

Memo

Datum	30 juli 2009	Van	drs. G.P.C. Vink
Onderwerp	Onderzoeksresultaten grondradarmetingen dijkvak N. Beveland	Telefoon	+31 (0)73 543 50 33
Ons kenmerk	1509544	Fax	+31 (0)73 543 53 78
		E-mail	gvink@breijn.nl

Aan	<i>Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen</i>	<i>Dhr. Y. Provoost</i>
-----	---	-------------------------

Op 3 juli 2009 heeft Breijn Wegbouwkunde radarmetingen uitgevoerd op een buitendijk van een dijkvak te Zeeland. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een eerder onderzoek met behulp van de 3d-Radar van Breijn.

Uit het 3d-Radaronderzoek bleek de bovenkant van het op de dijk aanwezige kleipakket goed in kaart gebracht te kunnen worden. Per meetraai is hierbij over een totale breedte van 1,80 meter gemeten. De 3d-Radardata waren gekoppeld aan videobeelden en middels het pakket Road Doctor Viewer zijn de datasets en de interpretatie aan opdrachtgever beschikbaar gesteld.

Middels de 3d-Radarmethode bleek het echter helaas niet mogelijk om de onderkant van het kleipakket te karteren. Daarentegen is inzicht in het verloop van de dikte van het kleipakket juist van belang voor opdrachtgever. In dit licht is onderzoek gedaan om te beoordelen of met een enkelvoudige, laagfrequente, grondgekoppelde antenne het dikteverloop van het kleipakket te bepalen valt. Dit aangezien een dergelijke antenne het meest kansrijk is om door het kleipakket te penetreren, daar deze een hogere mate van energie direct in de grond stuurt.

Het doel van dit onderzoek is dan ook het beoordelen of met een enkelvoudige, laagfrequente, grondgekoppelde antenne de dikte van het kleipakket geïnterpreteerd kan worden.

De radarmetingen zijn uitgevoerd met een grondradar van marktleider GSSI met behulp van achtereenvolgens een tweetal antennes met een verschillende centrale frequentie. In een eerste meetsessie zijn de metingen uitgevoerd met een 200MHz antenne en vervolgens in een tweede meetsessie met behulp van een 400MHz antenne.

Aangezien we in dit onderzoek voornamelijk wilden achterhalen of het mogelijk is om de onderkant klei te interpreteren met behulp van de enkelvoudige grondradar zijn de data niet gekoppeld aan videobeelden en GPS-positionering. De data is dan ook niet aangeleverd in Road Doctor Viewer. Het is daarentegen wel mogelijk om deze koppeling uit te voeren.

Datum 30 juli 2009
Ons kenmerk 1509544
Pagina 2 van 4

Grondradartechniek werkt volgens een reflectietechniek. Een radarsignaal wordt de grond in gestuurd met behulp van een grondradarantenne. Als gevolg van de overgang van materialen wordt er energie gereflecteerd en ontvangen door de grondradarantenne. De indringingsdiepte van radarsignalen wordt uitgedrukt in nanoseconden. Ieder afzonderlijk materiaal heeft een bepaalde weerstand met betrekking tot het indringen van radarsignalen. Als de constructieopbouw bekend is, kan de diepte in nanoseconden worden omgezet naar een diepte in meters. Zonder deze calibratie kan enkel een indicatie worden gegeven in diepte op basis van ervaringsgetallen.



Foto 1-1: Meetvoertuig met 200 MHz grondradar antenne

Het onderzoek is uitgevoerd op een drietal parallelle meetraaien van dijkpaal 1790 tot 1797. Te weten een raai op het schouwpad, een raai op het talud op circa 2 meter vanaf rand schouwpad en een raai op het talud op circa 9,5 meter vanaf rand schouwpad. We zullen deze meetraaien vanaf nu noemen de schouwpad raai, de 'droge' talud raai en de 'natte' talud raai in genoemde volgorde. De term 'droog' en 'nat' zijn gekozen omdat de 'droge' meetraai normaal gesproken met hoog water nog droog staat terwijl de 'natte' meetraai met hoog water onder water staat.

Resultaten

De grondradardata laat een goed dieptebereik zien. In tegenstelling tot de 3d-Radarmetingen is het mogelijk gebleken om met behulp van deze methode de onderkant van het kleipakket in kaart te brengen. Op gedeelten van het onderzoeksgebied zijn de diktes duidelijk in beeld en in andere gedeelten is de data minder duidelijk.

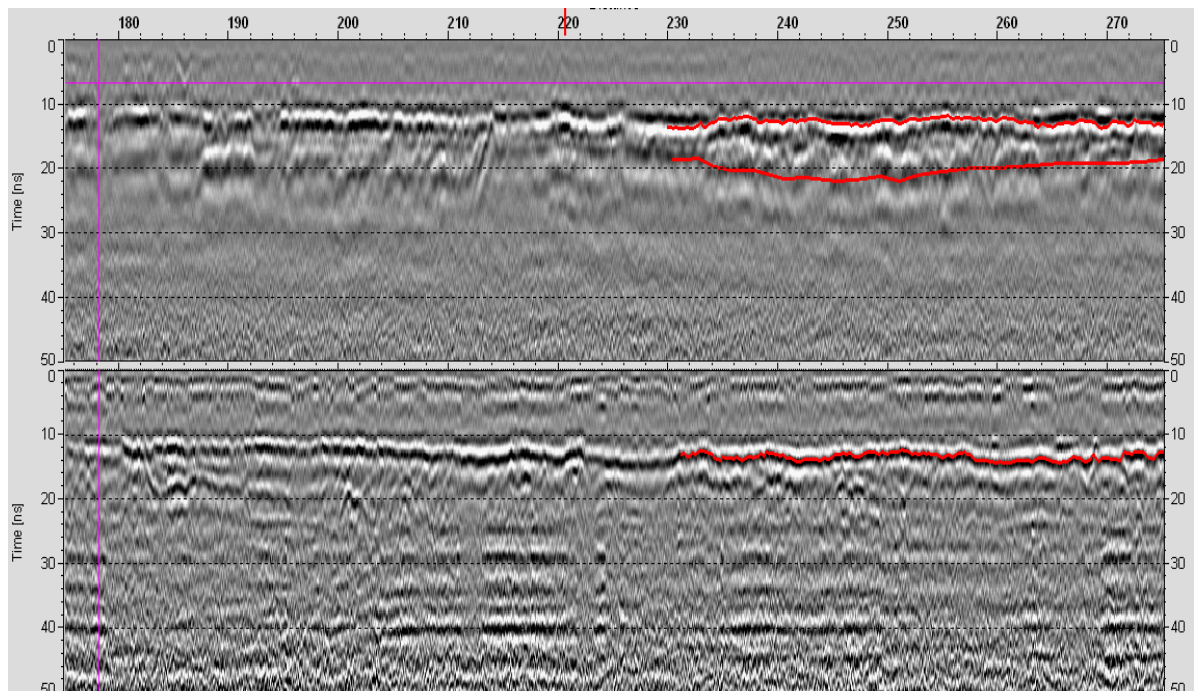
Datum 30 juli 2009
Ons kenmerk 1509544
Pagina 3 van 4

De onderkant klei is over het algemeen beter zichtbaar met de 200MHz antenne. De 400MHz antenne laat lokaal de onderkant klei goed zien maar heeft over het algemeen teveel signaalverlies om deze laagscheiding goed te interpreteren. Wel is het zo dat wanneer de onderkant zichtbaar is in de 400MHz data dit gepaard gaat met een hogere resolutie.

Ter illustratie is hieronder een gedeelte van de radardata gepresenteerd. Het betreft een segment van circa 80 meter op de 'natte' talud raai. In het bovenste paneel is de 200MHz data weergegeven, het onderste paneel betreft de 400MHz data. Op een gedeelte van het paneel is met behulp van de rode lijnen de geïnterpreteerde boven- en onderkant van het kleipakket aangegeven. In het onderste paneel is enkel de bovenkant van het kleipakket aangegeven, aangezien in deze dataset de onderkant niet overal eenduidig te interpreteren is.

Bij gebrek aan referentiegegevens waarmee de data gekalibreerd kan worden kan enkel een schatting van de dikte van het kleipakket gegeven worden. Er is binnen het onderzoeksgebied één breekformulier ter beschikking gesteld hoogte van dijkpaal 1797 waarbij de dikte van het kleipakket op het binnenbeloop op 20 centimeter aangegeven is. Echter is niet aangegeven waar exact op het binnenbeloop deze dikte bepaald is.

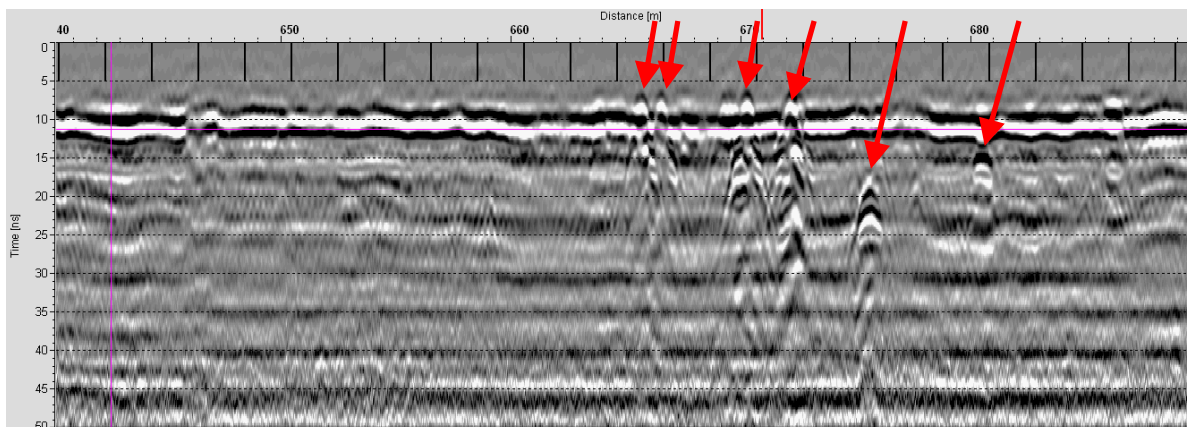
Uitgaande van een gemiddelde snelheid van radarsignalen in klei is naar schatting een gemiddelde dikte bepaald van het aanwezige kleipakket van 30 tot 40 centimeter voor de betreffende meetraai.



Figuur 1-2: Voorbeeld radarinterpretatie ter hoogte van de 'natte' talud raai

Datum 30 juli 2009
 Ons kenmerk 1509544
 Pagina 4 van 4

Op de 'droge' taludlijn zijn een aantal ondergrondse objecten aangetroffen. De objecten zijn tussen dijkpaal 1796 en 1797 aangetroffen in de zone van 65 tot 80 meter vanaf dijkpaal 1796. In figuur 1-3 zijn deze objecten aangegeven in de 200MHz data met behulp van rode pijlen.



Figuur 1-3: Voorbeeld aangetroffen objecten ter hoogte van de 'droge' talud raai

Conclusies en aanbevelingen

Uit de interpretatie van de radarbeelden kan het volgende worden geconcludeerd:

- Met behulp van een enkelvoudige, grondgekoppelde laagfrequente grondradar is op het binnenbeloop van het onderzochte dijkvak een laagscheiding te interpreteren die waarschijnlijk de onderkant van het kleipakket voorstelt.
- Op het binnenbeloop van het dijkvak zijn een aantal objecten zichtbaar geworden onder de 'droge' taludlijn.

Op basis van dit onderzoek doet Breijn de volgende aanbevelingen om inzichtelijk te krijgen waar potentiële zwakke plekken van een dijklichaam zich bevinden.

- Breijn stelt voor om de te onderzoeken dijklichamen in te meten met radartechnieken om een goed inzicht te verkrijgen in de geologische opbouw van het dijklichaam.
 - Met behulp van de 3d-Radar kan de opbouw tot de bovenkant van het kleipakket bepaald worden met een strook van 1,80 meter per meetraai. Vermoedelijk kunnen locaties aangewezen worden waar het aanwezige kleipakket relatief dun is.
 - Met behulp van enkelvoudige, grondgekoppelde laagfrequente grondradar is het mogelijk om op grote gedeelten van het binnenverloop het verloop van de onderkant klei inzichtelijk te maken.
- De 3d-Radarmetingen en de enkelvoudige grondradar kunnen aangevuld en direct gekoppeld worden aan videobeelden. Ook kan een koppeling plaatsvinden met andere metingen zoals bijvoorbeeld golfklap-simulatie met behulp van valgewicht deflectie metingen.
- Referentiegegevens zijn benodigd voor kalibratie van de radargegevens. Alternatief wordt gebruik gemaakt van ervaringsgetallen, de bepaalde dieptes zullen dan enkel indicatief zijn.