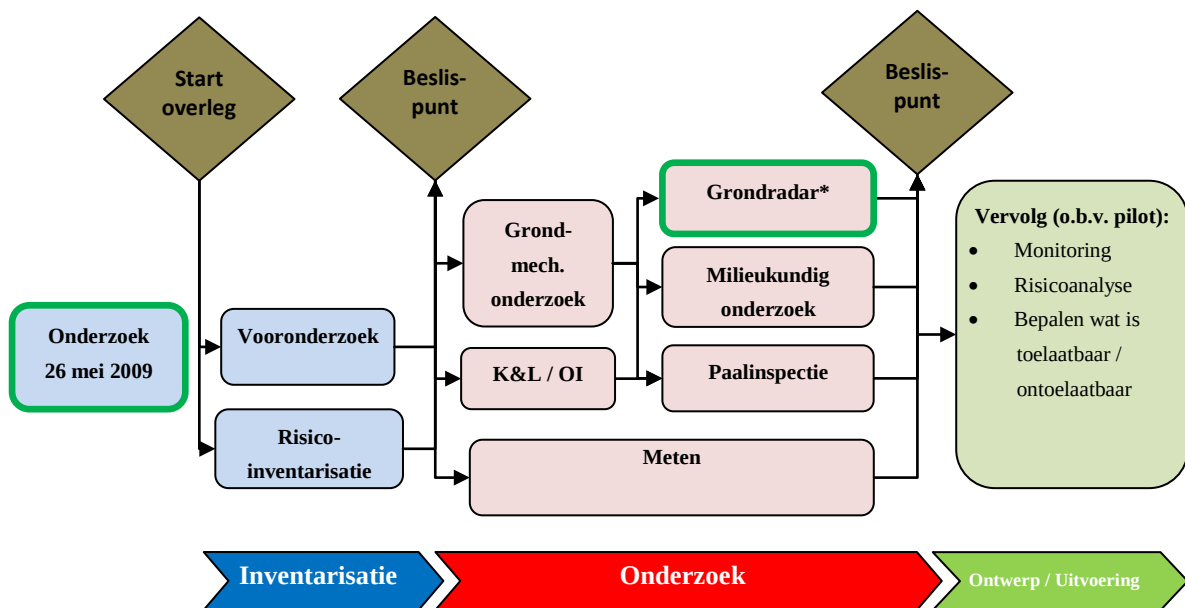
Wanneer alle onduidelijkheden boven water zijn kan er een vergelijking worden gemaakt met het huidige grondradaronderzoek en kan er in hoofdlijnen worden vastgesteld waar de betonnen bak zich exact bevindt.

De ligging van de betonnen bak ten opzichte van het maaiveld is bepaald door middel van de asfaltboringen, zie **bijlage I**.

7 Integraal advies

In onze rapportage is een aantal (vervolg)onderzoeken voorgesteld. Het doel c.q. motief van deze onderzoeken is de vermindering en de beheersing van risico's ten aanzien van het mogelijk falen van een wegdeel als gevolg van zettingen c.q. verzakkingen. Deze onderzoeken zijn in onderstaand overzicht inzichtelijk gemaakt.

Met een groene omranding aangegeven welke activiteiten zijn uitgevoerd en welke activiteiten (zwart omrand) nog nodig zijn om meer informatie te verkrijgen.



**Aangevuld met asfaltboringen en peilingen van de grondwaterstand ten opzichte NAP.*

Zoals aangegeven is het verkrijgen van voldoende informatie van cruciaal belang voor het bepalen van specifieke risico's. Daarna kan worden vastgesteld wat toelaatbaar is en wat niet. Wanneer vastgesteld kan worden ontoelaatbaar is, kunnen maatregelen worden ontwerpen (wat, wanneer en kosten).

Op basis van de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken adviseren wij de gemeente Krimpen aan de IJssel de C.G. Roosweg verder te monitoren op de actuele (onderhouds)toestand en mogelijke schades en zettingen.

Om een uitspraak te kunnen doen over de ondergrond van het verdere deel van de C.G. Roosweg, adviseren wij de gemeente met behulp van de grondradartechnologie aanvullend onderzoek uit te voeren. Wij attenderen de gemeente erop dat de onderhoudstoestand van de funderingspalen vooralsnog niet inzichtelijk gemaakt kan worden. Tevens de aansluiting van de betonnen bak naar de fundering met EPS.

Voor een indicatie van de restlevensduur van de gehele C.G. Roosweg zijn er vooralsnog veel gegevens onbekend, en kan er op basis van alleen het grondradaronderzoek, met aanvullende asfaltboringen op een beperkt onderzoeksoppervlak en de vooronderzoeken geen uitspraak worden gedaan.

Vanuit de pilot lijkt het erop dat de palen volledig onder water staan, en dit is gunstig voor de restlevensduur. Om er zeker van te zijn is monitoring naar (locale) peilverlagingen noodzakelijk.

Een van de belangrijkste ontbrekende gegevens, naast de onderhoudstoestand van de houten palen, is de bodemgesteld, lager gelegen dan het dieptebereik van de grondradartechnologie. Hiervoor zouden diepteboringen en sonderingen uitgevoerd moeten worden (zie ook adviesrapportage IN162830 Kenmerk BRV-IBM-090009899), d.d. mei 2009).

Wij adviseren u een risicoanalyse te (laten) opstellen. Op basis van deze risicoanalyse en de gegevens vanuit de voorgestelde monitoring kunt u zelf de onderhoudstrategie bepalen, de noodzakelijke beheersmaatregelen treffen en kunt u met minimale investeringen de C.G. Roosweg risico gestuurd onderhouden en beheren.

Colofon

Opdrachtgever Gemeente Krimpen a/d IJssel
Dhr. J. Kalkman

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Infra
Afdeling Constructies:Onderhoudsmanagement

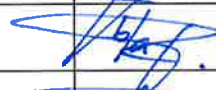
Leidseveer 10
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon 030 265 55 55

Telefax

Ondertekenaar
Projectleider

Projectnummer MR102837

Rol	Naam	Paraaf	Datum
<i>Opstellen</i>	Ing. R.L.G. van der Staaij		04-05-2012
<i>Controle</i>	Ir. R.J. Aartsen		04-05-2012
<i>Vrijgave</i>	Ing. R.L.G. van der Staaij		04-05-2012

**Bijlage I Rapportage (Fugro) Grondradaronderzoek C.G. Roosweg –
Nieuwe Tiendweg**

RAPPORT
Betreffende

**GRONDRADAR ONDERZOEK OP DE
KRUISING VAN N210 EN NIEUWE TIENDWEG
TE KRIMPEN AAN DEN IJSSEL**

Opdrachtnummer: 211.31129.000

Opdrachtgever : Movares
Conradstraat 18
3001 BR Rotterdam

Datum metingen : 21/22 december 2011 en 15/16 maart 2012

Grondradar adviseur : V. Kovalenko

Projectleider : P.H. Kooistra
projectleider

Opgesteld door : V. Kovalenko / P.H. Kooistra

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	15 februari 2012	Eerste versie	
2	16 februari 2012	Tekstuele aanpassingen	
3	26 maart 2012	Aanpassingen nav overleg 20-02-2012 en aanvullend asfaltonderzoek 15-03-2012	
4	28 maart 2012	Definitieve versie	
5	18 april 2012	Aanpassingen nav overleg 18-04-2012 gem. Krimpen a/d IJssel	

FILE: 211 31129 N210 Rapportage definitief 18-04-2012

INHOUDSOPGAVE

Blz.

1. PROJECTOMSCHRIJVING	1
2. De Meetprocedure	2
3. De verwerking en interpretatie van de data	3
4. De resultaten	5
4.1. Opbouw van het weglichaam in twee delen	5
4.2. Gewapende platen/geen wapening	5
4.3. Verzakkingen	6
4.4. Meerdere lagen	7
4.5. Mogelijke tussenwanden	7
4.6. Asfaltboringen	8
5. Conclusie en aanbevelingen	10
5.1. Conclusies	10
5.2. Aanbevelingen	11
6. Bijlagen	12
6.1. Toelichting uitvoering grondradar onderzoek	12
6.2. Parameters van belang	13
6.2.1. Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid meettechniek	14

1. PROJECTOMSCHRIJVING

Op 20 december 2011 ontving Fugro GeoServices B.V. van Movares B.V. opdracht voor het uitvoeren van een grondradar onderzoek op de kruising van de N210 (C.G. Roosweg) en Nieuwe Tiendweg te Krimpen aan den IJssel. De doelstelling van het onderzoek is het vaststellen van de mogelijkheid van het karteren van:

- o Lagen in de grond, inclusief grondwaterniveau
- o Holle ruimtes in de eerste grondlaag (onder asfalt)
- o (Eventueel): de tussenwanden van de wegconstructie
- o (Eventueel): de holle ruimtes onder de bodem van de wegconstructie
- o (Indien zichtbaar): funderingspalen



Figuur 1 Het meetgebied met gemeten profielen

De voorgestelde methode van onderzoek is een vlakdekkend grondradar onderzoek, waarbij het terrein in twee richtingen wordt gescand. Hiermee ontstaat een meetstelsel van grondradar profielen van 50 bij 50 cm. Binnen elk profiel wordt één meting (echo) per centimeter gemaakt.

Om de kansen van een succesvolle uitvoering te vergroten, worden de metingen in 2 frequentiebanden uitgevoerd:

- 250 MHz om een zo diep mogelijke penetratie te kunnen krijgen.
- 600 MHz om een zo scherp mogelijke afbeeldingen te kunnen verkrijgen in de eerste meter van de ondergrond.

Voor een beschrijving van het principe van de grondradar en de verwerking en interpretatie van de grondradar data wordt verwezen naar paragraaf 6.1. In deze paragraaf worden ook de beperkingen van de grondradar metingen aangegeven.

Deze rapportage bevat de meetresultaten van de werkzaamheden uitgevoerd conform de opdracht en de conclusies.

2. DE MEETPROCEDURE

Het meetprincipe van een grondradar en de belangrijkste parameters zijn omschreven in de paragraaf 6.1. Zoals omschreven in deze bijlage, biedt het inmeten van meerdere grondradar profielen parallel aan elkaar meer zekerheid in het soort van opgespoorde objecten. Daarom is gebruikt gemaakt van een 8-kanalen grondradar RIS HIMOD 4A (4 antenne dozen).

Elke grondradar meting is met RTK GPS geo-gerefereerd. Daarnaast is een meetwiel gebruikt om de lineaire afstand vast te stellen en de ingemeten posities te bevestigen. Beide methodes van positionering zijn gekoppeld aan de grondradar data.

Het meetgebied is in twee overlappende delen gesplitst. Beide delen zijn vlakdekkend gescand.

De opdracht hield in ook het inmeten van bovengrondse infrastructuur binnen het meetgebied. Echter, er is geen infrastructuur op de weg geconstateerd. Er zijn wel detailmetingen geweest met als doel een betere positionering van de grondradar metingen.

Tevens zijn asfaltboringen uitgevoerd om de volgende gegevens te bepalen:

- Dikte van het asfalt
- Holtes onder asfalt
- Grondwaterstand
- Laagopbouw onder het asfalt
- Bovenkant van de betonnen constructie

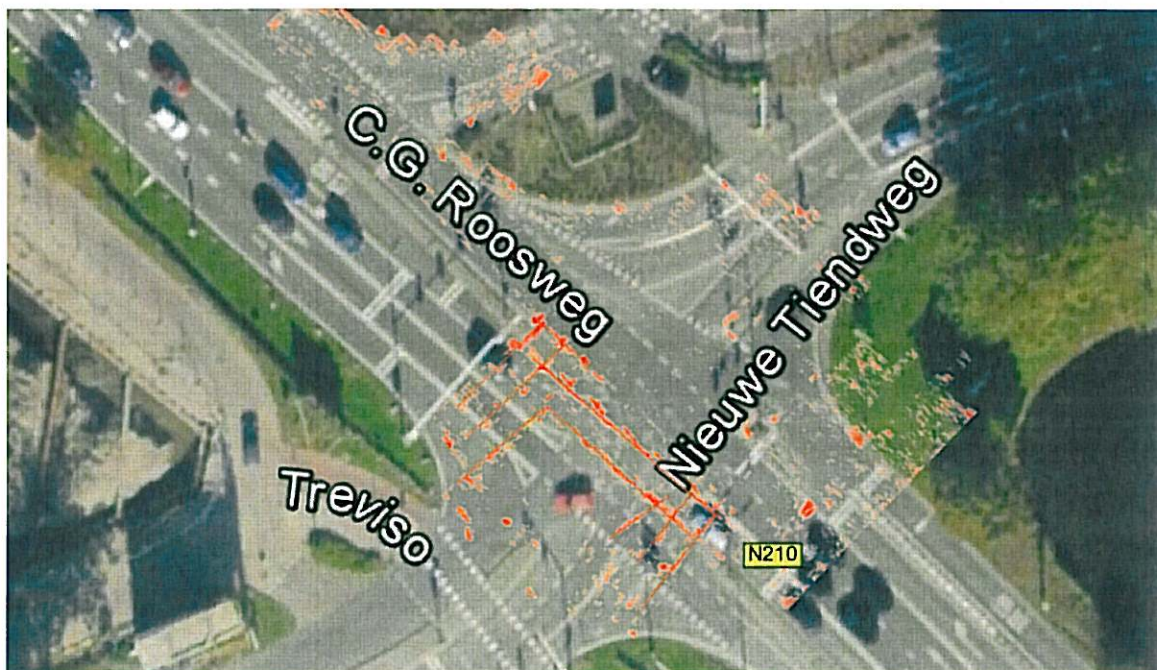
De asfaltkernen worden een half jaar bewaard.

3. DE VERWERKING EN INTERPRETATIE VAN DE DATA

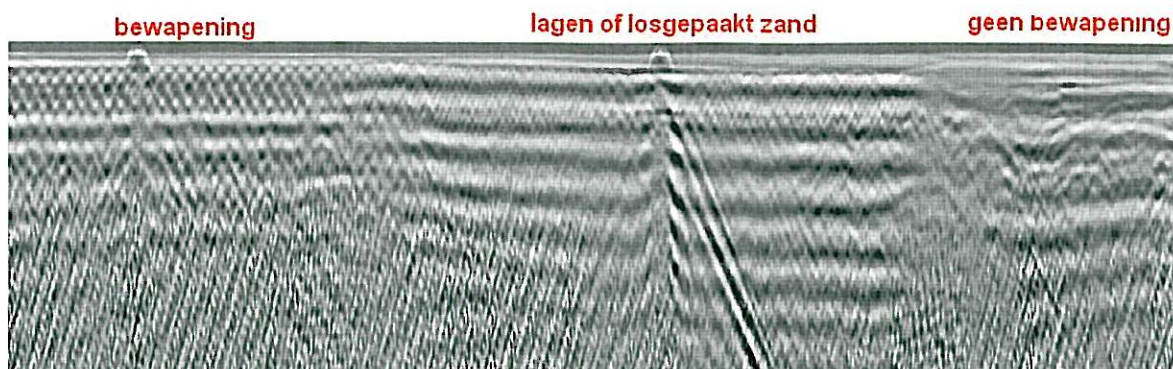
De ruwe grondradar profielen zijn gefilterd conform de procedure aangeleverd door de leverancier van de radar. Daarna is de data, met gebruik van de gekoppelde GPS, geprojecteerd op de CAD tekening. De KLIC melding en de tekeningen van de terreinen, ontvangen van de opdrachtgever, zijn onder deze profielen gelegd.

Eerst is er gekeken naar de bovenaanzichten en naar de profielen van de 3D radar data. Zoals omschreven in hoofdstuk 6.1, verschijnen kabels, leidingen maar ook wanden en funderingsresten als rode lijnen in de bovenaanzichten en als hyperbolen in de grondradarprofielen. Het bovenaanzicht is dan gebruikt om de kabels en leidingen of de muurwanden van de andere objecten te scheiden (Figuur 2).

Ook is er gekeken naar de grondradar profielen. De hyperbolen in de radarprofielen wijzen op mogelijke ondergrondse objecten. Deze hyperbolen zijn als objecten beschouwd en gekarteerd. De hyperbolen, die rechte lijnen vormen in de 4 naastgelegen profielen, zijn als kabels beschouwd. De lagen in de profielen wijzen naar verschillende opbouw van het weglichaam.



Figuur 2 Voorbeeld van bovenaanzicht. De leidingen of wanden zijn geaccentueerd.



Figuur 3 Een voorbeeld van het grondradar profiel. Verschillende objecten (wapening, verzakte gewapende laag, geen wapening) komen naar voren.

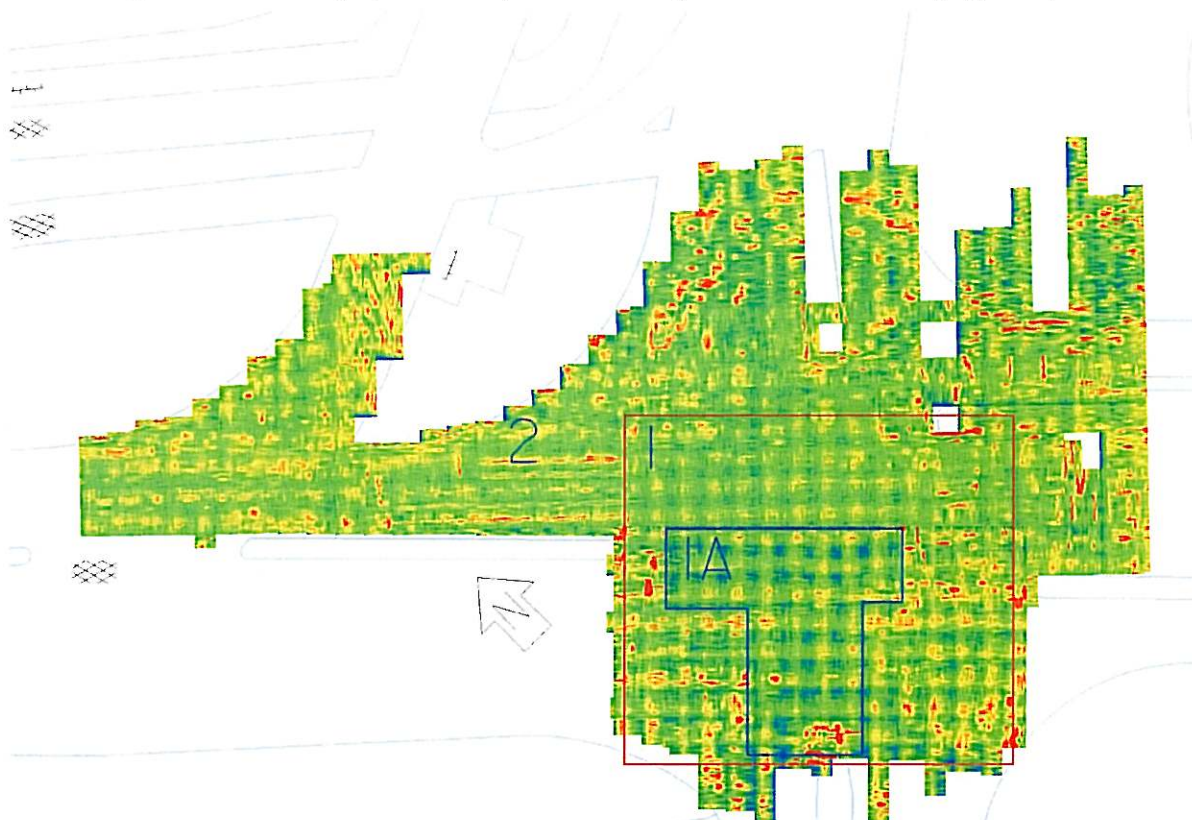
4. DE RESULTATEN

De resultaten van het onderzoek zijn verzameld in een 3D CAD tekening. In deze tekening zijn de opgespoorde objecten / lagen en de interpretatie op aparte CAD layers getekend.

De kruising is gesplitst in een aantal thema's.

4.1. Opbouw van het weglichaam in twee delen

De eerste laag in het bovenaanzicht (ca. 0 cm. diepte) geeft aan de koppeling tussen de grondradar antennes en de grond. Deze is moeizaam te kwantificeren en is meestal niet gebruikt in grondradar onderzoeken. Echter, in dit onderzoek is er geconstateerd dat de afbeelding van de kruising op de 0-diepte uit twee aparte delen bestaat (Figuur 4).



Figuur 4 De twee verschillende afbeeldingen op 0-diepte geven aan twee verschillende weglichaam opbouwmethoden.

Op Figuur 4 ziet men, dat de afbeelding binnen het kader 1 anders is, dan buiten het kader (gebied 2). Binnen het kader 1, in het gebied in het hart van de Industrieweg, is de structuur nog sterker (kader 1a).

Dat geeft aan, dat er twee verschillende globale opbouwmethodes ontstaan en dat het hart van de Industrieweg op de zuidelijke kant van de N210 afwijkend is van de rest van de kruising.

4.2. Gewapende platen/geen wapening

Delen van de weg zijn gebaseerd op gewapende betonnen platen (Figuur 5). Er is ook een verschil in de soort van de platen geconstateerd (verschillende wapeningspatronen). Dit verschil is echter niet gekarteerd. Op de CAD tekening, zijn de delen van de weg gekarteerd

met wel dan zonder gewapend betonnen platen op twee verschillende CAD layers (Wapening/Geen Wapening).

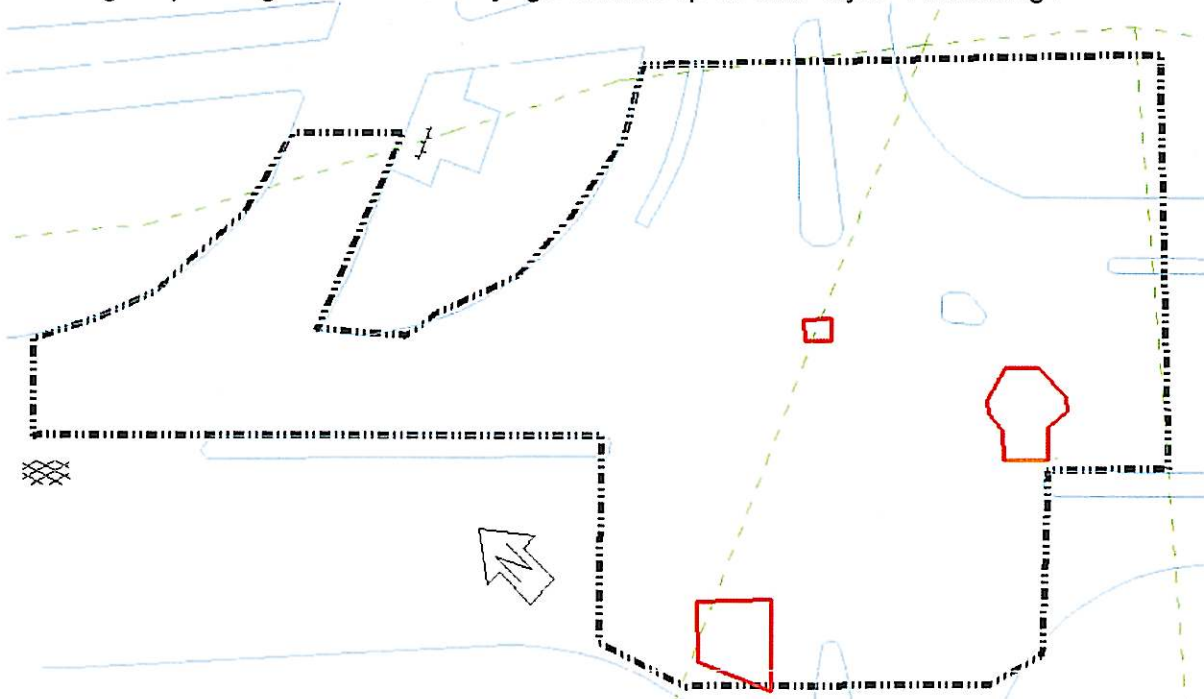


Figuur 5 De delen van de weg met (groene arcering) dan wel zonder betonnen platen

De groene gearceerde vlakken zijn betonnen platen, die op de rand van de betonnen platen verzakt zijn.

4.3. Verzakkingen

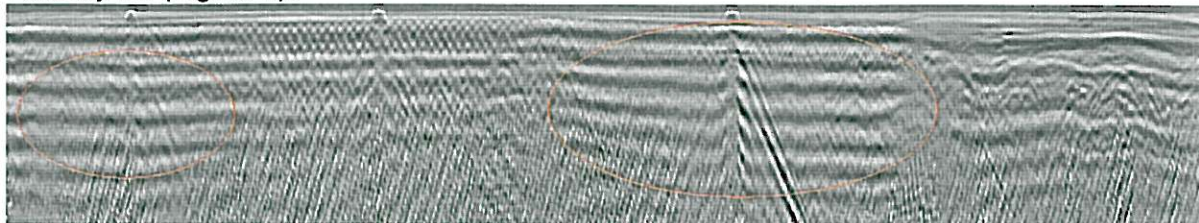
Enkele sterke verzakkingen van 10 cm. of meer zijn geconstateerd, meestal op de randen van de gewapende gebieden. Deze zijn gekarteerd op de CAD layer 'Verzakking'.



Figuur 6 Verzakkingen (rode kaders)

4.4. Meerdere lagen

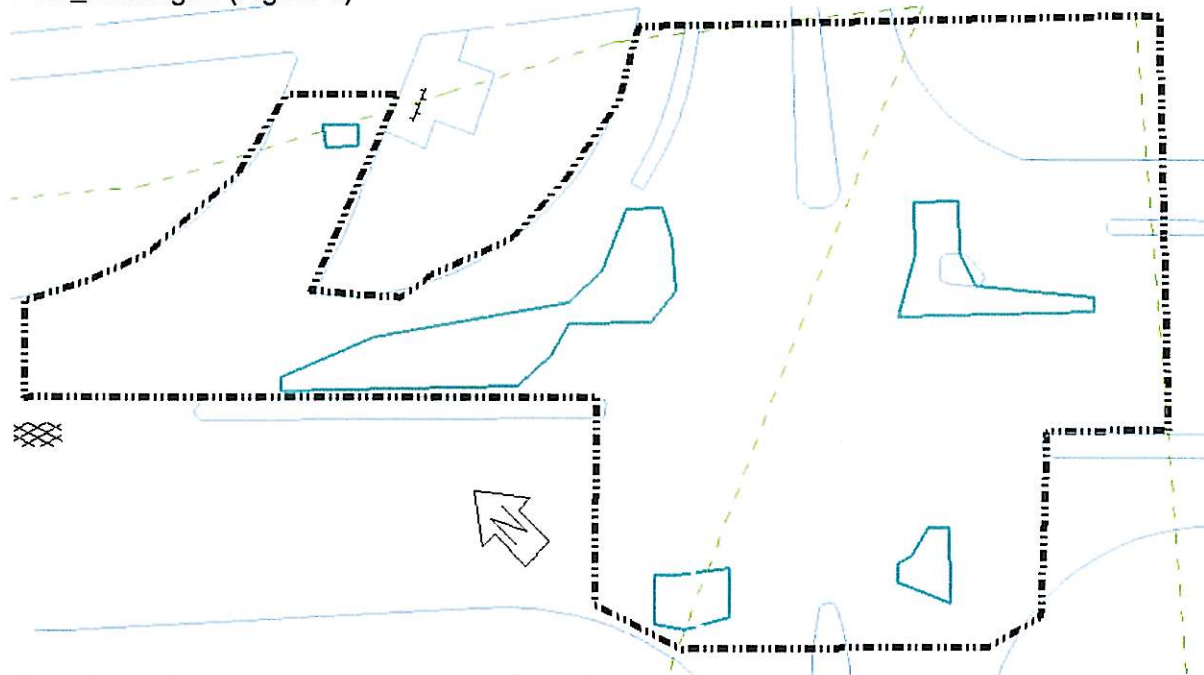
Er zijn aantal locaties geconstateerd, waarin duidelijk meerdere lagen in de profielen verschijnen (Figuur 7).



Figuur 7 Meerdere lagen, verschijnen in sommige subgebieden

De exacte reden van dit verschijnsel is onbekend, maar het kan een andere funderingsopbouw aanduiden. Er is een verschil in de laagopbouw, maar niet bekend is waarom.

De locaties waarin deze lagen zijn geconstateerd, zijn gekarteerd op de CAD layer FGS_Multilagen (Figuur 8)



Figuur 8 Locaties met meerdere lagen (blauwe kaders)

4.5. Mogelijke tussenwanden

Zoals omschreven in de bijlage 1, komen de kabels en leidingen naar voren als directe lijnen in bovenaanzichten en als hyperbolen in profielen. In dit onderzoek zijn een aantal van zulke objecten geconstateerd. Deze objecten liggen op een diepte van 60 tot 80 cm. Dit lijken kabels en leidingen of detectielussen, maar komen niet op de klic voor. Mogelijk zijn het trottoirbanden, tussenwanden of verlaten leidingen.

Echter, ten hoogte van de Industrieweg komen een aantal lijnvormige objecten op de zuidelijke helft van de weg, niet overeen met KLIC melding en met de tekening van de opdrachtgever. Dit is geen logische plek voor kabels en leidingen.

Wij nemen aan, dat deze objecten in feite de wanden van de betonnen bakken aanduiden. Deze objecten zijn gekarteerd op de CAD layer FGS_MogelijkeWanden (Figuur 9)



Figuur 9 Mogelijke tussenwanden (paarse lijnen)

4.6. Asfaltboringen

Onderstaand de resultaten van de elf boringen. Genoemde afmetingen zijn t.o.v. maaiveld, niet t.o.v. NAP. Onderzoek is gedaan tot 2,0 meter onder maaiveld. De grondwaterstand is t.o.v. NAP.

Nr.	Verharding	mm	Fundering	mm	Fundering	mm	Fundering	mm	Opmerking	Grondwaterstand (NAP)
1	Asfalt	245	Ongebonden betongranulaat	675	Zand				Geen beton	-1,842 m.
2	Asfalt	225	Beton						X	X
3	Asfalt	260	Gebonden slakken	45	Lava	130	Beton		X	X
4	Asfalt	270	Gebonden slakken	45	Beton				X	X
A	Asfalt	210	Beton						X	X
B	Asfalt	230	Beton						X	X
C	Asfalt	225	Gebonden slakken	45	Lava	150	Beton		X	X
D	Asfalt	395	Gebonden slakken	135	Zand				Geen beton	-2,225 m.
E	Asfalt	250	Beton						X	X
F	Asfalt	185	Beton						X	X
G	Asfalt	125	Beton						X	x

Tabel 1 Resultaten funderingsopbouw uit asfaltboringen

Op 9 locaties is de bovenkant van de betonnen constructie gemeten. Op 2 locaties (1 en D) is geen beton aangetroffen en is de grondwaterstand gemeten.

Bij locatie A, B, E, F en G zijn betonnen platen gemeten met de grondradar. Op deze locaties is met de asfaltboringen inderdaad beton aangetroffen direct onder het asfalt.

Bij locatie A, C en D zijn verzakkingen gemeten met de grondradar. Bij C en D zijn met de asfaltboringen gebonden slakken aangetroffen onder het asfalt. De gebonden slakken kunnen ofwel de oorzaak kan zijn voor de verzakkingen of juist een herstelmaatregel na de verzakkingen.

Op locatie D werd ook het beton van de constructie verwacht, maar dit is niet aangetroffen. Ook is bij D het asfalt 395 mm. dik, wat ca. 150 mm. dikker dan gemiddeld. Mogelijk is hier geen beton aanwezig, wat de verzakking bij locatie D kan veroorzaken. Of de betonnen constructie ligt hier dieper dan 2,0 meter onder maaiveld en is daarom niet aangetroffen met de asfaltboring.

Bij locatie A, B, E, F en G zijn meerdere lagen gemeten met de grondradar. Op deze locaties zijn met de asfaltboringen onder het asfalt geen meerdere lagen geconstateerd, maar is beton aangetroffen direct onder het asfalt. Mogelijk is het beton uit meerdere lagen opgebouwd, wat kan verklaren dat er met de grondradar meerdere lagen worden geconstateerd.

Met de asfaltboringen kan de grondwaterstand bepaald worden, de bovenkant van de betonnen constructie, de verzakkingen en de aanwezigheid van gewapende betonnen platen.

5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1. Conclusies

De analyse van de ingewonnen grondradardata levert de volgende conclusies op:

1. Dieptebereik

- a. In algemeen, de penetratiediepte van grondradar golven (600 MHz) in het weglichaam varieert rondom 120 cm.
- b. In sommige locaties aparte objecten en/of lagen zijn te zien op de dieptes tussen 160 en 200 cm.
- c. De laagfrequent golven creëren resonanties in de bovenste 80 cm van het weglichaam, waardoor het nuttige gebruik van deze golven is beperkt.

2. Holtes

- a. Er zijn geen holtes geconstateerd onder de asfalt.
- b. Het dieptebereik is onvoldoende om uitspraak te doen over de situatie onder de betonnen bakken. Funderingspalen zijn derhalve niet zichtbaar.
- c. Er is een aantal locaties, waar de radarbeelden meerdere lagen in de ondergrond suggereren. Het kan zijn, dat deze lagen in feite door een andere funderingsopbouw worden veroorzaakt. Dit is met asfaltboringen vastgesteld.

3. Funderingspalen

Funderingspalen zijn niet zichtbaar, in het beeld van de grondradar. Funderingspalen zitten diep en zijn daarom niet zichtbaar met de grondradar. Indien aanwezig, bevinden ze zich buiten het dieptebereik van de grondradar.

4. Betonnen plaat

Betonnen platen zijn zichtbaar en deels toegepast in de verschillende delen van de wegconstructie.

- a. Delen van de weg hebben betonnen platen onder asfalt.
- b. Andere delen van de weg hebben geen betonnen platen onder asfalt.

5. Verzakkingen

- a. Er zijn een aantal verzakte lagen geconstateerd. Meestal, zien wij de verzakte lagen (lagen die schuin aan de lijn van maaiveld lopen) daar, waar geen gewapende platen liggen.

6. Leidingen

- a. In het algemeen, in grondradar beelden komen de leidingen naar voren als hyperbolen. Er zijn een aantal van dit soort hyperbolen geconstateerd.
- b. Sommige van deze hyperbolen komen overeen met de KLIC melding en de tekening afkomstig van de gemeente.
- c. Wij hebben de ervaring, dat dit soort hyperbolen een oude wegconstructie aangeven. Het kan dus zijn, dat de hyperbolen, die niet overeen komen met de KLIC en de tekening, de wanden van de betonnen bakken aangeven.

7. Grondwaterstand.

- a. Waar geen betonnen constructie aanwezig is, kan de grondwaterstand gemeten worden.
- b. De grondwaterstand is zo laag, dat het grondwater in dit geval geen belemmering voor de grondradar.
- c. Er is geen grondwater aangetroffen in de betonnen bak. De betonnen bak is dus waterdicht.

8. Werking grondradar

Op basis van deze pilot, om met behulp van de grondradar onderzoek op een non-destructieve manier te doen, is de conclusie dat:

- a. De grondradar geschikt is om verzakkingen, betonnen platen en holtes onder maaiveld zichtbaar te maken.
- b. De grondradar niet geschikt is om funderingspalen en holtes onder betonnen bakken zichtbaar te maken.

9. Asfaltboringen

- a. Met de asfaltboringen kan de grondwaterstand bepaald worden, de dikte van het asfalt, de bovenkant van de betonnen constructie, de verzakkingen en de aanwezigheid van gewapende betonnen platen.
- b. De constatering uit het grondradaronderzoek dat er meerdere lagen in de funderingsopbouw zijn, wordt met de asfaltboringen bevestigd.
- c. Holtes onder het asfalt kunnen met asfaltboringen niet bepaald worden.

5.2. Aanbevelingen

Kortom, de conclusie is dat het weglichaam op verschillende manieren opgebouwd is. De tekening met de verschillende subgebieden wordt aangeleverd aan de gemeente.

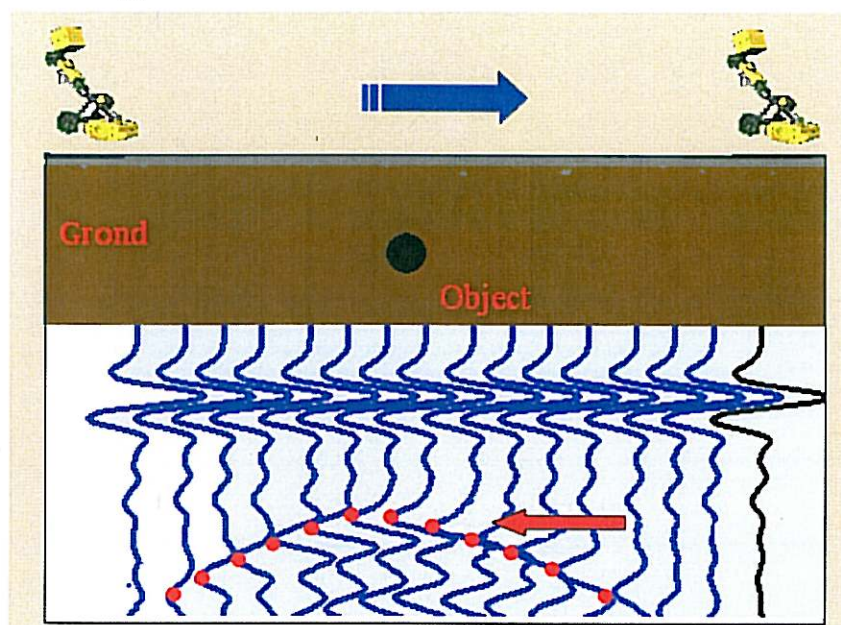
We bevelen aan om:

- A) De bevindingen van de grondradar te combineren met het historisch vooronderzoek van Movares.
- B) De uitgevoerde asfaltboringen te combineren met het grondradaronderzoek.
- C) De funderingspalen visueel te inspecteren.
- D) Te onderzoeken of er een relatie is tussen het verzakken van de betonconstructie en het EPS, waarin wordt meegewogen de samendrukbaarheid van het EPS en de grondwaterstand.
- E) Aanvullend geotechnisch bodemonderzoek en plaatsen peilbuizen nabij de N210 om de grondwaterstand te monitoren. Gegevens van het bodemonderzoek en de grondwaterstand nabij de N210 zijn niet beschikbaar.

6. BIJLAGEN

6.1. Toelichting uitvoering grondradar onderzoek

Ground Penetrating Radar (GPR), ofwel grondradar of georadar, is een geofysische techniek gebaseerd op de voortplanting van kortstondige hoogfrequente elektromagnetische signalen (1 tot 1000MHz). Deze signalen worden uitgezonden door een zender (transmitter, Tx) en nadat ze door structuren in de ondergrond zijn gereflecteerd, worden ze gedetecteerd door de ontvanger (receiver, Rx). De radar beweegt zich in de richting van de pijl tijdens de uitvoering, zie 10.



Figuur 10 Meetprincipe van grondradar

Het meetprincipe kan als volgt worden uitgelegd:

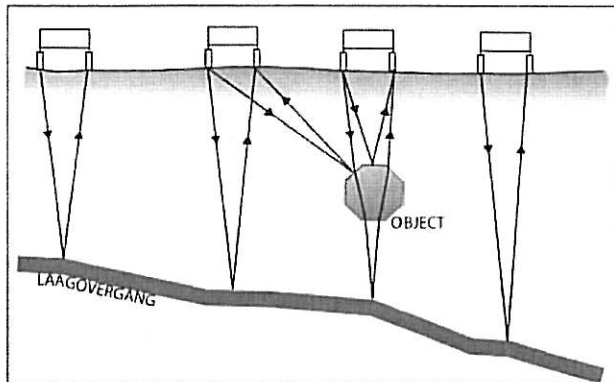
- Grondradar zendt elektromagnetische pulsen uit en ontvangt de energie die terugkomt; hij beweegt in een rechte lijn;
- Als de grondradar het object nadert, wordt de tijd tussen het zenden van de radarpuls en het ontvangen van de response steeds korter.
- Als de grondradar van het object af beweegt, wordt de tijd tussen het zenden van de radarpuls en het ontvangen van de response steeds langer.
- Hierdoor ontstaat het profiel van een hyperbool.

De volgende locale objecten worden waargenomen:

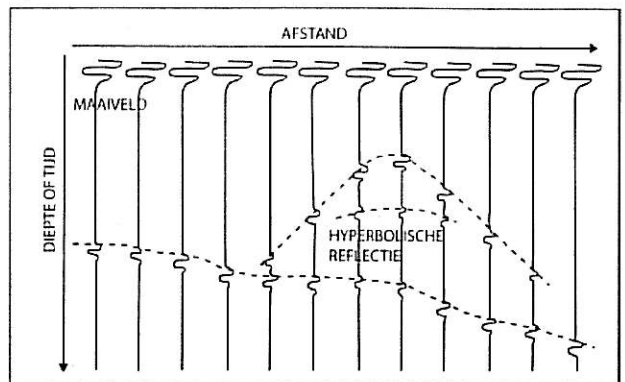
- Kabels en leidingen.
- Keien, holle ruimtes en/of sterk samengeperste grond.
- Lagen in de grond.

Elke verandering van de aard van het aangetroffen materiaal in de bodem heeft als gevolg dat de radargolven worden gereflecteerd, gerefracteerd ("buiging" zoals licht) en/of gediffracteerd ("breking" zoals licht). Alle objecten, behalve lagen in de grond, hebben hetzelfde hyperbolisch spoor. Lagen behouden dezelfde vorm in het radarbeeld, zie figuur 11.

Bodem voorstelling



Synthetisch radargram



Figuur 11 Grondradar meetprincipe; links: bodem en synthetisch radarbeeld (radargram).

Door vier profielen naast elkaar te meten, kan er onderscheid gemaakt worden tussen een kabel of leiding en een lokaal object, zoals een kei of een holte. 1-dimensionale infrastructuur laat dezelfde hyperbolische spoor in de naastgelegen profielen, terwijl de lokale objecten komen voor in slechts een ervan. Hiermee wordt het gebruik gemaakt van de grondradar array RIS HiMod 4A.

6.2. Parameters van belang

De zogenaamde "diëlektrische constante" van het materiaal in de ondergrond bepaalt de voortplantingssnelheid van de radargolven in het materiaal (zie tabel 1). Het is een evenredigheidsconstante die een verband maakt tussen de elektrische verplaatsing en de kracht van het toegepaste elektrische veld. De diëlektrische constante wordt voor een groot deel bepaald door het volume van het watergehalte in de bodem. Het verschil in de diëlektrische constante ofwel het elektrische verplaatsingsvermogen tussen de verschillende materialen onderling veroorzaakt de reflectie. De grondwaterspiegel geeft dan ook vaak een sterke reflectie.

De ondergrondse structuren die de reflectie veroorzaken, kunnen zijn:

- geologische structuren
- laagovergangen tussen verschillende media (geldt ook voor lucht en water)
- ondergrondse objecten
- verontreinigingen
- grondwaterstand

De grondradar meet vanaf de antenne in een kegelvorm naar beneden, de diameter van de basis van deze denkbeeldige kegel bedraagt op een diepte van 1,5 meter, 0,8 meter. De elektrische weerstand van het materiaal bepaalt de penetratiediepte van de radargolven. Een lage weerstand van het materiaal betekent in het algemeen een geringe doordringdiepte. Droog zand heeft bijvoorbeeld een relatief hoge weerstand en dus een relatief grote penetratiediepte. In de praktijk is de grondradar minder bruikbaar in gebieden waar de elektrische weerstand van de ondergrond lager is dan 100 Ωm , dit is bijvoorbeeld het geval in kleiige en ziltige formaties en in gebieden met brak en/of zout grondwater.

Tabel 1 Voortplantingsnelheid van de radargolven in verschillende media.

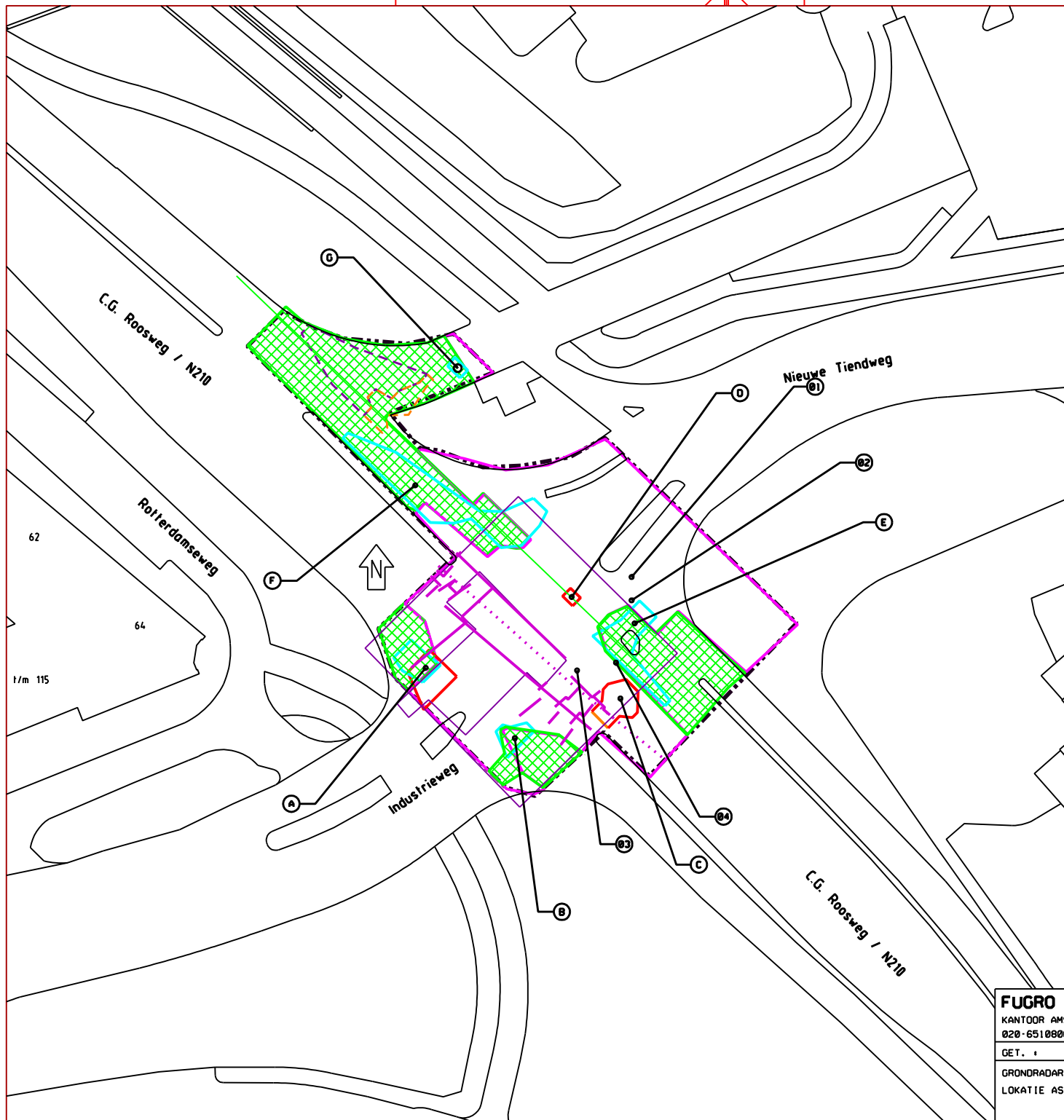
Medium / materiaal	diëlektrische constante	Snelheid [m/μs]
Lucht	1	300
Zoetwater	81	33
Graniet	5 - 7	113 - 134
Beton	6 - 12	87 - 122
Klei	4 - 16	74 - 150
Slib	9 - 23	63 - 100
Zand	4 - 30	55 - 150

6.2.1. Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid meettechniek

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

De maximaal te behalen verticale resolutie (onderscheidingsvermogen) is theoretisch een kwart golflengte, waarbij de golflengte van een signaal in de bodem gegeven is als het quotiënt van de snelheid en de frequentie van dit signaal in de bodem.

Bijlage II Tekening boorlocaties



ASFALT BORINGEN	
01	XY+100132.0000.436226.0000
02	XY+100132.0000.436223.0000
03	XY+100125.0000.436214.0000
04	XY+100130.0000.436215.0000
A	XY+100105.5590.436214.3379
B	XY+100117.0050.436205.3010
C	XY+100130.5722.436210.3001
D	XY+100124.2990.436223.4296
E	XY+100132.3909.436220.0466
F	XY+100104.2250.436237.7004
G	XY+100109.6767.436252.0372

FUGRO GEOSERVICES B.V.

KANTOOR AMSTERDAM
020-6510000

ZEKERINGSTRAAT 41 A
1014 BV AMSTERDAM



GET. +	CONTROLE. +	DATUM +18-04-2012	SCHAAL 1 + 500
GRONDRAADARONDERZOEK KRIMPEN A/D IJSEL N210			0 2 4 6 8 10M
LOKATIE ASFALT BORINGEN			OPDR. + 221-31129
			TEKNR. + 22131129-BORINGEN.DGN