

Toepassingen, kansen en beperkingen

Vijf jaar ervaring met de handheld XRF

Besparen op bodemonderzoek en begeleiding van saneringen van zware metalen zonder in te boeten op kwaliteit. Met de handheld XRF is het mogelijk. Handig in tijden van economische recessie en bezuinigingen.

Door Nikolaj Walraven en Eric Kessels

Over de auteurs:

drs. N. Walraven is onderzoeker/adviseur bij GeoConnect
ing. H. Kessels is senior projectleider bij Actief Bodembeheer de Kempen

Sinds 2002 zijn er handheld XRF spectrometers (XRF)^a op de markt waarmee de gehalten aan metalen snel en goedkoop ter plekke kunnen worden bepaald. Actief Bodembeheer de Kempen (ABdK) en GeoConnect hebben in 2005 als eerste een grootschalige pilot in De Kempen uitgevoerd om te bepalen of de XRF ook geschikt is voor bodemonderzoek en bodemsanering^{1,2}. In die pilot zijn de prestatiekenmerken van de XRF vastgesteld voor Zn, Pb, Cu en As in met zinkassen verontreinigde bodems. Tevens zijn de XRF resultaten vergeleken met laboratorium analyses. De prestatiekenmerken van de XRF zijn daarnaast in 2007 voor alle zware metalen in het 'verplichte' stoffenpakket binnen een SKB project^b onderzocht³.

Uit deze onderzoeken is gebleken dat de XRF een nauwkeurig, snel en goedkoop alternatief is voor laboratorium analyses. ABdK zet de XRF sinds 2009 standaard in bij bodemonderzoek en saneringen van zinkassen. Ook in andere delen van Nederland maakt de XRF zijn introductie.

WAT IS EEN HANDHELD XRF?

De handheld XRF is een draagbaar analyse apparaat, dat op basis van röntgen fluorescentie gehalten van zware metalen in diverse materialen, waaronder (water)bodems, kan bepalen. Met dit apparaat kunnen alle zware metalen uit het 'verplichte' stoffenpakket worden geanalyseerd (tabel 1). Ook andere elementen, zoals kalium, ijzer, mangaan en fosfaat zijn te meten. Afhankelijk van het aantal te meten elementen varieert de meettijd van circa 30 seconden tot enkele minuten.

De XRF kan direct op de bodem worden geplaatst. Hierbij wordt het oppervlak van de bodem geanalyseerd. Een bodemoppervlak kan echter een heterogene samenstelling hebben. Het is daarom noodzakelijk om hiermee rekening te houden, omdat dit het eindresultaat kan beïnvloeden. Zo is het belangrijk om de bodem eerst handmatig te mengen om een homogeen monster te krijgen. Om diepere monsters te kunnen analyseren, moeten eerst bodemonsters worden genomen, bijvoorbeeld met een Edelmanboor.

De handheld XRF valt onder de Wet Stralingsbeschermer. De gebruiker van de handheld XRF dient onder een stralingsdeskundige te werken (niveau 5A). De gebruiker hoeft zelf geen stralingsdeskundige te zijn.

In foto 1 en 2 is een handheld XRF weergegeven, inclusief een beeld van hetgeen er wordt afgelezen. De XRF metingen kunnen direct in het veld worden afgelezen en uitgelezen.

Aantoonbaarheidsgrenzen in bodemonsters (mg/kg)	
Element	60s per filter SRM
Zn	13
Pb	8
Cu	20
As	7
Ni	40
Cr	25
V	40
Mo	5
Hg	8
Se	5
Ba	35
Sb	15
Sn	15
Cd	8
Co	125

Tabel 1. De aantoonbaarheidsgrenzen van de handheld XRF (NITON XL3t GOLDD). Uitgaande van een meettijd van 1 minuut per filter (filter low, main en high) en standaard referentie materialen (Bron: Thermo Scientific). De aantoonbaarheidsgrens van de XRF is afhankelijk van de meettijd, de matrix van het testmateriaal en het statistische betrouwbaarheidsinterval.

TABEL 1. DE AANTOONBAARHEIDSGRENZEN VAN DE HANDHELD XRF (NITON XL3T GOLDD).



FOTO 1. METEN MET DE XRF

TOEPASSING IN DE KEMPEN

De XRF is en wordt op dit moment nog het meest gebruikt bij bodemonderzoek en saneringen van bodemverontreinigingen met zinkassen in het gebied van ABdK (De Kempen). Alvorens de XRF breed in te zetten heeft ABdK 10 nadere bodemonderzoeken zowel met de XRF als volgens de standaard methode (nat-chemische analyses in het laboratorium) uitgevoerd⁴. Hieruit bleek dat de verontreinigingcontour^c voor zink met beide methodes vergelijkbaar was. Echter met de XRF werd op sommige locaties meer zinkverontreinigde grond gevonden. Dit komt omdat het met de XRF eenvoudig is om op meer plaatsen te meten. Zo kan rekening worden gehouden met visueel afwijkende plaatsen die niet op het boorplan staan. Met de XRF bleek het mogelijk om in één veldwerkgang de hele verontreinigingcontour (interventiewaarde van zink) in kaart te brengen voor 75% van de kosten van het standaard onderzoek. Alvorens de XRF daadwerkelijk toe te passen, heeft ABdK een praktijkrichtlijn en protocollen op laten stellen. Hierin staat beschreven hoe gewerkt dient te worden met de XRF in opdracht van ABdK^{5,6}. Dit om de kwaliteit van het resultaat van de XRF metingen te kunnen waarborgen. Bovendien wordt een aantal bodemonsters net buiten de contour nog door een geaccrediteerd laboratorium geanalyseerd om daarmee een bevestiging te krijgen dat de verontreinigingcontour goed is vastgesteld. Hierdoor wordt ook aan de bepalingen van de huidige regelgeving voldaan.

Ook voor de inzet van de handheld XRF bij saneringen heeft ABdK een protocol laten opstellen⁷. Bij de zink(as)saneringen wordt de XRF ingezet voor tussentijdse metingen van de putbodem en putwand. De tussentijdse bodemonsters worden niet meer in het laboratorium geanalyseerd. Alleen de definitieve uitkeuring wordt nog door een laboratorium gedaan. Deze werkwijze bevordert de snelheid van de uitvoering van de sanering – niet meer wachten op laboratorium resultaten – en resulteert in een flinke besparing van analysekosten.

ABdK heeft inmiddels ruim 100 bodemsaneringen met behulp van de XRF uitgevoerd. Van deze saneringen bleken de eindwaarden zoals gemeten met de XRF ook bevestigd te worden door het laboratorium. Op basis van de huidige praktijkervaring is gebleken dat bodemonderzoek en begeleiding van saneringen met de handheld XRF voor circa 75 % van de kosten

van de traditionele werkwijze kan worden uitgevoerd, dat hier minder tijd mee gemoeid is, terwijl daarbij 50% meer bepalingen worden gedaan. Indien de eindcontrole in de toekomst niet meer via het laboratorium hoeft plaats te vinden, zullen de besparingen nog hoger zijn.

OVERIGE TOEPASSINGEN

In de Kempen is de introductie van de XRF door de proactieve opstelling van ABdK en de adviesbureaus in de regio snel gegaan. In Nederland boven de Maas verloopt de introductie minder snel. Desalniettemin zijn hier reeds diverse onderzoeken met de XRF uitgevoerd.

Zo heeft de provincie Groningen de handheld XRF ingezet in het kader van het versnellingsprotocol. Om snel inzicht te krijgen in het aantal spoedlocaties is de XRF ingezet in tuinen van particulieren waar aanwijzingen waren voor verhoogde gehalten aan lood, zink, koper en chroom. Dit project is met succes afgerond en de provincie Groningen heeft te kennen gegeven de XRF vaker te willen inzetten⁸.

Met de handheld XRF kunnen ook waterbodems geanalyseerd worden. Er zijn reeds diverse waterbodemonderzoeken uitgevoerd met de XRF. In opdracht van RIZA zijn in 2009 de prestatiekenmerken van de XRF voor waterbodemanalyses onderzocht⁹ en op het Ketelmeer is de XRF met succes ingezet om de diepte van de verontreinigingsgrens in kaart te brengen. Visueel bleek dit niet mogelijk, maar met de XRF kon dit wel. Bij de analyse van waterbodems met de XRF dient wel rekening gehouden te worden met het storende effect van hoge vochtgehalten op de analyse. Indien het vochtgehalte bekend is, kan voor het storende effect gecorrigeerd worden.

Behalve de metalen uit het 'verplichte' stoffenpakket kunnen ook stoffen worden gemeten die ondermeer voor het agrarisch gebruik van de bodem van belang zijn, zoals fosfaat, kalium en calcium. Met de handheld XRF bleek het mogelijk om binnen gestelde nauwkeurigheidsgrenzen mestgerelateerde parameters te analyseren in bodemonsters, mestmonsters en gewasmonsters. Dit kan handig zijn bij fosfaatuitmijning, precisie landbouw en meststoffenonderzoek. Ook in het kader van archeologisch onderzoek blijkt de handheld XRF een bruikbaar meetinstrument te zijn. Hoge fosfaatgehalten in de bodem kunnen in de archeologie duiden op menselijke activiteiten en potentieel archeologische vondsten. Ook archeologische vondsten (o.a. koperen, bronzen en tinnen voorwerpen) kunnen direct met de XRF geanalyseerd worden.

Op korte termijn zal de handheld XRF ook worden ingezet om arseen in veen te analyseren bij de ontwikkeling van Rijnenburg, bij kwikverontreinigingen veroorzaakt door de gaswinning en bij kleibepalingen in waterkeringen.

KANSEN

In de praktijk is gebleken dat de handheld XRF zowel financiële, inhoudelijke als logistieke meerwaarde heeft. Met de XRF:

1. kan bodemonderzoek en bodemsanering goedkoper worden uitgevoerd (financieel). Een kostenbesparing van gemiddeld 25% kan worden gerealiseerd bij nadere onderzoeken en 70-80% op analysekosten bij saneringen.
2. kunnen voor dezelfde kosten meer bodemanalyses worden verricht (inhoudelijk). Omdat de analyses snel en on-site kunnen worden verricht, kunnen veel meer monsters worden geanalyseerd. Dit kan leiden tot een nauwkeuriger beeld van de verontreinigingssituatie.
3. kan met minder werkgangen worden volstaan bij bodemon-

derzoek en sanering door de directe beschikbaarheid van de meetgegevens. Dit resulteert in kostenbesparingen en minder overlast voor burgers/particulieren.

Er is een potentiële (bodem)markt voor de handheld XRF. In de provincie Noord-Brabant en Limburg is de XRF omarmd. Als early adapter speelde ABdK hier een cruciale rol in. Zal de rest van Nederland volgen?

BEPERKINGEN

Een belangrijke beperking bij het gebruik van de XRF kan het prestatiebereik zijn voor stoffen, waarvoor relatief lage toetsnormen gelden. Een voorbeeld hiervan is cadmium, waarvoor een XRF aantoonbaarheidsgrens geldt van 8 mg/kg (zie tabel 1), terwijl de verschillende functieklassenwaarden in het Besluit bodemkwaliteit lager zijn. Ook voor situaties waarbij een cocktail aan verontreinigingen in de bodem voorkomt (zware metalen, gechloreerde verbindingen en aromaten), is de inzet van XRF minder functioneel, omdat voor de organische stoffen toch laboratoriumonderzoek moet worden uitgevoerd.

Een bijzonder aandachtspunt vormt ook de kwaliteitszorg en de kwaliteitscontrole in relatie tot de bestaande regelgeving hierover. Met het gebruik van de handheld XRF wordt het laboratorium naar het veld gebracht. Voor onderzoek in het laboratoriu-

um gelden uitgebreide kwaliteitsregels, die (in aangepaste vorm) ook zouden moeten gelden voor metingen in het veld.

Milieuadviseurs, milieukundig begeleiders en veldwerkers hebben hier (nog) geen ervaring mee. Het blijkt aantrekkelijk om met de XRF direct te meten zonder controlemonsters te meten. Dit kan resulteren in 'onjuiste' meetresultaten en een slecht imago van de XRF. De stichting ABdK heeft dit probleem in een vroeg stadium onderkent. Middels een praktijkrichtlijn worden gebruikers van de XRF in opdracht van ABdK gedwongen om de kwaliteit te bewaken⁵. Er worden in dit kader ook regelmatig onafhankelijke kwaliteitsaudits uitgevoerd.

Een ander struikelblok vormt op dit moment nog de regelgeving. In veel hiervoor geschikte projecten wordt de XRF niet ingezet omdat men bang is dat het niet voldoet aan de wettelijke eisen. De stichting ABdK heeft dit probleem opgelost door samen met de provincies Limburg en Noord-Brabant de kaders vast te stellen waarbinnen de XRF kan worden toegepast.

In algemene zin wordt erkend dat de bestaande protocollen en voorschriften, die zijn afgestemd op de traditionele onderzoekstechnieken, de toepassing van nieuwe onderzoekstechnieken in bepaalde mate belemmeren. Er lopen verschillende initiatieven om deze belemmeringen weg te nemen. Zo wordt er in internationaal verband gewerkt aan een NEN voorschrift voor de handheld XRF en wordt het gebruik van de XRF genoemd in diverse aangepaste en nieuwe protocollen als toepasbare techniek. De XRF wordt onder andere genoemd in het versnellingsprotocol, Richtlijn herstel en beheer (water)bodemverontreiniging (www.bodemrichtlijn.nl), NEN-BRL 2000 en NTA 5755.

Als de op dit moment nog aanwezige drempels worden weggenomen en er op een juiste wijze met de XRF wordt gewerkt:

1. kan het gebruik van de XRF bijdragen tot een verlaging van de kosten voor bodemonderzoek en sanering van verontreinigingen met zware metalen en/of
2. kunnen de onderzoeken en saneringen met een grotere mate van betrouwbaarheid worden uitgevoerd omdat over meer meetgegevens kan worden beschikt.

VOETNOTEN

- a Het betreft handheld XRF spectrometers met een miniatuur röntgenbuis.
- b SKB project PT 7432. Het consortium bestond uit: ABdK, GeoConnect, BKK-Bodemadvies, Provincie Limburg, Provincie Zuid-Holland en ALcontrol.
- c Verontreinigingcontour van zinkassen in De Kempen is een interventiewaarde contour.

REFERENTIES

1. GeoConnect (2007). Proefproject: onderzoek naar de mogelijkheid om Zn gehalten te meten met behulp van Röntgen Fluorescentie in met Zn verontreinigde bodems in De Kempen. Rapport GC 02-2006, Castricum, Nederland.
2. GeoConnect (2007). Een vergelijkingsonderzoek: De inzet van Röntgen Fluorescentie om on-site Zn, Pb, Cu en As gehalten te meten in bodemonmonsters verontreinigd met zinkassen. Rapport GC 09-2007, Castricum, Nederland.
3. SKB (2009). Inzet van Röntgen Fluorescentie voor het on-site meten van zware metaalgehalten in de bodem (DEMO-X). SBK project PT 7432, Gouda, Nederland.
4. Van der Vorst, C. (2007). Onderzoek naar de mogelijkheid om Röntgen Fluorescentie te implementeren bij nader bodemonderzoeken in de Kempen. Actief Bodembeheer de Kempen, Eindhoven, Nederland.
5. GeoConnect (2010). Praktijkrichtlijn voor het meten van Zn, Pb, Cu en As gehalten in bodems verontreinigd met zinkassen met behulp van 'handheld' röntgen fluorescentie spectrometrie. Tweede versie. Rapport GC 05-2010, Castricum, Nederland.
6. ABdK (2009). Protocol bodemonderzoek ZIVEST/zinkassen met behulp van 'handheld' röntgen fluorescentie spectrometrie. Actief Bodembeheer de Kempen, Eindhoven, Nederland.
7. ABdK (2009). Protocol milieukundige begeleiding bodemsanering met inzet van 'handheld' röntgen fluorescentie spectrometrie. Actief Bodembeheer de Kempen, Eindhoven, Nederland.
8. Van Egmond, F.M., Walraven, N. en Koomans, R.L. (2010). Validatie onderzoek XRF metingen bodemonderzoek speedlocaties. Medusa rapport 2010-P-279, Groningen, Nederland.
9. Walraven, N., Osté, L. en den Besten, P. (2009). Meten van metalen in waterbodems met een mobiele XRF. H2O, 42 (5): 16-17.



FOTO 2. LEESVENSTER XRF IN MG/KG (PPM)