



Geoflo: een instrument voor de in-situ meting van de richting én grootte van de grondwaterstroming

DRS. PIETER GROENEWOUD, MATEBOER MILIEUTECHNIEK B.V.

In de Verenigde Staten wordt sedert het midden van de jaren tachtig in filters van peilbuizen de richting én grootte van de grondwaterstroming gemeten. Deze metingen worden uitgevoerd met het Geoflo-instrument. Sinds ruim twee jaar heeft Mateboer milieutechniek dit instrument in gebruik. In dit artikel komt de werking, de meetprocedure, de ijking en de kosten aan bod. Ook worden enige meetresultaten gepresenteerd en uitgelegd.

Het Geoflo-instrument: werking, meetprocedure, ijking en kosten

Het centrale onderdeel van het Geoflo-instrument is de Geoflo-sonde, zie fig. 1. Deze bevat een centrale pin van enige centimeters lengte, die door toevoer van stroom heet kan worden. Rondom deze pin bevinden zich 4 of 8 (al naar gelang de uitvoering) warmtegevoelige thermistors. Vóórdat de meting plaatsvindt wordt de sonde in de peilbuis ter hoogte van het filter opgehangen d.m.v. stangen. De hitte die bij de stroomelektrode gegenereerd wordt, dissipeert richting thermistors. Indien er geen grondwaterstroming is zal deze dissipatie radiaal symmetrisch zijn, en zal bij de 4 of 8 thermistors eenzelfde temperatuurverloop worden gemeten. Bij grondwaterbeweging zal het front van de zich verplaatsende warmtegolf net als eerder cirkelvormig zijn, maar zal het punt waar ogenschijnlijk de hittepuls plaatsvond grondwaterstroomafwaarts verplaatst zijn t.o.v. de werkelijke plek. Dit

betekent dat bij de twee paargewijs tegenover elkaar gelegen thermistors, die zich respectievelijk het meest stroomafwaarts en stroomopwaarts bevinden, de hoogste respectievelijk laagste temperatuur worden gemeten. Op grond van de oriëntatie van deze twee elektroden wordt de richting van de grondwaterstroming bepaald. Het verschil in temperatuur geeft de grootte van de grondwaterstroming.

De meetprocedure omvat meting in duplo, d.w.z. metingen met een onderling verschil in oriëntatie van de meetsonde van 180 graden. De duplo-meting wordt uitgevoerd om het eventueel niet perfect centraal staan van de warmte-emitter en thermistors te compenseren. Ook wordt hiermee verdere systematische instrumentele bias uit de metingen gefilterd. De meting met de Geoflo-sonde wordt uitgevoerd in 2-inch peilbuizen en filters.

Ijking moet plaatsvinden voordat de verschillende soorten filters in de praktijk

kunnen worden gebruikt. Deze eenmalige ijking vindt plaats in een 'flow-chamber' waar, in het bereik van de verwachte grondwaterstroming, een bekende grondwaterstroming kan worden aangebracht. De flow-chamber is gevuld met materiaal dat zoveel mogelijk overeenkomt met hetgeen op de lokatie wordt aangetroffen, en met water.

Een segment van het in het veld gebruikte filter wordt centraal geplaatst in de flow-chamber. Voor een aantal ingestelde grondwaterstromingen wordt de instrument respons bepaald. Uit de lineaire relatie tussen beide kan de gevoeligheidsfactor van het instrument bepaald worden. Als de met de Geoflo-sonde gemeten 'grondwater' stromingsrichting ook overeenkomt met de lengterichting van de flow-chamber (=stromingsrichting water) kan geconcludeerd worden dat het filter geschikt is voor Geoflo-metingen.

De praktijk heeft uitgewezen dat vertikaal geperforeerde filters of anderszins filters met blinde gedeelten minder geschikt zijn. In het algemeen blijken 'continuous wrapped' filters het meest geschikt te zijn. Per dag kunnen circa 5 peilbuizen (ongeveer 8 meter diep) gemeten worden, kosten f 1950,- exclusief rapportage. De maximale diepte waarop gemeten kan worden is circa 150 meter beneden het maaiveld, dan is slechts één bepaling per dag mogelijk.

Voorbeeld Bilthoven bodemsaneringslokatie

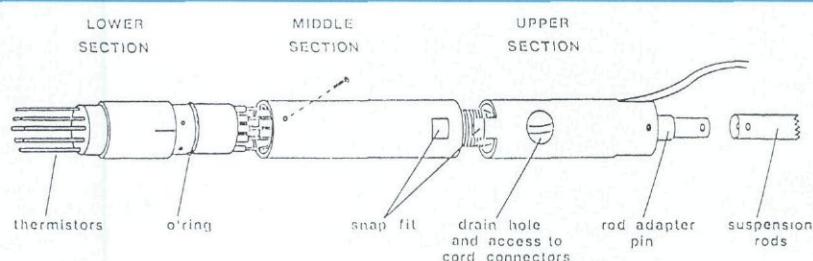
Sinds ruim twee jaar past Mateboer Milieutechniek het Geoflo-instrument toe op haar bodemsaneringslokaties in Nederland (inmiddels ook in Duitsland). Voor de toegepaste bodemsaneringstechniek (C-Sparge, air-sparging met microporeuze filters) is de aanwezigheid van recirculatie van grondwater rond de C-Sparge-bronnen zeer essentieel. Deze recirculatie wordt d.m.v. metingen met het geoflo-instrument aangetoond. Op de Bilthoven-lokatie (zie figuur 2) is de natuurlijke grondwaterstroming west-noord-west. Rond de C-Sparge-bron TW ontstaat door de specifieke lay-out van de bron en de toegepaste sparge-techniek een 'doughnut' achtige grondwaterstromingscel. Althans, indien de aard van de lithologische opbouw dit niet verhindert. In monitoring-peilbuis A (filter 9.4-11.4 m - mv) zou de van de bron afgerichte tak van de circulatie aangetroffen moeten worden (dus noordoost-waarts) en in peilbuis B (filter 13 - 15 m - mv) de naar de bron toegerichte tak.

De met het Geoflo-instrument gemeten grondwaterstroming, circa 10 dagen na start van de C-Sparge-bron, wijst inderdaad op de aanwezigheid van zo'n circulatie.

Voorbeeld Utrechtse Heuvelrug

Op deze lokatie in de gemeente Leusden (zie figuur 3) is in het ondiepe filter van een

Fig. 1. Geoflo sonde.



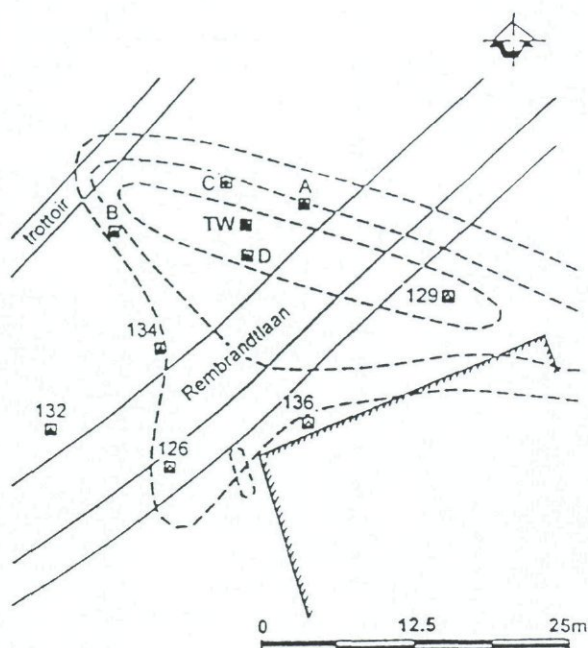


Fig. 2.

zestal peilbuizen de grondwaterstroming gemeten in de periode april tot december 1997. Eén diep filter is gemeten, namelijk in peilbuis B1003: filter 110 - 115 m -mv. De bestaande ideeën m.b.t. de grondwaterstroming op de lokatie zijn gebaseerd op een interpolatie van Olga/TNO-peilbuisgegevens. De dichtstbijzijnde peilbuizen bevinden zich op 2,5 kilometer ten westen, respectievelijk 4 kilometer ten oosten en zuidoosten van de lokatie. Deze interpolatie wijst op een noordelijke tot noord-oostelijke afstroming. De meetresultaten geven aan dat metingen in een driedaagse periode bij één put (nr. 416) reproduceerbaar zijn binnen circa 15 graden en 0,07 m/dag, en wijzen op een west-noordwestwaartse afstroming met een snelheid van circa 0,24 m/dag (303 graden-0,24).

Metingen in één filter over een tijdsopname van augustus tot en met december, bijvoorbeeld in peilbuis 412, duiden op een fluctuerende grondwaterstromingssnelheid (namelijk van 0,30 tot 0,47 meter per dag) en een fluctuerende stromingsrichting (van 323 graden NW - 35 graden NNO). Ofschon reproduceerbaarheid van metingen enig vertrouwen geeft wat betreft het resultaat, is het verschil tussen de inschatting van de stromingsrichting op grond van de isohypsenkaart en de met Geoflo gevonden richting (60 tot 90 graden verschil) opmerkelijk. Vermoedelijk is het onjuist om de grondwaterstroming net onder het freatisch vlak op de lokatie in te schatten op grond van de gradiënt van een regionale isohypsenkaart. Temeer omdat in het onderhavige geval de isohypsenkaart gebaseerd is op peilen die een jaargemiddelde betreffen (1985).

Dat grondwaterstanden fluctueren is een gegeven, dat de richting van grondwater-

stroming op één lokatie gedurende een jaar over een bereik van 70 tot 80 graden kan fluctueren (peilbuis 412) ligt minder voor de hand.

Discussie

We kunnen ons wel de mechanismen voorstellen die voor fluctuatie van stromingsrichting zouden kunnen zorgen, maar beschouwen, zo lijkt het althans, deze grootheid toch als een statisch gegeven, en houden ons niet echt bezig met mogelijke consequenties. Als mechanisme kan lokaal variabele aanvulling gezien worden, of een populierenbos dat in het groeiseizoen enorm 'dorstig' is en in de winter geen of weinig water vraagt, etc. etc. Een mogelijke conclusie is dat de 3-dimensionale vorm van een grondwaterverontreiniging niet alleen, of slechts in geringe mate, veroorzaakt is door dispersie, maar te maken heeft met de fluctuatie van de grondwaterstromingsrichting. Een literatuurverkenning n.a.v. de gevonden fluctuaties heeft geleid tot een duidelijke onderbouwing van het voorkomen van dit soort fluctuaties.

Uit een rapportage van het Bureau of Economic Geology (lit. 1), een statistische studie van sites met verontreinigd grondwater in Texas (USA), kwam naar voren dat op 13 procent van de sites de variatie van de grondwaterstromingsrichting tussen de 80 en 100 graden is, en op 25 procent van de sites tussen de 60 en 100 graden.

Toepassingsgebieden

De hier gepresenteerde voorbeelden van toepassing van het Geoflo-instrument komen uit de bodemsaneringswereld. De toegevoegde

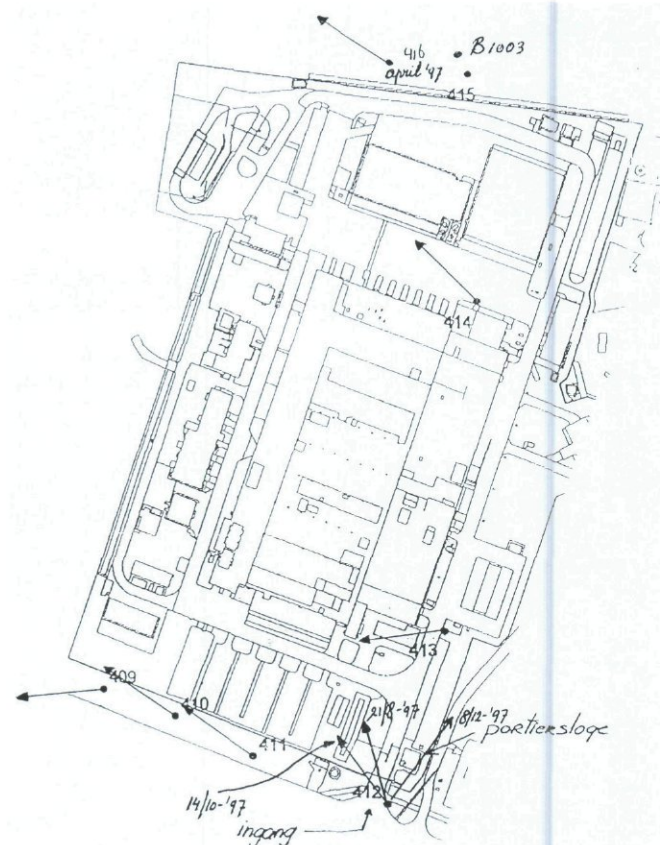


Fig. 3.

waarde voor bijvoorbeeld de drinkwaterindustrie in het kader van de vastlegging van de 25-jaars beschermingszone is evident. Daar waar tot nu toe de omvang van dit soort zones gebaseerd is op modelmatige berekeningen, kan nu een effectieve onderbouwing worden gegeven. Projecten waarbij drinkwater geproduceerd wordt uit open- of diepinfiltratie van voorgezuiverd oppervlaktewater, waarbij een minimale verblijftijd van 60 tot 90 dagen vereist wordt, kunnen m.b.t. dit laatste aspect beter onderbouwd worden. De verblijftijd tussen infiltratie en winning kan daadwerkelijk bepaald worden door op een voldoende aantal punten de snelheid van grondwaterstroming te meten.

Conclusie

Uit de hier gepresenteerde meetresultaten blijkt de bruikbaarheid van het Geoflo-instrument. Het kan snel inzicht verschaffen in de aan- of afwezigheid van grondwaterstromingspatronen die samen zouden moeten hangen met ingrepen in het hydrologische systeem. Op grond van betrekkelijk geringe inspanningen kan het voorkomen en belang van een fluctuerende grondwaterstromingsrichting en grootte aangegeven worden.

LITERATUUR

- 'Extent, mass and duration of hydrocarbon Plumes from Leaking Petroleum Storage Tank Sites in Texas', Geological Circular 97-1, Bureau of Economic Geology 1997.