

GRONDWATER

1 INLEIDING

Deze procedure vervangt de procedure CMA/1/A.2 van juni 2003.

Het grondwateronderzoek is een buitengewoon belangrijk element binnen het bodemonderzoek. Dit onderzoek zal toelaten om na te gaan of een aanwezige bodemverontreiniging zich bevindt tot in de verzadigde zone en aldaar verspreidt. Om een dergelijk onderzoek te kunnen uitvoeren is monstername van grondwater nodig. Dit dient te gebeuren uit putten waarin zich grondwater bevindt of op plaatsen waar er grondwater aan de oppervlakte komt (bronnen). Het gebruik van peilbuizen heeft het mogelijk gemaakt om op willekeurig gekozen locaties grondwateronderzoek uit te voeren.

Het belang van een correcte bemonstering van grondwater kan niet genoeg benadrukt worden. In tegenstelling tot oppervlaktewater- en drinkwaterbemonstering waar de monstername op een relatief eenvoudige wijze kan gebeuren is dit voor het grondwater meestal niet mogelijk.

Eerst en vooral dient de juiste plaats (bodemiaag) geselecteerd te worden en moet de plaatsing van de te bemonsteren filter zo nauwkeurig mogelijk gebeuren. Om de representativiteit van het watermonster op de gekozen plaats te waarborgen en om wijzigingen of contaminaties van het genomen monster tijdens de monsterneming te voorkomen dienen speciale voorzorgen te worden genomen, deze worden verder besproken.

De correcte uitvoering van de plaatsing van peilbuizen hangt eveneens af van de keuze van de juiste boormethode. In de volgende hoofdstukken wordt een overzicht gegeven van 1) de factoren die de peilputwaterkwaliteit beïnvloeden, 2) monsternameapparatuur die bij de stalname van grondwater kunnen gehanteerd worden, 3) richtlijnen bij monstername en de wijze waarop puur product dient bemonsterd te worden.

2 PLAATSING VAN BORINGEN

Met betrekking tot de uitvoering van boringen voorafgaand aan de plaatsing van peilbuizen (richtlijnen betreffende de uitvoering van boringen, wijze waarop het boorprogramma dient te worden vastgelegd, overzicht van de beschikbare boortechnieken, richtlijnen met betrekking tot de technische uitvoering van boringen en wijze van rapportage wordt verwezen naar de procedure CMA/1/A.1.

3 INSTALLATIE VAN PEILBUIZEN

Peilbuizen bestaan uit een kunststof of INOX buis waarvan de onderste meters geperforeerd zijn. Dit gedeelte, de filter, laat toe dat grondwater in de buis kan instromen. Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen een definitieve en een tijdelijke peilbuis.

Een tijdelijke peilbuis is een peilbuis die slechts voor een beperkte tijd op het terrein aanwezig is, meestal slechts enkele uren. Bij de plaatsing van dergelijke peilbuizen worden roestvrijstalen filters gebruikt die mechanisch ingebracht worden, en die een onderdeel van het boorgereedschap vormen.

Een definitieve peilbuis kan omschreven worden als een peilbuis die geplaatst wordt met als doel langdurige monitoring mogelijk te maken en dit over langere periodes (tot meerdere jaren).

De wijze waarop een peilbuis geplaatst wordt, kan de resultaten van het grondwateronderzoek in belangrijke mate beïnvloeden. Vooral de diepte en de lengte van de filter zijn erg belangrijk en dienen steeds in relatie te staan met de doelstellingen van het onderzoek, de lithologische opbouw van de ondergrond en de aard en de verwachte verspreiding van de verontreiniging, zowel in horizontale als in verticale richting. Voor het bepalen van het materiaal van de peilbuizen dient men o.a. rekening te houden met de aard en de graad van de verwachte of gekende verontreiniging. De aard van het materiaal waaruit peilbuizen gemaakt zijn kan invloed hebben op de kwaliteit van het bemonsterde grondwater. Een overzicht van de effecten in functie van de aard van het materiaal (voor een selectie van types materialen) wordt gegeven in **tabel 1**. Indien er geopteerd wordt voor stalen peilbuizen, mag er enkel inox gebruikt worden.

De optimale diepte van de filter is sterk afhankelijk van de omstandigheden van het project. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- de snijdende peilbuis (waarbij de filter van peilbuis de grondwatertafel snijdt);
- de peilbuis waarbij de filter volledig in het verzadigde gedeelte van de watervoerende laag gelegen is.

De snijdende peilbuis (figuur 1)

Voor de detectie van een mogelijke drijfslag, moet de filter altijd snijdend met de grondwatertafel worden geplaatst. Voor deze peilbuizen moet er bij de filterplaatsing specifiek rekening gehouden worden met de lokale geologische opbouw en met de natuurlijk schommeling van de grondwatertafel. Als aanbeveling geldt dat in de filter een waterkolom dient aanwezig te zijn die minstens 50 % van de filterlengte bedraagt en dit ook bij de laagste grondwaterstand. Bij hoge waterstand moet er ook minimaal 10 % van de filter "vrij" blijven anders is het niet mogelijk om tijdens periodes van hoge waterstand drijfslagmetingen uit te voeren.

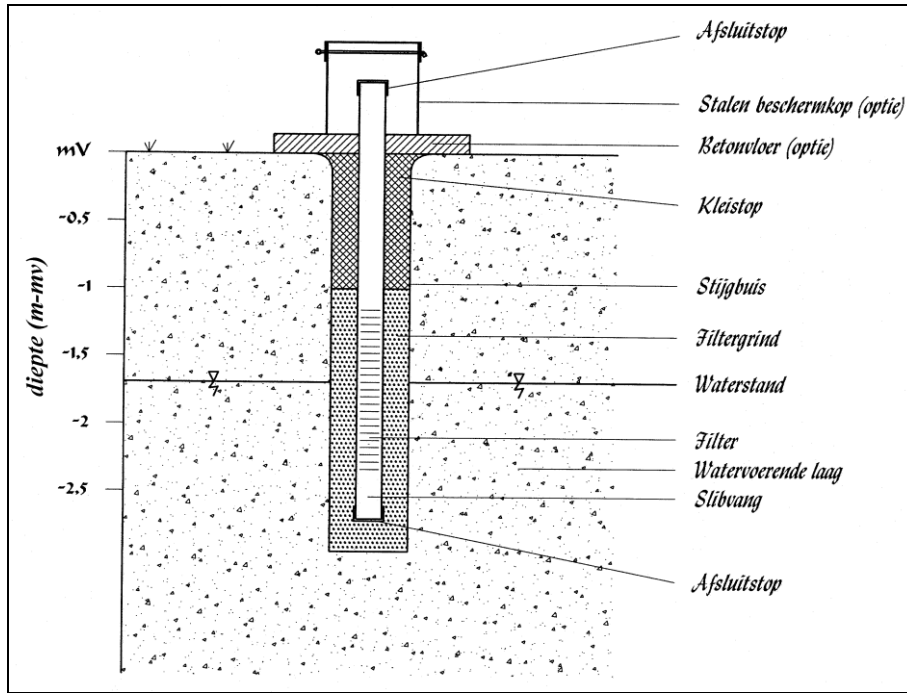
Bij afwijkingen zal de deskundige altijd een grondige reden moeten opgeven betreffende een andere peilputopbouw.

De peilbuis met "volledig verzadigde" filter

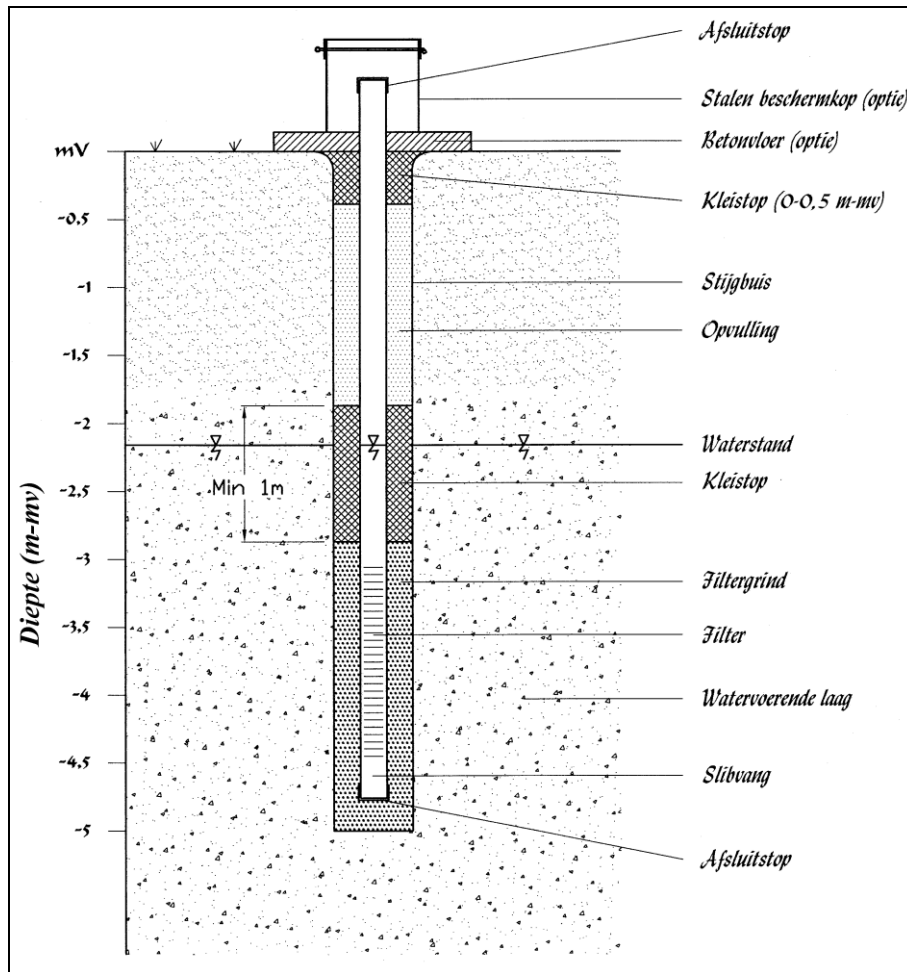
Bij de peilbuizen waarvan de filter volledig in de verzadigde zone gelegen is (figuur 2) wordt de diepte en de lengte van de filter bepaald door de geologische karakteristieken van het terrein en de aard van de verontreiniging. De lengte van de filter varieert tussen 1 en meerdere meters (in functie van de toepassing). In het geval van peilbuizen in volledig afgesloten watervoerende lagen (figuur 3) is een afstand van 1 m tussen de bovenkant van de filter en het "dak" van de watervoerende laag noodzakelijk. Indien deze putten ook als pompput zullen worden gebruikt moet de filter eveneens een voldoende diameter bezitten en diep genoeg geplaatst zijn om droogvallen te vermijden. De deskundige zal de peilbuisopbouw bepalen.

De keuze van de diepte van de te plaatsen peilbuis en de filterlengte zijn dus in alle gevallen van groot belang. De filterplaatsing dient dus met zorg te gebeuren.

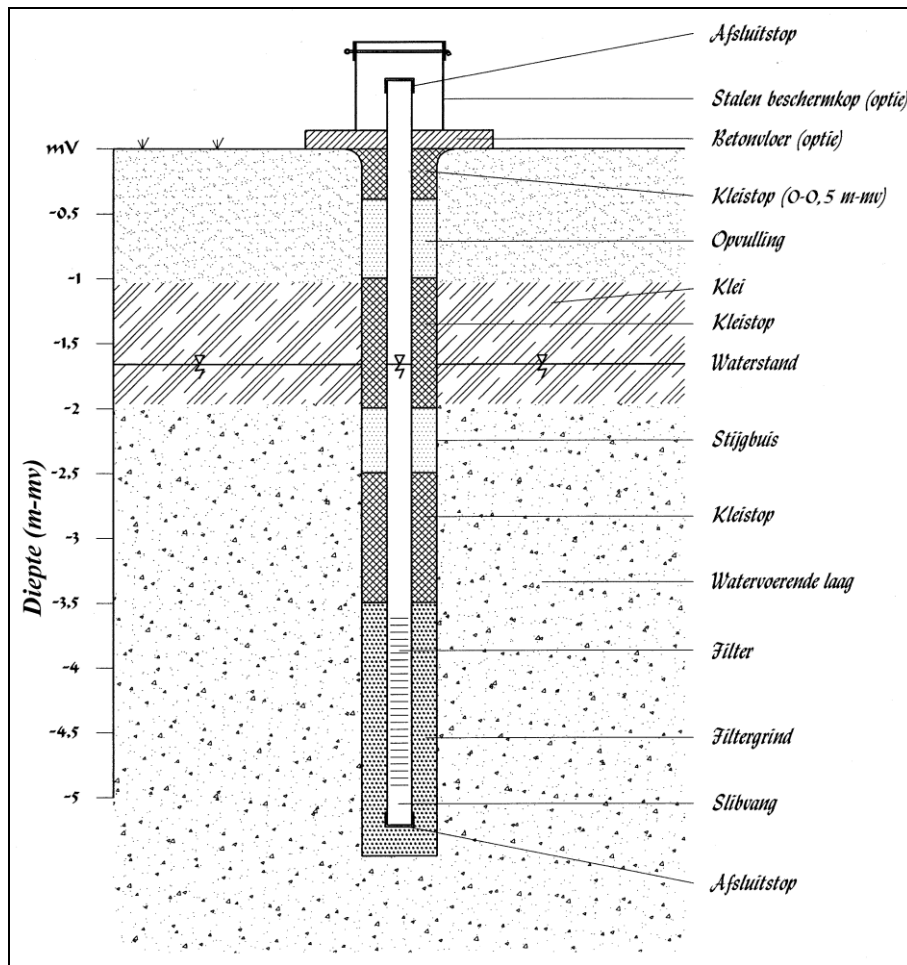
De minimale diameter van peil- en pompputten is afhankelijk van de doelstellingen van het project. Voor peilbuizen is een minimale buisdiameter noodzakelijk opdat meetapparatuur of een peilsonde vlot kan worden neergelaten. Ook staalname moet mogelijk zijn. De diameter van de peilbuis staat in relatie met de grootte van de pompen en (eventueel) ook met de grootte van de registratie-apparatuur die bij de monsternamen zullen gebruikt worden. Bij pompputten is een voldoende grote buisdiameter onontbeerlijk, teneinde een dompelpomp van voldoende capaciteit te kunnen plaatsen.



Figuur 1 – Schematische doorsnede van een boorgat met snijdende peilbuis



Figuur 2 – Schematische doorsnede van een boorgat met 1 peilbuis



Figuur 3 – Schematische doorsnede van een boorgat met een peilbuis waarvan de filter is gelegen onder een slecht doorlatende laag

Tabel 1 - Niet-limitatief overzicht van peilbuismaterialen en hun eigenschappen

Materiaal	Voordelen	Nadelen
PVC	<ul style="list-style-type: none"> - licht gewicht - hoge resistentie tegen abrasie, elektrochemische en galvanische corrosie - toepasbaar bij zuren, oxiderende middelen, zouten, alkaliën, olie, brandstoffen en vluchtige aromaten - zeer goed bestand tegen zwakke basen, alcoholen, alifatische koolwaterstoffen en olie - goed bestand tegen sterke minerale zuren, geconcentreerde oxidantia en sterke basen - gemakkelijk verkrijgbaar - kostprijs 	<ul style="list-style-type: none"> - zwakker, buigzamer en meer temperatuurgevoelig dan metallische materialen - weinig bestand tegen (lichtgewicht) ketonen, aldehyden, amines, gechloreerde alkenen en alkanen en aromatische koolwaterstoffen (de kritische concentraties zijn echter onbekend) - kan componenten uit het grondwater adsorberen (tetrachlooretheen, lood, bepaalde gechloreerde ethanen, bromoform) - kan met componenten uit het grondwater reageren - uitloop van lood, cadmium en bepaalde additieven mogelijk
HDPE Hoge dichtheid polyethyleen	<ul style="list-style-type: none"> - licht gewicht - hogere chemische resistentie dan PVC - zeer goed bestand tegen minerale zuren - goed tot zeer goed bestand tegen basen, alcoholen, ketonen en esters - goed bestand tegen olie - redelijk goed bestand tegen oxidantia, alifatische en aromatische koolwaterstoffen - afwezigheid sporen zware metalen, inkt, glijwas, weekmakers - kostprijs 	<ul style="list-style-type: none"> - zwakker, buigzamer en meer temperatuurgevoelig dan metallische materialen - kan met componenten in het grondwater reageren - mogelijkheid tot uitloop van bepaalde componenten - mogelijkheid tot adsorptie zink - mogelijkheid tot permeatie/diffusie van vluchtige aromaten en vluchtige gechloreerde solventen - moeilijk machinaal te bewerken omdat het gemakkelijk smelt en moeilijk te snijden is
Teflon	<ul style="list-style-type: none"> - licht gewicht - hoge schokbestendigheid - temperatuurbestendig - uitzonderlijk goede resistentie - onoplosbaar in alle organische stoffen behalve in enkele weinig voorkomende gefluoreerde solventen - minimale adsorptie en absorptie - inert voor metalen 	<ul style="list-style-type: none"> - lage spankracht - onderhevig aan snelle slijtage in vergelijking met andere plastics; - mogelijkheid tot adsorptie lood en cadmium - mogelijke adsorptie vluchtige bestanddelen - kostprijs
PVDF (polyvinylideen-fluoride) (Kynar = merknaam)	<ul style="list-style-type: none"> - meer spankracht en meer slijtagevast dan teflon - bestand tegen de meeste chemicaliën - goedkoper dan teflon 	<ul style="list-style-type: none"> - vaak niet onmiddellijk verkrijgbaar - chemisch slecht bestand tegen ketonen en aceton - kostprijs
Inox	<ul style="list-style-type: none"> - zeer sterk binnen een ruim temperatuursbereik - zeer goede corrosiebestendigheid - mogelijke uitloop en sorptie van bepaalde zware metalen - gemakkelijk verkrijgbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - zwaarder dan plastics - kan in een zeer zuur milieu metalen afgeven - kan als katalysator optreden bij organische reacties - kostprijs

3.1 Minimumvereisten bij het plaatsen van peilbuizen

- tijdens de plaatsing van peilbuizen wordt contact tussen het peilbuismateriaal en opgeboorde verontreinigde bodem of verontreinigde voorwerpen vermeden;
- een peilbuisfilter mag nooit tegelijkertijd in twee of meerdere watervoerende lagen geplaatst worden;
- de filter wordt in het centrum van het boorgat geplaatst;
- een peilbuis moet aan de onderzijde zijn afgedicht met een stop of op een andere wijze om instroming van bodemmateriaal te voorkomen. Deze afsluiting moet ofwel uit hetzelfde materiaal zijn als de peilbuis ofwel bestaan uit een ander inert materiaal;
- de perforaties dienen gelijkmatig over de filter te zijn aangebracht. Ten minste 4 % van de buisoppervlakte over de filterlengte moet bestaan uit perforaties zodat de aanpassingstijd veel korter is dan de tijd waarbinnen (natuurlijke) veranderingen in stijghoogte plaatsvinden. Bij het bepalen van de perforatie moet eveneens rekening gehouden worden met de granulometrie van het aquifermateriaal;
- om de invloed van bovenaf op de waterkwaliteit in de peilbuis te verhinderen wordt aan de bovenzijde van de peilbuis een stop voorzien (afwerking zie ook paragraaf 3). Aangezien in de peilbuis atmosferische luchtdruk moet heersen om het grondwater vrij te kunnen laten fluctueren, is het aanbevolen om een kleine opening in de stop aan te brengen;
- het materiaal waaruit de peilbuis is gemaakt is afhankelijk van de aard van de verontreiniging die voorkomt en dient met zorg gekozen te worden (zie Tabel1);
- de stijgbuizen worden onderling verbonden door middel van schroefdraadverbindingen. Indien het peilbuismateriaal PVC is, zijn naast schroefdraadverbindingen tevens moefverbindingen toegestaan;
- lijmverbindingen mogen niet worden toegepast;
- in het kader van oriënterende en beschrijvende bodemonderzoeken en onderzoeken ter controle van bodemsanering geldt een maximale filterlengte van 4 m, bij voorkeur 1 tot 2 m lengte;
- peilbuizen worden direct na het plaatsen schoongespoeld. Voor peilbuizen waarbij de waterkolom minder dan 8 m is, is een spoeltijd van minstens 15 minuten nodig en dient het spelwater slib- en zandvrij te zijn alvorens het schoonpompen te beëindigen. Voor peilbuizen waar er een waterkolom groter dan 8 m aangetroffen wordt, zal een spoeltijd van minstens 30 minuten vooropgesteld worden en dient eveneens het spelwater slib- en zandvrij te zijn alvorens het schoonpompen te beëindigen;
- het plaatsen van meer dan één filterbuis in één boorgat dient zoveel mogelijk te worden vermeden. In het geval deze werkwijze toch wordt toegepast, moeten de kleistoppen boven de filters minstens 2 m lang zijn en gelden ook de vereisten zoals hierboven opgegeven;
- na het plaatsen van de peilbuis wordt deze voorzien van een afsluitdop;
- bij peilbuizen gebruikt voor langere monitoringsperioden wordt beste een slibvang voorzien. De lengte is dan minstens 0,5 m. De dimensies en de noodzaak tot het voorzien van een slibvang wordt door de deskundige bepaald en dit rekening houdend met de lokale terreinopbouw en de aard van de peilbuis.
- Opvulling van de annulaire ruimte (i.e. ruimte tussen peilbuis en wand boorgat):
 - o de filter wordt steeds omstort met gegloeid en gezeefd en gekalibreerd filterzand;
 - o de omstorting wordt steeds uitgevoerd vanaf iets beneden de onderkant van de filter tot 0,5 m boven de bovenkant van de filter.
 - o de korrelgrootte van het gebruikte filterzand of -grind is afhankelijk van de grondsoort waarin de filter wordt geplaatst en staat in relatie met de perforatie van de filterbuis;
 - o er wordt steeds een kleistop van minimum 1 m lengte aangebracht boven het filtergrind dat zich rond de filter bevindt, en vanaf het maaiveld tot minimum 0,5 m beneden dit maaiveld. Uit de kleistop mogen geen chemische stoffen uitloggen; tussen de aanbrenge en het maximaal zwellen van de kleistop mag er zich maximaal een tijdspanne van 24 uur bevinden;
 - o indien kleistoppen worden geplaatst ter hoogte van een drijf- of zinklaag, kan de kleistop krimpverschijnselen vertonen en derhalve zijn 'afsluitende' werking verliezen;
 - o doorboorde kleilagen en andere moeilijk waterdoorlatende lagen moeten eveneens worden afgedicht met een kleistop met een dikte van minimaal de dikte van de doorboorde laag;

- o de overige annulaire ruimte kan opgevuld worden met het oorspronkelijke bodemmateriaal, tenzij dit verontreinigd is. In dat geval dient het materiaal te worden afgevoerd conform de geldende regelgeving en dient het boorgat te worden opgevuld met een niet verontreinigd materiaal met gelijkaardige eigenschappen als het opgeboorde sediment of kan er een kleistop over de gehele lengte worden aangebracht. Dit geldt eveneens voor de ruimte die ontstaat indien de boring dieper dan de voorziene peilbuis werd uitgevoerd.

3.2 Tijdelijke peilbuizen

Toepassing van tijdelijke filters, geplaatst d.m.v. sonderingstechnieken (de zogenaamde tijdelijk peilbuis), heeft als voordelen:

- dat grondwaterstalen op verschillende diepte kunnen worden genomen;
- snelle bemonstering. Grondwaterstalen kunnen onmiddellijk, na plaatsing van de tijdelijke peilbuis, genomen worden.

Indien deze techniek wordt gebruikt, moeten de volgende vereisten in acht worden genomen:

- de bodemopbouw dient vóór de plaatsing van de peilbuis gekend te zijn opdat de filter op de juiste diepte en in de correcte bodemlaag wordt geplaatst;
- de exacte diepte van de filter dient gekend te zijn;
- deze methode is enkel van toepassing bij de bepaling van grondwaterkwaliteit en niet voor het opmeten van grondwaterstanden noch voor langdurige monitoring van welke aard dan ook.

3.3 Multi-level wells (MLW)

“Multi-level groundwater wells” worden toegepast om grondwaterstalen te nemen op welbepaalde diepten in eenzelfde peilbuis. MLWs kunnen vergeleken worden met geneste peilbuizen waarvan de filterelementen echter worden gekenmerkt door een geringe lengte. Voor de plaatsing van MLW's is echter maar 1 boorgat vereist. Verscheidene types MLW's worden onderscheiden. MLW's worden o.a. toegepast om:

- een gedetailleerd beeld te verkrijgen van de verticale verspreiding van de verontreiniging;
- het aantal te plaatsen boringen / peilbuizen te reduceren.

Belangrijk op te merken is dat de plaatsing van dergelijke meetsystemen meer expertise vereist van zowel de boorfirma als van de deskundige daar het zeer belangrijk is de filters, kleistoppen en dichtingen op de juiste diepten aan te brengen. Bovendien is deze meetopstelling niet geschikt voor de detectie van drijfslagen en kan men door gebruik van filters met geringe lengte een eventueel aanwezige verontreiniging niet detecteren.

Bij toepassing van een multi-level well dient steeds een voldoende uitgewerkte motivatie in de onderzoeksstrategie te worden opgenomen. Tevens dient in het rapportageverslag (zie procedure CMA/1/A.1) een gedetailleerde beschrijving van de geplaatste MLW te worden opgenomen.

4 AFWERKING VAN DE BORING / PEILBUIS

Na het plaatsen van de peilbuizen dient voldoende aandacht besteed te worden aan de afwerking:

Volgende maatregelen dienen genomen te worden:

- specifieke aandacht wordt besteed aan het herstel van eventuele grondverzakkingen en aan de opvulling van inzakkingsholten langsheen de peilbuis. Dit geldt eveneens bij de plaatsing van een tijdelijke peilbuis;
- de peilbuizen worden op het terrein onmiddellijk na de plaatsing voorzien van een nummer of code (op buis of deksel);

- voor de afwerking van peilbuizen op schadegevoelige plaatsen wordt best een goed zichtbare beschermbuis of straatpot (eventueel in een betonsokkel) geplaatst. Een slot kan worden aangebracht indien de peilbuis zich op openbaar terrein bevindt. Eventueel kan een betonsokkel nuttig zijn;
- peilbuizen geplaatst doorheen een vloeistofdichte verharding dienen afgesloten te worden met een vloeistofdicht putdeksel. Bij plaatsing van een tijdelijke peilbuis dient de vloeistofdichte verharding hersteld te worden.

5 FACTOREN DIE DE PEILPUTWATERKWALITEIT BEÏNVLOEDEN

5.1 Locatiespecifieke factoren

Bij de plaatsing van peilbuizen dient instroming van oppervlakte water, bvb. door oneffenheden in het terrein, vermeden te worden.

5.2 Geohydrologische factoren

Algemeen gezien is de "in situ" samenstelling van het grondwater functie van:

- het medium waardoor het water stroomt (mineralogie/gedeponeerde materialen),
- de menging en oorsprong van de grondwaters,
- de verblijftijd van het water in de verschillende lithologische eenheden,
- de aanwezigheid en mogelijke verspreiding van verontreiniging.

In de watervoerende lagen vinden er verschillende processen plaats die de fysico chemische samenstelling van het grondwater in belangrijke mate kunnen wijzigen, zoals onder andere:

- biochemische processen,
- complexvorming,
- zuur-base reacties,
- oxidatie-reductieprocessen,
- neerslag- oplossingsreacties,
- adsorptie- en desorptieprocessen.

Bovenvermelde processen die de "in situ" samenstelling bepalen worden beïnvloed door de constructie van de peilbuis, door de bemonsteringsmethode en door de conservering van het watermonster.

5.3 Invloed van opgeloste gassen

Het grondwater kan veranderingen ondergaan wanneer het uit zijn "in situ" toestand gehaald wordt en blootgesteld wordt aan atmosferische omstandigheden waarbij de temperatuur, druk, zuurstof en CO₂-gehalte verschillend zijn van de toestand in de watervoerende laag.

Grondwater bevat opgeloste gassen, ingebracht door infiltratie of door chemische of biochemische gasproductie beneden de watertafel, minerale, organische stoffen en bacteriële activiteit. Het is bekend dat voor de meeste grondwaters het dominante anion HCO₃⁻ is.

In de praktijk is de invloed van opgeloste gassen voornamelijk belangrijk voor geochemische karakterisering van grondwater. In het geval van bemonstering in het kader van het onderzoek van bodemverontreiniging is de relevantie beperkt zodat er slechts beperkt rekening mee moet gehouden worden.

5.4 Invloed van oxido-reductie en precipitatie reacties

Grondwater bevindt zich vanaf een zekere diepte in reducerende toestand. Als deze grondwatermonsters aan de lucht worden blootgesteld zullen zij verschillende reacties ondergaan zoals:

- oxidatie van organische bestanddelen,
- oxidatie van sulfiden tot sulfaat,
- oxidatie van Fe^{++} naar Fe^{+++} en precipitatie als $\text{Fe}(\text{OH})_3$,
- oxidatie van NH_4^+ tot NO_3^- .

In de meeste gevallen zullen deze redox processen de conductiviteit beïnvloeden. Door complexvorming, bijvoorbeeld, worden Mn- en Fe-ionen gebonden tot een niet-oxideerbare vorm.

Neerslagen van Fe- en Mn-oxiden vormen dan weer andere problemen bij de bemonstering. Als gevolg van adsorptie of coprecipitatie met Fe-hydroxiden kunnen bijvoorbeeld zware metalen, orthofosfaat of SiO_2 aan de waterige oplossing onttrokken worden.

6 MONSTERNEMINGSAPPARATUUR

6.1 Algemeen

In de eerste plaats is het nodig pompapparatuur te selecteren die kan voldoen aan de fysische vereisten zoals putdiepte, diameter en waterstand en die tevens zo weinig mogelijk de fysico-chemische samenstelling van het te bemonsteren water beïnvloedt.

Om de fysico chemische karakteristieken van het grondwater minimaal te wijzigen is het een noodzakelijke voorwaarde dat er gedurende de monstername geen zuurstoftoetreding mogelijk is. Air-lift systemen zijn dus principieel af te raden, temeer daar zij door de plaatselijke hoge drukken in de stijgbuis oorzaak kunnen zijn van blijvende schade en lekkage.

Waarschijnlijk vormen contaminaties door de monsternameapparatuur de belangrijkste nadelen met betrekking tot bemonstering van peilbuizen. Het pomphuis moet uit inox of zo mogelijk uit teflon of ander inert materiaal vervaardigd zijn om chemische reacties met het grondwater zoveel mogelijk te vermijden.

6.2 Pompapparatuur

Verschiede pompmethodes kunnen in aanmerking komen om grondwater te bemonsteren. Een overzicht van de meest gebruikte pomptechnieken wordt hieronder gegeven.

6.2.1 Waterbemonsteringstechnieken door opzuigen van water

6.2.1.1 Monstername door gebruik van een vacuümpomp

Het monster wordt opgezogen door het creëren van een onderdruk. Deze methode wordt echter afgeraden daar de opgelegde onderdruk ontgassing bevordert. Bovendien is contact met lucht mogelijk zodat oxidatie optreedt.

6.2.1.2 Slangenpomp of peristaltische pomp

De slangenpomp kan manueel of elektrisch aangedreven worden. De slang in het pomphuis is in "silicone" uitgevoerd. De zuigzijde van deze slang wordt verbonden met een teflonslang die in de peilbuis steekt. Door een kortdurende onderdruk heeft men geen contact met de lucht zodat men een goed monster bekomt. Daar de slangen eenvoudig te vervangen zijn is de kans voor kruisbesmetting klein. Eén van de meest gebruikte pompen is de elektronische slangenpomp met ingebouwde accu en aansluitmogelijkheid voor andere pompjes, niveausensor en schakelklok.

Door zijn vrij laag debiet (orde van liters per minuut) is deze pomp echter niet bruikbaar voor het schoonspoelen van diepere peilbuizen. Dit is ook het geval indien de opvoerhoogte te groot wordt.

Bij het plaatsen van de tijdelijke peilbuis wordt meestal gebruik gemaakt van de slangenpomp.

6.2.2 Waterbemonsterstechnieken door opdrukken van water

6.2.2.1 Centrifugaalpomp

Voor het "schoonpompen" van grotere en diepere peilbuizen is men aangewezen op centrifugaal-dompelpompen. Deze zijn te verkrijgen voor afpompung uit buizen met diameters vanaf 45 mm en het debiet is regelbaar. Centrifugaalpompen zijn echter niet geschikt voor bemonstering van monsters voor analyse. Door de hoge snelheid van de schoepen treedt er immers cavitatie en een sterke turbulentie op.

Deze pompen worden best gebruikt bij het schoonpompen van peilputten. Na verwijdering van de pomp wordt door middel van een ander type pomp de eigenlijke grondwaterbemonstering uitgevoerd.

6.2.2.2 Balgpomp

Afhankelijk van de diepte varieert het maximum debiet tussen 2,5 en 4 l/min. De maximum bemonsteringsdiepte bedraagt ca. 60 m. Tevens kan er on-line worden gefiltreerd en kunnen de vereiste metingen worden uitgevoerd. De pomp werkt op luchtdruk, zonder dat de lucht in contact komt met het watermonster. Hiervoor zorgt een teflon balg die in het pomphuis is gemonteerd. Het is een pulserende pomp. In een eerste fase wordt het water aangezogen door samentrekken van de balg. Tijdens de tweede fase wordt het water naar boven geperst door uitzetten van de balg. De balgpomp is voorzien van de nodige terugslagkleppen zodanig dat er geen terugstroming kan ontstaan.

Voor niet al te grote peilbuizen kan deze pomp ook worden gebruikt voor het schoonpompen.

Er dient echter opgelet te worden voor kruisbesmetting daar men steeds met dezelfde slangen werkt.

6.2.2.3 Kogelkleppompjes (pulsknikker)

De kogelkleppompjes kunnen manueel of machinaal aangedreven worden. Deze pompjes bestaan in verschillende diameters en zijn vervaardigd uit roestvrij staal. Zij worden aan een darm in de peilbuis neergelaten en door een pulsende beweging wordt het grondwater langs de buis naar boven gedrukt. Het pulsen kan zowel manueel als mechanisch gebeuren.

Kruiscontaminatie kan men vermijden door slangen te vervangen en door nieuwe pompjes te gebruiken.

6.2.2.4 Dompelpomp

De dompelpomp is meestal vervaardigd uit roestvrijstaal en teflon. Door zijn hoog en regelbaar debiet is dit type pomp zeer goed geschikt voor monsternamen uit diepe peilbuizen. Daar men meestal dezelfde slang gebruikt moet men opletten voor kruiscontaminatie.

6.2.2.5 12 V dompelpompjes (DC-pompjes)

Indien 12V dompelpompjes gebruikt worden kunnen zij, om kruiscontaminatie te verhinderen, slechts eenmaal gebruikt worden waardoor zij niet zo goed geschikt zijn om watermonsters te nemen. Door het redelijk debiet dat zij halen zijn ze echter goed geschikt om peilputten proper te pompen. Meestal worden DC-pompjes gebruikt in combinatie met de elektronische peristaltische pomp.

6.2.3 Andere methoden

6.2.3.1 Kogelklepmonsternemer of bailer

Dit is geen echte pomp maar een soort bailer die meestal vervaardigd is uit teflon of roestvrij staal. Deze methode laat toe om beperkte volumes monster te nemen. De kogelklepmonsternemer mag niet gebruikt worden wanneer vluchtige bestanddelen moeten geanalyseerd worden.

6.2.3.2 Vloeistoflagenmonsternemer

Dit is geen pomp maar een open teflon buis die aan de onderzijde kan afgesloten worden. Dit afsluiten gebeurt door een afsluitsysteem aan de onderkant van de buis dat bediend wordt door een stang of een kabel. Door dit systeem is het mogelijk om op gewenste dieptes een monster te nemen. Deze methode is geschikt om drijf- en zinklagen te bemonsteren.

7 RICHTLIJNEN BIJ MONSTERNAME VAN GRONDWATER

Grondwatermonsters worden best genomen uit peilbuizen waarvan men de karakteristieken goed kent. Hoewel de watermonsters niet altijd representatief zijn, is monstername ook mogelijk uit productieputten. Bij interpretatie van analyseresultaten moet men echter rekening houden met een mogelijke verlaging van het pollutengehalte door toestroming vanuit meer dan een watervoerende laag of vanuit verafgelegen plaatsen (in functie van hydraulische karakteristieken en afpompingskegel) ofwel een mogelijke verhoging van het pollutengehalte door oplossingsreacties in de onmiddellijke omgeving van de put.

Bij de monstername uit peilbuizen zijn de volgende aspecten belangrijk:

- opmeting van de grondwaterstanden en verversing van het grondwater
- on-site metingen
- filtratie
- slecht te bemonsteren peilbuizen
- meten van drijf- en zinklagen
- bij gebruik van bestaande peilbuizen dient de bruikbaarheid van deze peilbuizen nagegaan te worden:
 - is er sprake van verzanding;
 - zijn de blinde buizen nog intact;
 - is er instroming van vervuild water
- andere richtlijnen

7.1 Opmeten van de grondwaterstanden en verversing van de peilputten

7.1.1 Opmeting waterstanden

Alvorens enige verversing op te starten is het noodzakelijk om de opmeting van de grondwaterstand uit te voeren. Tijdens deze opmeting worden best ook een aantal andere karakteristieken opgemeten:

- meting grondwaterstand: diepte van het grondwater ten opzichte van een vast punt;
- meting diepte van de peilbuis (ten opzichte van vast punt);
- meting en opnemen van andere nuttige variaties met betrekking tot de peilbuis die kunnen optreden, bijvoorbeeld verandering van de hoogte van de peilbuis (door beschadiging) en dit telkens ten opzichte van eenzelfde referentiepunt;
- mogelijke aanwezigheid van een drijf- en zinklaag (zie 6.6).

Het "vast punt" ten opzichte van waar de niveaumetingen moeten uitgevoerd worden is meestal de rand van de peilbuis (afhankelijk van de topografische opmetingen kan dit variëren van locatie tot locatie) maar het is noodzakelijk dat dit per site op dezelfde wijze uitgevoerd wordt. Best gebeurt de nivellering in m TAW (tweede algemene waterpassing) zodat een correcte interpretatie van

waterstanden mogelijk is (dit zeker als er verschillende terreinen in het onderzoek opgenomen worden).

7.1.2 Verversing van de peilputten

Wanneer fysico chemische grondwateraspecten moeten worden onderzocht dan moeten peilputten worden "zuiver gepompt" zodanig dat vers grondwater van de watervoerende laag ter beschikking komt voor de eigenlijke bemonstering.

Voor de monsternames (de spoeling van de peilbuis na plaatsing is reeds eerder gebeurd) is het verversen van vijfmaal het peilbuisvolume en het bereiken van "stabiele" veldparameters (zie 6.2) als minimale vereiste aan te houden. Indien bij de uitvoering van de peilbuizen en/of de plaatsing van de peilbuizen werkwater werd gebruikt dient het te verversen volume vermeerderd te worden met 5x de hoeveelheid verbruikt werkwater.

Voor het eigenlijk "schoonpompen" is het aangewezen na te gaan of er eventuele drijfslagen aanwezig zijn. Door het schoonpompen kunnen de langzaam toegestroomde drijfslagen weggepompt worden. De aanwezigheid van drijfslagen kan bijvoorbeeld gecontroleerd worden met een kogelklepmonsternemer (met doorzichtig reservoir) of met een drijfslagdetector.

Tijdens het verversen is het aan te bevelen een korte tijd voor de eigenlijke bemonstering op een pompdebiet over te schakelen dat overeenkomt met het pompdebiet tijdens de bemonstering.

Om de verversingen uit te voeren dienen de geohydrologische omstandigheden, het putvolume alsook de constructie van de put gekend te zijn om overpompings en preferentiële onttrekkingen te vermijden. Het droogpompen van de peilbuis moet vermeden worden. Het best wordt het afpompsdebiet op een dergelijke wijze bepaald dat het filtergedeelte van de peilbuis nooit aan de lucht blootgesteld wordt (tenzij het om snijdende peilbuizen gaat).

7.2 Metingen tijdens de monstername

Tijdens de monstername is het noodzakelijk dat er in een gesloten kring (metingen zonder zuurstoftoetreding) minimaal de parameters pH, temperatuur, Eh, zuurstof en geleidbaarheid opgemeten worden. In specifieke gevallen kan ook het opmeten van bijkomende parameters (e.g. H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Fe^{++} , S⁻) gewenst zijn.

Het is aanbevolen om de elektroden in een doorstroomcel te plaatsen. In deze luchtdicht afgesloten cel, stroomt via een monsternameslangetje grondwater uit de peilbuis. Op deze manier komen grondwater noch elektrode in contact met de (versturende) atmosfeer tijdens de meting. Voorafgaand aan de meting dienen de verschillende elektroden gekalibreerd te worden met behulp van een kalibratievloeistof of ijkoplossing. Tijdens de meting van de redoxpotentiaal en het zuurstofgehalte moet gelet worden op het ontstaan van luchtbelletjes nabij de elektrode in de doorstroomcel. Indien luchtbelletjes aanwezig zijn dient het debiet van de pomp te worden aangepast. Bij een slechte toestroming van grondwater zijn luchtbelletjes niet te vermijden. Als gevolg hiervan worden de metingen zo sterk verstoord dat de gemeten waarden volkomen onbetrouwbaar en dus onbruikbaar zijn. De elektroden dienen ook regelmatig te worden geïnspecteerd op de aanwezigheid van chemische aanslagen en indien nodig te worden schoongemaakt.

De gemeten redoxpotentiaal in het veld (E_m) dient te worden omgerekend naar de redoxpotentiaal ten opzichte van de Standaard Platina/ Waterstof elektrode (E_h). De te gebruiken referentiewaarde voor deze omrekening (E_{ref}) is zowel temperatuur als type redox elektrode afhankelijk.

Doorgaans voert men, indien mogelijk, een complete monitoring uit van de pH, geleidbaarheid, temperatuur, O_2 en Eh tijdens het pompen. Meetwaarden dienen te worden genoteerd na stabilisatie. Een grondwatermonster dient genomen te worden na stabilisatie van de opgemeten parameters. Indien grondwaterstaalname wordt uitgevoerd bij niet-stabilisatie van de parameters en/of het optreden van luchtbellen dient dit in de veldwerkrapportage te worden vermeld.

7.3 Filtratie grondwatermonsters

7.3.1 Belangrijke overwegingen

- De bodemsaneringsnormen voor grondwater (VLAREBO) werden afgeleid op basis van de opgeloste fractie. In het toegepaste blootstellingsmodel, gebruikt bij de bepaling van de normering, werden een aantal fysische constanten gebruikt die gebaseerd zijn op de opgeloste fractie (oplosbaarheid, K_d , fugaciteit, Henry-coëfficiënt, ...) zodat een toetsing aan de grondwatersaneringsnorm bij voorkeur gebeurt op basis van de opgeloste fractie (dus niet aan de fractie die op bodemdeeltjes kleeft).
- Voor grondwater moet men zich realiseren dat voor heel wat polluenten per volumeeenheid aquifer de vracht in oplossing meestal veel kleiner is dan de vracht geadsorbeerd op de vaste fase. Een gedeelte van deze vaste fase kan in het grondwater gesuspendeerd zijn maar deze hoeveelheid kan sterk variëren in functie van de kwaliteit van de peilbuisfilter, de monsternemingsprocedure en van de bodemtextuur. Indien men de gesuspendeerde fractie mee zou analyseren geeft dit dus meer een maat van de kwaliteit van de filter en/of de wijze van bemonstering en van de bodemtextuur (makkelijk suspenseerbare leem of kleipartikels) dan voor de verontreiniging. De vergelijkbaarheid tussen laboratoria en tussen sequentiële monsters op één plaats (bijvoorbeeld in geval van monitoring) zal dus beter zijn in geval van filtratie.
- Alleen het gedeelte dat in oplossing is zal worden verspreid via de grondwaterstroming (abstractie te maken voor drijf- en zinklagen en van transport in karstgebieden). De geadsorbeerde of uitgewisselde (voor kationen) polluenten kunnen uiteraard in functie van de K_d ook in oplossing gaan naarmate evenwichten veranderen. Men zal dus nooit de "totale" verontreiniging op grondwaterniveau kunnen meten omdat dit sterk samenhangt met allerlei uitwisselingsprocessen en met de totale "reserveverontreiniging" die op het vaste materiaal tijdelijk is vastgelegd. Zelfs voor "wateroplosbare" componenten, zoals bijvoorbeeld BTEX, is de totale vracht die op de bodemdeeltjes is geadsorbeerd, meestal groter dan hetgeen in oplossing is in het grondwater.
- De situatie voor afvalwater (meestal niet te filtreren) is totaal anders omdat de vracht die via de afvalwaterlozing in het oppervlaktewater terechtkomt uiteraard de som is van de opgeloste en gesuspendeerde fractie.
- Vanuit analytisch oogpunt zijn er zowel bezwaren tegen filtreren als tegen niet filtreren. Bij filtratie kan vervluchtiging optreden van vluchtige componenten (bijvoorbeeld BTEX, VOCl, H_2S , ...). Bovendien kan adsorptie optreden aan de wand van het recipiënt (het aangeboden monster zal slechts gedeeltelijk worden geanalyseerd in tegenstelling met de gangbare praktijk om bij niet filtreren het volledig monster te extraheren en het recipiënt na te spoelen) of aan de filter zelf. Bij niet filtreren daarentegen zal in de meeste gevallen geen volledige extractie van de betreffende polluent uit de gesuspendeerde fase mogelijk zijn (vooral voor organische parameters) en is de reproduceerbaarheid van het analyseresultaat zeker veel kleiner (zie hoger).
- Bij het filtreren kunnen door toetreding van zuurstof diverse uitvlokingsreacties (vooral Fe) optreden waardoor bepaalde andere (relevante) polluenten gaan adsorberen op de gevormde Fe-(hydr)oxidevlokken en op die manier worden onderschat.

7.3.2 Procedure voor filtratie

- metalen: afzonderlijk grondwatermonster in het veld filtreren en onmiddellijk aanzuren. Er wordt bij voorkeur een teflonfilter gebruikt ($0.45 \mu m$). Een glasvezelfilter bevat namelijk zelf een hele reeks metalen, die in functie van pH en geochemische condities van het grondwater, in oplossing kunnen gaan en aanleiding geven tot contaminatie. Er wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een filter die in serie is geplaatst tussen de peilbuis en het monstervat. Vermijd hierbij echter het toetreden van buitenlucht.
- vluchtige stoffen (i.e. BTEX en VOCL): GEEN filtratie in het veld.. Voor verdere monsterbehandeling bij aankomst in het labo wordt verwezen naar de CMA-procedure CMA/3/E
- minerale olie: GEEN filtratie in het veld. Voor verdere monsterbehandeling bij aankomst in het labo wordt verwezen naar de CMA-procedure CMA/3/R.1

- PAK's: GEEN filtratie in het veld. Voor verdere monsterbehandeling bij aankomst in het labo wordt verwezen naar de CMA-procedure CMA/3/B
- Andere niet expliciet genoemde parameters: per parameter dient, indien aanwezig, de CMA procedure m.b.t. analyse te worden geconsulteerd. Na overleg met het labo dient filtratie op het veld al dan niet te worden uitgevoerd.
- Indien filtratie op het veld uitgevoerd wordt is dit bij voorkeur uitgevoerd onder lichte overdruk.

7.4 "Slecht" te bemonsteren peilbuizen

Daar er in Vlaanderen veel lemige en siltige bodems voorkomen is het niet altijd mogelijk om peilbuizen te plaatsen waaruit grote hoeveelheden grondwater kunnen onttrokken worden. Anderzijds is het "niet goed water geven" van peilbuizen niet altijd het gevolg van de bodemopbouw maar kunnen er een hele reeks redenen gegeven worden. De deskundige moet altijd nagaan welk de reden is voor een slecht functionerende peilbuis. In de rapportage betreffende het uitgevoerde veldwerk (zie CMA/1/A.1) dient steeds aangegeven te worden of de geplaatste peilbuizen al dan niet makkelijk kunnen bemonsterd worden of dat er een slechte toestroming van grondwater plaatsvindt. Een overzicht van een reeks elementen waarmee er rekening moet gehouden worden wordt hieronder gegeven:

- indien de geologische karakteristieken een "normale" monsternamen zouden toelaten (K groot genoeg) dan kan er besloten worden dat er een probleem is met de betrokken peilbuis. Bijvoorbeeld de filter is niet goed geplaatst of de boven het filtergrind geplaatste kleistop verstopt de filter. In dit geval wordt een nieuwe peilbuis geplaatst en kan het grondwatermonster afkomstig van de "slechte peilbuis" niet aanvaard worden;
- indien de bovenvermelde reden niet geldt voor de betreffende peilbuis kan overwogen worden om een peilbuis met een grotere diameter te plaatsen en of een langere filter in dezelfde laag te plaatsen. Indien de toestroming niet verbetert zal toch een monster genomen worden. In dit geval dient er duidelijk in het rapport vermeld te worden dat de standaardprocedure voor monsternamen niet kon gevolgd worden. Tevens moet ook duidelijk vermeld worden waarom de monsternamen afgeweken werd van de standaardprocedure;
- de monsternamen dient (na verversing) binnen de 24 uur te gebeuren;
- voor het geval dat de peilbuis niet goed kan bemonsterd worden (te weinig water) is het aan te raden om een bodemmonster te nemen op dezelfde diepte als de filterlocatie waar er zich een probleem met betrekking tot de watertoevoer voordoet. Analyse op dezelfde reeks parameters moet uitsluitsel geven over de aanwezigheid van verontreiniging;
- indien er geen duidelijkheid bestaat, moeten er meerdere monsters genomen worden van zowel bodem als grondwater en dit verspreid over het terrein;
- voor het geval dat de peilbuis niet goed kan bemonsterd worden (te weinig water) is de "on-site" bepaling van parameters zoals O₂, pH, conductiviteit en temperatuur zinloos. Meting van deze parameters gebeurt dan best in het labo op de genomen monsters en dient met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd worden.

7.5 Andere richtlijnen

7.5.1 Periode tussen peilbuis plaatsing en monsternamen

Het plaatsen van een peilbuis veroorzaakt verstoring van de geochemische gesteldheid van de ondergrond. Vlak na het plaatsen van een peilbuis kan de samenstelling door oplossing, complexvorming en dergelijke, veranderd zijn. Ook de aangebrachte kleistoppen hebben 24 uur nodig om volledig uit te zwellen. Om deze reden zal steeds minimaal 1 week gelaten worden tussen het moment van de peilbuisplaatsing en de bemonstering.

Deze regel is niet van toepassing bij het gebruik van de zogenaamde tijdelijke peilbuis waarbij het mogelijk is om dadelijk, na plaatsing van de filter, een monster te nemen.

7.5.2 Monstername grondwater

- Bij grondwaterbemonstering dienen wegwerphandschoenen te worden gebruikt.
- Bij bemonstering dient de monsternamedarm op ongeveer ~0,5 m boven de onderzijde van de peilbuis te bevinden.
- Turbulentie dient zoveel mogelijk te worden vermeden door:
 - het debiet van de pomp zodanig in te stellen dat het grondwater langzaam toestroomt;
 - de monsterfles schuin te houden en het water langs de wand van de fles te leiden
- Reinig of vervang na iedere monstername dat deel van het monsternameapparaat dat in contact is gekomen met het bemonsterde grondwater
- De recipiënten moeten onmiddellijk van een identificatie (nummer, datum, site,...) voorzien worden. Richtlijnen betreffende de te gebruiken recipiënten en de conservering van de genomen grondwaterstalen worden weergegeven in de procedure CMA/1/B. M.b.t. de conservering wordt aanbevolen om het eventueel toe te voegen conserveermiddel vóór staalname in het recipiënt te brengen. Toevoeging op het veld van conserveermiddelen is omslachtig en minder nauwkeurig uit te voeren. Bovendien wordt aldus vermeden dat de veldwerker in contact komt met agressieve chemicaliën. Let wel op dat vooraf toegevoegde conserveermiddelen niet te lang in de flessen aanwezig blijven en dit om verval van de producten te vermijden.
- De recipiënten moeten volledig worden gevuld. Er mag geen luchtbel aanwezig zijn.
- Een eerste beschrijving van de monsters (kleur, helderheid,...) moet onmiddellijk ter plaatse worden opgemaakt.

7.5.3 Monstername van grondwater verontreinigd met VOC

Bij monstername voor VOC-analyse moet men al het nodige doen om contact met zuurstof te vermijden. Verlies van vluchtige componenten ten gevolge van oxidatie (tot 20% van het VOC-gehalte) kan reeds in de monsternamedarm gebeuren. Bij de monstername mag het waterpeil dan ook nooit onder de bovenkant van de filter komen te staan.

Een snijdende peilbuis is in principe niet geschikt voor VOC-bemonstering.

In sommige gevallen kan het gebruik van packers (afsluiters) een betere monstername garanderen.

7.5.4 Staalname van grondwater verontreinigd met VOCI's

Aan de hand van een uitgebreide staalnamecampagne van grondwater (verontreinigd met VOCI's) door middel van verschillende pompen is algemeen gebleken dat er met de volgende pompen gelijke resultaten bekomen werden: de slangpomp; de centrifugale; de dompelpomp; de pulsknikker en de balgpomp. Voor grondwaterstalen genomen met de kogelklepmonsternemer of bailer worden afwijkende resultaten bekomen voor de analyse naar VOCI's. De resultaten (analyses) bekomen voor deze staalname techniek zijn significant lager dan deze teruggevonden voor de andere pompen.

De kogelklepmonsternemer mag niet gebruikt worden voor de staalname van grondwater verontreinigd met VOCI's.

7.5.5 Vervanging van monsternamedarm

Voor elke monstername moet de monsternamedarm vervangen worden. Het achterlaten van darm in de peilbuis is niet toegestaan, dit geldt eveneens voor hergebruik in dezelfde peilbuis.

7.5.6 Staalname door micro-purgings

Bij peilbuizen die niet kunnen bemonsterd worden d.m.v. een peristaltische pomp kan het schoonpompen verkort worden door "micro-purgings" toe te passen. Bij deze methode wordt met een

zeer laag debiet water onttrokken ter hoogte van het filtergedeelte van de peilbuis (op de diepte waar men een monster wenst te nemen). De bovenliggende waterkolom wordt op deze wijze niet "ververst". Als er ter hoogte van het filtergedeelte voldoende spoeling is gebeurd (in dit geval 5 maal het volume van het filtergedeelte) kan er een monster genomen worden. Het gebruik van packers kan hier zijn nut hebben daar er dan zeker minder watervolume dient verwijderd te worden tijdens de spoeling.

7.5.7 Opvulling van definitief buiten gebruik gestelde peilbuizen

Peilbuizen die niet meer gebruikt worden of die om een of andere reden buiten werking moeten gesteld worden, moeten opgevuld worden. Dit moet als volgt gebeuren:

- verwijderen van al de instrumenten uit de peilbuis (pompen, registratieapparatuur, ...);
- verwijdering van de "afwerkingen" van de peilbuis (betonvoer, straatpot, ...);
- de peilbuis wordt minstens tot 10 cm onder het maaiveld afgezaagd waarna afwerking gebeurt door opvulling. Ter hoogte van het maaiveld wordt een afwerking voorzien in functie van het gebruik van het terrein. Indien mogelijk dient de peilbuis volledig verwijderd te worden. De opvulling van het boorgat dient met klei (bentoniet) te gebeuren;
- opvullen van de peilbuis (= de buis zelf) met klei (bentoniet) of een ander ondoorlatend inert materiaal ($K < 10^{-8}$ m/s). Voor peilbuizen tot 8 m diepte moet de opvulling gebeuren over de gehele lengte van de peilbuis. Voor diepere peilbuizen moet een opvulling voorzien worden van minstens 8 m waarbij het filtergedeelte minstens 4 m onder de top van de opvulling aanvangt. Daarboven mag de opvulling gebeuren met een niet verontreinigd bodemmateriaal.

7.6 Opmeten van drijfslagen en zinklagen

7.6.1 Drijfslagen

In het geval er een drijfslag aanwezig is in de peilbuis, is het nemen van grondwatermonsters niet van toepassing. Grondwatermonsters afkomstig van filters waarin een drijfslag aanwezig is, kunnen niet worden gebruikt voor de bepaling van de grondwaterkwaliteit.

Met drijfslag wordt bedoeld: de aanwezigheid van puur product ter hoogte van de grondwatertafel. Het gaat normaal om producten die een kleinere dichtheid hebben dan water, waardoor ze op het grondwater blijven drijven. Er dient echter een duidelijk onderscheid gemaakt te worden tussen "puur" product en drijfslag.

7.6.1.1 Definities

Puur product: (vloeibare) verontreiniging die voorkomt in de bodem als afzonderlijke fase. Al dan niet mobiel. Met het begrip puur product hangt de term **retentiecapaciteit** van de bodem samen. Het puur product is mobiel (met andere woorden het blijft niet op dezelfde plaats en verspreidt zich bijvoorbeeld met het grondwater) indien de retentiecapaciteit van die bepaalde bodem wordt overschreden.

Drijfslag: puur product (slecht wateroplosbaar) dat voorkomt op het grondwaterniveau (ter hoogte van de grondwatertafel en in de water-capillaire zone) en daar aanleiding geeft tot een puur-product spiegel. Het puur product is in dit geval mobiel. Indien er geen vloeistofspiegel wordt gevormd is het puur product capillair aanwezig.

Retentiecapaciteit: de retentiecapaciteit van een bodem wordt gedefinieerd als het gemiddelde volume puur product dat door de bodem per volume-eenheid kan worden vastgehouden.

7.6.1.2 Puur product versus drijfslag

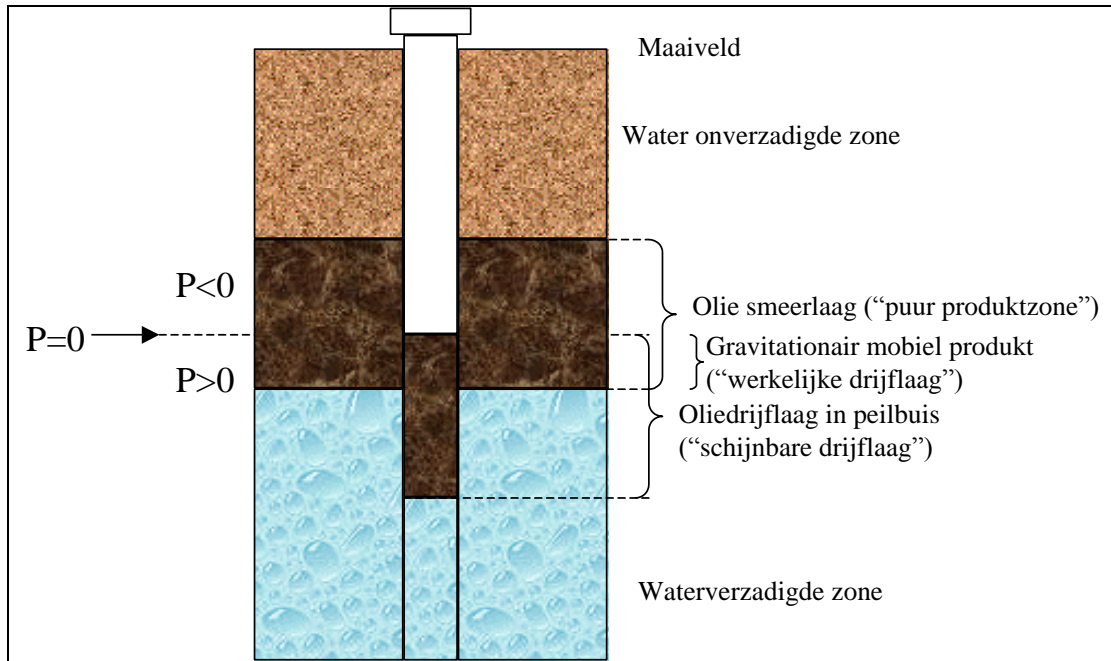
Het onderscheid tussen "puur product" en "drijfslag" ligt in de al dan niet mobiliteit van het product ter hoogte van het grondwaterniveau. Dit is dus ook functie van bijvoorbeeld seizoenale effecten, waardoor het ontstaan van drijfslagen, gevormd door stijging van de grondwatertafel, kan voorkomen.

In de onderstaande figuur 4 wordt het voorkomen van een puur productzone van oliecomponenten rond het grondwatervniveau weergegeven.

Van boven naar beneden onderscheidt men:

- de water onverzadigde zone (lucht in de bodemporiën)
- de olie verontreinigde zone (olie/lucht in de poriën; "competitie" tussen lucht en olie)
- de olie verontreinigde zone (olie/water in de poriën; "competitie" tussen water en olie)
- de water verzadigde zone (water in de poriën)

In normale (minerale) bodems zijn de adhesiekrachten tussen water en de bodempartikels groter dan de adhesiekrachten tussen olie en de bodempartikels, die op hun beurt groter zijn dan de adhesiekrachten tussen lucht en de bodempartikels. Dit leidt tot capillaire effecten, waarbij in het droge bodemgedeelte de olie zich verspreidt tot in de kleine poriën (de olie "bevochtigt" de bodemdeeltjes) en daarbij de lucht verdringt (naar de grote poriën). In de natte bodemzone treedt competitie op tussen water en olie voor de poriën, waarbij nu water "liever" op het contactvlak met de bodemdeeltjes zit. Bij een stijgende watertafel in een olieverontreinigde bodemlaag zal het water dan de olie verdringen uit de kleine poriën, waarbij de olie gedeeltelijk gevangen raakt in de poriën. Hierdoor ontstaat er een "smeerzone" (= de zone waarin de olie als het ware uitgesmeerd wordt) die gevormd wordt rond het grondwatervniveau als gevolg van op- en neergaand grondwater.



Figuur 4 - Schematische voorstelling van de wijze van voorkomen van een puur-productzone (olie) rond het grondwatervniveau en de begrippen "schijnbare" en "werkelijke" drijfslag (P = olie - capillaire druk, $P = 0$: oliespiegel)

In een peilbuis, geplaatst in de smeerzone, kan een drijfslag ontstaan. Dit wil echter niet zeggen dat er sprake is van een werkelijke (mobiele) drijfslag in de bodem. Dit hangt af van de capillaire druk in de poriën in de olie verontreinigde zone. Er is slechts sprake van een werkelijke drijfslag indien er zich een oliespiegel vormt (definitie: horizontaal vlak waar de olie-capillaire druk P gelijk is aan nul). Onder de oliespiegel is de druk positief (vergelijk met het begrip hydrostatische druk), boven de oliespiegel is de druk negatief.

Indien er in de bodem geen oliespiegel bestaat, is er enkel sprake van capillair aanwezige olie, die niet onder invloed van de zwaartekracht uitstroomt in een peilbuis.

Peilbuizen geplaatst voor onderzoek naar de aanwezigheid van drijfslagen moeten altijd worden voorzien van een snijdende filter.

7.6.1.3 Opmeting van drijfslagen

De opmeting van drijfslagen kan gebeuren met behulp van een kogelklepmonsterner (met doorzichtig reservoir) of met een specifieke sonde voor opmeting van drijfslagen. De op te meten drijfslag dient "in evenwicht" te zijn, met andere woorden de druk van de olie is in evenwicht met de druk van het product in de bodem (dikte van een drijfslag aanwezig in een peilbuis die recentelijk afgepompt werd zal in functie van de tijd veranderen en is dus niet in evenwicht).

De dikte van drijfslagen aangetroffen op een zelfde terrein opgemeten in peilbuizen kan sterk variëren, zowel in functie van de plaats als de tijd, en dit als gevolg van de aanwezigheid van heterogeniteit van de ondergrond doch ook door de fluctuaties van de grondwaterstand. Deze laatste effecten kunnen erg belangrijk zijn ten gevolge van de seizoenale variaties. Het is daarom ook aan te raden om meerdere malen de dikte van drijfslagen op te meten.

Indien er geen drijfslag aangetroffen werd op een terrein waarvoor er sterke vermoedens zijn dat dit wel het geval zou zijn is het eveneens aangeraden om meerdere malen opmetingen uit te voeren op tijdstippen langer dan 1 week na de plaatsing van de peilbuizen.

Door de aanwezigheid van een drijfslag (puur product) wordt de waterkolom in de peilbuis naar beneden gedrukt. Als men echter de dichtheid van het product waaruit de drijfslag bestaat kent en de dikte van de drijfslag gemeten heeft kan men ook de werkelijke waterstand berekenen (paragraaf 6.6.4).

De dikte van de drijfslag bestaande uit LNAPL (light nonaqueous phase liquids) in een peilbuis is meestal groter dan de dikte van de drijfslag in de omringende watervoerende laag. In de literatuur wordt een factor tussen 2 tot 10 maal teruggevonden. De in de peilbuis opgemeten dikte wordt ook wel de apparante dikte van de drijfslag genoemd.

De dikte van de drijfslag kan, afhankelijk van de aard van het puur product, echter ook kleiner zijn dan de zone waarover het product aangetroffen wordt in de waterlaag. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij goed wateroplosbare stoffen zoals benzeen. Dus de vuistregel alsof de dikte van de drijfslag in de peilbuizen 2 tot 10 maal groter zou zijn in vergelijking met de dikte in de watervoerende laag gaat niet altijd op.

Gezien de mogelijke variaties in dikte van de drijfslag in de peilbuis is het zelden mogelijk om aan de hand van de dikte van de drijfslag een "exacte" dikte van de zone in de bodem te berekenen. Enkel een benaderende schatting kan. Dit is slechts mogelijk als er een reeks veld- en bodemkarakteristieken gekend zijn. Gezien de complexiteit van het probleem is er tot nu toe geen methode voorhanden waarmee dit op een eenvoudige wijze kan bepaald worden.

7.6.1.4 Omrekening van het waterpeil

De berekening van de waterhoogte in een peilbuis waar er een drijfslag aanwezig is, gebeurt als volgt:

$$h_c = h_m + (H_o * (\rho_o / \rho_w))$$

Waarbij: h_c = gecorrigeerde waterhoogte^(*) (m)
 h_m = gemeten hoogte van het water – drijfslag scheidingsvlak^(*) (m)
 H_o = dikte van de drijfslag (m)
 ρ_o = dichtheid drijfslagproduct (kg/m³)
 ρ_w = dichtheid van water (kg/m³)
^(*) al de hoogtes worden gemeten ten opzichte van een vast referentiepeil bijvoorbeeld in mTAW

7.6.1.5 Dikte puur product zone

In de literatuur is er informatie terug te vinden betreffende de omrekening van de opgemeten dikte naar de overeenkomstige dikte in het watervoerend pakket (EPA, Fetter, 1999, de Marsily, 1981). Het toepassen van deze methoden dient altijd met de nodige voorzichtigheid te gebeuren. Daarnaast is het toepassen van berekeningsmethoden gebaseerd op empirische vergelijkingen af te raden.

De meest betrouwbare methode om de dikte van de zone waarin zich puur product bevindt te bepalen is het nemen van ongeroerde stalen. Vervolgens kan met behulp van oliedectietest en/of door toevoegen van olierood aanwezigheid van puur product worden nagegaan.

7.6.2 Zinklagen

In het geval er een zinklaag aanwezig is in de peilbuis is het nemen van grondwatermonsters niet van toepassing. Grondwatermonsters afkomstig van filters waarin een zinklaag aanwezig is, kunnen niet worden gebruikt voor bepaling van de grondwaterkwaliteit. Wel kan een monster van de zinklaag (puur product) genomen worden voor analyse. De aanwezigheid en eventueel de opmeting van de dikte van de zinklaag kan eveneens gebeuren door middel van een specifieke sonde. Gezien de aard van de producten die zinklagen vormen (dichtheid groter dan water) is het niet mogelijk om een omrekening uit te voeren ter bepaling van de "dikte" van de zone waarin de zinklaag in de watervoerende laag aangetroffen wordt.

7.6.3 Staalname puur product

In het geval voldoende puur product aangetroffen wordt in een peilbuis (dikte > ~1cm) kan deze bemonsterd worden d.m.v. van een vloeistoflagenmonsteremer (zie paragraaf 5.2.3.2).