

De (on)zin van bodemluchtmodellering

Bij het ontwerp en de dimensionering van in-situ-saneringen kan gebruik worden gemaakt van bodemluchtmodellering. Om beter zicht te krijgen op de (on)zin van bodemluchtmodellering voor het voorspellen van het saneringsverloop met behulp van een computermodel, zijn negen praktijkgevallen geëvalueerd. Uit de evaluatie blijkt dat bodemlucht een bijzonder dynamisch medium is waarin binnen een kort tijdsbestek grote variaties in meetwaarden kunnen optreden. Het is daarom onzin het vooraf berekende saneringsverloop als een vast gegeven te beschouwen. Het heeft daarentegen wel zin de haalbaarheid van een bodemluchtextractie met behulp van een computermodel voorafgaand aan een in-situ-sanering goed in te schatten. Een computermodel heeft daarnaast als grote voordeel dat gedurende de uitvoering van de sanering de effecten van het aan- of uitzetten van het bodemluchtsysteem kunnen worden doorgerekend. Op deze wijze kan het in-situ-saneringssysteem in de uitvoeringsfase in een cyclisch proces relatief eenvoudig geoptimaliseerd worden.

Jan Smittenberg en Rimbaud Lapperre

Over de auteurs

Ing. J. Smittenberg

is adviseur Bodembeheer Iwaco Vestiging Noord
(anno 2003 werkzaam bij provincie Groningen)

Ir. R. E. Lapperre

is adviseur Bodembeheer Iwaco Vestiging Zuid
(anno 2003 werkzaam bij Landslide milieu-adviesbureau)

Bodemluchtextractie is een in-situ-saneringstechniek waarbij de bodem wordt gesaneerd door vluchtige verbindingen uit de bodem af te zuigen. De bodemlucht wordt zo vaak ververst totdat (nagenoeg) alle verontreiniging uit de bodem is verdwenen. Bodemluchtextractie wordt vaak uitgevoerd met meerdere verticale filters of horizontale drains, welke worden aangesloten op een vacuümpomp. De afgezogen lucht wordt bovengronds gereinigd. Op de foto is een proefopstelling van een bodemluchtextractiesysteem weergegeven.



Foto: Proefopstelling bodemluchtextractiesysteem.

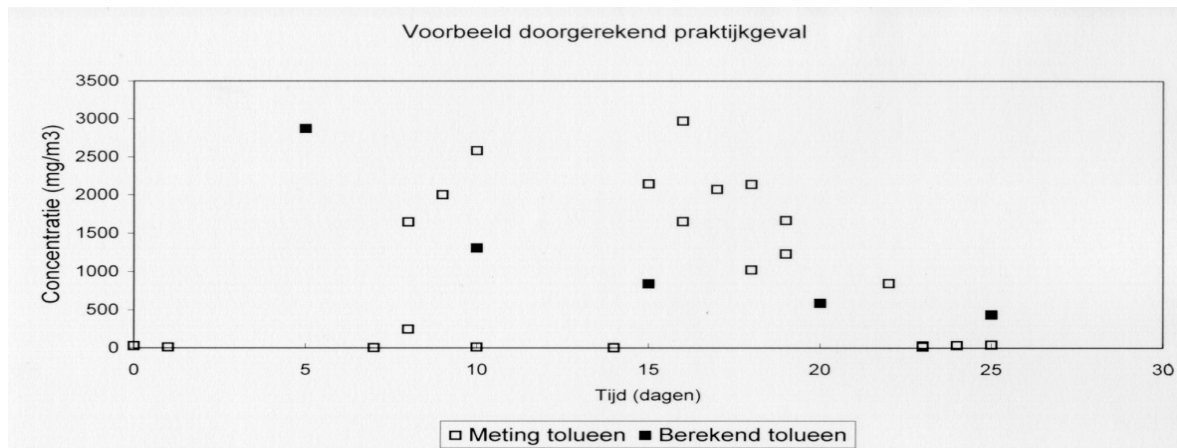
Voor de dimensionering van een bodemluchtextractiesysteem kan gebruikgemaakt worden van een computermodel. Met het model kan de relatie tussen onderdruk en onttrekkingsdebiet enerzijds en het concentratieverloop in de onttrokken bodemlucht en de vrijkomende vracht aan verontreiniging anderzijds berekend worden. Op basis hiervan kan de haalbaarheid van bodemluchtextractie worden ingeschat, binnen bepaalde marges de saneringsduur worden voorspeld en ten slotte de luchtzuivering worden ontworpen. Cruciaal hierbij is de vraag in hoeverre de berekeningsresultaten de werkelijkheid benaderen.

Om antwoord op deze vraag te kunnen krijgen, en daarmee de (on)zin van bodemluchtmodellering aan te geven, zijn in totaal 17 praktijkgevallen verzameld. Deze praktijkgevallen zijn afkomstig van zowel

de overheid als het bedrijfsleven en liggen verspreid over heel Nederland. Van de in totaal 17 praktijkgevallen blijken 9 praktijkgevallen (ruim 50%) voldoende gedocumenteerd voor een evaluatie. Deze 9 praktijkgevallen zijn vervolgens doorgerekend met behulp van het computermodel VENTING.¹ Het programma heeft de mogelijkheid zowel het saneringsverloop bij individuele stoffen (bijvoorbeeld benzeen) als mengsels van stoffen (bijvoorbeeld benzine) door te rekenen. Op basis van de lay-out van het saneringssysteem (onderdruk, aantal en diepte van de filters, etc.) en luchtdoorlatendheid wordt het onttrekkingsdebiet berekend. Op basis van concentraties in de grond, stoffeigenschappen (zoals vluchtigheid) en temperatuur stelt VENTING een initiële massabalans op in grond, poriewater en bodemlucht. Vervolgens wordt aan de hand van massabalansen het saneringsverloop in de tijd berekend, welke in grafiek- en tabelvorm kan worden gepresenteerd.

Evaluatie praktijkgevallen

Op grond van de bestudeerde praktijkgevallen blijkt dat de gemeten bodemluchtgehalten binnen een kort tijdsbestek in orde van grootte kunnen variëren. In figuur 1 wordt deze grote spreiding binnen korte tijd geïllustreerd. De gemeten concentraties in de onttrokken bodemlucht variëren binnen een periode van enkele dagen van 5 tot 3.000 mg/m³. De grote spreiding in de meetresultaten geeft de zeer geringe waarde van één individuele bodemluchtanalyse aan. In nagenoeg alle praktijkgevallen blijken de bodemluchtgehalten na verloop van tijd niet meer af te nemen. Waarschijnlijk heeft dit te maken met een constante nalevering door uitdamping vanuit het grondwater naar de onverzadigde zone. Uit grondanalyses van de onverzadigde zone blijkt namelijk dat deze geen (of nagenoeg geen) verontreiniging meer bevat.



Voorspellende waarde bodemluchtmodellering

De doorgerekende praktijkgevallen zijn pas achteraf getoetst aan de gemeten waarden, zodat de curven niet zijn 'gefit'. Uit figuur 1 blijkt dat de vooraf berekende concentraties de gemeten concentraties op orde grootte benaderen. In het model is niet opgenomen dat bij tijdelijk vermindering of stopzetten van de onttrekking de concentraties in de bodemlucht kunnen toenemen door herstel in evenwicht tussen de gasfase en grondfase (zoals wel wordt gemeten). Wel wordt in het model rekening gehouden met een minder sterke concentratiedaling door dit verstoorte evenwicht (venting-efficiency). Aangezien het medium bodemlucht bij uitvoering van de sanering altijd een dynamisch medium blijft, is voorspelling van concentraties op orde grootte meestal toereikend.

Verder is uit de evaluatie gebleken dat in de doorgerekende gevallen op basis van de berekende onderdruk, luchtdoorlatendheid en reikwijdte van de onttrekkingsfilters het onttrekkingsdebiet goed kan worden benaderd met behulp van een empirische vergelijking. De voor deze vergelijking gehanteerde verhoudingsfactor tussen water- en luchtdoorlatendheid (als vuistregel wordt 50 aangehouden) blijkt in de praktijk te volstaan.² De haalbaarheid en dimensionering van bodemluchtextractie kan voorafgaand aan een in-situ sanering nauwkeuriger met een bodemluchtmodel worden ingeschat, omdat die voornamelijk afhangt van de doorlatendheid van de bodem, de daarmee samenhangende hoeveelheid onttrekkingsfilters en de vluchtigheid van de verontreiniging. Deze parameters zijn direct meetbaar of eenvoudig te herleiden.

Ten aanzien van de trend in het concentratieverloop wordt nog het volgende opgemerkt. Het berekende concentratieverloop *in het begintraject wordt vaak overschat*, terwijl de concentraties *in het eindtraject vaak worden onderschat*. Hierbij speelt uitdamping vanuit het grondwater naar de onverzadigde zone of het incidenteel buiten werking zijn van het systeem waarschijnlijk een belangrijke rol. Uit de bestudeerde praktijkgevallen blijkt namelijk dat het grondwater nog is verontreinigd, terwijl de bodem reeds schoon is. Niet uit te sluiten is dat ook de zomer (een hogere temperatuur leidt in de regel tot een hogere vluchtigheidsgraad van de verontreiniging) en de winter (hiervoor geldt juist het tegenovergestelde) tot een over- of onderschatting kunnen leiden.

Conclusies en aanbevelingen

Een voorspelling door middel van bodemluchtmodellering voorafgaand aan de sanering heeft slechts beperkte waarde. Hiervoor zijn drie argumenten aan te voeren. Ten eerste blijken de gemeten concentraties in de onttrokken bodemlucht binnen een periode van enkele dagen (zeer sterk) te kunnen variëren van 5 tot 3.500 mg/m³. Dit geeft tevens de zeer geringe waarde van één individuele bodemluchtanalyse aan. Daarnaast blijkt dat bij het vooraf berekende concentratieverloop de gemeten waarden in het begintraject vaak overschat en in het eindtraject vaak onderschat worden. Ten slotte wordt opgemerkt dat in nagenoeg alle bestudeerde praktijkgevallen (gedeelten van) bodemluchtonttrekkingsinstallaties regelmatig (on)bewust enige tijd niet operationeel zijn geweest.

De grote meerwaarde (zin) van het gebruik van een bodemluchtmodel is dan ook gelegen in het feit dat de haalbaarheid en de dimensionering van het systeem (onderdruk, luchtdoorlatendheid en reikwijdte van de onttrekkingsfilters) voorafgaand aan de sanering nauwkeurig worden ingeschat. Daarnaast kunnen ook de effecten van het tijdelijk aan- of uitzetten van de filters (het sturingsstelsel) worden doorgerekend. Op basis hiervan kan het bodemluchtsysteem gedurende de uitvoeringsfase in een cyclisch proces relatief eenvoudig verder worden geoptimaliseerd. Al doende wordt inzicht verkregen in het rendement van de saneringsinspanning en kan worden besloten om de inspanning te vergroten, dan wel af te bouwen.

Literatuur

1. VENTING, Versie 2.0 (1991, Environmental Systems & Technologies Inc. Blacksburg VA). A program to predict recovery of multicomponent organic liquid spills by in situ vacuum extraction.
2. VENTING, User's Guide (1991, Environmental Systems & Technologies Inc. Blacksburg VA), pagina 2.