

Ondiepe seismiek als hulpmiddel bij de kartering van de Geologie

J.A. Ros

Het gebruik van geofysische meettechnieken, binnen de geologie in Nederland, heeft zich in het verleden voornamelijk beperkt tot het gebruik van electromagnetische methoden dan wel geo-electrische methoden. De voornaamste doelstelling bij het gebruik van deze methoden was een snelle, maar grove, karakterisering van de elektrische eigenschappen en daaraan gekoppeld een correlatie naar de bodemstructuur van de ondergrond.

In West-Europa nemen we, in navolging van soortgelijke ontwikkelingen buiten Europa, de laatste tijd een toenemende interesse waar in het gebruik van geofysische technieken zoals o.a. grondradar en reflectie-seismiek. In vergelijking met landen zoals de VS en Japan, moeten we echter vaststellen dat de mate waarin deze methoden worden toegepast nog steeds relatief beperkt is.

Het geringe gebruik van geofysische meettechnieken vindt zijn oorzaak in een combinatie van technologische, economische en wellicht ook politieke redenen.

Dit artikel houdt zich bezig met een aantal recente technologische ontwikkelingen binnen de geofysica, die geleid hebben tot een verhoogde toepassingsmogelijkheid van geofysische methoden binnen de geologische kartering.

Een en ander toegespitst op de toepassing van ondiepe reflectie seismiek. "Ondiep" staat in dit verband voor een diepte tot ca. 100 meter onder maaiveld.

Toepasbaarheid

Geofysische meetmethoden geven informatie over de fysische eigenschappen van de ondergrond. Zo geven weerstandsmetingen informatie over de elektrische eigenschappen van de ondergrond en seismische metingen zijn weer gevoelig voor de elastische eigenschappen ervan.

Om de geschiktheid van een geofysische meetmethode te kunnen toetsen dient allereerst vastgesteld te worden of de methode relevantie heeft binnen

de probleemstelling. Voor de kartering van lagen is het vaak het meest zinvol om gebruik te maken van verschillen in elastische eigenschappen van deze lagen. Dit zou dan inhouden dat beter gebruik gemaakt kan worden van seismische onderzoekstechnieken.

Bij de selectie van een geschikte geofysische meetmethode spelen echter meer zaken mee dan een keuze van de te meten fysische eigenschappen. Zo heeft elke geofysische meettechniek z'n beperking in oplossend vermogen (nauwkeurigheid) en kan toepassing van een techniek minder zinvol zijn omdat ofwel de op te sporen objecten te klein zijn ofwel de verschillen in fysische eigenschappen te gering.

Ondiepe reflectie-seismiek

Het principe van de meetmethode:

Bij seismisch onderzoek wordt getracht om door middel van het opwekken van seismische golven informatie te verkrijgen over de dichtheidsverdeling en seismische snelheidsverdeling in de ondergrond. In fig. 1 is schematisch het principe van de reflectie-seismiek weergegeven. Op de bronlocatie (Sh) wordt een signaal op-

gewekt dat zich voortplant door de ondergrond (hier weergegeven door een golfstraal). Een deel van de opgewekte energie wordt weerkaatst aan overgangen in seismische impedantie en keert als gereflecteerde energie naar het oppervlak terug. Genoemde seismische impedantie is een materiaaleigenschap die direct gekoppeld is aan de dichtheid en de geluidssnelheid van de grondsoort.

Tot voor kort maakte de ondiepe seismiek gebruik van simpele bronnen voor het opwekken van het seismische signaal zoals hamers, valgewichten, detonators en lichte dynamietladingen. Recentelijk is echter, speciaal voor de ondiepe seismiek, een aantal bronnen ontwikkeld die beter toepasbaar zijn, zowel vanuit het oogpunt van praktische toepassing, betere resolutie (nauwkeurigheid) van het signaal en gunstiger kostprijs.

Het registreren van het seismische signaal geschiedt door middel van geofoons op het land en hydrofoons op het water, met daaraan gekoppelde opname apparatuur (seismograaf).

Verwerking van de metingen

Nadat de terugontvangen seismische signalen in het veld zijn geregistreerd,

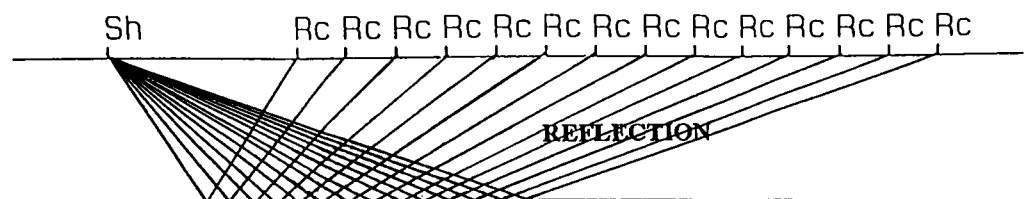


Fig. 1. Het principe van de reflectie seismiek schematisch weergegeven.

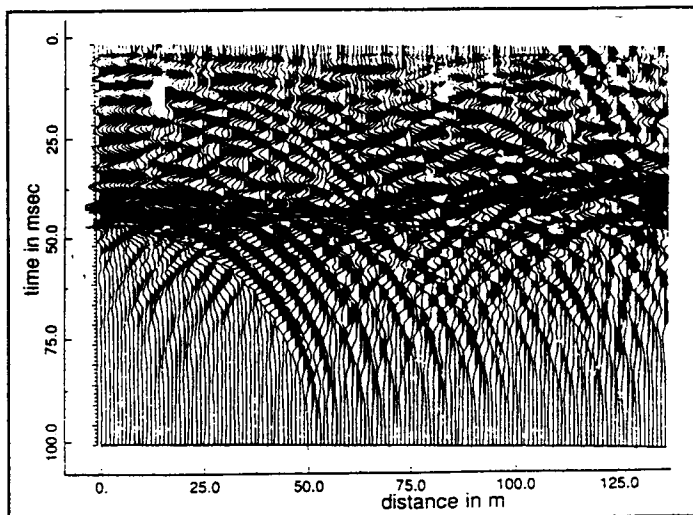


Fig. 2. Reflectieprofiel.

dienen zij zodanig te worden bewerkt dat de gewenste informatie, in termen van dichtheden, snelheden, en impedanties, er eenvoudig van kan worden afgelezen. Hoewel het mogelijk is die informatie direct te ontlenen aan de veldgegevens, wordt toch veelal gebruik gemaakt van de zogenaamde Common-Midpoint-Processing. Deze verwerkingsmethode resulteert in een model van de ruimtelijke verdeling van de reflectiecoëfficiënten in de ondergrond (seismische sectie). De sterkte van de reflectie in de seismische sectie is een maat voor de in de ondergrond op die plaats optredende impedantieverschillen.

Vervolgens wordt het resultaat van een seismisch onderzoek vergeleken met bestaande puntinformatie zoals

Toepassingsvoorbeeld

Onlangs is een geofysisch onderzoek uitgevoerd in het land van Maas en Waal ten behoeve van een uitkartering van de ondergrond.

Een geotechnisch onderzoek op de betreffende locatie had aangetoond dat er een vrij abrupte overgang aanwezig zou zijn ter plaatse van een kleilaag op een diepte van 28 à 30 meter beneden maaiveld. Op een afstand van ca. 100 meter werd de kleilaag niet meer aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 42 meter beneden maaiveld. Een uitkartering van het verloop van de kleilaag zou op technische en economische gronden niet meer goed uitvoerbaar zijn met boren en/of sonderen. Voor het verkrijgen van aanvullende informatie is een seismisch reflectie onderzoek uitgevoerd.

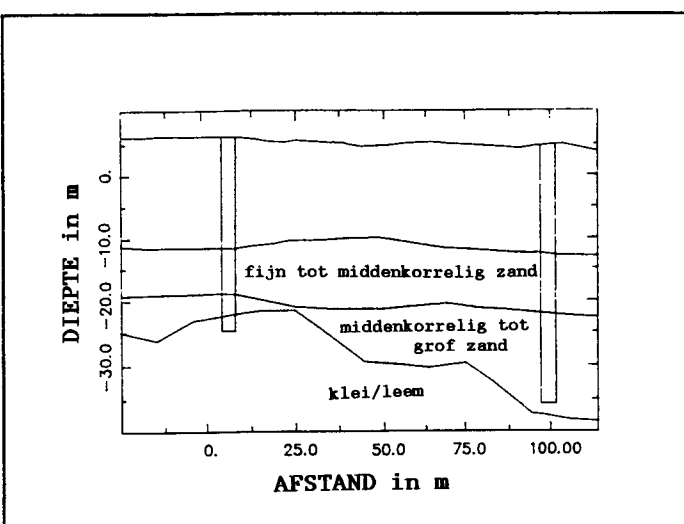


Fig. 3. Het correleren van seismische informatie aan boor- en sondeergegevens.

verkregen uit boringen en/of elektrische sonderingen.

Op deze wijze wordt de puntinformatie uit boringen/sonderingen uitgebreid naar nauwkeurige lijninformatie waaruit een dwarsprofiel van de ondergrond wordt verkregen.

nauwkeuriger inzicht in het verloop van de kleilaag (fig. 3).

Conclusie

Het gebruik van geofysische meettechnieken binnen de geologie in Nederland wordt door de recente ontwikkelingen in zowel de opnameapparatuur als de verwerkingsmethoden en modellen steeds vaker toegepast.

Afhankelijk van de vraagstelling en de geologische gesteldheid van het te onderzoeken gebied zijn er verschillende methoden voorhanden.

De toepassing van ondiepe seismische onderzoeken, in combinatie met traditionele boor- en sondeerwerkzaamheden, lijken een zinvol en economisch geschikt aanvullend hulpmiddel voor het verkrijgen van langspore profielen van de ondiepe geologie tot een diepte van ca. 100 meter.

In praktische zin kan hierbij gedacht worden aan het verkrijgen van langspore profielen ten behoeve van infrastructurale projecten zoals snelwegen en spoorlijnen.

Summary

The use of geophysical techniques in geological profiling has been very minimal up till now in The Netherlands. Recent developments in data collection and data processing give hope for a more widespread use of these techniques. This paper addresses the use of Reflection Seismic Profiling. A brief explanation of the measuring principles is presented and a case study is described. A combination of traditional soil investigation with borings and Electrical Cone Penetration techniques and Reflection Seismic Profiling results in a more accurate knowledge on the variation of the geological layers up to a depth of approximately 100 meters.

Adres van de auteur:
Fugro Ingenieursbureau B.V.
Veurse Achterweg 10
2264 SG Leidschendam.

Literatuur

- Brouwer, J.H. en Ros, J.A., 1992. Ondiep seismisch onderzoek, Maatje voor zandwinners, Land + Water, nr 4.
- Brouwer, J.H., 1994. Het gebruik van Geofysische meetmethoden in de Civiel Techniek, Civiele Techniek, nr 3.

In het kader van dit onderzoek werden reflectieprofielen geschoten met een totale lengte van 275 meter. Een voorbeeld van een reflectieprofiel is gepresenteerd in fig. 2.

De verkregen seismische informatie werd vergeleken met de reeds aanwezige boor- en sondeergegevens en resulteerde in een