

# Innovatieve Methoden Voor Monsterneming Voor Gericht Sub-Betonplaat Bodemgas Onderzoek

Martin (Mort) Schmidt  
Cox-Colvin & Associates, Inc.  
3 Augustus 2012

## Introductie

Sub-betonplaat bodemgas is cruciaal bij onderzoek naar indringende damp, maar ruimtelijke heterogeniteit in bodemgas kan extreem hoog zijn. McHugh's onderzoek<sup>1</sup> naar ruimtelijke- en temporele variatie toonde aan dat de variabiliteit van sub-betonplaat bodemgas gelijk was aan die in diepere bodemlagen en veel hoger dan de variabiliteit in de binnenlucht. Echter, deels te wijten aan de moeilijkheid van de installatie van sub-betonplaat meetpunten via conventionele methoden, ontbreekt het veel onderzoeken waarschijnlijk aan representatieve bodemgasdata. De richtlijn van Californië bij dampindringing stelt dat *"het verzamelen van acht ondergrondse monsters voor een enkel gebouw, zelfs een groot commercieel gebouw, zowel ruimtelijk als in de tijd, zelden wordt gedaan"*.<sup>2</sup>

Meer uitgebreide sub-betonplaat bodemgasbemonstering wordt belemmerd door twee factoren de inspanning en kosten die nodig zijn om bemonsteringspunten te installeren en de kosten van het verzamelen en analyseren van de bodemgasstalen. Een typisch sub-betonplaat bemonsteringspunt wordt beschreven in het Raymark Onderzoek<sup>3</sup> van de Amerikaanse EPA. Punten bestonden uit ofwel roestvrijstalen Swagelok of algemeen verkrijgbare messing loodgieterijonderdelen. Het rapport beveelt het gebruik van sneldrogende cement aan en, zelfs dan, het minimaal 24 uur te laten drogen vóór de bemonstering. DiGiulio, et al. gaven aan dat met deze procedure sondes in slechts 40 minuten geplaatst konden worden. Het rapport gaat verder en stelt dat een van de punten niet kon worden bemonsterd omdat het los brak tijdens het maken van verbindingen. Ook Ohio EPA's DampindringingRichtlijn<sup>4</sup> biedt een Standaardwerkwijze voor het installeren van sub-slab meetpunten met Swagelok fittings, en bevat advies over het herstellen van de montage als die losbreekt tijdens het verwijderen of installeren van de eindplug. De sub-plaat-punten zijn goed ontworpen, gezien de beschikbare hardware, maar de tijd en moeite om ze goed te installeren is een belangrijke beperking.

Vereenvoudigde wijzen om sub-betonplaat bodemgas te verzamelen omvatten het gebruik van "rubber" stoppen met voorgeboorde gaten voor slangen, zoals beschreven in Massachusetts' richtlijn over dampindringing,<sup>5</sup> of het proppen van leidingen met boetseerklei in gaten in de vloer. Deze alternatieven kunnen nuttig zijn, maar de gegevens die ze verstrekken zijn twijfelachtig en de bemonsteringspunten zijn over het algemeen

niet herbruikbaar. Bovendien zouden kortetermijnkostenbesparingen gerealiseerd kunnen worden ten koste van de kwaliteit van de gegevens, zonder de langetermijn economische kosten te verlagen.

Cox-Colvin voert sub-plaat bodemgas monsternamen uit met snel geïnstalleerde meetpunten (Vapor Pins™). Het apparaat kan worden geïnstalleerd met handgereedschap in minder dan tien minuten en vereist geen cement. Vapor Pins™ kunnen op de vloer worden geïnstalleerd voor eenmalige monsterneming, of in de vloer voor herhaalde bemonstering. Deze presentatie belicht een onderzoek waarin we 145 bemonsteringspunten plaatsten in vijf dagen om een bron van tetrachlooretheen (PCE) in een fabriek te vinden. De kosten werden verder beperkt door monsters te verzamelen in 22-ml vacuümglazen flesjes voor laboratoriumanalyse door gaschromatografie (GC), ongeveer een derde van de kosten van TO-15 analyse van monsters uit vaten. De gestroomlijnde procedures en lagere kosten maakten het mogelijk om een uitgebreide hoeveelheid bodemgas-monsters te verzamelen, en zodoende de daaropvolgende onderzoeks- en saneringsinspanningen gericht uit te voeren.

Vapor Pins™ voldoen misschien niet aan sommige wettelijke vereisten voor bemonstering van dampindringing, vooral als fittingen met een weerhaak-profiel niet zijn toegestaan voor slangaansluitingen. Bovendien, gerapporteerde waarden voor de glazen flesjes waren hoger dan die voor vacuümgezogen vaten - 10 ppb voor PCE - wat potentieel het gebruik van de flesjes beperkt tot het screenen van gegevens, afhankelijk van de doelstellingen met betrekking tot de kwaliteit van de gegevens.

## **Achtergrond**

Het onderzoek werd uitgevoerd in een fabriek in het westen van Ohio waar historisch PCE gebruikt werd voor reinigen en ontvetten. De faciliteit bestaat sinds 1933, maar de huidige eigenaar kocht het pand in de jaren 1990 en heeft een beperkt begrip van vroeger gebruik van oplosmiddelen. PCE was waargenomen in het grondwater bij de faciliteit in concentraties zo hoog als 440 ug / L, maar daalde drastisch na sanering van een ruimte waar ooit PCE-ontvettingsapparatuur stond. Een kleinere nabijgelegen bron van PCE-contaminatie werd gelijktijdig gesaneerd met dezelfde technieken met een gelijkaardige daling van PCE in het grondwater als gevolg.

PCE in het grondwater bleef verhoogd in het oostelijke deel van de faciliteit, gemiddeld 18 ug / L in één monitorbron. Dit gebied bevatte een bovengrondse opslagtank (BO), die overliep met PCE in de jaren 80. Maar omdat het gebied meteen gesaneerd werd na het incident, de lekkage niet direct in lijn was met de [damp-]pluim en grondwater op de locatie van de lekkage consistent vrij was van PCE, gingen we ervan uit dat de PCE-bron hoogstwaarschijnlijk een andere BO of gewezen ontvetter was. De klant liet ons de bodem en het grondwater onder het oostelijke gebouw onderzoeken door middel van Geoprobe® direct-push boringen. Maar bodemmonsters naast de voormalige ontvetters

en BO's waren niet zwaar vervuild, en omdat de klant onder druk stond om financiële beslissingen te nemen inzake langetermijnmilieukosten, werden we belast met het vinden van alle resterende brongebieden in één enkele operatie, en tegen beperkte kosten.

## Experimentele methoden

Omdat we vroeger onvermoede bronnen van VOS aantroffen op een andere site in Ohio door prospectie met bodemgas, besloten we om bodemgas te verzamelen onder het gebouw in een raster patroon met 20 ft tussenafstand. In het eerdere onderzoek werd bodemgas verzameld via Geoprobe® op een diepte van 5 voet, geïnjecteerd in vacuümgezogen 22-ml glazen flesjes en door middel van GC geanalyseerd in een mobiel laboratorium door Microseeps uit Pittsburgh, PA. Het meer recente onderzoek werd gestroomlijnd door het verzamelen van bodemgas direct door de vloer met methoden die we sindsdien hadden ontwikkeld voor vaststelling van dampindringing. Bewust van de beperkingen van conventionele middelen voor monsternamen van sub-betonplaatbodemgas, ontwikkelden we de Vapor Pin™, gebouwd uit een enkel stuk messing of roestvrij staal dat een afdichting tegen beton vormt met een siliconen huls (figuur 1).

De Vapor Pins™ werden geïnstalleerd door het boren van 5/8-inch gaten door de vloer met een handbediende boorhamer. Na de gaten met een flessenborstel afgestoft te hebben werden de Vapor Pins™ in hun plaats gehamerd, afgedekt, en ongeveer één uur ongemoeid gelaten om [het gas] uit te [laten] balanceren. Op verschillende plaatsen, werd een tweede groter gat verzonken rond de 5/8-inch gaten zodat de Vapor Pins™ in een ingebouwde configuratie konden worden geïnstalleerd en daar gelaten voor langetermijn-monitoring (figuur 2).

Na uitbalanceren werd bodemgas verwijderd uit de bemonsteringspunten met een snelheid van 200 ml / minuut met een multi-meter uitgerust met een foto-ionisatie detector (FID) en zuurstofsensor (O2). Dit proces eindigde zodra FID- en O2-niveaus ongeveer 20 seconden gestabiliseerd waren. Bodemgas werd verzameld door aanpakken van de monster-buis met een wegwerpspuit en het terugtrekken van de zuiger. Bodemgas werd geïnjecteerd door het septum van vacuümgezogen glazen flesjes en naar



Microseeps gezonden voor analyse.

Aan het einde van elke shift werden de Vapor Pins™ verwijderd en de gaten gedicht met hydraulisch cement, waardoor werk in de fabriek overdag ononderbroken kon doorgaan. Na elk gebruik werden de siliconen hulzen verwijderd van de Vapor Pins™ en weggegooid, en werden de pinnen grondig gereinigd (ontsmet) voor hergebruik.

## Resultaten

Totale VOS-waarden in bodemgas, zoals aangegeven door de FID-gegevens in het veld, varieerden van niet-gedetecteerd tot 100.000 ppb (tot 58.000 ppb, na correctie voor PCE). Totale waarden chloorhoudende oplosmiddelen in de laboratorium monsters leken erg op de FID-gegevens, met concentraties variërend van niet-gedetecteerd tot 57.000 ppb. VOS in het bodemgas kwamen niet overeen met de verwachte bronnen van PCE, dat wil zeggen, de locatie van de voormalige BO's of ontvetters (figuur 3). Bovendien toonden laboratoriumresultaten een sterke correlatie met de FID-veldgegevens, suggererend dat toekomstige kosten verder konden worden verminderd door laboratoriumanalyse te beperken tot monsters met hoge FID-concentraties.



Bodem-monsters werden vervolgens verzameld door middel van Geoprobe® uit gebieden met sterk vervuild bodemgas om de aanwezigheid van VOS-bronnen te verifiëren en gegevens te verstrekken over bodemeigenschappen met het oog op verdere sanering. Bodem-monsters werden naar een commercieel laboratorium gestuurd voor VOS-analyse door middel van gaschromatografie/massaspectrometrie (GC / MS).

Laboratoriumresultaten toonden hoge PCE-niveaus in de bodem op een diepte van ongeveer 15 voet in de gebieden met grote VOS-waarden in bodemgas. Bodemgegevens markeerden ook een gebied van vermoedelijke primaire besmetting door trichlooretheen (TCE), voorheen beschouwd als een PCE-afbraakproduct. Het bodemonderzoek werd gevolgd door de installatie van een bodem-damp-extractie (BDE) saneringssysteem - ongeveer negen maanden na het verzamelen van het eerste bodemgas-monster.

## Discussie

Zoals we in eerdere onderzoeken hadden gezien, was het grootste deel van de verontreiniging *niet* in de buurt van voormalige ontvettingsapparatuur of BO's. Door de kaart van de bodemgas-verontreiniging te vergelijken met historische omtrekken van het gebouw, gebaseerd op brandverzekering-kaarten en luchtfoto's, vonden we dat de verspreiding van PCE en TCE overeenkwam met de configuratie van gebouw van 1950 - een tijd waarin afval routinematig werd gedumpt of gemorst aan de achterdeuren en laadkades. Al in 1952 omsloot het gebouw volledig het gebied van PCE-vervuiling.

Er zijn belangrijke implicaties voor damp-indringing. Met de kosten en inspanningen die vereist zijn voor de constructie van sub-betonplaat-punten voor monsterneming gemaakt van roestvrije hardware van de beste soort, geplaatst in beton vermengd met gedestilleerd water, en lek-testen verricht met ultra-zuivere helium, riskeert men een paar hoogwaardige monsters op de verkeerde plaats te verzamelen. De situatie is vergelijkbaar met de discussie in de jaren 80 over Geoprobeboringen in de bodem of het grondwater. Op dat moment betoogden velen dat direct-push-boren onvoldoende monster-kwaliteit voor milieubeoordeling kon verschaffen. Uit ervaring is gebleken dat, zelfs als direct-push-boren niet het antwoord is op alle bemonsteringsbehoeften, de mogelijkheid om meer monsters te verzamelen op een snelle- en kost-efficiënte manier het mogelijk maakt om de inspanningen te richten daar waar besmettingsniveaus de hoogste zijn. Ook het gebruik van gestroomlijnde technieken voor monsterneming, waaronder Vapor Pins™, PID's en glazen flesjes, maakt het verzamelen mogelijk van aanzienlijk meer gegevens binnen tijds- en budgettaire beperkingen, mogelijks met vermindering van problemen veroorzaakt door monster-heterogeniteit.

## Referenties

1. McHugh, T.E. 2007. Evaluatie van de Ruimtelijke- en Temporele Variabiliteit in VOS-Concentraties op Vapor Intrusion Investigation Sites, A & WMA Vapor Intrusion Conference, Providence, RI, september 2007.
2. California Department of Toxic Substances Control & California Environmental Protection Agency, 2011. Definitieve Richtlijn voor de Evaluatie en de Beperking van Indringing van Ondergrondse Damp in de Binnenlucht (Vapor Intrusion Guidance), oktober 2011.
3. DiGiulio, D.C. ; Paul, C.J; Cody, R; Willey, R; Clifford, S; Kahn, P; Mosley, R; Lee, A. ; Christensen, K., 2006. Beoordeling van Damp-Indringing in Huizen in de Buurt van de Raymark Superfund Site met Behulp van Kelder- en Sub-Betonplaatluchtmonsters. Maart 2006, EPA / 600 / R-05/147.

4. Ohio Environmental Protection Agency, 2010. Monsterneming en -Evaluatie van Damp-Indringing in Binnenlucht voor Remediëring en Vrijwillige Actie-Programma's. Mei 2010.
5. Massachusetts Department of Environmental Protection, 2011. Interim Finale Damp-Indringings-Richtlijn, december 2011, WSC # -11-435.

### **Sleutelwoorden**

Damp-Indringing, Damp-Pin (Vapor Pin <sup>TM</sup>), Sub-Plaat, Sub-Bodemplaat, Sub-Betonplaat, Bodemgas, Vluchtige Organische Stoffen, VOS, Tetrachlooretheen, Ruimtelijke Heterogeniteit.