



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen



Instrumenten voor wegbeheerders

5

GPR

Radiografie van wegconstructies

Sinds 1952 staat het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) als onpartijdig onderzoekscentrum ten dienste van alle partners in de Belgische wegenbranche. Duurzame ontwikkeling door innovatie is de leidraad voor alle activiteiten in het Centrum. Het OCW deelt zijn kennis met professionals uit de wegenbranche onder meer door middel van zijn publicaties (handleidingen, syntheses, researchverslagen, meetmethoden, informatiebladen, OCW Mededelingen en Dossiers, activiteitenverslag). Onze publicaties worden in het binnen- en buitenland op ruime schaal verspreid bij centra voor wetenschappelijk onderzoek, universiteiten, openbare instellingen en internationale instituten. Meer informatie over onze publicaties en activiteiten: www.ocw.be

Bericht aan de lezer

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is opgesteld, zijn onvolkomenheden nooit uit te sluiten. Het OCW en de personen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, kunnen geenszins aansprakelijk worden gesteld voor de verzamelde en verstrekte informatie, die louter als documentatie en zeker niet voor contractueel gebruik is bedoeld. Deze publicatie bevat een reeks steekkaarten die de wegbeheerders uitvoerig informeren over verschillende diagnostische tools en -methoden die tot objectieve en rationele onderhouds- en/of versterkingsmaatregelen kunnen leiden.

Instrumenten voor wegbeheerders (voor een objectieve en rationele totaalaanpak van wegbeheer). Steekkaart 5 GPR – Radiografie van wegconstructies / Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. Brussel : OCW, 2023, 14 blz. (Synthese ; SN 48-Steekkaart 5 – rev. 2).

Wettelijk depot: D/2019/0690/4

© OCW – Alle rechten voorbehouden.

Verantwoordelijke uitgever: Annick De Swaef, Woluwedal 42, 1200 Brussel.

Instrumenten voor wegbeheerders
(voor een objectieve en rationele totaalaanpak van wegbeheer)
Synthese SN 48 – rev. 2

Steekkaart 5 – **GPR** Radiografie van wegconstructies

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947
Brussel
2023



✓ TOOL

✓ PROJECTNIVEAU

✓ NETWERKNIVEAU

WEGOPPERVLAK

✓ WEGOPBOUW

DOE-HET-ZELF

Contact

*Tim Massart: +32 10 23 65 53;
t.massart@brrc.be*



5 | GPR

Radiografie van wegconstructies

Doel

Metingen met grond- of georadar (*Ground-Penetrating Radar – GPR*) worden verricht om snel en op niet-destructieve wijze informatie over de opbouw van een wegconstructie te verzamelen. De gegevens dienen naderhand op passende wijze verwerkt en zorgvuldig geïnterpreteerd te worden. Zo is het mogelijk laagdikten te schatten, onvolkomenheden te detecteren en de homogeniteit in een wegconstructie te beoordelen.

Werkingsprincipe – Methodiek

De grond- of georadar (*Ground Penetrating Radar – GPR*) is een instrument voor niet-destructief onderzoek, dat steunt op de voortplanting en terugkaatsing van hoogfrequente elektromagnetische golven (20 MHz tot 3 GHz). Dit instrument reageert op elektromagnetische variaties in de omgeving (permittiviteit, geleidingsvermogen en magnetische gevoeligheid). De techniek wordt onder meer aangewend in de geologie (voor detectie van grond- of moedergesteente, specifieke geologische formaties, breuken, karstfenomenen, enz.), in de archeologie (om verborgen archeologische vindplaatsen in kaart te brengen), in de hydrogeologie (om het grondwaterpeil te bepalen en verontreinigde zones op te sporen), bij civieltechnische werkzaamheden (voor conditieonderzoek van kunstwerken, gebouwen, wegen, enz.), en zelfs bij strafrechtelijk onderzoek (om stoffelijke resten op te sporen).

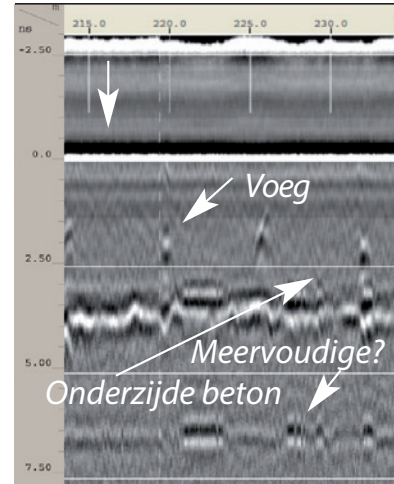
Deresolutie en de onderzoeksdiepte hangen van de gebruikte golfrequentie af.

Radarsystemen zijn in te delen in grondgekoppelde en luchtgekoppelde antennes. Grondgekoppelde antennes kenmerken zich door een direct contact tussen antenne en grond. Ze maken nauwkeurig onderzoek over een beperkte afstand mogelijk. Luchtgekoppelde antennes zenden hun signaal eerst door de lucht. Ze kunnen worden ingezet voor metingen over grotere afstanden bij een hogere voortgangssnelheid en zijn bijzonder geschikt voor wegonderzoek. Een GPR-toestel met luchtgekoppelde antenne wordt op ongeveer 50 cm boven het wegoppervlak op een drager aan het meetvoertuig opgehangen. Het toestel bevindt zich op voldoende afstand van het meetvoertuig om interferenties met het stalen

koetswerk te vermijden (figuur 2). Op figuur 3 is het principe van de radartechniek voor wegonderzoek schematisch weergegeven.

Een antenne zendt elektromagnetische golven met een frequentie van 0,02 tot 3 GHz naar de wegverharding, waar ze zich in de diepte voortplanten. Bij voldoende grote diëlektrische contrasten wordt een deel van het uitgezonden signaal teruggekaatsd door het wegoppervlak en het contactvlak tussen de lagen in de constructie. Concreet zal, als een golf op een laag stoot waarvan de fysische kenmerken verschillen van die van de voorgaande laag, een deel van de energie van de golf worden teruggekaatsd naar het wegoppervlak. De tijd tussen verzenden en ontvangen wordt uitgedrukt in nanoseconden (ns). Zolang de golf over voldoende energie beschikt om een leesbaar signaal terug te kaatsen, wordt dit proces herhaald.

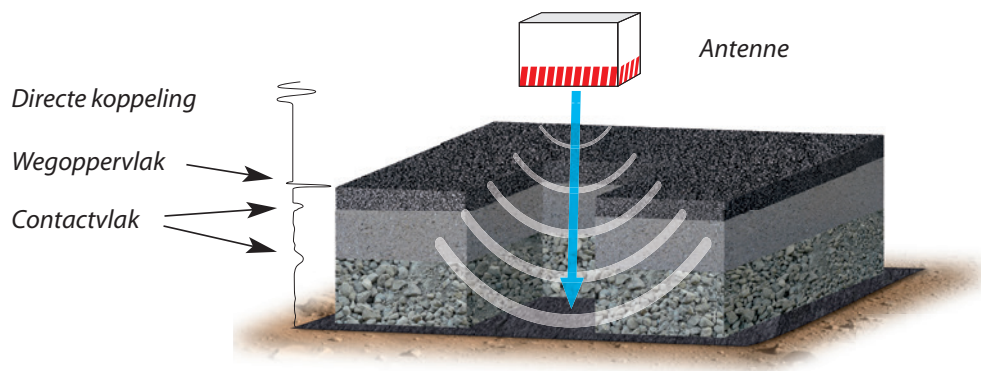
Als de elektrische kenmerken (elektrische geleiding en diëlektrische constante) van de verschillende lagen in de wegconstructie bekend zijn, is ook de voortplantingssnelheid van de elektromagnetische golf in elk van de lagen bekend. Door de tijd tussen het verzenden en ontvangen te meten, kan de dikte van elke laag eenvoudig worden berekend.



Figuur 1 – Radarprofiel en een op dezelfde locatie geboorde kern



Figuur 2 – GPR-uitrusting van het OCW

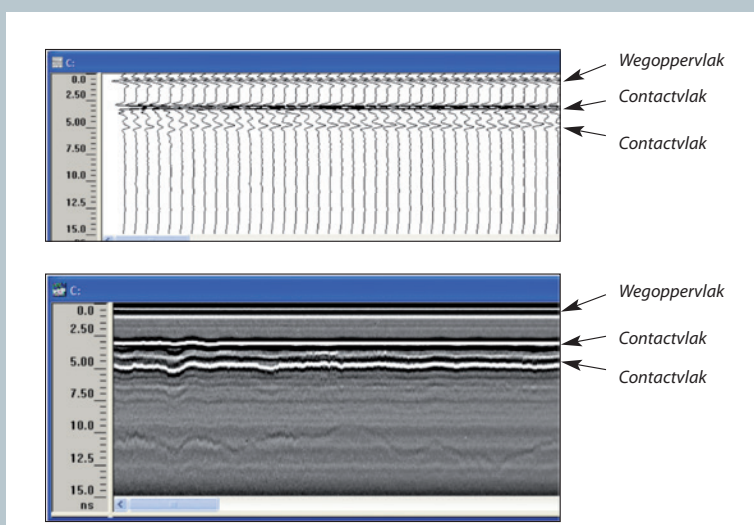


Figuur 3 – Schematische voorstelling van de werking van de radar

Resultaten

Schatting van laagdikten en beoordeling van homogeniteit

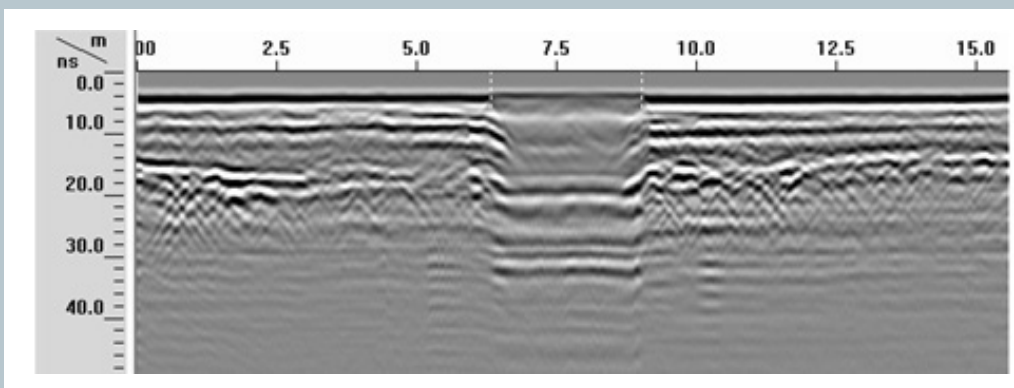
De meetresultaten worden weergegeven in de vorm van golven en/of monochromatische beelden waarop de overgang tussen materialen met verschillende fysische kenmerken zichtbaar is.



Figuur 4 – Radarbeelden: golfweergave (zogenoemde wiggle trace – bovenaan) en kleurweergave (onderaan)

De visuele weergave van de gegevens in de vorm van golven (de zogenoemde *wiggle trace* – figuur 4 bovenaan) stelt de individuele signalen verticaal voor, waarbij positieve en negatieve amplitudes worden onderscheiden. De andere voorstelling (figuur 4 onderaan) verbindt een kleurenschaal aan de amplitudes (van zwart naar wit, voor respectievelijk minimale en maximale amplitudes). Deze laatste voorstellingswijze is geschikter bij een hoog aantal geregistreerde signalen.

Een dergelijke analyse wordt geregeld verricht om zones met een homogene opbouw te detecteren.



Figuur 5 – Radarbeeld van een weggedeelte met een gerepareerde zone

Nauwkeurige bepaling van laagdikten

Nauwkeurige bepaling van laagdikten is enkel mogelijk als het materiaal van elke gedetecteerde laag met zekerheid bekend is.

Acceptatiegrenzen

Er zijn geen eigenlijke acceptatiegrenzen vastgelegd. De informatie van grondradar moet worden beoordeeld naargelang van het beoogde doel (bepaling van laagdikten, detectie van homogene zones, onvolkomenheden of ondergrondse kabels en leidingen) en in combinatie met andere diagnosetechnieken.



Figuur 6 – Lucht- en grondgekoppelde antennes van het OCW



Figuur 7 – Grondradarmeting op de weg om plaatselijke probleemzones te detecteren

Prestaties

Onderzoeksdiepte

De onderzoeksdiepte is afhankelijk van de aard van de materialen waaruit het weglichaam is opgebouwd, evenals van het vermogen en de golffrequentie van de zendantenne:

- luchtantenne van 2 GHz = ± 0,4 m;
- luchtantenne van 1 GHz = ± 1,0 m;
- contactantenne van 2,6 GHz = ± 0,3 m;
- contactantenne van 2,0 GHz = ± 0,4 m;
- contactantenne van 900 MHz = ± 1,0 m;
- contactantenne van 400 MHz = ± 2,0 m.

Snelheid tijdens metingen

Metingen met luchtantennes worden rijdend verricht, met een maximale snelheid tot ongeveer 90 km/h. Voorgewoon onderzoek is dat ongeveer 50-70 km/h. De snelheid hangt van de meetnauwkeurigheid af: hoe hoger de snelheid, hoe lager het aantal meetpunten per afgelegde meter.

Metingen met contactantennes worden stapvoets uitgevoerd.

Beperkingen

- Bij GPR-metingen op wegconstructies met doorgaand gewapend beton wordt een groot deel van de energie weerkaatst door de wapening. Om de laagdikten nauwkeurig te kunnen bepalen, moeten meer metingen worden verricht – bij voorkeur met GPR met grondgekoppelde antenne. De diepte en de afstand tussen de wapeningen kunnen wel nauwgezet worden bepaald.
- GPR-metingen leveren geen kwantitatieve informatie in de zin van effectieve laagdikten, maar enkel kwalitatieve informatie (een schatting van de laagdikten). Voorzichtigheid is steeds geboden want voordat de gegevens zijn verwerkt,

Toepassing

Wegsoort	Projectniveau	Netwerkniveau
Autosnelwegen en hoofdwegen	✓	✓
Gemeente- en stedelijke wegen	✓	✓
Voetpaden	✓	✓
Fietspaden	✓	✓
Parkeervoorzieningen	✓	✓
Private wegen	✓	✓
Haventerreinen	✓	✓
Vliegveldbanen	✓	✓
Andere: - detectie van ondergrondse leidingen en kabels; - inspectie van kunstwerken.		✓

Complementari- teit van de meetresultaten

Verwante technieken en methoden

kunnen twee materialen met verschillende kenmerken en laagdikten schijnbaar dezelfde dikte vertonen.

- Gegevens uit GPR-metingen dienen op passende wijze verwerkt en zorgvuldig geïnterpreteerd te worden. De ervaring met het toestel en de gegevensverwerking zijn dan ook van essentieel belang.

Net zoals voor de meeste apparatuur voor wegconditieonderzoek kan het nuttig zijn de resultaten uit GPR-metingen te toetsen aan die van andere technieken of methoden:

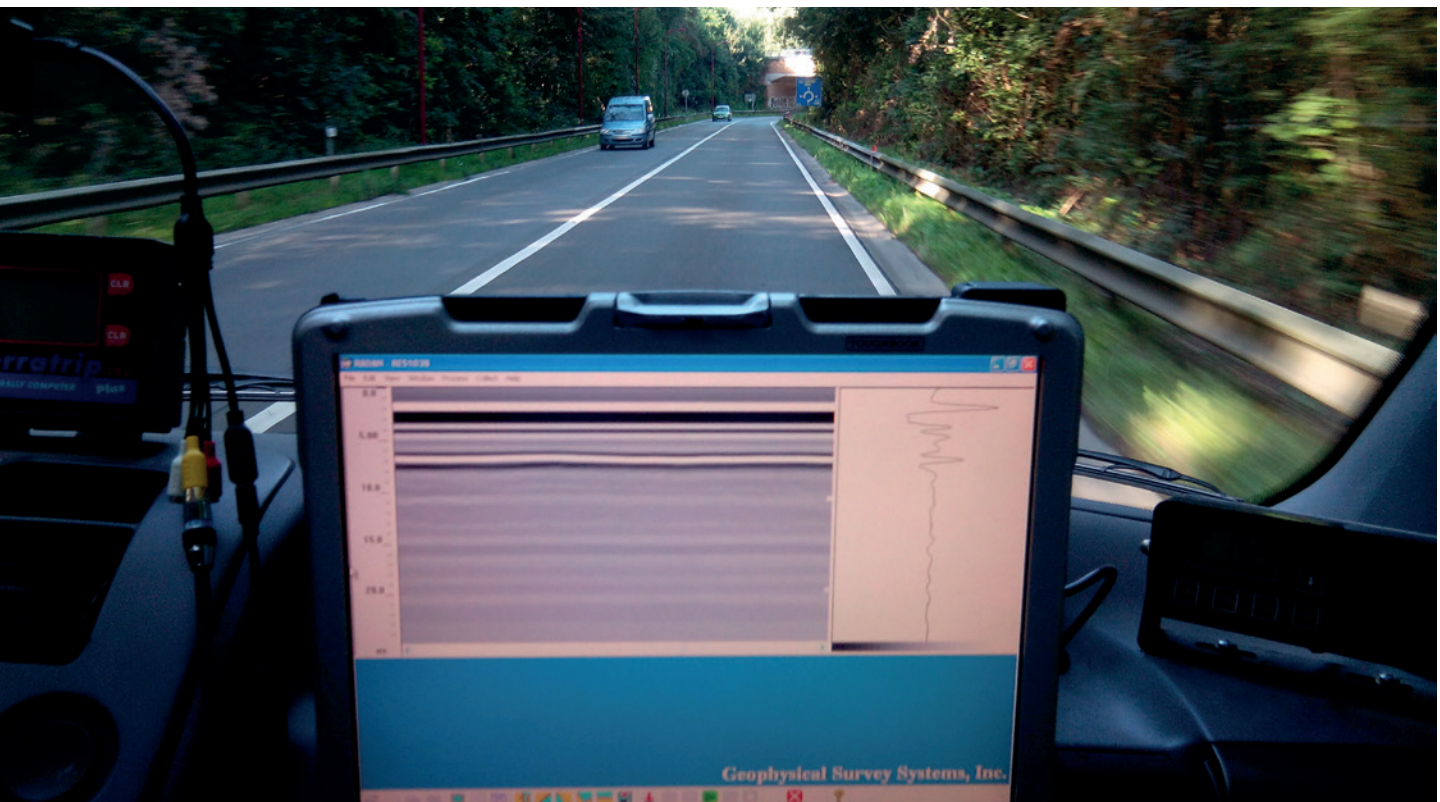
- kernboringen;
- meting van de tijdelijke vervorming van wegconstructies onder verticale belasting met FWD (*Falling Weight Deflectometer* – valgewichtdeflectiometer), Benkelmanbalk, Lacroixdeflectograaf, enz.

- Driedimensionale grondradar (3D GPR).
- Tomograaf.
- Gammadichtheidsmeter.

Veiligheid – Signalering

Het voertuig waaraan het GPR-toestel wordt opgehangen, is goed zichtbaar en uitgerust met de reglementaire signalering (zebrastrepen, zwaailicht, enz.) van het gewest of land waar de metingen worden verricht. Extra maatregelen zijn meestal niet nodig omdat de snelheid tijdens de uitvoering met die van de andere weggebruikers overeenstemt.

Voor metingen met contactantennes, die stapvoets worden uitgevoerd, is het noodzakelijk het te inspecteren weggedeelte af te sluiten met signalering die conform de lokaal geldende veiligheidsrichtlijnen is.



Literatuur

Grégoire, C. & Van Geem, C. (2013)

OCW stelt grondradaractiviteiten voor op IWAGPR 2013.

In : OCW Mededelingen, (2013)96. p. 13-15. Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).

Finnish Transport Agency, Swedish Transport Administration & Norwegian Road Administration (2011)

Recommendations for guidelines for the use of GPR in road construction quality control.

Brussels : European Commission (EC).

Jol, H.M. (ed.) (2009)

Ground penetrating radar : theory and applications.

Amsterdam : Elsevier. ISBN 978-0-444-53348-7.

Belgian Road Research Centre (2016)

Methodologies for the use of ground-penetrating radar in road condition surveys.

Brussels : BRRC. (Method of Measurement, ME 91/16).

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (2018)

Ontwikkeling van de grondradar-techniek voor wegconditieonderzoek.

Brussel : OCW.

(Researchverslag, RV 46).

Lijst van de steekkaarten

1. **APL** – Meting van de langsvlakheid van wegen
2. **Cartografie** – Voor een heldere diagnose
3. **FPP** – Meting van de langsvlakheid van fietspaden
4. **FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen
5. **GPR** – Radiografie van wegconstructies
6. **SKM** – Meting van de stroefheid van wegen
7. **Qualidimsoftware** – Berekening van de restlevensduur van wegen
8. **Visuele inspectie voor het beheer van stedelijke en gemeentelijke wegennetten**
9. **Structurele prestatie-indicatoren voor wegbeheer**
10. **ViaBEL** – Software voor wegbeheer
11. **CPX** – Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode
12. **Meting van de macro- en megatextuur van wegdekken met de laserprofielmeter**
13. **Waarneming van verkeer en conflicten met camera's**
14. **Verkeersanalyse met pneumatische telslangen**
15. **Geometrische controle van verhoogde inrichtingen op de openbare weg: verkeersdrempels en verkeersplateaus**
16. **Verkeersanalyse met dopplerradar**
17. **Meting van de stroefheid met de *Skid Resistance Tester* (SRT-slinger)**
18. **Meetstoel** – Instrument voor de beoordeling van het comfort van voetgangersverhardingen
19. **Fast-FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen