

Besparing miljoenen bij waterbodemsanering De Vecht

Meerwaarde röntgentechniek (XRF) bij waterbodemsanering

Het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en zijn uitvoerende dienst Waternet heeft de Adviescombinatie Vecht (ACV) de mogelijkheid geboden om onderzoek te doen naar de kansen en mogelijkheden van x-ray fluoresceentie (XRF) bij waterbodemsaneringen. Een XRF is een innovatief apparaat dat zware metalen in de waterbodem kan meten en nauwkeurig kan bepalen of er nog vervuiling in de afgegraven waterbodem is achtergebleven.

Door: Jasper Schmeits, Frank Otten, Alexander Obermeijer en Gertjan Goossens

Over de auteurs:

ir. J.J. (Jasper) Schmeits is adviseur innovatieve onderzoekstechnieken bij TAUW en Adviescombinatie Vecht (ACV)
drs. F.P. (Frank) Otten is senior adviseur bodem bij Waternet
ir. A.J. (Alexander) Obermeijer is projectleider bodem en water bij Provincie Utrecht
ing. G.J.H.M. (Gertjan) Goossens is adviseur waterbodems en grondstromen bij Witteveen+Bos en Adviescombinatie Vecht (ACV)

In de jaren tachtig van de 20^e eeuw bleek dat de waterkwaliteit in de Utrechtse Vecht zeer te wensen overliet. Door historische lozingen van afvalwater van onder andere de stad Utrecht, was het water troebel, stonk het en was de waterbodem verontreinigd. Het waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft toen in samenwerking met onder andere Rijkswaterstaat een integraal plan opgesteld om de waterkwaliteit in de Vecht te verbeteren. Dit Restauratieplan Vecht omvat de Vecht van de Groote Zeesluis in Muiden tot de Weerds Sluis in Utrecht.

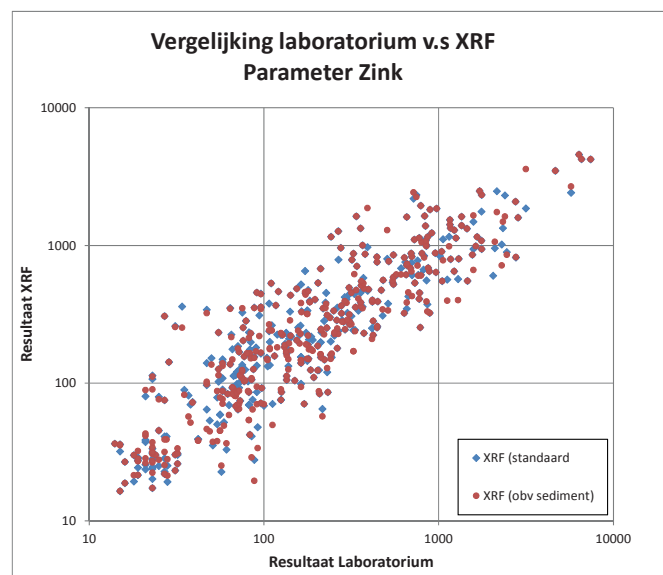
Om tot helder en biologisch gezond water te komen zijn meerdere maatregelen nodig (gewees). De eerste stap behelsde een aantal fysieke ingrepen: het aanpakken van bestaande lozingen (waaronder ook riooloverstorten), voorkomen van toenemende lintbebouwing op de oevers, kwetsbare oevers vrijmaken van woonschepen, verminderen van verstoring door recreatievaart en bevordering van de natuurwaarden door de aanleg van milieuvriendelijke oevers. De tweede stap omvatte een waterkwaliteitsonderzoek ten behoeve van het uitvoeren van maatregelen en het daadwerkelijk beëindigen van lozingen. De derde stap is de sanering van de waterbodem.

Waternet en ACV hebben een forse kostenreductie gerealiseerd

Tot 2011 is een grootschalig onderzoek in de Vecht uitgevoerd met als doel om de aanwezigheid van verontreiniging in de waterbodem op te nemen in een Digitaal Terreinmodel. Uit de resultaten van de analyses uit meer dan 1.000 boringen kon op basis van de verkregen dataset worden geconcludeerd dat:

- de waterbodem sterk verontreinigd is met verschillende zware metalen, PAK en minerale olie;
- het metaal zink een goede trigger-parameter is voor de Vecht, omdat zink in vrijwel alle gevallen de maatgevende component is voor de verontreiniging;
- de overgang van verontreinigd naar schoon materiaal in de waterbodem een scherpe overgang is. Met name uit de resultaten van de XRF blijkt dat de overgang van verontreinigd naar schoon binnen enkele centimeters plaatsvindt.

Het baggerwerk gericht op de waterbodemsanering is begin 2011 gestart. De bagger wordt afgevoerd naar gecontroleerde stortplaatsen elders in het land. Welke delen worden afgegraven



FIGUUR 1: VERGELIJKING LABORATORIUM V.S. XRF PARAMETER ZINK.

is voor het werk al in kaart gebracht op basis van 2.500 boringen, die in combinatie met seismisch onderzoek verwerkt zijn in een Digitaal Terreinmodel. In dit Digitaal Terreinmodel zijn de ontgravingcontouren en dieptes op coördinaten (X, Y en Z) vastgelegd en aan de hand hiervan wordt de rivierbodem grof uitgebaggerd. Na uitvoering van de baggerwerkzaamheden dient vastgesteld te worden of voldoende rivierbodem verwijderd is en of het beoogde eindresultaat bereikt is. Hiervoor dient het gemiddelde gehalte van de waterbodem minimaal te voldoen aan een vastgestelde terugsaneerwaarde. Het vaststellen van het gemiddelde gehalte van de ontgraven waterbodem vindt plaats in vakken van ongeveer 1.000 m². Bij de gangbare methode (met behulp van standaard laboratoriumtesten) worden daarbij in ieder vak tien waterbodemmonsters genomen, die in het laboratorium worden samengevoegd tot één mengmonster. De chemische analyse van dit mengmonster zal de eindsituatie vastleggen (gemiddelde gehalte van de waterbodem). Indien het gemiddelde gehalte de terugsaneerwaarde overschrijdt, moet het hele vak aanvullend worden ontgraven. Het is een relatief tijdrovende en onnauwkeurige methode. Zodra slechts één of enkele deelmonsters sterk verontreinigd zijn, is de kans aanwezig dat dit het gemiddelde gehalte dermate verhoogt, waardoor het gehele vak aanvullend dient te worden ontgraven. Het projectgebied van de Vecht omvat zo'n 50 kilometer waterbodem die gesaneerd dient te worden. Via de traditionele weg zouden enorme kosten gemaakt moeten worden voor het plaatsen van controleboringen en het uitvoeren van de chemische analyses. Daarnaast zou de traditionele weg een tijdrovend proces zijn. Derhalve is Waternet samen met ACV op zoek gegaan naar een toepassing waarmee op een vernieuwende, snelle manier de kwaliteit van de waterbodem vastgelegd kan worden.

Röntgenfluorescentie is een non-destructieve elementaire analysetechniek voor de kwalitatieve en kwantitatieve bepaling van de chemische samenstelling van vaste stoffen zoals zware metalen. Het monster wordt bestraald met laagenergetische röntgenstralen. De aangestraalde atomen in het monster zenden daardoor fluorescentiestraling uit die voor elk element een ander energieniveau heeft. Deze stralen worden opgevangen door een detector die het omzet in een elektrisch signaal. Met behulp van bekende signalen van standaarden waarmee het apparaat gekalibreerd is, kan de concentratie in het monster worden berekend. De hoeveelheid door de detector opgevangen pulsen van een bepaald energieniveau is een maat voor de concentratie van een element in het monster. Met XRF kan dus zowel kwalitatief (welk element is aanwezig) als kwantitatief onderzoek (hoeveel van het element is aanwezig) worden uitgevoerd. De XRF kan geen organische verbindingen zoals minerale olie en PAK meten.

De oplossing is gevonden in een 'handheld' röntgen fluorescentie meter (XRF). Omdat in de waterbodem van de Vecht zink als triggerparameter is vastgesteld, kan de XRF mogelijk een meerwaarde bieden in het sneller en nauwkeuriger vaststellen van de kwaliteit van de waterbodem. Bij bodemonderzoeken en -saneringen wordt de XRF al geruime tijd ingezet. De inzet van de XRF leidt daarbij meestal tot een verlaging van de doorlooptijden en tot significante besparingen op de uitvoerings- en analysekosten. Daarbij zijn de precisie en nauwkeurigheid van de metingen vergelijkbaar met die van chemische laboratoriumanalyses. Echter was voorafgaand aan het project in de Vecht nog niet inzichtelijk of deze meerwaarde ook voor waterbodemonderzoeken en -saneringen zou gelden. De aanwezigheid van vocht in het sediment is zeer bepalend voor het werkelijke gehalte in het sedimentmonster. De XRF ontvangt namelijk minder signaal naarmate er meer vocht in het sedimentmonster aanwezig is, omdat vocht het signaal absorbeert. Om de inzet van de XRF bij waterbodemonderzoek en -saneringen mogelijk te maken, is het noodzakelijk om



FIGUUR 2: HET METEN VAN EEN SLIBMONSTERS MET DE XRF.

inzicht te hebben in de effecten van vocht op het meetresultaat van de XRF. Behalve het vochtgehalte zorgen ook monsterheterogeniteit en verschil in sediment voor spreiding in de meetresultaten. Waternet en ACV hebben daarom voor dit project correctiefactoren afgeleid. Dit is gedaan op basis van de waarnemingen in de onderzoeksfase, waarbij zowel XRF metingen als chemische analyses zijn uitgevoerd. Hierdoor kunnen voor dit project nauwkeurige metingen worden uitgevoerd.

De wetgeving voorziet (nog) niet in de acceptatie van een dergelijke innovatieve techniek en het eindresultaat dient voornamelijk vastgelegd te worden op basis van laboratoriumtesten. Om voldoende zekerheid te verkrijgen over de betrouwbaarheid van de XRF-metingen en om de techniek als uiteindelijk bewijsmiddel in te zetten, zijn statistische berekeningen uitgevoerd. Hiervoor zijn ruim 3.000 meetresultaten van de XRF vergeleken met circa 400 chemische analyses in het laboratorium. Met behulp van de XRF zijn alle deelmonsters separaat gemeten en op basis hiervan is een gemiddeld gehalte vastgesteld dat vergeleken is met het resultaat van de laboratoriumanalyse. In de grafiek is het eindresultaat van de XRF vergeleken met het eindresultaat van de laboratoriumtest en is een duidelijke overeenkomstige relatie zichtbaar.

Op basis van het gemiddelde gehalte dient bepaald te worden of de gestelde terugsaneerwaarde is bereikt en/of aanvullende ontgraving plaats dient te vinden. In 86,3% van de vakken komt het oordeel dat gebaseerd is op basis van de XRF overeen met het oordeel dat gebaseerd is op basis van de laboratoriumtesten. Dit resultaat laat zien dat onderzoek met behulp van een XRF een vergelijkbaar resultaat oplevert en hiermee metingen in het laboratorium in voorkomende projecten overbodig maakt. Een aanvullende meerwaarde zit in het inzicht waar eventuele verhogingen aanwezig zijn. Alle deelmonsters worden doorgemeten in tegenstelling tot het samengestelde mengmonster bij laboratoriumtesten. Bij een eventuele overschrijding is het mogelijk om na te gaan waardoor dit veroorzaakt wordt en hoeft vaak maar een



FIGUUR 3: HET UITEINDELIJK BAGGEREN VAN DE WATERBODEM.

deel van het vak aanvullend ontgraven te worden. Om de XRF te gebruiken in plaats van de traditionele laboratoriumonderzoeken is een meewerkende overheid nodig. De huidige regelgeving (vanuit de BRL) voorziet (nog) niet in de acceptatie van dergelijke innovatieve technieken, maar vanuit de wettelijke

Provincies Utrecht en Noord-Holland stemmen in met gebruik XRF

kaders zijn er wel openingen gevonden waarmee deze methode toepasbaar kan worden gesteld voor de uitkeuring. Binnen de kaders van de verleende Wbb-beschikking (beschikking in het kader van de Wet Bodembescherming) is de inzet van de XRF mogelijk gemaakt voor dit specifieke project en onder strikte voorwaarden. Op basis van het uitgevoerde onderzoek concludeert het bevoegd gezag dat de beschreven XRF meetmethode in voldoende mate (statistische) zekerheid geeft over de waterbodemkwaliteit in het kader van de vaststelling van het eindresultaat. Aan de instemming is de voorwaarde gesteld dat 1 op de 6

gesaneerde waterbodenvakken ter verificatie onderzocht dient te worden in het laboratorium, om de aangetoonde relatie tussen de XRF-metingen en chemische analyses te blijven toetsen. Inmiddels hebben zowel de provincie Utrecht als de provincie Noord-Holland ingestemd met deze manier van uitkeuring.

Door het aanvullend inzicht door middel van de XRF in de mate van overgang van verontreinigd naar schoon materiaal dient minder rivierbodem ontgraven te worden. Dit leidt direct tot een grote kostenreductie. Daarnaast biedt inzicht van de XRF bij de uitkeuring een directe kostenreductie op als gevolg van minder chemische analyses en als gevolg van het inzicht in de knelpunten binnen vakken die aanvullend ontgraven dienen te worden. Met deze methode wordt voor dit project een besparing van grofweg 15% van de beoogde 2,2 miljoen kubieke meter bagger gerealiseerd. Voor de beoogde hoeveelheid waren de totale projectkosten geraamd op ca. 90 miljoen euro. De reductie van 15% levert de opdrachtgever een besparing op van enkele miljoenen euro.

De kennis die in dit project is opgedaan kan toegepast worden bij vergelijkbare waterbodemprojecten. Per project is het noodzakelijk om na te gaan of er een trigger-parameter geïdentificeerd kan worden, of de XRF die in voldoende mate kan kwantificeren en welke correctiefactor voor het vochtgehalte gehanteerd dienen te worden.